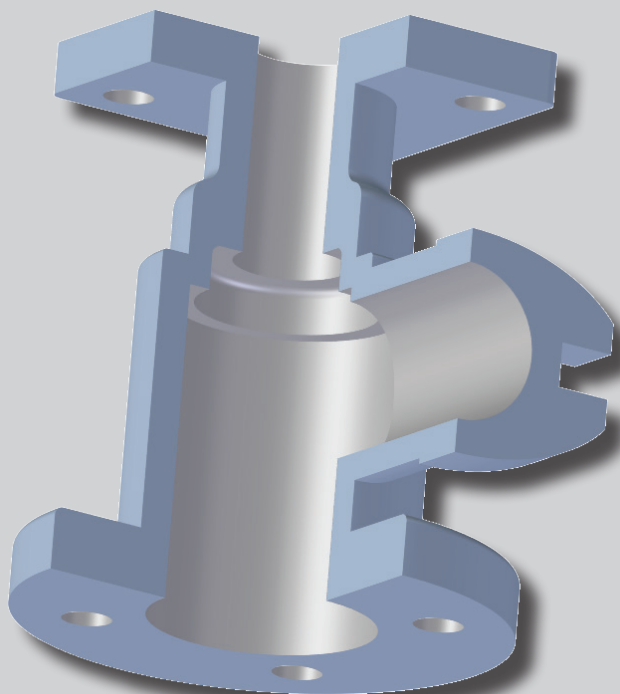




*Krystyna Schabowska, Jakub Gajewski
Przemysław Filipek, Józef Jonak*

Graficzny zapis konstrukcji

Przewodnik do zajęć projektowych



PODRĘCZNIKI

Graficzny zapis konstrukcji

Przewodnik do zajęć projektowych

Podręczniki – Politechnika Lubelska



Politechnika Lubelska
Wydział Mechaniczny
ul. Nadbystrzycka 36
20-618 LUBLIN

Krystyna Schabowska, Jakub Gajewski
Przemysław Filipek, Józef Jonak

Graficzny zapis konstrukcji

Przewodnik do zajęć projektowych



Politechnika Lubelska
Lublin 2016

Recenzent:
prof. dr hab. inż. Jerzy Bajkowski

Skład i redakcja techniczna: Foto Art Flash www.fotoartflash.pl

Publikacja wydana za zgodą Rektora Politechniki Lubelskiej

© Copyright by Politechnika Lubelska 2016

ISBN: 978-83-7947-227-7

Wydawca: Politechnika Lubelska
ul. Nadbystrzycka 38D, 20-618 Lublin
Realizacja: Biblioteka Politechniki Lubelskiej
Ośrodek ds. Wydawnictw i Biblioteki Cyfrowej
ul. Nadbystrzycka 36A, 20-618 Lublin
tel. (81) 538-46-59, email: wydawca@pollub.pl
www.biblioteka.pollub.pl
Druk: TOP Agencja Reklamowa Agnieszka Łuczak
www.agencjatop.pl

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

Nakład: 100 egz.

Spis treści

Przedmowa	9
1. WPROWADZENIE	11
1.1. Materiały i przybory rysunkowe	11
1.2. Formaty arkuszy rysunkowych.....	11
1.3. Linie rysunkowe	12
1.4. Pismo techniczne.....	14
1.5. Podziałki	14
2. WYBRANE ZAGADNIENIA Z GEOMETRII WYKREŚLNEJ.....	15
2.1. Wprowadzenie	15
2.2. Rzutowanie metodą Monge'a	17
2.2.1. Rzuty punktu, prostej i płaszczyzny	18
2.2.2. Elementy przynależne.....	21
2.2.3. Elementy wspólne.....	22
3. ODWZOROWANIE KSZTAŁTU GEOMETRYCZNEGO	
PRZEDMIOTU	25
3.1. Rzutowanie prostokątne metodą europejską	25
3.2. Widoki.....	27
3.3. Przekroje	29
3.3.1. Oznaczanie przekrojów, rodzaje przekrojów	29
3.3.2. Kłady	34
3.4. Uwagi dotyczące rysowania widoków i przekrojów	35
4. WYMIAROWANIE	37
4.1. Zasady graficzne zapisu wymiarów	37
4.2. Ogólne zasady wymiarowania	39
4.3. Rodzaje wymiarowania.....	40
4.4. Wymiarowanie ściąg wałków i otworów.....	42

5. OZNACZANIE STRUKTURY GEOMETRYCZNEJ	
POWIERZCHNI	43
5.1 Chropowatość powierzchni	44
5.2. Oznaczanie chropowatości.....	44
5.3. Zapis obróbki cieplnej.....	46
6. TOLERANCJE I PASOWANIA	47
6.1. Tolerancje wymiarów liniowych.....	47
6.2. Pasowania elementów	50
6.3. Tolerowanie kształtu i położenia	50
7. POŁĄCZENIA	53
7.1. Połączenia gwintowe	53
7.2. Połączenia spawane	55
7.3. Połączenia wpustowe	56
7.4. Połączenia wielowypustowe	57
8. RYSUNEK ELEKTRYCZNY I ELEKTRONICZNY	59
8.1. Rodzaje schematów	59
8.2. Ogólne zasady rysowania schematów.....	59
8.3. Podstawowe symbole graficzne.....	60
8.4. Wybrane schematy	63
9. PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIA TEMATÓW ĆWICZEŃ	
PROJEKTOWYCH.....	65
Rys. 9.1. Płytki PH.....	65
Rys. 9.2. Model UDZ 1	66
Rys. 9.3. Model UDZ 2	67
Rys. 9.4. Model UC	68
Rys. 9.5. Model UM	69
Rys. 9.6. Model UE	70
Rys. 9.7. Model UO 1.....	71
Rys. 9.8. Model UO 2.....	72
Rys. 9.9. Model UR 1	73

Rys. 9.10. Model UR 2 – 3d	74
Rys. 9.11. Model UR 2 – 2d	75
Rys. 9.12. Model UL	76
Rys. 9.13. Wałek	77
Rys. 9.14. Obwód izolacji optoelektronicznej	77
Rys. 9.15. Koło zębate.....	78
Rys. 9.16. Model UDZ 2; rzut aksonometryczny – dimetria	79
Rys. 9.17. Model UDZ 2; rzut aksonometryczny – izometria.....	79
Rys.9.18. Tabliczka rysunkowa.....	80
10. MODELE DO SAMODZIELNEGO OPRACOWANIA.....	81
Rys. 10. 1. Płytki PH 1	81
Rys. 10. 2. Płytki PH 2	81
Rys. 10. 3. Model UM 1.....	82
Rys. 10. 4. Model UM 2.....	82
Rys. 10. 5. Model UK 1.....	83
Rys. 10. 6. Model UK 2.....	83
Rys. 10. 7. Model UZ	84
Rys. 10. 8. Model UR.....	84
Rys. 10. 9. Model US.....	85
Rys. 10. 10. Model UH	85
Rys. 10. 11. Model UL 1	86
Rys. 10. 12. Model UL 2	86
Rys. 10. 13. Model UG 1	87
Rys. 10. 14. Model UG 2	87
Rys. 10. 15. Model UE 1.....	88
Rys. 10. 16. Model UE 2.....	88
Rys. 10. 17. Model UF	89
Rys. 10. 18. Model UT.....	89
Rys. 10. 19. Model UA 1.....	90
Rys. 10. 20. Model UA 2.....	90
Rys. 10. 21. Korpus	91
BIBLIOGRAFIA.....	93

Przedmowa

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

W rozdziałach 1–8 zawarto podstawowe treści programowe wykładów. Może to być pomocne w lepszym przyswojeniu omawianych zagadnień. Celem przewodnika nie jest zastąpienie wykładu, a jedynie zwrócenie uwagi na tematy z którymi studenci mają problemy na zajęciach projektowych.

Rozdział 2 jest niejako wstępem do rozdziału 3, dla kierunków gdzie Geometria Wykreślna nie jest uwzględniona w procesie nauczania.

Rozdział 9 zawiera przykłady arkuszy jakie studenci wykonują podczas zajęć projektowych – pomocne zapewne będą dołączone trójwymiarowe (3d) rysunki części maszyn.

W rozdziale 10 zamieszczono zadania do samodzielnego opracowania.

Pracę uzupełnia wykaz norm dotyczących tekstu zamieszczonego w przewodniku. Zgodnie z wytycznymi PKN normy stanowią zalecenie, nie mają charakteru obowiązującego.

Uczelnia ma możliwość indywidualnego kształtowania programu oraz treści zajęć, z uwzględnieniem zaleceń zawartych w normach oraz specyfiki nauczanego przedmiotu. Nauczanie przedmiotu Grafika Inżynierska realizowane w Katedrze PKMiM oparte jest na wieloletniej tradycji oraz doświadczeniu pracowników.

W przewodniku uwzględniono wybrane aspekty zaleceń aktualnie wydanych norm oraz tendencje wprowadzane poprzez korzystanie z oprogramowania CAD. Należy jednak mieć świadomość, iż nie jest to jedyny wyznacznik rozstrzygający o kształtowaniu praktycznych nawyków przyszłych inżynierów.

1. WPROWADZENIE

1.1. Materiały i przybory rysunkowe

Do wykonania rysunków na zajęciach projektowych niezbędne będą następujące podstawowe materiały i przybory rysunkowe:

- papier biały rysunkowy tzw. brystol, format arkusza A3, przygotowany zgodnie z zaleceniami zawartymi w rozdz. 1.2,
- ołówki o różnej twardości grafitów- mogą to być np. o twardości HB oraz 2H. W przypadku ołówków kreślarskich tzw. automatycznych należy wybrać te o grubości linii 0,7 mm oraz 0,35 mm,
- cyrkiel kreślarski,
- dwa duże trójkąty – jeden o kątach 45° , drugi o kątach 30° oraz 60° ,
- wzornik do rysowania okręgów,
- wzorniki linii krzywych,
- gumka techniczna biała.



Rys. 1.1. Cyrkiel kreślarski, wzorniki

1.2. Formaty arkuszy rysunkowych

Podstawowym, najmniejszym **formatem arkusza rysunkowego** jest A4, o wymiarach 210 x 297, przy czym bok krótszy – 210 mm – jest wymiarem poziomym.

Formaty A3, A2, A1, A0 powstają przez zwiokrotnienie arkusza podstawowego A4, np. A3 to podwojony arkusz A4.

Wymiary znormalizowanych arkuszy podano w tablicy I.

Tablica I. Wymiary arkuszy rysunkowych [mm]

Oznaczenie arkuszy	Wymiaryarkuszy
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297

Rysunek powinien być wykonany na najmniejszym arkuszu pozwalającym na uzyskanie jego jasności i czytelności. Na arkuszu rysunkowym należy narysować ramkę linią ciągłą o grubości 0,7 mm w odległości 10 mm z trzech stron, natomiast 20 mm od lewej strony arkusza.

Nieodzownym elementem formatu jest tabliczka umieszczona w prawym dolnym rogu arkusza rysunkowego.

Uwagi do zajęć projektowych

Na zajęcia należy przygotować arkusze formatu A3 z obramowaniem.

Na tak przygotowanym arkuszu należy w dolnym prawym rogu umieścić tabliczkę rysunkową – należy ją narysować lub skorzystać z pieczątki.

Wzór tabliczki rysunkowej przedstawiono na rys. 9.18. Tabliczkę należy wypełnić zgodnie ze wskazówkami zawartymi w rozdziale 1.4. Pismo techniczne.

1.3. Linie rysunkowe

Do rysowania elementów maszyn stosuje się linie o dwóch grubościach: **linię grubą (d)** i **ciąną (0,5 d)**. Niekiedy używa się również linii **szczególnie grubej (2d)**. Stosowane na arkuszach rysunkowych grubości linii przedstawiono w tablicy II. Powinny być one dobrane do formatu arkusza.

Tablica II. Grubości d linii rysunkowych cienkich i grubych [mm]

Grubość 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

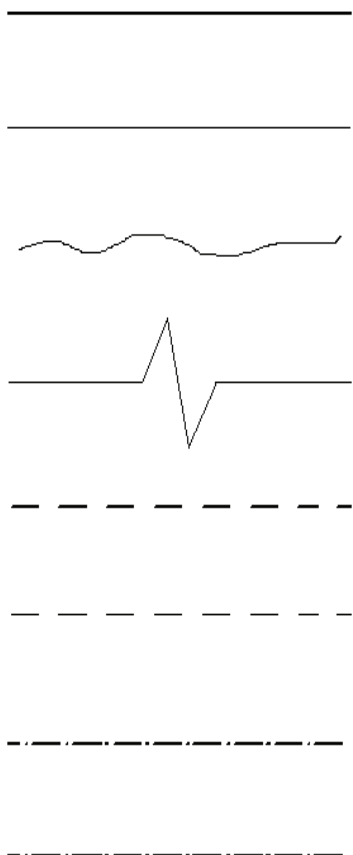
Uwagi do zajęć projektowych

Na zajęciach projektowych należy przyjąć: grubość linii grubej – 0,7 mm, grubość linii cienkiej 0,35 mm.

Najczęściej stosowane w rysunku technicznym maszynowym to linie:

- ciągłe – proste, odręczne, zygzakowe,
- kreskowe,
- długą kreską i z kropką,
- długą kreską i z dwiema kropkami.

Poniżej podano zastosowania różnych rodzajów linii stosowanych w zapisie konstrukcji:



linia gruba ciągła – widoczne krawędzie i zarysy przedmiotu, zarysy kładów przesuniętych, miejsca zakończenia gwintów, obramowanie rysunków; **linia cienka ciągła** – linie wymiarowe, pomocnicze linie wymiarowe, linie odniesienia i linie wskazujące, kreskowanie pól przekrojów, zarysy kładów miejscowych, odwzorowania dna bruzd gwintów w elementach z gwintem, zaznaczanie przecinających się osi otworów o średnicy do 12 mm, przekątne do oznaczania płaskich powierzchni; **linia ciągła cienka odręczna** – stosowana głównie przy kresleniu ręcznym jako zakończenie przekroju miejscowego, widoku bądź przekroju cząstkowego; **linia cienka zygzakowa** – ma zastosowanie podobne 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** – położenie płaszczyzn przekrojów, do ograniczania obszarów obróbki powierzchniowej; **linia cienka z długą kreską i kropką** – osie i płaszczyzny symetrii, linie podziałowe otworów o średnicach większych niż 12 mm, do oznaczania okręgu podziałowego kół zębatych.

Uwagi do zajęć projektowych

Rysując linie nieciągłe należy zwrócić uwagę aby:

- długość kresek linii cienkiej z długą kreską i kropką wynosiła około 8 mm (24 x grubość linii)
- długość kresek linii cienkiej kreskowej wynosiła ok. 4 mm (12 x grubość linii),
- linie zaczynały się, przecinały i kończyły kreskami,
- przerwy pomiędzy kreskami lub kreskami i kropkami wynosiły około 1 mm (3 x grubość linii)
- osie symetrii okręgów o średnicy do 12 mm należy rysować linią cienką ciągłą,
- osie symetrii okręgów o średnicy powyżej 12 mm należy rysować linią cienką z długą kreską i kropką pamiętając, aby środek okręgu stanowiły dwie przecinające się linie.

1.4. Pismo techniczne

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 grubość linii pisma d wynosi: $d=1/14 h$,
- **pismo rodzaju B**, gdzie zachodzi zależność: $d=1/10 h$.
Pismo może być **proste** lub **pochyłe** – o nachyleniu 75° do podstawy wiersza.
Poniżej przedstawiono przykład pisma technicznego pochylego – rys. 1.2.



Rys. 1.2. Pismo techniczne pochyle

Źródło: PN-EN ISO 3098-2. Dokumentacja techniczna wyrobu. Pismo. Alfabet łaciński, cyfry i znaki.

Uwagi do zajęć projektowych

Na zajęciach projektowych należy używać pisma pochylego, rodzaju B.

Tabliczkę rysunkową – rys. 9.18 – należy wypełnić następująco: *kreślił, nr grupy, data* – pismem o wysokości 5 mm, *nazwa części, podziałka, nr rys.* – pismem o wysokości 7 mm.

1.5. Podziałki

Przedmioty na rysunkach maszynowych mogą być znacznie zróżnicowane wymiarowo. Przyjmuje się zatem **podziałkę**, która jest ilorazem wielkości liniowych przedmiotu na rysunku do wielkości liniowych przedmiotu rzeczywistych.

Stosować należy następujące podziałki:

Podziałka zwiększająca: 2:1; 5:1; 10:1; 20:1; 50:1;

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.

Uwaga do zajęć projektowych

Rysując przedmiot w podziałce zmniejszającej lub zwiększającej należy zawsze wpisywać wymiary rzeczywiste.

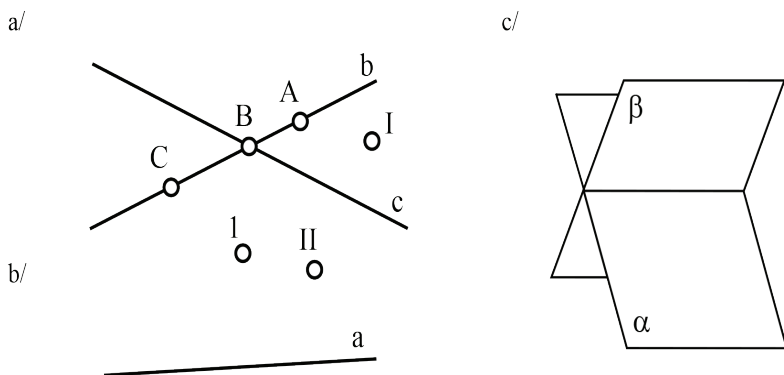
2. WYBRANE ZAGADNIENIA Z GEOMETRII WYKREŚLNEJ

2.1. Wprowadzenie

Geometria wykreślna jest nauką o metodach odwzorowywania **elementów** oraz **utworów** trójwymiarowych na dwuwymiarowej płaszczyźnie rysunku. Odwzorowanie takie pozwala na wykreślne rozwiązywanie zadań, gdyż określonym konstrukcjom przestrzennym przyporządkowuje się ich odpowiedniki na płaszczyznach określanych mianem **rzutni**.

Podstawowymi elementami geometrycznymi są:

- punkty – oznaczane dużymi literami alfabetu łacińskiego A, B, C, ..., cyframi arabskimi 1, 2, 3, ..., rzymskimi I, II, III, ... (rys. 2.1a),
- proste – oznaczane małymi literami alfabetu łacińskiego a, b, c, ... (rys. 2.1a, b),
- płaszczyzny – oznaczane literami alfabetu greckiego alfa, beta, gamma, ... (rys. 2.1c).



Rys. 2.1. Podstawowe elementy geometryczne

Podstawowe elementy geometryczne takie jak punkty i proste zwane są elementami właściwymi. Dowolny **utwór** przestrzenny np. element maszyny, można więc opisać za pomocą wymienionych elementów geometrycznych.

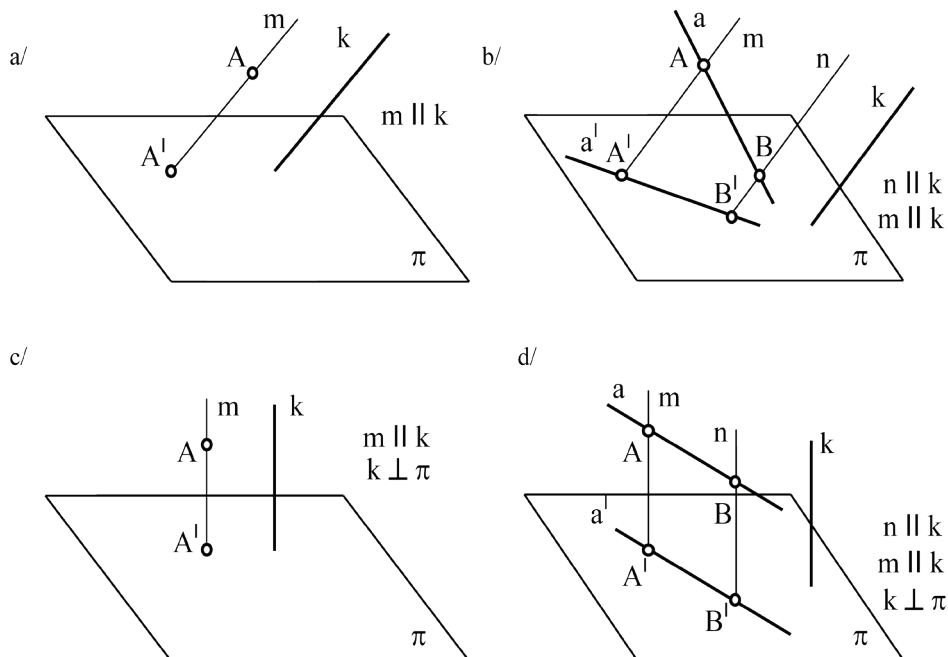
Rzutnię czyli płaszczyznę, na której otrzymuje się obraz elementu – rzut tego elementu - oznacza się zwykle literą π (rys. 2.2).

Istnieją różne rodzaje rzutowania. Jako przykład podano poniżej **rzutowanie równoległe** (rys. 2.2a, b) oraz jego szczególny przypadek – **rzutowanie prostokątne** (rys. 2.2c, d).

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 przestrzennego.

Rzutem dowolnego punktu A na rzutnię π jest punkt oznaczony A' , w którym **prosta rzutująca** $m \parallel k$, przechodząca przez punkt A , przebija rzutnię π (rys. 2.2a). W podobny sposób przedstawić można również dowolną prostą a (rys. 2.2b).

Szczególnym przypadkiem rzutowania równoległego jest rzutowanie prostokątne (rys. 2.2c, d), w którym kierunek rzutowania oraz proste rzutujące umieszczone są prostopadłe do rzutni. Przez każdy punkt utworu przestrzennego przechodzi prosta prostopadła do rzutni, oznaczając rzuty tych punktów na rzutni.



Rys. 2.2. Rzutowanie równoległe (a, b) oraz prostokątne (c, d)

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

Są nimi:

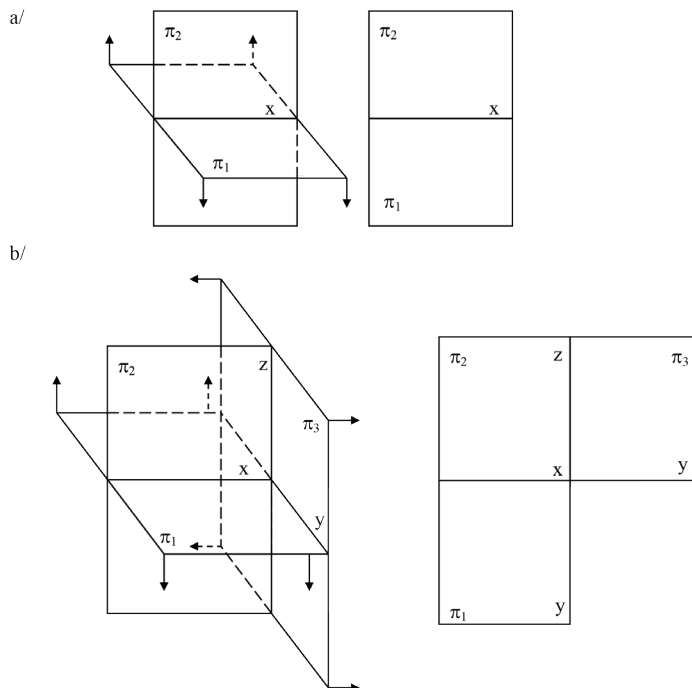
- przynależność punktu do zbioru punktów,
- współliniowość punktów,
- równoległość prostych,
- stosunek podziału odcinka,

- stosunek długości odcinków równoległych,
- długość odcinka równoległego do rzutni,
- wielkość kąta o obu ramionach równoległych do rzutni.

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

2.2. Rzutowanie metodą Monge'a

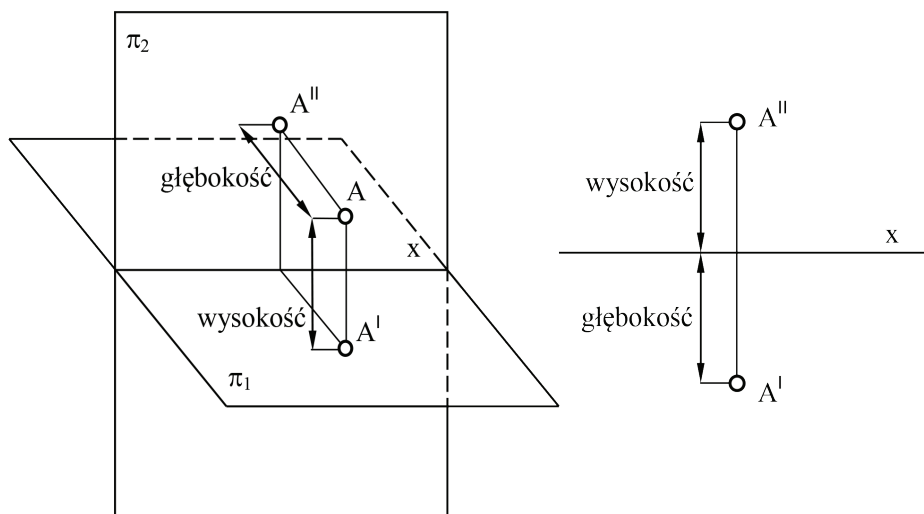
Rzutowanie **metodą Monge'a** polega na wyznaczeniu rzutów prostokątnych dowolnego elementu bądź utworu przestrzeni trójwymiarowej na wzajemnie prostopadłe płaszczyzny. Rzutnie pionowa – π_2 i pozioma – π_1 , tworzą **układ rzutni** o wspólnej krawędzi x , zwanej osią rzutów (rys. 2.3a). Rozszerzony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



Rys. 2.3. Układ rzutni

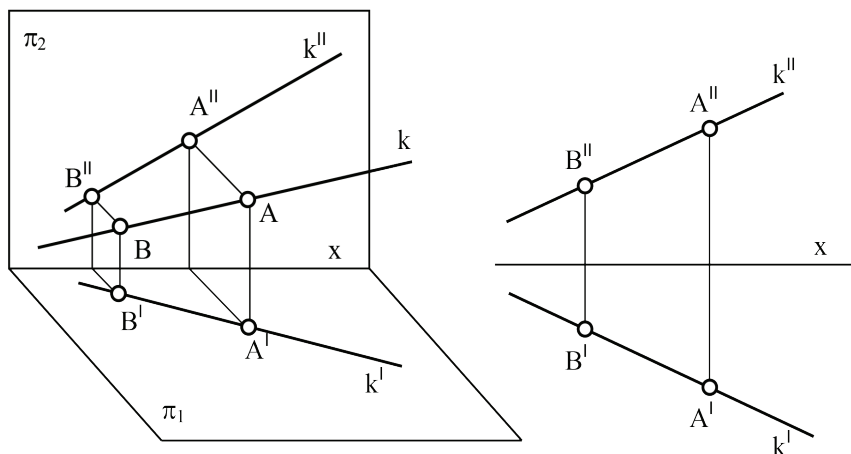
2.2.1. Rzuty punktu, prostej i płaszczyzny

Rzut prostokątny 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 prostokątny dowolnej prostej k przedstawiono na rys. 2.5.

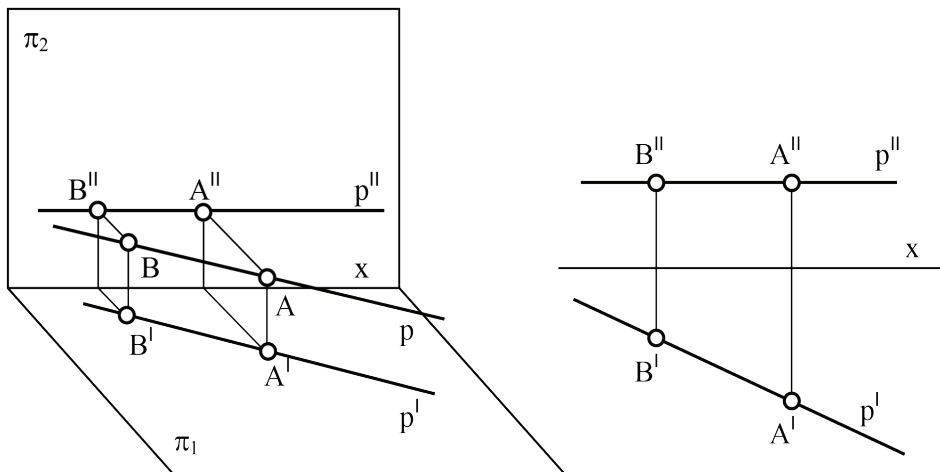


Rys. 2.5. Rzuty prostej k na rzutnie

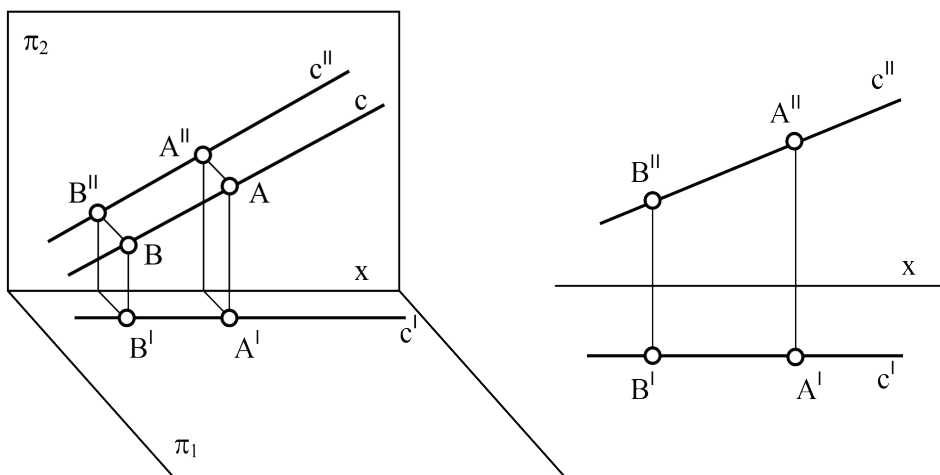
Na kolejnych rysunkach przedstawiono szczególne położenia prostych:

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

a/



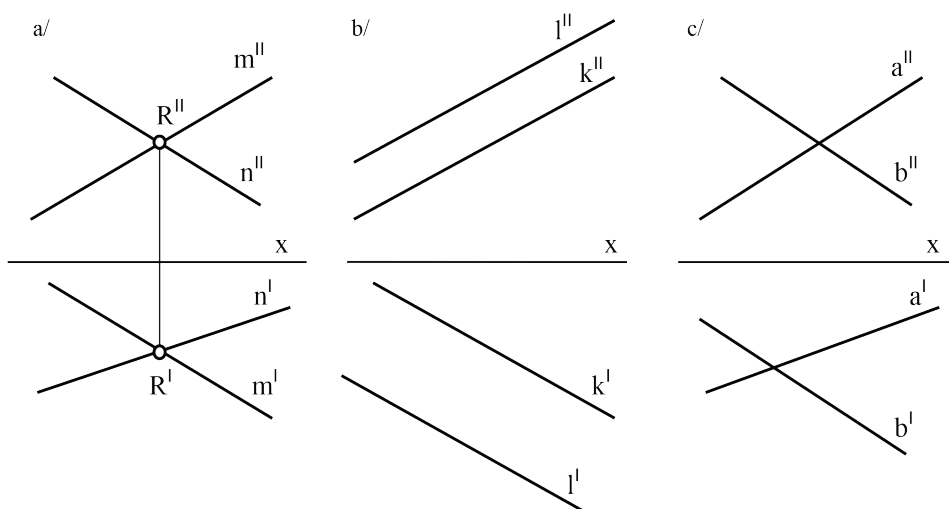
b/



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

Wzajemne położenie dwóch prostych w przestrzeni przedstawiają rysunki:

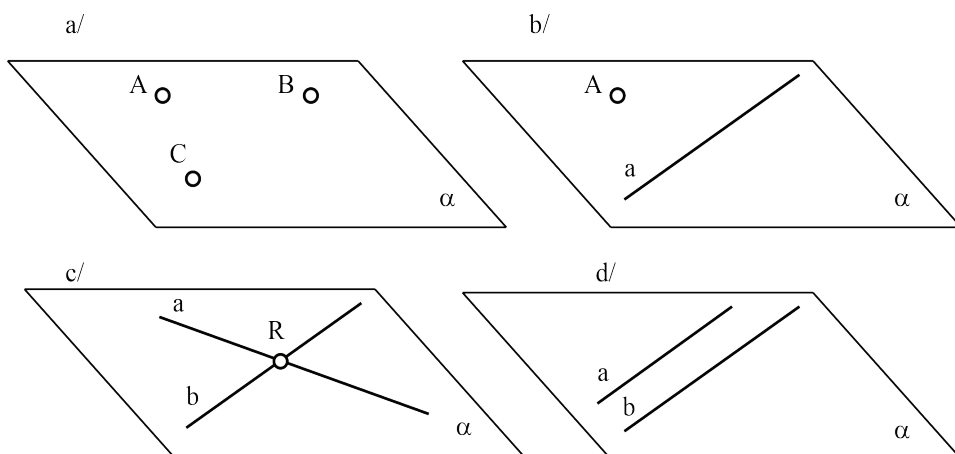
- proste m i n przecinające się w punkcie właściwym R , rys. 2.7a,
- proste k i l równoległe, przecinające się w punkcie niewłaściwym, rys. 2.7b,
- proste a i b skośne, nieprzecinające się, rys. 2.7c.



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 i b – rys. 2.8d.



Rys. 2.8. Elementy wyznaczające płaszczyznę

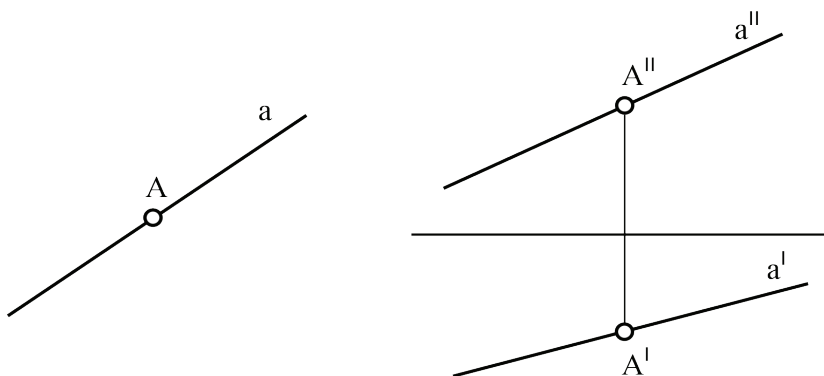
Szczególne zastosowanie w konstrukcjach geometrycznych mają **proste i płaszczyzny rzutujące** czyli prostopadłe do odpowiednich rzutni – **prosta pionowa i celowa oraz płaszczyzna pionowo i poziomo rzutująca**.

2.2.2. Elementy przynależne

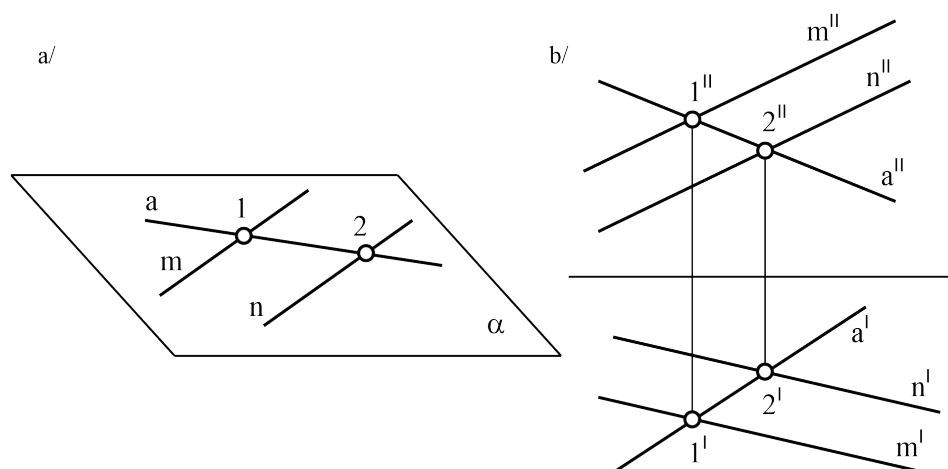
Elementy przynależne to:

- 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 odpowiednie rzuty tego punktu należą do odpowiednich rzutów tej prostej – rys. 2.9.



Rys. 2.9. Elementy przynależne – punkt i prosta

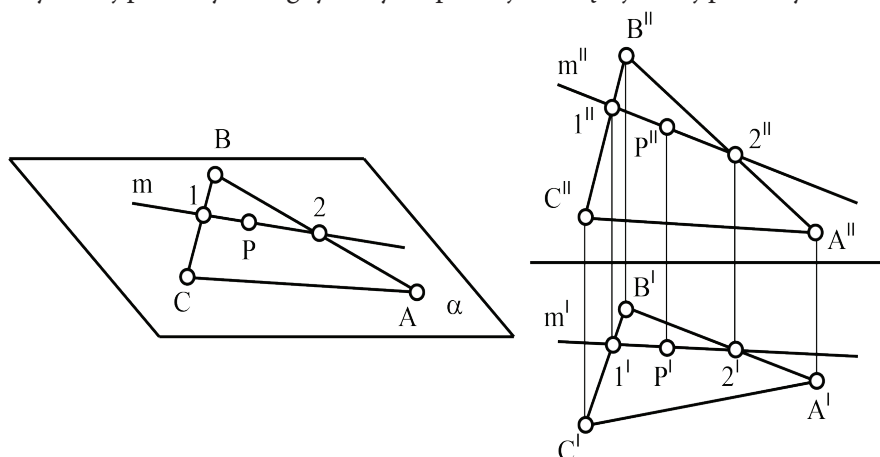


Rys. 2.10. Elementy przynależne – prosta i płaszczyzna

Prosta a leżąca na płaszczyźnie α lub też płaszczyzna α zawierająca prostą a , to również elementy przynależne, ponieważ 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).

Punkt P leżący na płaszczyźnie α (rys. 2.11), jak też płaszczyzna α zawierająca 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.



Rys. 2.11. Elementy przynależne – punkt i płaszczyzna

2.2.3. Elementy wspólne

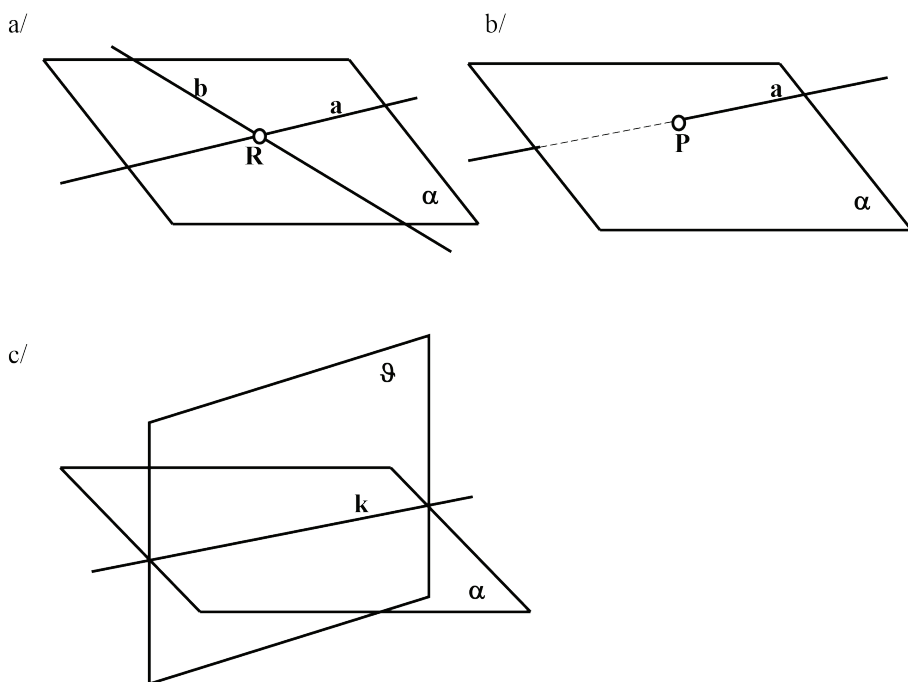
Elementy wspólne to:

- punkt wspólny dwu prostych, czyli 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.

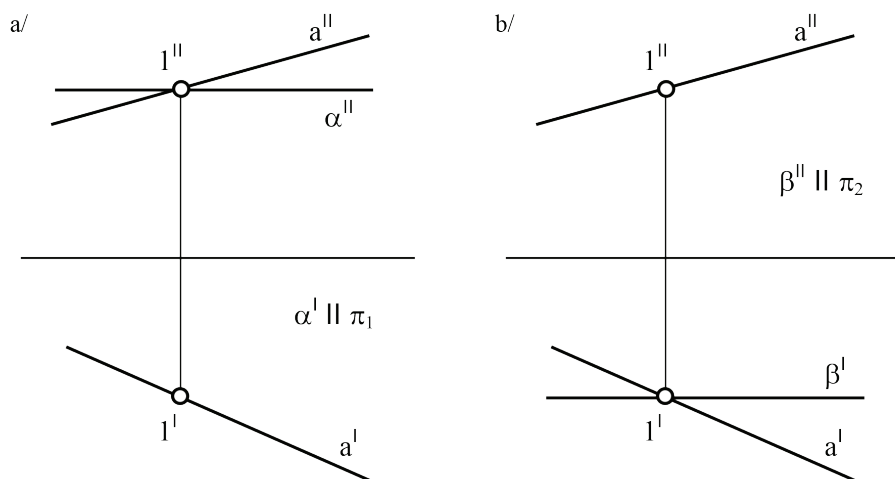
Punkt wspólny prostej oraz płaszczyzny pionowo (rys. 2.13a) i poziomo rzutującej (rys. 2.13b) tj. prostopadłej do rzutni pionowej lub poziomej odnaleźć można bez dodatkowych konstrukcji.

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

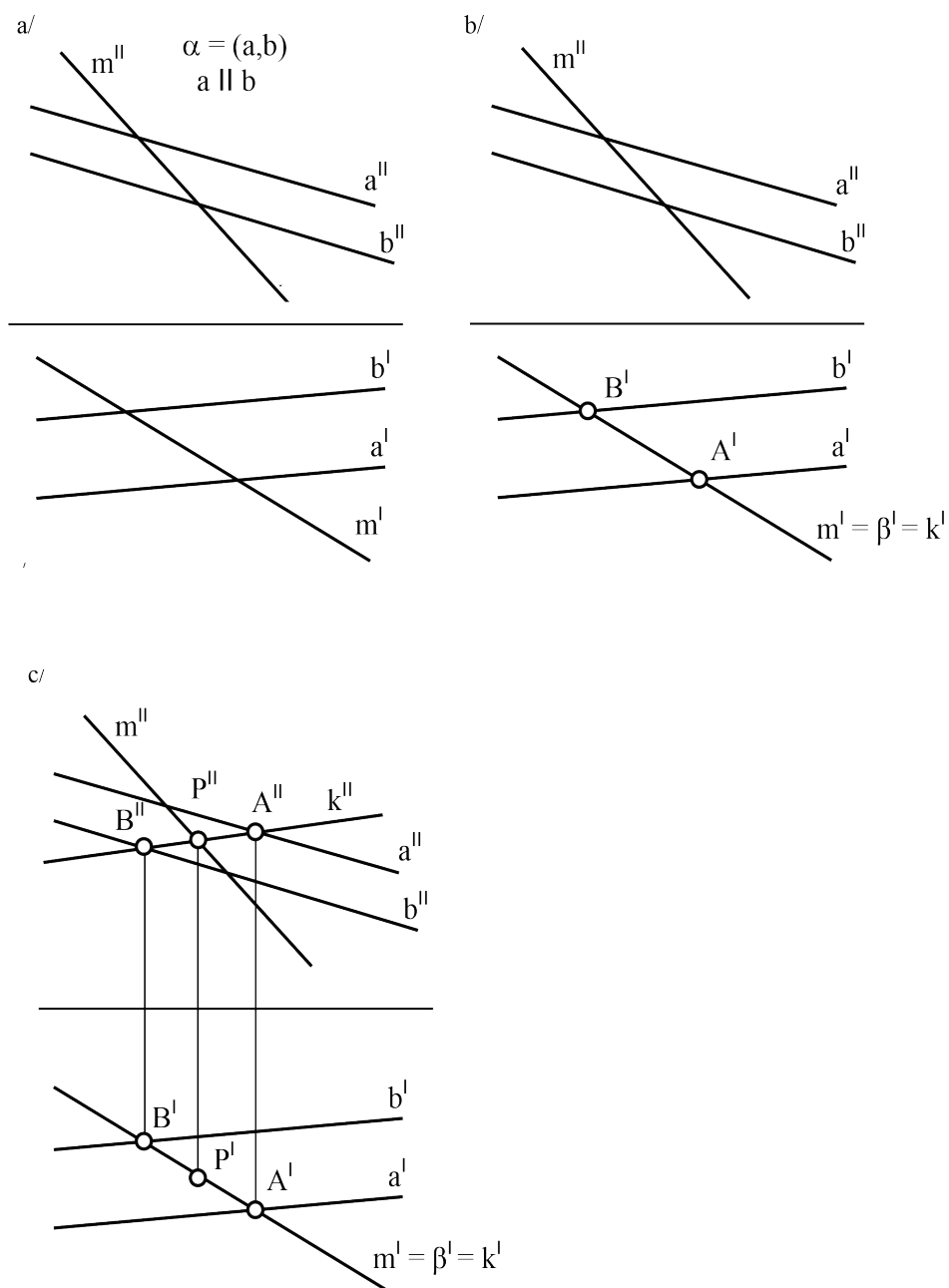
- przez prostą m przeprowadzić należy płaszczyznę pomocniczą β pionowo lub poziomo rzutującą (rys. 2.14b),
- wyznaczyć krawędź k płaszczyzn α i β (rys. 2.14c),
- punkt P przecięcia prostych m i k jest szukanym punktem wspólnym, czyli punktem przebiecia płaszczyzny α prostą m .



Rys. 2.12. Elementy wspólne



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



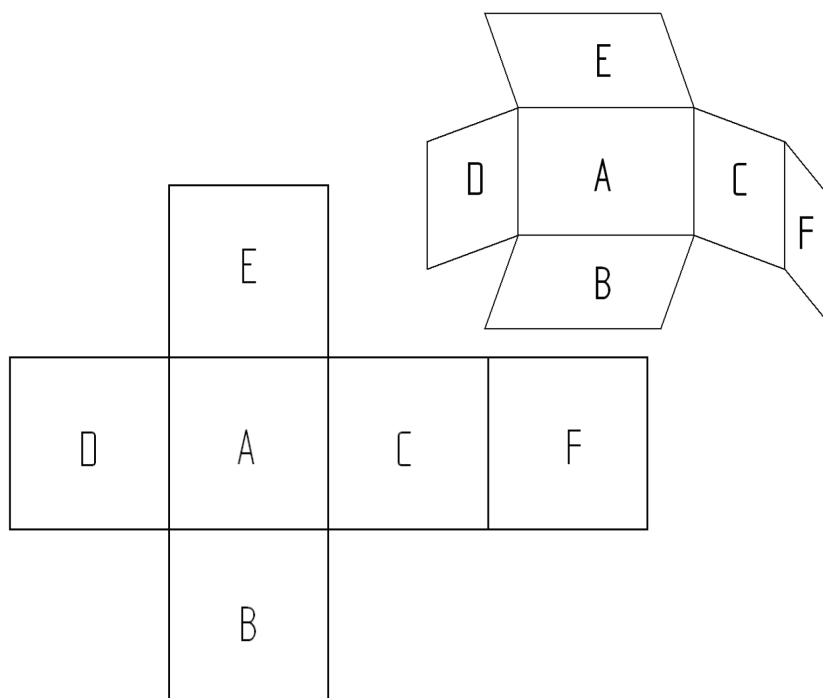
Rys. 2.14. Elementy wspólne – punkt wspólny prostej i płaszczyzny

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. Umieszczając przedmiot wewnątrz wyobraźalnego nieprzezroczystego sześcianu, przy założeniu że przedmiot znajduje się między obserwatorem a rzutnią, otrzymuje się sześć rzutów – rys. 3.1:

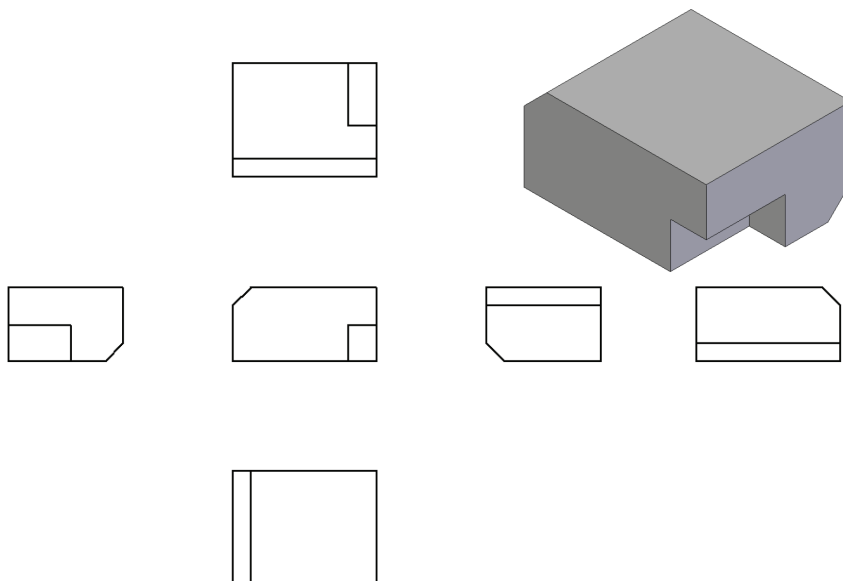
- rzut od przodu, obserwowany w kierunku A, zwany rzutem głównym – na rzutnię A,
- rzut od góry, obserwowany w kierunku B – na rzutnię B,
- rzut od lewej strony, obserwowany w kierunku C – na rzutnię C,
- rzut od prawej strony, obserwowany w kierunku D – na rzutnię D,
- rzut od dołu, obserwowany w kierunku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



Rys. 3.1. Rzutowanie prostokątne – rzutnie

Na rys. 3.2. przedstawiono opisaną powyżej metodę odwzorowywania przedmiotów trójwymiarowych na dwuwymiarowe płaszczyzny. Wyobraźalny sześcian wraz z otrzymanymi rzutami należy sprowadzić do jednej płaszczyzny rysunku zgodnie z rys. 3.1.

Poniżej przedstawiono przedmiot odwzorowany na sześciu rzutniach.



Rys. 3.2. Odwzorowanie przedmiotu na sześć wzajemnie prostopadłych rzutni

Przyjmuje się:

- a/ zasadę, która określa że liczba rzutów powinna być ograniczona do niezbędnego minimum, zapewniającego jednoznaczne przedstawienie przedmiotu, pozwalające na zwymiarowanie go,
- b/ takie położenie odwzorowywanego przedmiotu, aby w rzucie głównym był on przedstawiony w położeniu użytkowym bądź obróbkowym, od strony przedstawiającej jego najwięcej szczegółów,
- c/ w przypadku, jeżeli położenie użytkowe jest różne od poziomego lub pionowego to przedmiot rysuje w położeniu takim, aby większość jego charakterystycznych płaszczyzn i osi była pozioma bądź pionowa w stosunku do rzutni.

Długie przedmioty, których użytkowe położenie jest pionowe, można rysować w położeniu poziomym, pamiętając aby jego dolna część znajdowała się z prawej strony rzutu.

Rzuty przedmiotów mogą być:

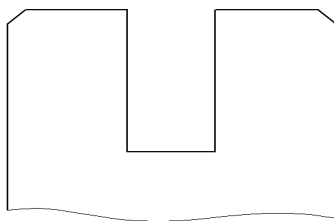
- **widokami** – przedstawiają obraz przedmiotu podczas obserwacji z zewnątrz,
- **przekrojami** – przedstawiającymi budowę wewnętrzną przedmiotów, nie dostrzeżalną z zewnątrz.

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, następnie rozpatrzyć potrzebę zastosowania dalszych rzutów

3.2. Widoki

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

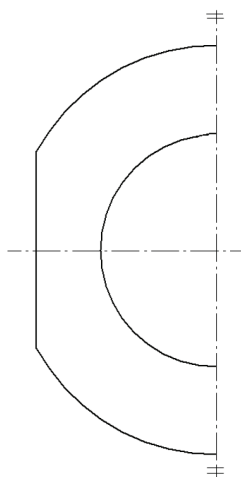
Innym rodzajem rzutów są **widoki cząstkowe**, przedstawiające tylko część detalu – rys. 3.3.



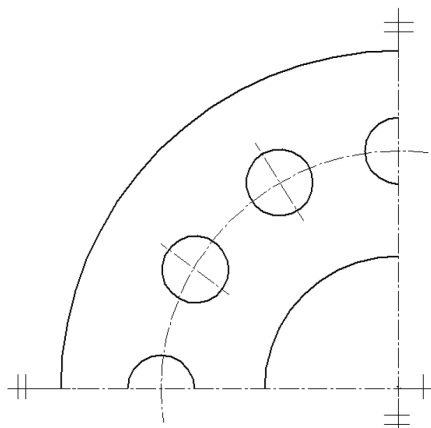
Rys. 3.3. Widok cząstkowy fragmentu przedmiotu

W przypadku przedmiotów symetrycznych, o prostej budowie powszechnie stosuje się rzuty zwane **półwidokami** – a, bądź **ćwierćwidokami** – b, przedstawione na rys.3.4.

a/



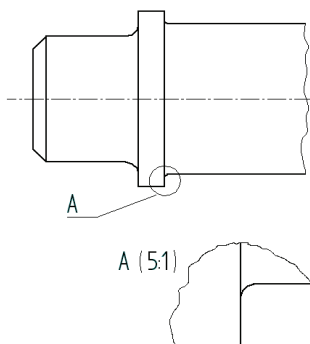
b/



Rys. 3.4. Widoki przedmiotów symetrycznych – półwidok i ćwierćwidok

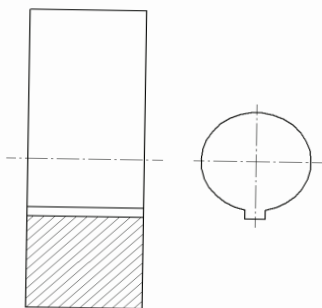
Osie symetrii przedmiotów rysowane są cienkimi liniami z długą kreską i kropką, wystającymi poza zarys przedmiotu, zakończone dwiema parami odcinków linii cienkiej, prostopadłymi do osi symetrii.

Szczegóły przedmiotu, których nie można pokazać ani zwymiarować w podziałce przyjętej na rysunku, należy rysować jako **rzuty częściowe w zwiększonej podziałce** – rys. 3.5. Obszar ten ogranicza się linią cienką ciągłą, a na linii odniesienia umieszcza dużą literę alfabetu łacińskiego, identyfikującą ten obszar. Literę oraz zastosowaną podziałkę – w nawiasie – umieszcza się obok odwzorowanego szczegółu.



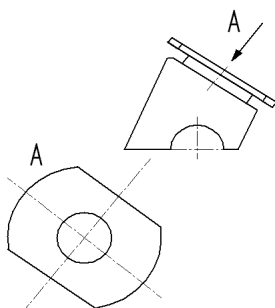
Rys. 3.5. Widok częściowy w zwiększonej podziałce

W przypadku konieczności przedstawienia szczegółów, jeżeli nie ma potrzeby rysowania rzutu całkowitego, to szczegół może być pokazany również z zastosowaniem odrębnego rzutu – **rzutu częściowego** – rys. 3.6. Nie wymaga on dodatkowego oznaczania.



Rys. 3.6. Przykład rysunku z zastosowaniem widoku częściowego

W przypadkach, gdy należy przedstawić część przedmiotu np. w płaszczyźnie nierównoległej do żadnej z podstawowych płaszczyzn rzutowania prostokątnego, widok ten rzutuje się zgodnie z kierunkiem oznaczonym strzałką (musi być prostopadły do obserwowanej, ukośnej płaszczyzny przedmiotu). Użyć należy również oznaczenia literowego – rys. 3.7. Taki sposób rzutowania określany jest jako specjalne położenie przedmiotu – PN-ISO 128-30:2006.



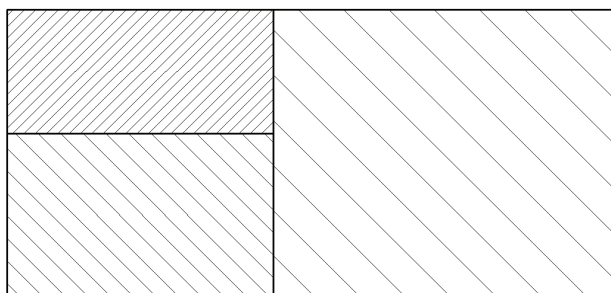
Rys. 3.7. Przykład zastosowania rzutu zgodnego z kierunkiem strzałki

3.3. Przekroje

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

3.3.1. Oznaczanie przekrojów, rodzaje 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. Zalecane jest kreskowanie w kierunku na prawo od dołu ku górze. Kierunek kreskowania przekroju tego samego przedmiotu na różnych rzutach powinien być jednakowy. 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. 3.8.

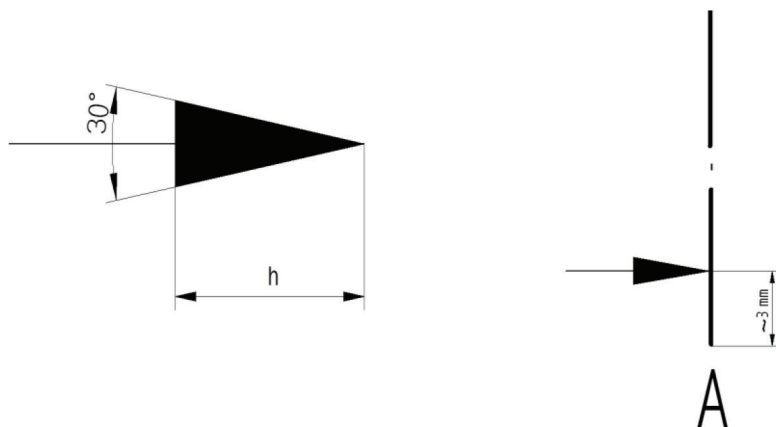


Rys. 3.8. Kreskowanie przekrojów

Pełne oznaczenie przekroju zawiera:

- określenie położenia płaszczyzny tnącej; w postaci grubej linii z długą kreską i kropką, w miarę potrzeby, uzupełnione linią cienką z długą kreską i kropką; jednak w przypadku przekrojów prostych nie jest to konieczne. Położenie linii grubej względem zarysu przedmiotu przyjęto kierując się zaleceniem zawartym w normie PN-ISO 128-40:2006. Zgodnie z tym, linia gruba przecina zarys przedmiotu,
- określenie kierunku rzutowania za pomocą strzałek,
- oznaczenia literowe – duże litery alfabetu łacińskiego (litery I, O, Q, R, S, X – na rysunkach technicznych nie są stosowane). Położenie liter identyfikujących przekrój względem linii grubej z długą kreską i kropką przyjęto kierując się zaleceniem normy PN-ISO 128-40:2006 (załącznik).

Na rys. 3.9 przedstawiono graficzne wskazówki rysowania i umieszczania strzałek.



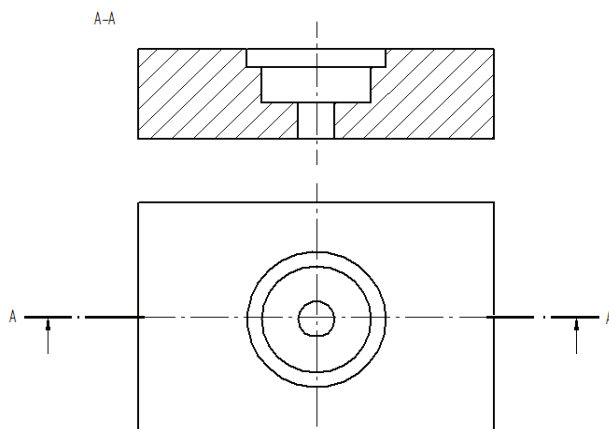
Rys. 3.9. Znaki graficzne do oznaczania przekrojów

Wysokość liter zastosowanych do oznaczania przekrojów, jak również wymiar h grotu, dobiera się w zależności od wysokości pisma przyjętego na rysunku, mnożąc tę wysokość przez współczynnik $\sqrt{2}$. Na zajęciach projektowych przyjmuje się wysokość cyfr liczb wymiarowych 3,5 mm (patrz. Rozdział 4. Wymiarowanie), stąd wysokość liter identyfikujących przekroje oraz wymiar grotu wynosi ok. 5 mm.

Uwaga do zajęć projektowych

Wysokość stosowanych liter identyfikujących przekrój oraz wymiar h grotu przyjąć 5 mm.

Na rys. 3.10 przedstawiono element dla którego wystarczającym jest zastosowanie **przekroju jedną płaszczyzną** – określany w praktyce inżynierskiej jako **przekrój prosty** Podano tu przykład pełnego oznaczania przekroju.

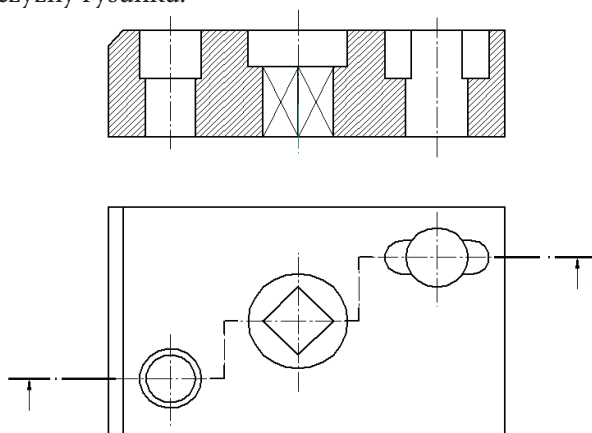


Rys. 3.10. Przykład przekroju jedną płaszczyzną

Uwaga do zajęć projektowych

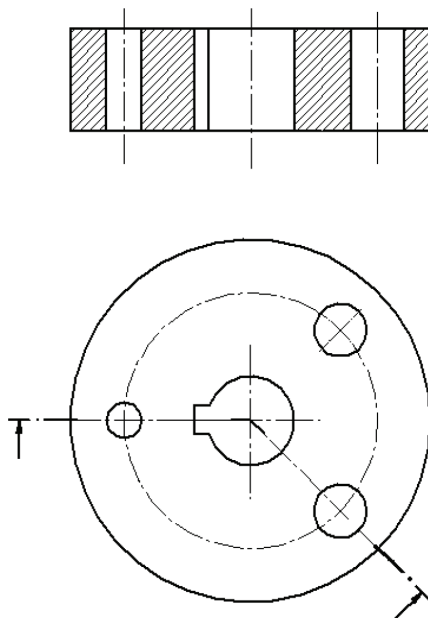
Najczęstszym błędem popełnianym przy odwzorowaniu przekrojów, jest pomijanie krawędzi leżących poza płaszczyzną tnącą, np. na rys 3.10 są to krawędzie powstające przy zmianie średnic otworów.

Na rys. 3.11 przedstawiono przedmiot którego budowa wymagała zastosowania **trzech płaszczyzn przekroju wzajemnie równoległych** – tego typu przekroje w praktyce inżynierskiej zwane są **przekrojami stopniowymi**. Położenie płaszczyzn oznaczono na zarysie przedmiotu odcinkami linii grubej oraz uzupełniono poprowadzoną linią cienką z długą kreską i z kropką. Należy zwrócić uwagę, że przekroje tego rodzaju – leżące bliżej oraz dalej od obserwatora – sprowadza się do jednej płaszczyzny rysunku.



Rys. 3.11. Przekrój trzema płaszczyznami równoległymi

W przypadku konieczności zastosowania **przekroju dwiema lub więcej płaszczyznami przecinającymi się**, zaznacza się je tak jak omówiono poprzednio, otrzymując **przekrój łamany** – rys. 3.12. Zwrócić należy uwagę, że na przekroju jedna z płaszczyzn została obrócona do płaszczyzny rzutowania.



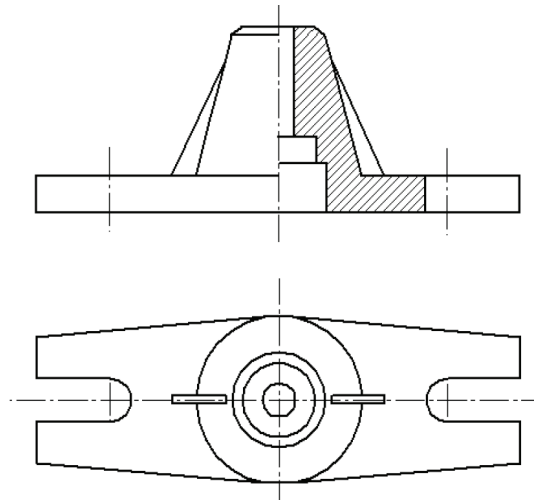
Rys. 3.12. Przekrój dwiema przecinającymi się płaszczyznami

Przedstawione powyżej rodzaje przekrojów należą do kategorii **przekrojów całkowitych**. Jednak nie zawsze zachodzi potrzeba ich zastosowania. Do takich przypadków należy możliwość przedstawiania przedmiotów symetrycznych. Na rys. 3.13 przedstawiono przedmiot dla którego właściwym jest rzut główny ukazujący lewą połowę w postaci widoku – **półwidok**, prawą stronę zaś jako przekrój – **półprzekrój**. Granicą pomiędzy widokiem i przekrojem musi być linia symetrii na całej długości. Tego typu rzutów nie identyfikuje się żadnymi z omawianych poprzednio oznaczeń. Zalecane jest, aby przekrojem była prawa lub dolna strona rzutu.

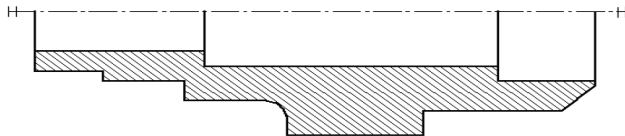
W przypadku prostych przedmiotów symetrycznych, wystarczają rzuty przedstawiające tylko część przedmiotu – rys. 3.14. Zwrócić należy uwagę na prawidłową identyfikację tego typu rzutów – dwiema krótkimi, równoległymi odcinkami linii cienkiej, prostopadłymi do osi symetrii.

Uwaga do zajęć projektowych

Jeżeli krawędź widoczna odwzorowywanego przedmiotu pokrywa się z jego osią symetrii, to oś ta nie może oddzielać półwidoku od półprzekroju. W takim przypadku należy zastosować przekrój miejscowy – rys. 3.15b.

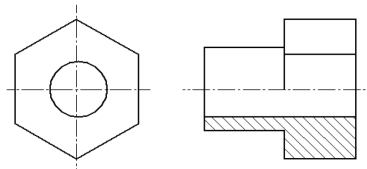


Rys. 3.13. Rzuty przedmiotu symetrycznego

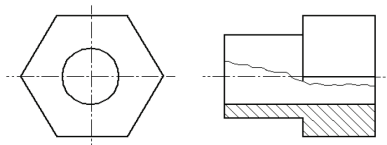


Rys. 3.14. Przykład przedstawiania przedmiotów symetrycznych w postaci półprzekroju

a/

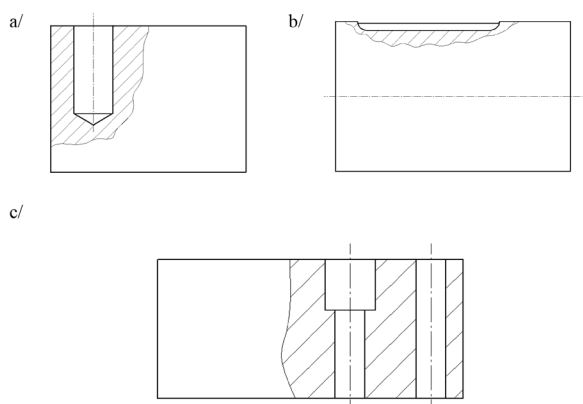


b/



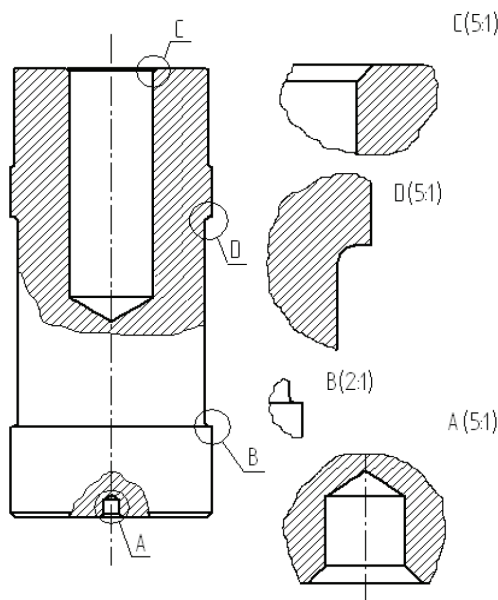
Rys. 3.15. Odzworowanie brył o kształtach sześciokąta w różnym położeniu

Innym jeszcze rodzajem przekrojów są **przekroje miejscowe**, stosowane gdy zachodzi potrzeba ukazania drobnych szczegółów wewnątrz przedmiotu, bez potrzeby zastosowania przekroju całkowitego. Rysowane na widoku przedmiotu, oddzielane są cienką, odrębną linią falistą – rys. 3.16a,b. Jeżeli rysuje się kilka położonych blisko siebie przekrojów miejscowych, należy je połączyć – rys. 3.16c.



Rys. 3.16. Przykłady zastosowania przekroju miejscowego

Niekiedy zachodzi potrzeba ukazania szczegółu przedmiotu, w zwiększonej podziałce. Przypadki takie pokazano na rys. 3.17.



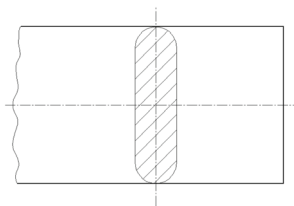
Rys. 3.17. Przekroje w zwiększonej podziałce

3.3.2. Kłady

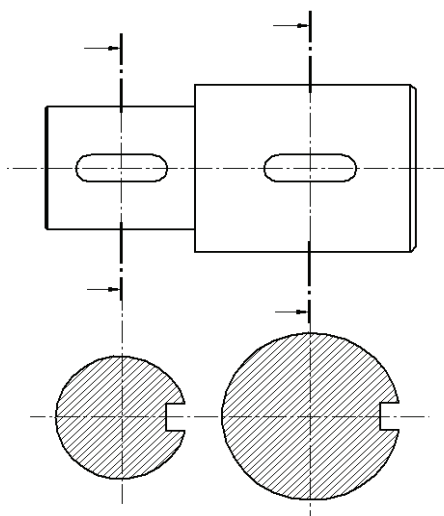
Kład jest to zarys figury geometrycznej leżącej w płaszczyźnie przekroju poprzecznego przedmiotu, po sprowadzeniu tej płaszczyzny do płaszczyzny sporządzanego rysunku (czyli obrót o 90°). Różnica między przekrojem i kładem polega na tym, że w przypadku kładu nie rysuje się zarysów przedmiotu znajdujących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

Rozróżnia się:

- **kłady miejscowe** – rys. 3.18, rysowane linią cienką na widoku przedmiotu, kreskowane,
- **kłady przesunięte względem widoku** – rys. 3.19, rysowane linią grubą poza rzutem, widokiem bądź przekrojem przedmiotu, kreskowane. Kłady oznaczono zgodnie z zaleceniem normy PN-ISO 128-44:2006.



Rys. 3.18. Kład umieszczony na widoku

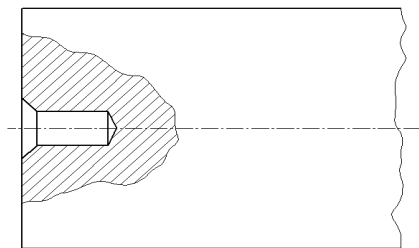


Rys. 3.19. Kłady przesunięte

3.4. Uwagi dotyczące rysowania widoków i przekrojów

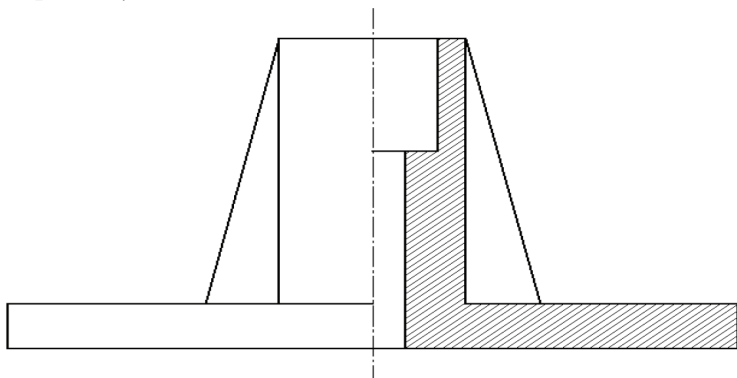
Poniżej zostaną omówione zagadnienia z którymi można się spotkać odwzorowując przedmiot, a które nie są ujęte w poprzednich rozdziałach.

Z zasady nie przedstawia się w przekrojach elementów pełnych, w tym o kształtach obrotowych. Jeżeli zajdzie potrzeba przedstawienia szczegółu korzystać należy z przekrojów miejscowych, rys. 3.20.



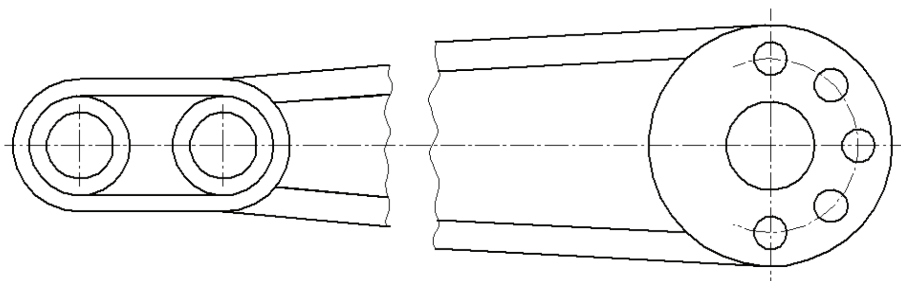
Rys. 3.20. Przykład zastosowania przekroju miejscowego

Elementy typu: kołki, nity, sworznie, śruby, kliny, wpusty odwzorowywane w rzutach na płaszczyznę równoległą do ich osi na rysunkach, przedstawiane są w widokach. Podobnie nie należy w przekrojach odwzorowywać żeber, cienkich ścianek – rys. 3.21. Rysuje się je w widoku tak, jak gdyby znajdowały się tuż za płaszczyzną przekroju.



Rys. 3.21. Przykład odwzorowywania przedmiotów z żebrami

Przedmioty długie, które nie zawierają żadnych wymagających pokazania szczegółów, można skracać, usuwając ich np. środkową część, w sposób pokazany na rys. 3.22. Pozostałe części przedmiotu ogranicza się linią cienką falistą lub zygzakową.



Rys. 3.22. Zastosowanie przerywania w przypadku przedmiotów długich

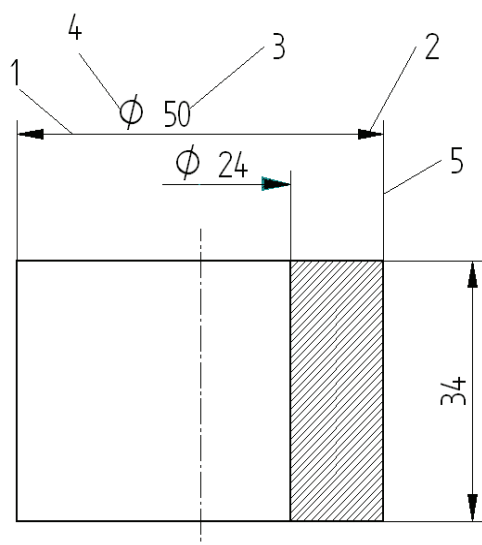
4. WYMIAROWANIE

4.1. Zasady graficzne zapisu 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.

Zapis wymiarów na rysunku wymaga umieszczenia kilku elementów graficznych. Są to (rys. 4.1):

- linia wymiarowa (główna) – 1,
- znak ograniczenia linii wymiarowej – 2,
- liczba wymiarowa – 3,
- znak wymiarowy – 4,
- pomocnicza linia wymiarowa – 5,
- linie odniesienia i wskazujące.



Rys. 4.1. Elementy graficzne zapisu wymiarów

Główne 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 kolejnej równoległej linii wymiarowej. Zasadą jest, **że linie te nie mogą się wzajemnie przecinać**.

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

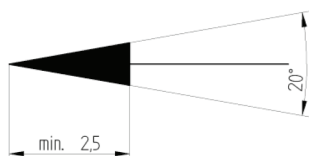
Linie pomocnicze rysuje się linią cienką ciągłą, przeciągniętą ok. 2 mm poza odpowiadające im linie wymiarowe, prostopadłe do nich. **Linie pomocnicze mogą się ze sobą przecinać.**

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 dziesiętnych częściach sekundy.

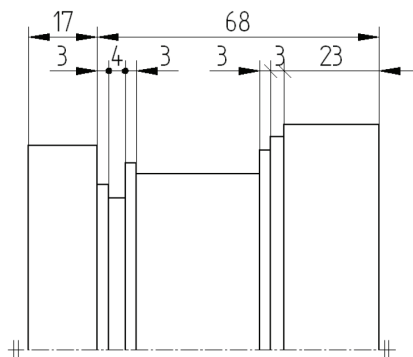
Uwaga do zajęć projektowych

Dla arkuszy formatu A3, wysokość pisma liczb wymiarowych przyjmij 3,5 mm.

a/



b/



Rys. 4.2. Znaki ograniczenia linii wymiarowych

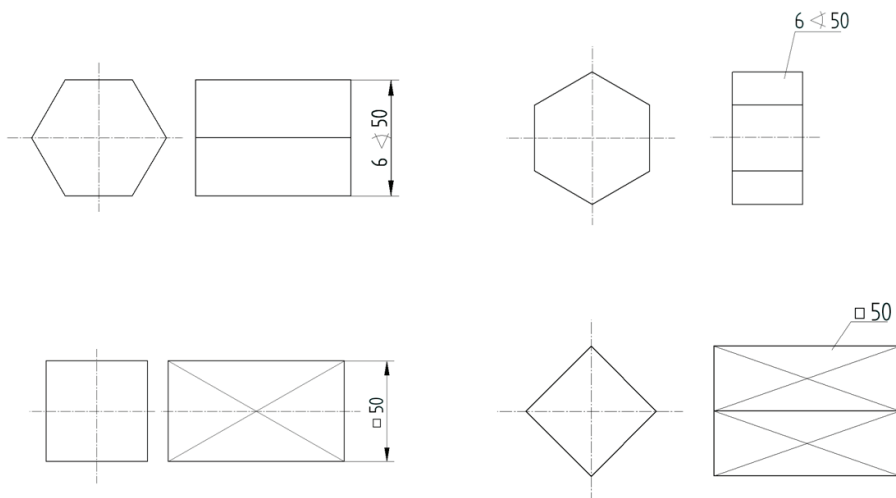
Zastosowanie odpowiednich **znaków wymiarowych** upraszcza wymiarowanie, ogranicza liczbę rzutów oraz ułatwia odczytywanie rysunku.

Najczęściej używane znaki wymiarowe:

- \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.

Uwaga do zajęć projektowych

Wymiary sześciokąta oraz kwadratu podawane na rysunkach, tzw. wymiary pod klucz, są to wymiary pomiędzy równoległymi bokami. Stąd też w różnym położeniu brył o przekroju sześciokąta lub kwadratu, powinny być zapisywane nad linią wymiarową lub na linii odnoszącej, co wyjaśnia rys. 4.3. W takich przypadkach rysowanie drugiego rzutu jest zbędne.



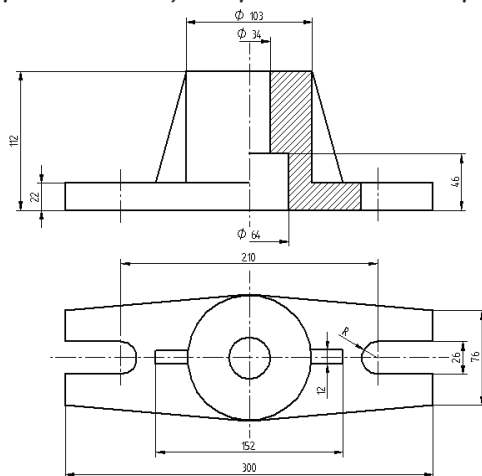
Rys. 4.3. Wymiarowanie brył o kształcie sześciokąta i kwadratu

4.2. Ogólne zasady wymiarowania

Przystępując do wymiarowania należy bezwzględnie przestrzegać podanych poniżej zasad wymiarowania.

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

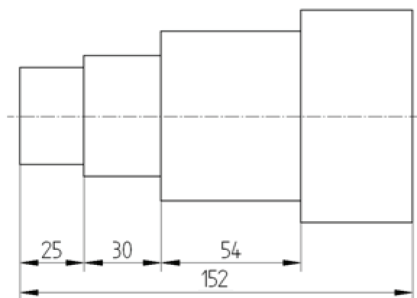
Zasada niepowtarzania wymiarów zakłada, że każdy wymiar podany jest na rysunku tylko jednokrotnie. Podanie tego samego wymiaru na kilku rzutach jest błędem. Należy również zwrócić uwagę na to, żeby wymiar podawać na rzucie gdzie jest najlepiej czytelny i zrozumiały. Stąd też na rys. 4.4, zasadne jest wymiarowanie średnicy na przekroju.



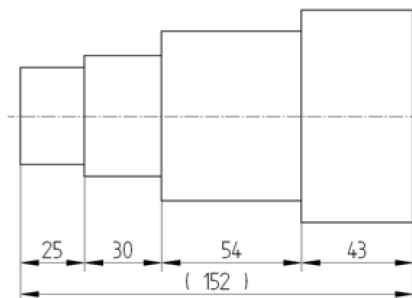
Rys. 4.4. Wymiarowanie – model UM

Zasada otwartego łańcucha wymiarowego nakazuje, aby w łańcuchu wymiarowym pomijać jeden z wymiarów przyjęty jako wypadkowy. Otrzymuje się wtedy otwarty łańcuch wymiarowy – rys. 4.5a. Jeżeli jednak wskazanym jest podanie wymiaru zamykającego łańcuch – np. wymiaru gabarytowego, można go podać jako pomocniczy, informacyjny w nawiasie – rys. 4.5b.

a/



b/



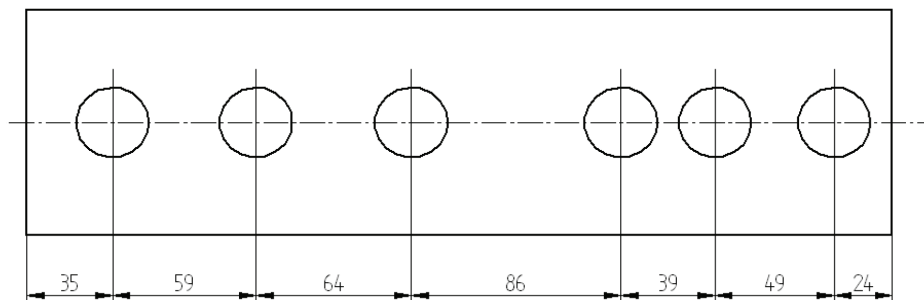
Rys. 4.5. Zasada otwartego łańcucha wymiarowego

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

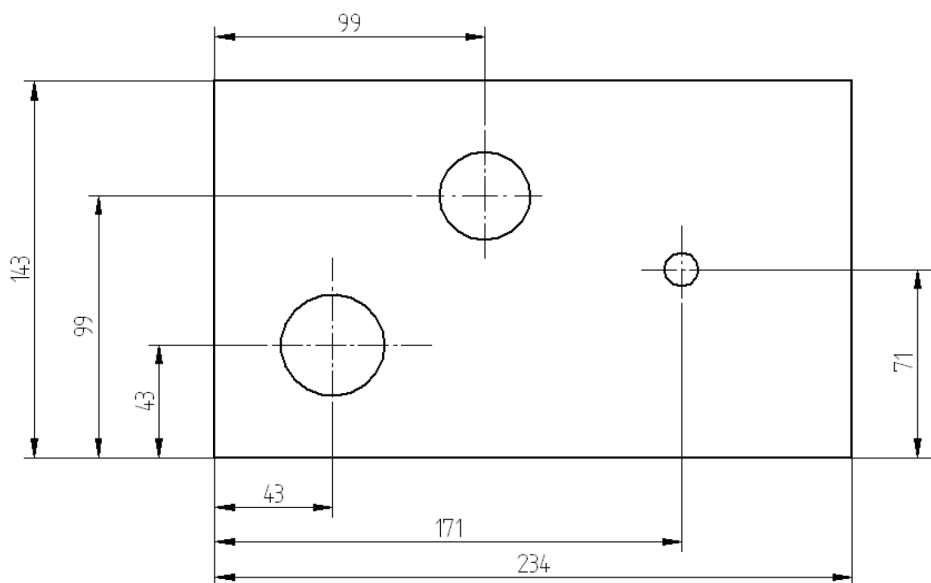
4.3. Rodzaje wymiarowania

Rozróżnia się następujące sposoby wymiarowania przedmiotów:

- **wymiarowanie w układzie szeregowym**, polegające na podawaniu wymiarów jeden za drugim; sposób ten stosowany jest, gdy zależy na dokładności wzajemnego położenia sąsiednich elementów geometrycznych przedmiotu – rys. 4.6,
- **wymiarowanie w układzie równoległym**, polega na wymiarowaniu od jednej bazy wymiarowej; sposób ten na przykład stosowany jest, gdy istnieje konieczność dokładnego położenia elementów geometrycznych przedmiotu względem jednej bazy wymiarowej – rys. 4.7.

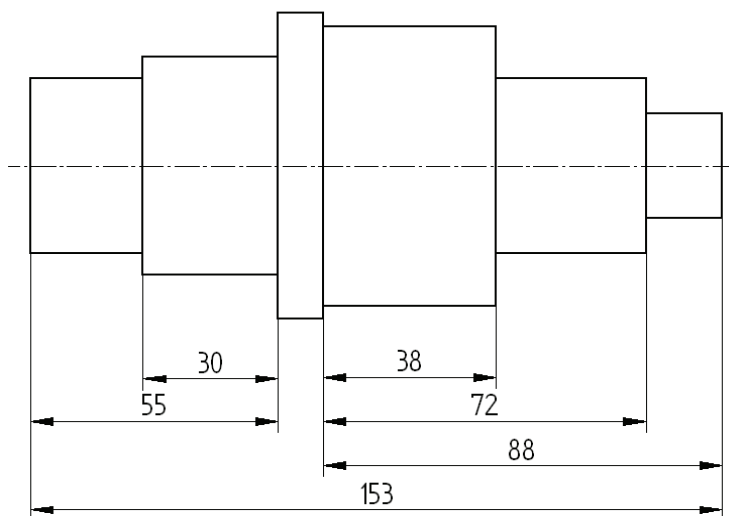


Rys. 4.6. Wymiarowanie w układzie szeregowym



Rys. 4.7. Wymiarowanie w układzie równoległym

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

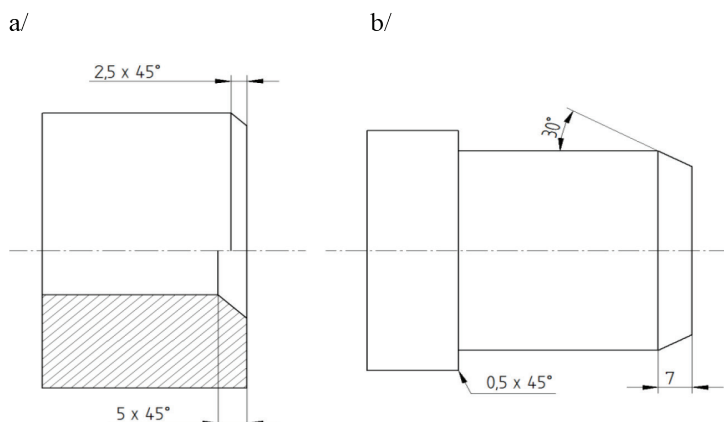


Rys. 4.8. Wymiarowanie w układzie mieszanym

4.4. Wymiarowanie ściąg wałków i otworów

Ściąg krawędzi wałków i otworów stosuje się w celu ułatwienia montażu jak również ze względu na bezpieczeństwo. Wykonywane są najczęściej pod kątem 45° , a wymiarowane w sposób umowny przedstawiony na rys. 4.9a. Liczba określa wysokość powstałego podczas obróbki stożka, kąt podany jest w stopniach, wielkości te przedziela znak x. Jeżeli jednak ścięcie (tzw. faza) jest tak małe że nie można go odwzorować na rysunku, wymiarować należy zgodnie z rys. 4.9b – wymiar $0,5 \times 45^\circ$.

W przypadku ściąg pod innym kątem – 30° czy 60° , należy wymiarować je inaczej: podając oddzielnie wysokość powstałego stożka oraz kąt – np. w sposób przedstawiony na rys. 4.9b.

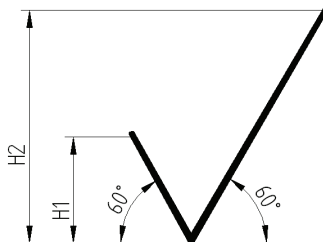


Rys. 4.9. Wymiarowanie ściąg

5. OZNACZANIE GEOMETRYCZNEJ STRUKTURY POWIERZCHNI

Nierówności powierzchni powstałe podczas obróbki scharakteryzować można przez chropowatość, falistość oraz kierunkowość struktury powierzchni. Powoduje to konieczność zapisania w sposób sformalizowany wymogów dotyczących powierzchni obrabianych. Wymagania dotyczące struktury geometrycznej powierzchni podawane są w dokumentacji technicznej za pomocą symboli graficznych przedstawionych na rysunkach 5.1 i 5.2.

Na rys. 5.1 przedstawiono podstawowy symbol graficzny. Jest on używany w zbiorczych oznaczeniach.



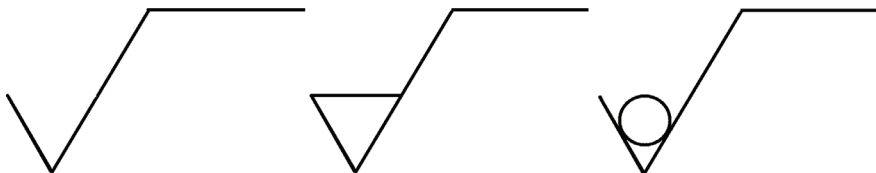
Rys. 5.1. Podstawowy symbol graficzny struktury geometrycznej powierzchni

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

Uwaga do zajęć projektowych

Dla przyjętej na rysunkach wysokości pisma 3,5 mm, wysokość H_1 powinna wynosić 5 mm, zaś H_2 minimum 10,5 mm.

Na rys. 5.2 przedstawiono kompletny symbol graficzny, używany w przypadku gdy należy podawać wymagania dodatkowe dotyczące cech struktury geometrycznej powierzchni. Symbol na rys. 5.2a oznacza że dopuszczalny jest dowolny sposób obróbki powierzchni. Symbol na rys. 5.2b określa, że podczas obróbki jest wymagane usunięcie materiału, zaś symbol na rys. 5.2c oznacza, że niedopuszczalne jest usunięcie materiału.



Rys. 5.2. Kompletny symbol graficzny

5.1 Chropowość powierzchni

Chropowość opisywana jest zwykle za pomocą parametrów R_a oraz R_z . Na rysunku podaje się wartość chropowości w mikrometrach.

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]
50	3,2	0,20
25	1,6	0,100
12,5	0,80	0,050
6,3	0,40	0,025

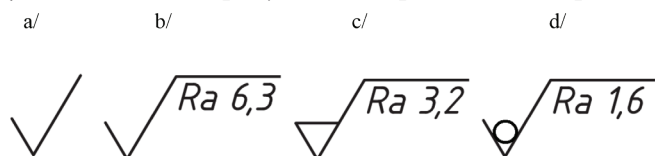
Wartość parametru R_a otrzymywaną podczas różnego rodzaju obróbki zamieszczono w tablicy IV.

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

5.2. Oznaczanie chropowatości

Do oznaczania chropowatości powierzchni stosuje się symbole graficzne przedstawione na rys. 5.1 oraz 5.2 – wpisując wartość parametru chropowatości.

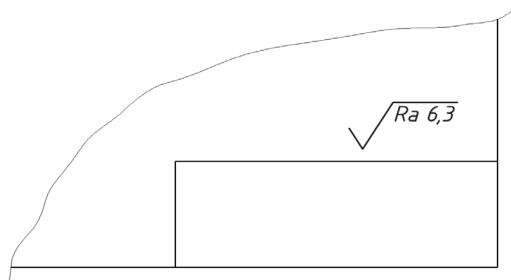


Rys. 5.3. Przykłady oznaczeń chropowatości powierzchni

Symbol na rys. 5.3a używany jest do oznaczania kilku powierzchni przedmiotu, w zbiorczych oznaczeniach chropowatości – umieszczanych w pobliżu tabliczki rysunkowej. Symbole na rys. 5.3b–d oznaczają że dopuszczalna chropowatość ma być zapewniona przez określony rodzaj obróbki, co zostało omówione powyżej.

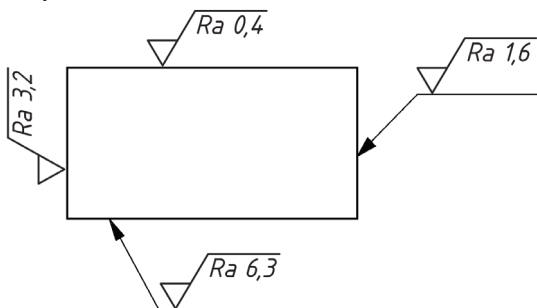
Uwaga do zajęć projektowych

Zbiorcze oznaczenia chropowatości umieścić nad tabliczką rysunkową – rys. 5.4.



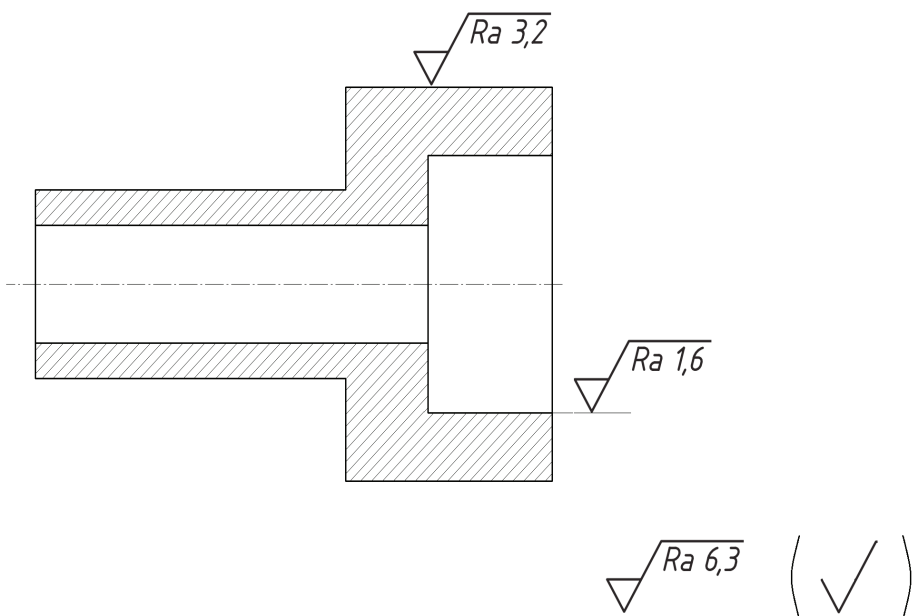
Rys. 5.4. Umieszczanie zbiorczego oznaczenia chropowatości na rysunkach

Symbole graficzne umieszczane na rysunku powinny być zorientowane tak, jak to przedstawia rys. 5.5.



Rys. 5.5. Kierunek czytania oznaczeń chropowatości

Przykład zapisywania oznaczeń chropowatości przedstawiono na rys. 5.6

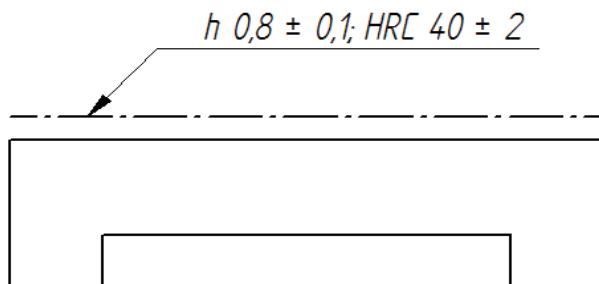


Rys. 5.6. Przykład zapisywania oznaczeń chropowatości na rysunkach

5.3. Zapis obróbki cieplnej

Obróbkę cieplną powierzchni oznaczamy podając odpowiednio – rys. 5.7:

- głębokość warstwy poddanej obróbce w milimetrach oraz w granicach zakresu,
- twardość warstwy.



Rys. 5.7. Zapis obróbki cieplnej

W razie potrzeby możliwe jest słowne podanie rodzaju stosowanej obróbki powierzchni, np. cyjanować HV 760.

6. TOLERANCJE I PASOWANIA

6.1. Tolerancje wymiarów liniowych

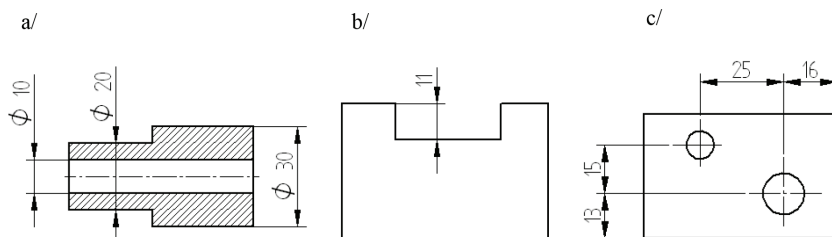
Ze względu na dokładność wykonania elementu, wymiary można podzielić na: **swobodne** i **tolerowane**.

Wymiary swobodne to takie dla których nie istnieje potrzeba określania odchyłek. **Wymiary tolerowane** to takie dla których określono odchyłki.

Wymiar nominalny jest to wymiar teoretyczny przedmiotu, umieszczony na rysunku, względem którego określa się dopuszczalne odchyłki graniczne.

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. średnica wewnętrzna) – rys. 6.1a, **mieszane** rys. 6.1b i **pośrednie** – rys. 6.1c.



Rys. 6.1. Rodzaje wymiarów

W terminologii dotyczącej tolerancji przyjęto następujące określenia:

- **walek** – termin stosowany umownie w znaczeniu elementu przedmiotu określonego przez wymiar zewnętrzny, bez względu czy jest to walec czy też inny kształt,
- **otwór** – termin stosowany umownie w znaczeniu elementu przedmiotu określanego przez wymiar wewnętrzny, bez względu na kształt.

Określanie położenia wymiarów, odchyłek i tolerancji przedstawia rys. 6.2.

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

Dolny wymiar graniczny A (Ao określony dla wymiaru wewnętrznego i Aw 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.

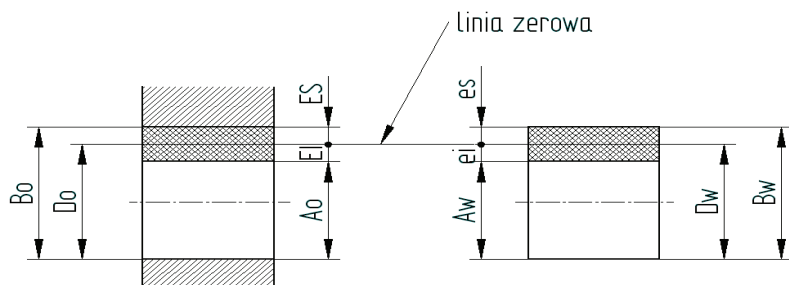
$$ES = es = B - N$$

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.

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



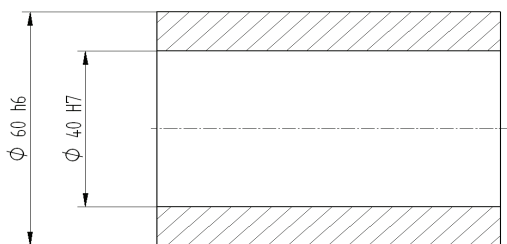
Rys. 6.2. Określenia położenia wymiarów, odchyłek i tolerancji

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.

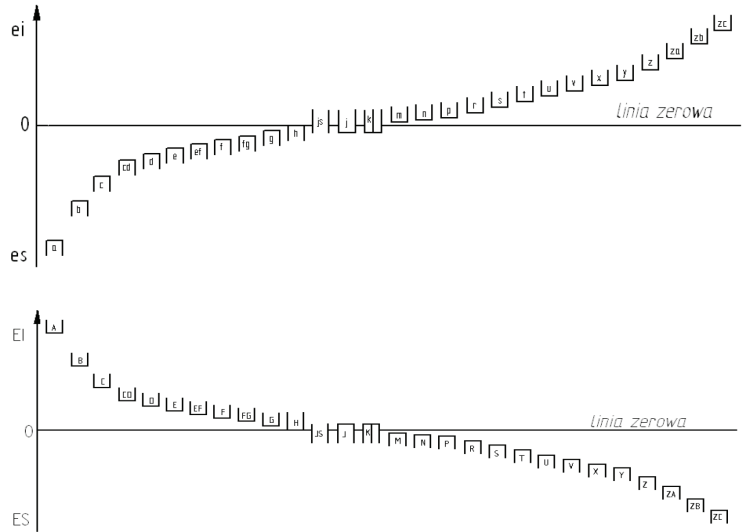


Rys. 6.3. Zapis rysunkowy tolerowania normalnego

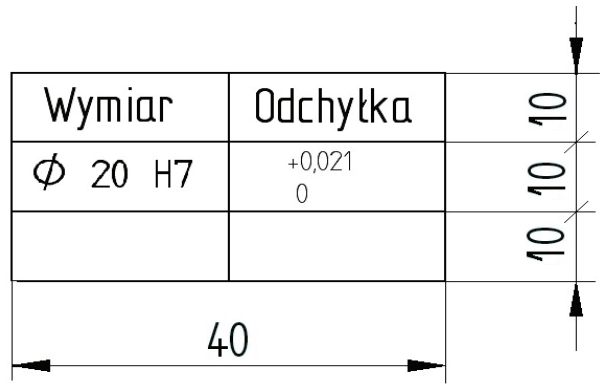
Symbole literowe umieszczone obok liczby wymiarowej określają położenie pola tolerancji względem linii zerowej. Rozkład odchyłek podstawowych oraz ich symbole literowe przedstawiono na rys. 6.4.

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, zgodnie z rys. 6.5.



Rys. 6.4. Rozkład odchyłek podstawowych dla wałków oraz otworów



Rys. 6.5. Tabelka odchyłek umieszczana na rysunku

Uwaga do zajęć projektowych

Tabelkę należy wypełnić następująco: wymiar, odchyłka, wymiar nominalny wpisać pismem o wysokości 5 mm, wartości odchyłek pismem 2,5 mm

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.

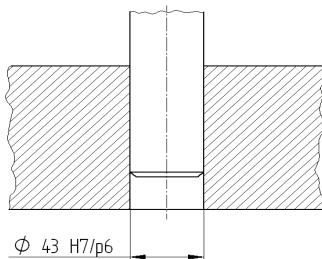
Tworzenie znormalizowanego układu pasowań polega na tym, że pole tolerancji jednego z elementów jest ustalone, zaś dobór odpowiedniego pola tolerancji dla drugiego z elementów zapewnia żądane pasowanie. Elementy dla których zakładamy pole tolerancji nazywamy podstawowymi – ich pola tolerancji położone są tak, aby zachodziło tolerowanie w głąb materiału. Stąd też są to pola oznaczone odpowiednio **H** dla otworu oraz **h** dla wałka – rys. 6.4.

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

Ze względu na konieczność zachowania założonych właściwości geometrycznych obrabianego przedmiotu, należy podać w sposób sformalizowany następujące tolerancje: kształtu, kierunku, położenia i bicia.

Na rysunku umieszcza się:

- symbol 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,
- e) kształtu wyznaczonego zarysu – rys. 6.7m,
- f) kształtu wyznaczonej powierzchni – rys. 6.7n.

tolerancji kierunku:

- g) równoległości – rys. 6.7e,
- h) prostokątności – rys. 6.7f,
- i) nachylenia – rys. 6.7g,

tolerancji położenia:

- j) współosiowości – rys. 6.7h,
- k) symetrii – rys. 6.7i,
- l) pozycji – rys. 6.7j,

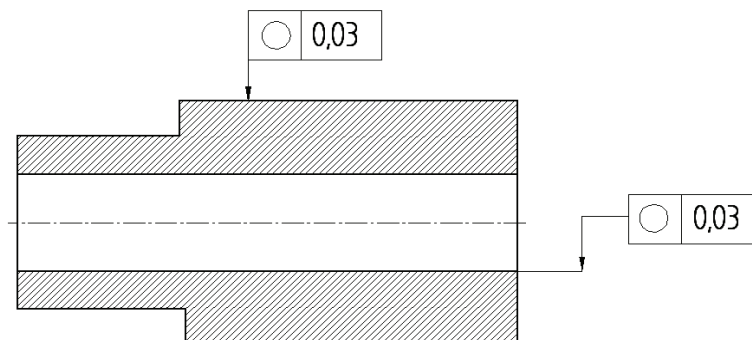
tolerancji bicia:

- m) bicia promieniowego – rys. 6.7k,
- n) bicia całkowitego – rys. 6.7l,

a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)
h)	i)	j)	k)	l)	m)	n)

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

Sposób zapisu powyższych tolerancji 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

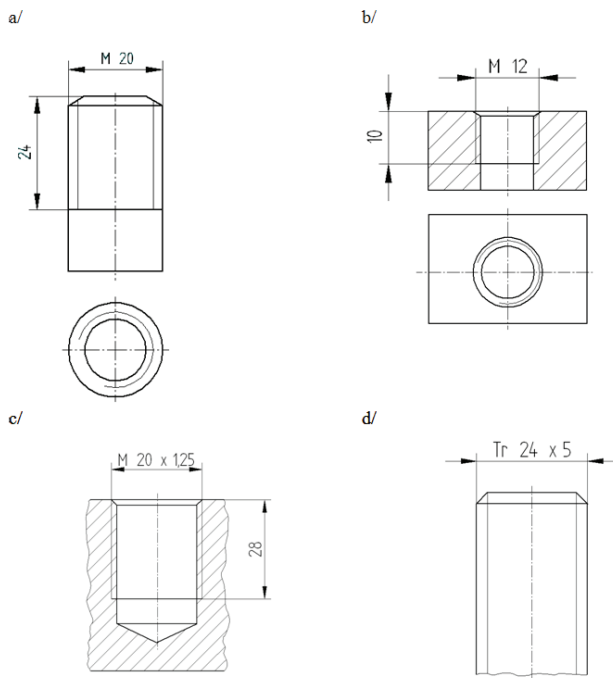
Połączenia gwintowe należą do grupy połączeń rozłącznych.

Gwinty charakteryzują następujące wielkości:

- średnica gwintu,
- podziałka,
- kształt zarysu gwintu, np. trójkątny, prostokątny, trapezowy symetryczny i niesymetryczny, okrągły.

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

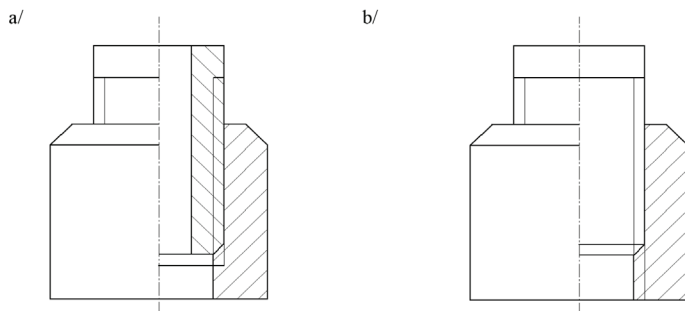
Jednym z najczęściej stosowanych gwintów jest **gwint metryczny** (o zarysie trójkątnym) oznaczany literą M – rys. 7.1 a–c. Inny rodzaj gwintu, trapezowy – oznaczony Tr przestawia rys. 7.1.d.



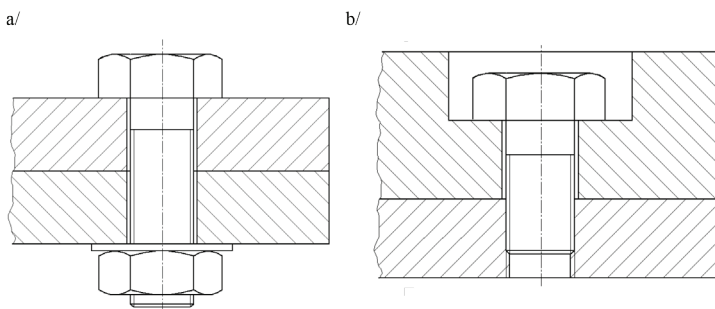
Rys. 7.1. Elementy z gwintem metrycznym i trapezowym symetrycznym

Elementy z gwintem rysuje się w uproszczeniu, odwzorowując dna bruzd linią ciągłą grubą, wierzchołki występow gwintu linią ciągłą grubą, a zakończenia gwintów linią ciągłą grubą poprzeczną do osi gwintu – rys. 7.1. W rzucie na płaszczyznę prostopadłą do osi gwintu, umownie gwinty zaznacza się rysując linią cienką ciągłą przez $\frac{3}{4}$ okręgu. Linia ta nie powinna zaczynać się ani kończyć na osiach symetrii.

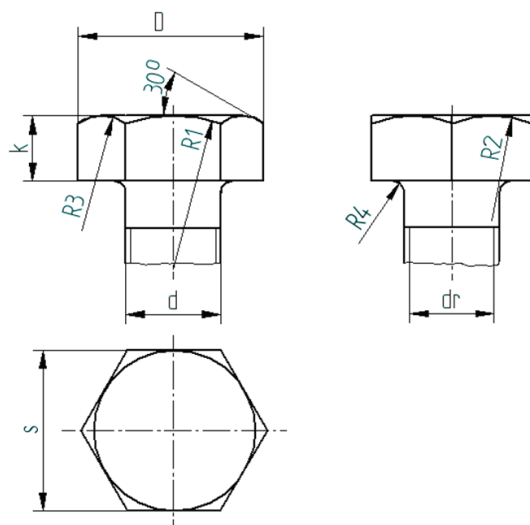
Przykłady połączeń gwintowych przedstawiono na rys. 7.2 i rys. 7.3.



Rys. 7.2. Połączenia gwintowe



Rys. 7.3. Przykłady połączeń gwintowych



gdzie:

d – zgodnie z normą PN/M02013,

$dr = 0,8d$,

s – wymiar pod klucz,

$D = 1,15 S$,

$k = 0,7d$,

$R_1 = 3/4D$,

$R_2 = 0,5D$,

R_3 – wynik konstrukcji,

R_4 – z tablic.

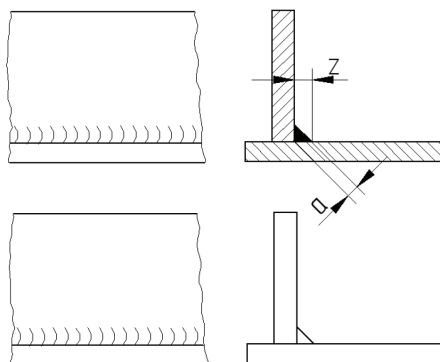
Rys. 7.4. Rysowanie łbów śrub sześciokątnych

Odwzorowując połączenia gwintowe rysuje się je tak, aby zarys gwintu zewnętrznego zawsze zasłaniał gwint wewnętrzny.

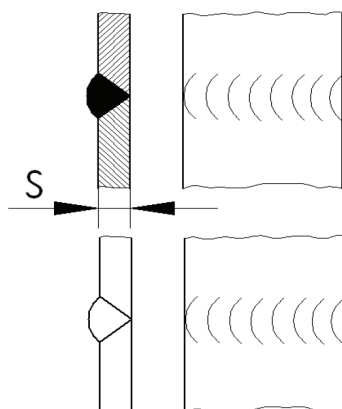
Łby śrub należy rysować zgodnie z rys. 7.4. W taki sam sposób rysuje się nakrętki przyjmując wysokość nakrętki $w = 0,8 d$.

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. Odwzorowując 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 od 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.

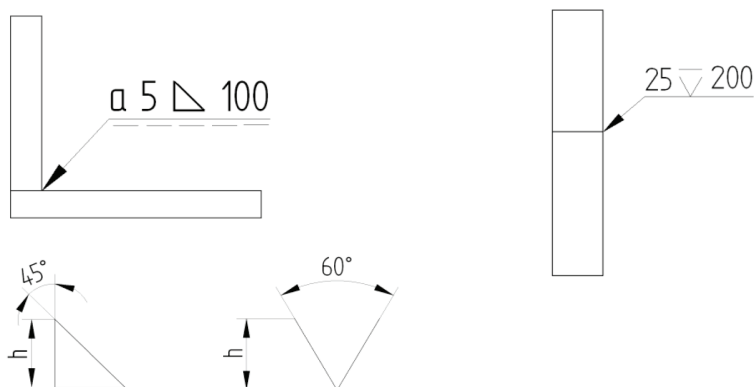


Rys. 7.5. Spoina pachwinowa



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

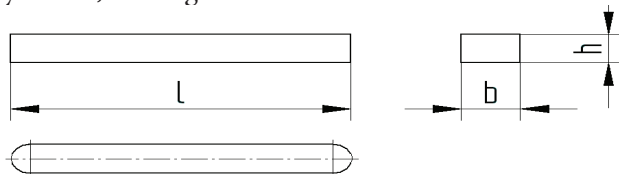
Linie odniesienia rysuje się linią cienką ciągłą zakończoną grotem, który powinien dotykać spoiny, najczęściej od strony lica. Graficzny znak spoiny powinien być rysowany na półce linii wskazującej. Charakterystyczne wymiary przekroju poprzecznego spoiny wpisuje się na lewo od znaku, przy czym dla spoin 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. Najczęściej stosowane jest położenie i wymiarowanie pokazane na rys. 7.7.

7.3. Połączenia wpustowe

Połączenia wpustowe należą do grupy połączeń rozłącznych.

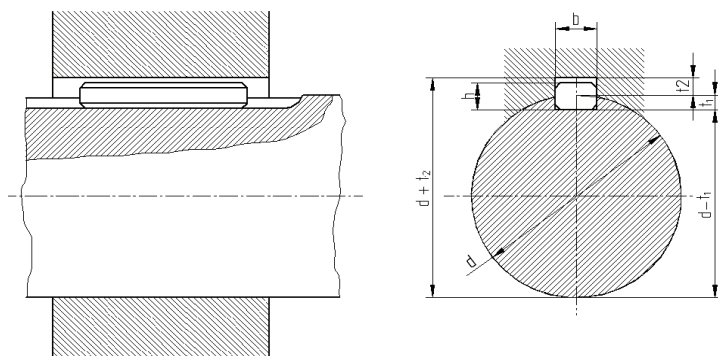
Rozróżnia się wpusty pryzmatyczne, czółenkowe, czopkowe symetryczne oraz czopkowe niesymetryczne.

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:

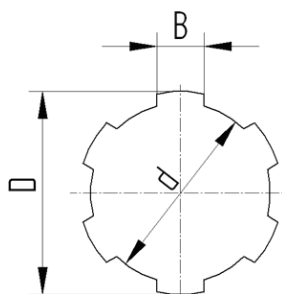
- wpust pryzmatyczny,
- znak literowy oznaczający odmianę wpustu,
- wartość szerokości, wysokości i długości,
- numer odpowiedniej normy.

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 się wielowypusty równoległe oraz wielowypusty ewolwentowe.

Przykład wielowypustu równoległego przedstawiono na rys. 7.10.



gdzie:

d – średnica wewnętrzna,

D – średnica zewnętrzna,

B – szerokość wypustu.

Rys. 7.10. Zarys wałka wielowypustowego

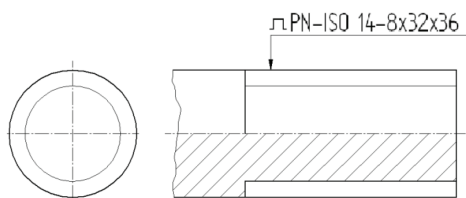
Elementy złącza wielowypustowego oraz samo złącze rysuje się w uproszczeniu, w sposób przedstawiony na rys. 7.11

Wymiarowanie elementu złącza wielowypustowego zawiera następujące oznaczenia:

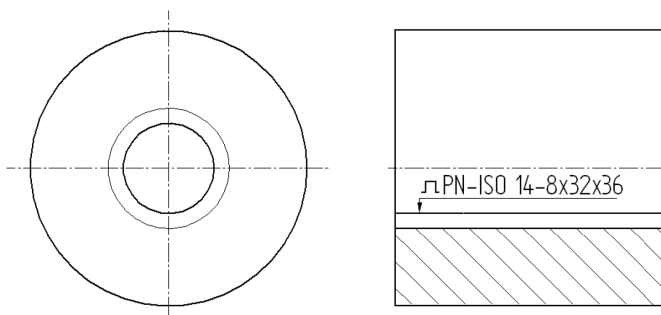
- znak graficzny wielowypustu,
- nr normy PN – ISO 14,
- liczbę wielowypustów – np. 8,
- wymiar średnicy wewnętrznej – np. 32,
- wymiar średnicy zewnętrznej – np. 36.

Powyższe wartości dobiera się z normy.

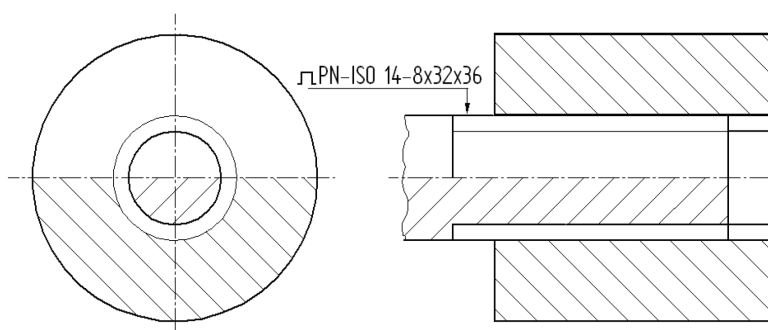
a/



b/



c/



Rys. 7.11. Elementy oraz złącze wielowypustowe: a) wielowypust zewnętrzny, b) wielowypust wewnętrzny, c) połączenie wielowypustowe

8. RYSUNEK ELEKTRYCZNY I ELEKTRONICZNY

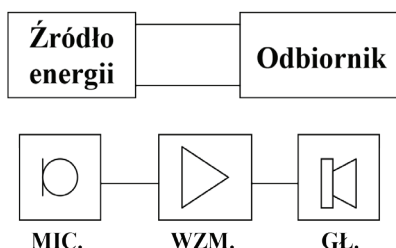
Schemat elektryczny (elektroniczny) to rysunek techniczny przedstawiający za pomocą symboli graficznych, w jaki sposób obiekt lub jego elementy są ze sobą połączone.

8.1. Rodzaje schematów

Rozróżnia się dwa podstawowe rodzaje schematów: blokowy i szczegółowy.

Schemat blokowy (strukturalny)

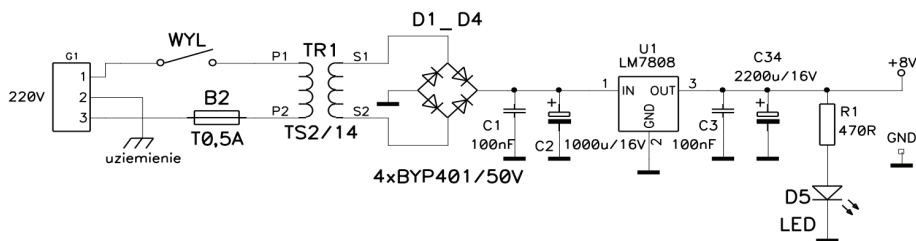
Zawiera jedynie ogólne struktury podzespołów i ich funkcji. Nie jest konieczne pokazywanie wszystkich połączeń (rys. 8.1).



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 załamania,

- punkty połączeniowe, tzw. węzły, należy oznaczać zaczerntonymi 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:

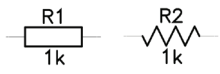
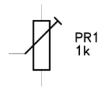
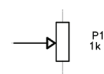
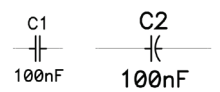

- dla schematów elektrycznych $U > 200 \text{ V}$ i dotyczy przeważnie prądów przemiannych.
- dla schematów elektronicznych $U < 250 \text{ V}$ – głównie dla prądów stałych.

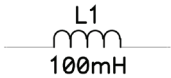

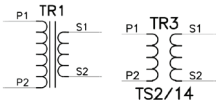
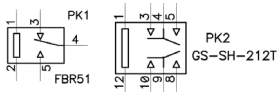
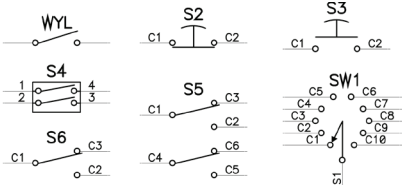




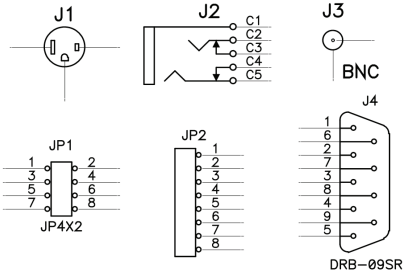
Stąd też i symbole graficzne nie są jednakowo często stosowane w obu grupach.

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.

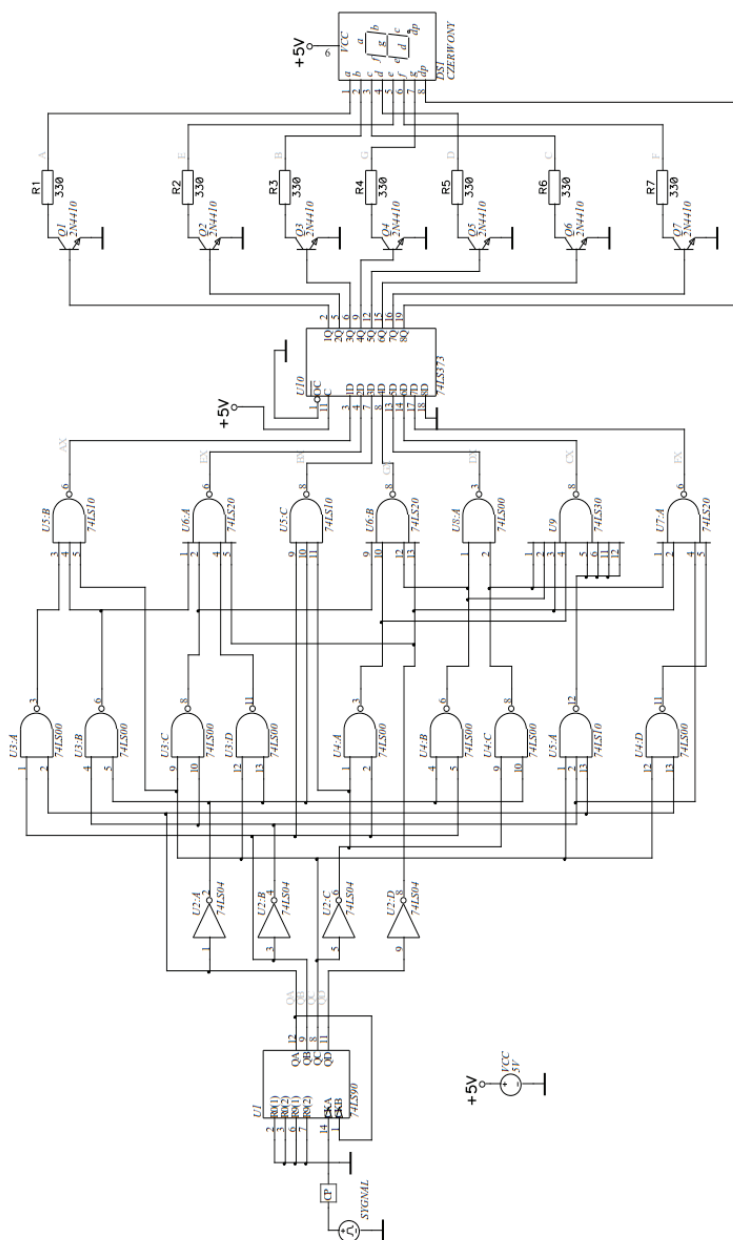
Tablica 8.1. Zestawienie oznaczeń podstawowych elementów, używanych podczas rysowania schematów elektronicznych i elektrycznych.

	Oznaczenie elementu	Symbol graficzny wraz z oznaczeniem
Rezystor (opornik)	R	
Rezystor montażowy (trymer)	PR	
Potencjometr	P	
Kondensator ceramiczny	C	
Kondensator elektrolityczny	C	

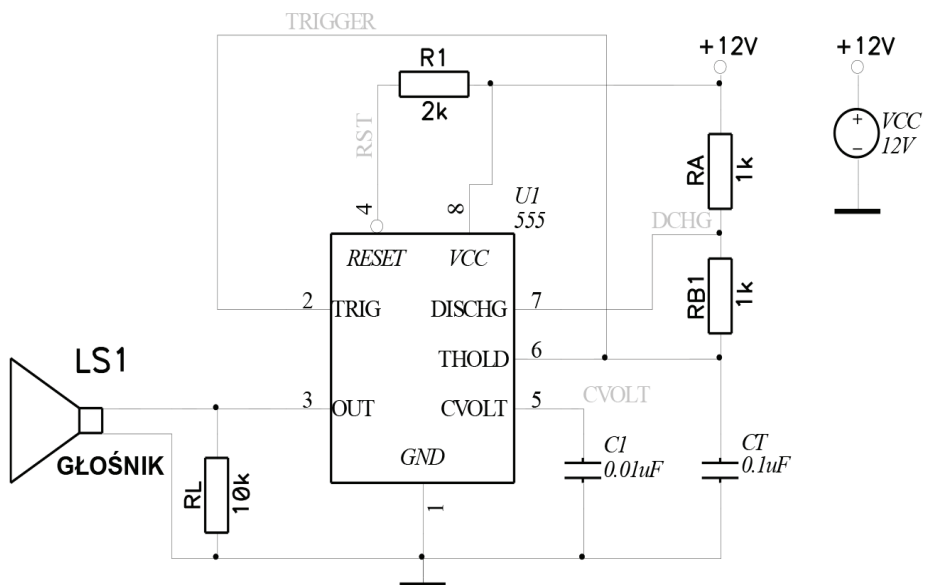
Cewka	L	
Dławik	L, Dł	
Transformator	TR	
Przełącznik	PK	
Wyłącznik	WYL., S, SW	
Bezpiecznik	B, F	
Mikrofon	M., MIC.	
Głośnik	LS, Gł.	
Buczek	BUZ	
Gniazda, Wtyki	JP, J, Con.	

8.4. Wybrane schematy

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



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

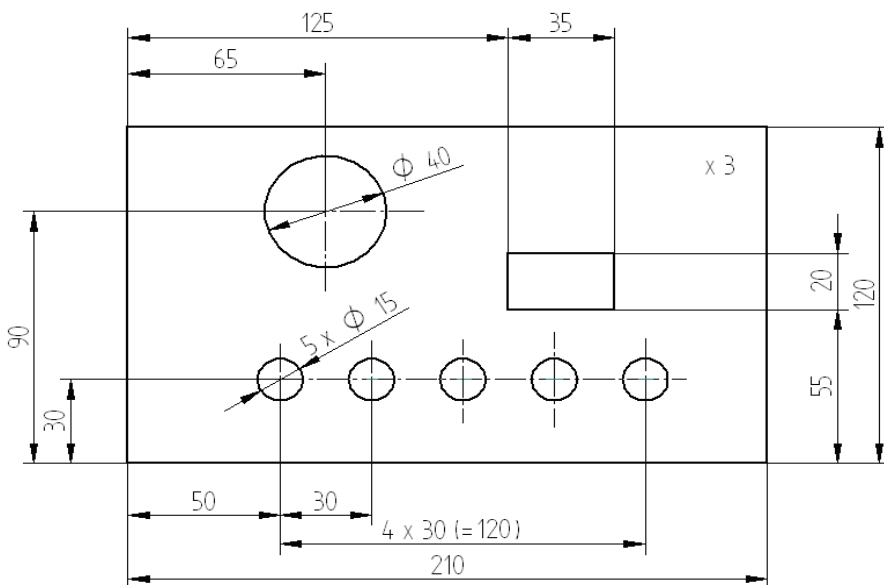


Rys. 8.4. Schemat szczegółowy generatora (multiwibratora astabilnego)

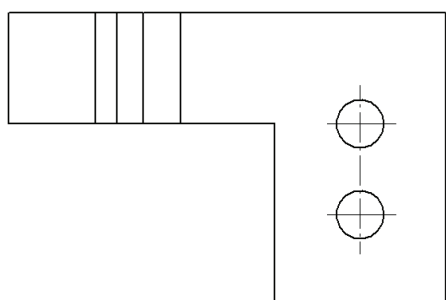
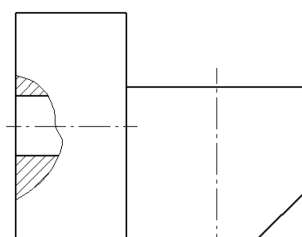
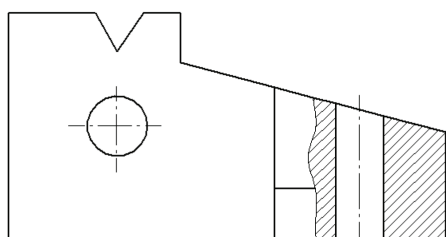
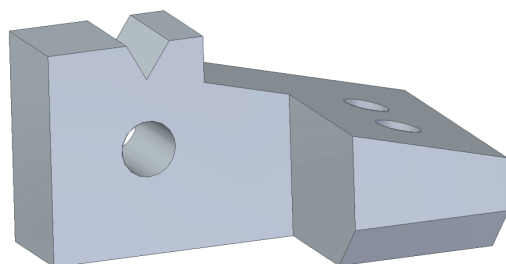
9. PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIA TEMATÓW ĆWICZEŃ PROJEKTOWYCH

Uwaga do zajęć projektowych

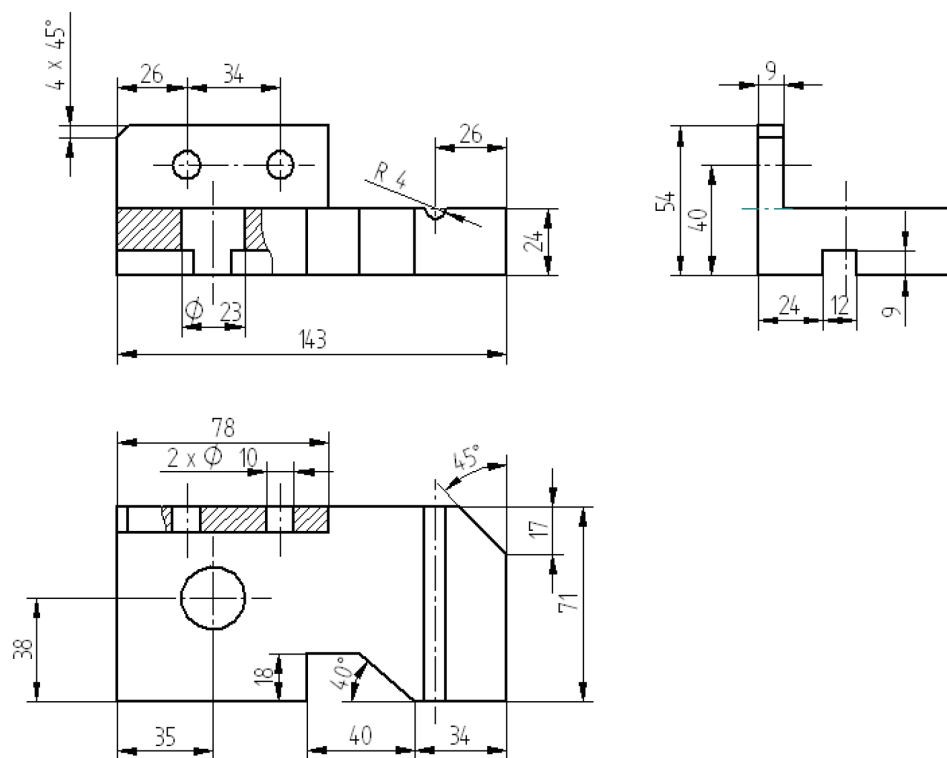
Na rysunkach modeli wykonanych na zajęciach projektowych, kierując się podanymi przykładami zawartymi w tym rozdziale, wg wskazań prowadzącego oznaczyć przekroje, chropowatość oraz tolerancje.



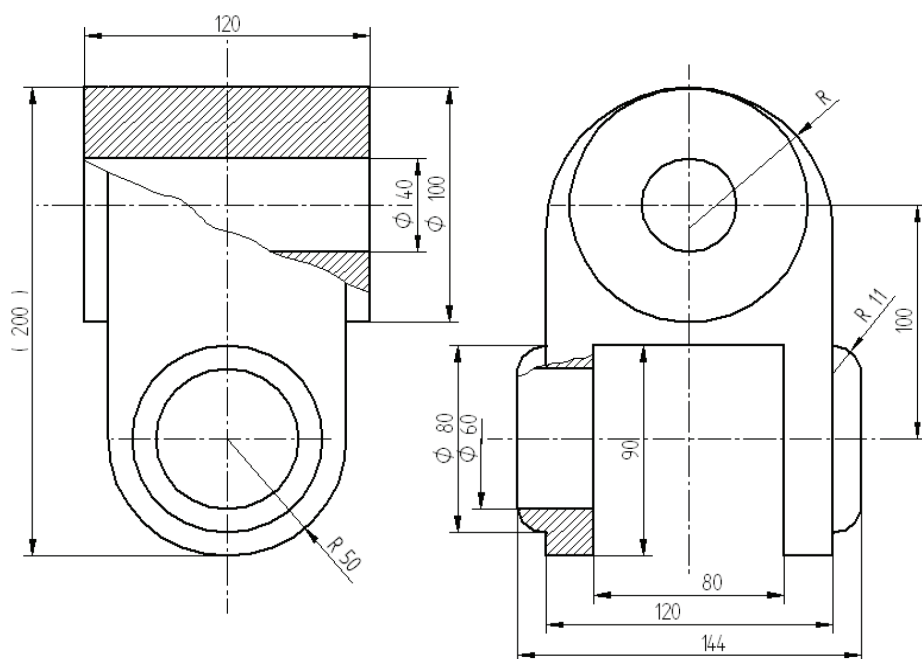
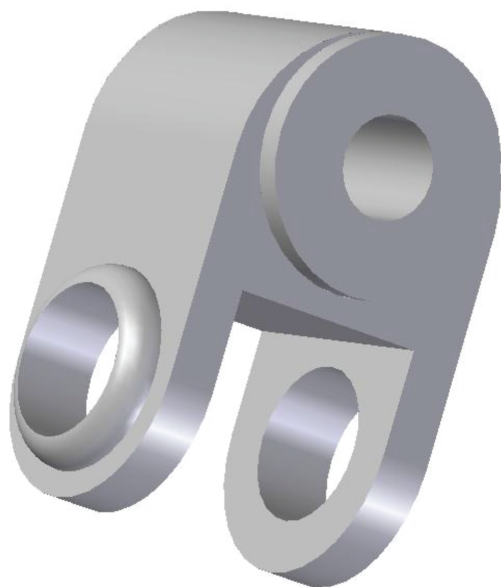
Rys. 9.1. Płytki PH



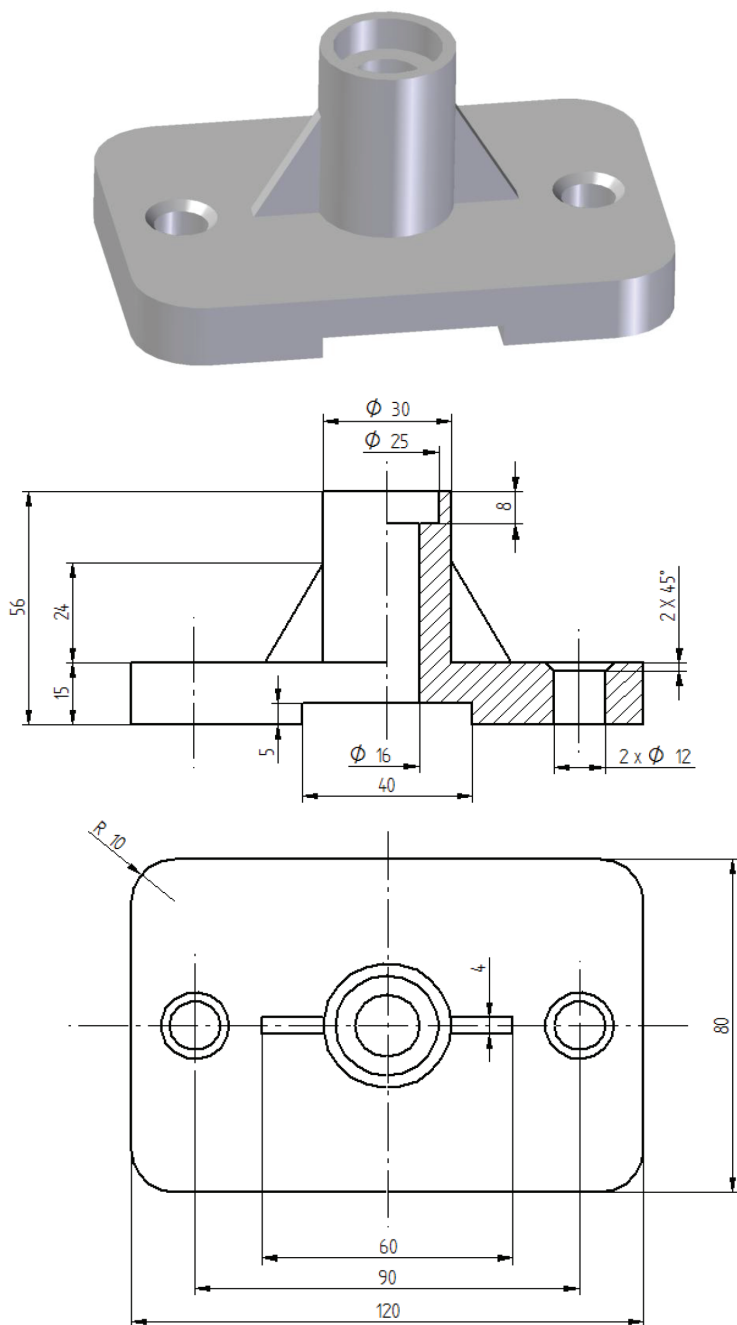
Rys. 9.2. Model UDZ 1



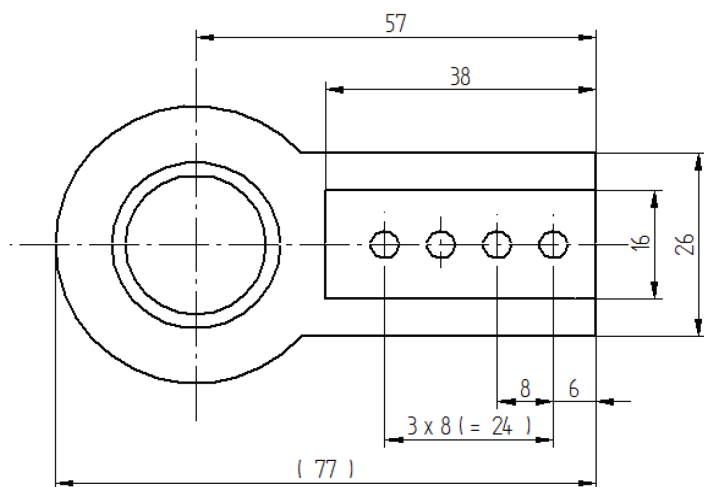
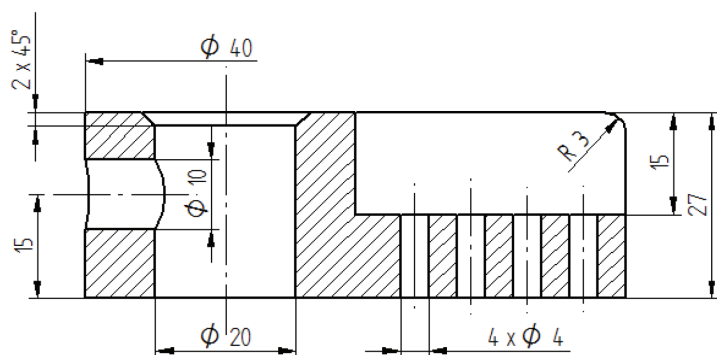
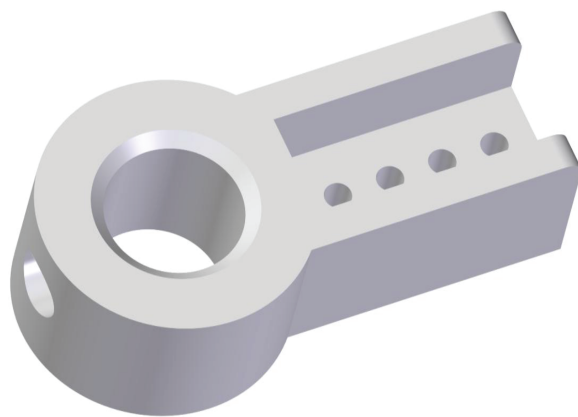
Rys. 9.3. Model UDZ 2



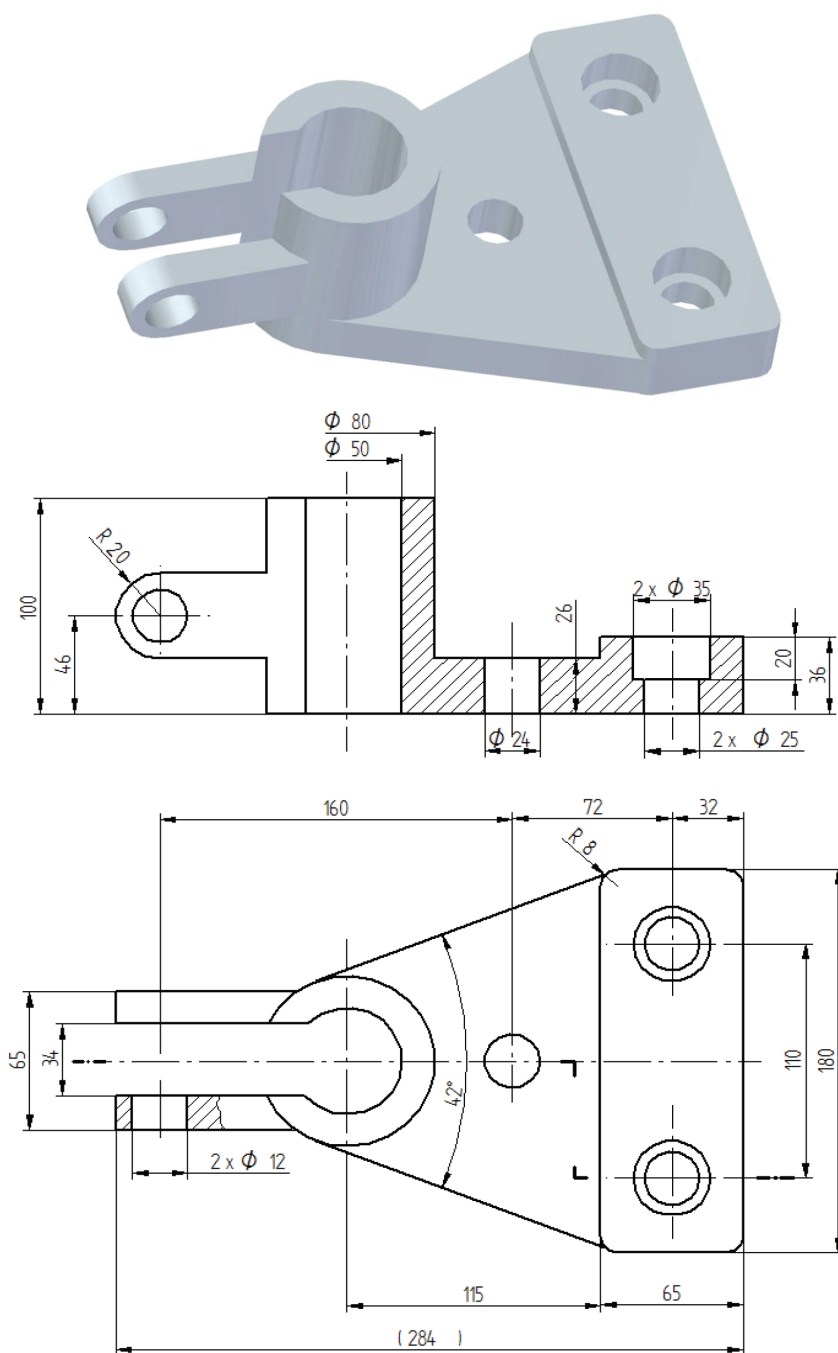
Rys. 9.4. Model UC



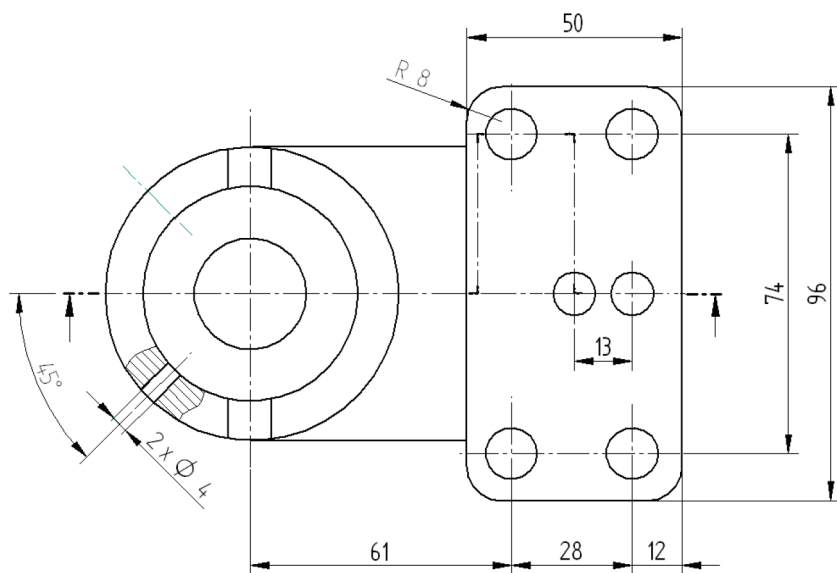
Rys. 9.5. Model UM

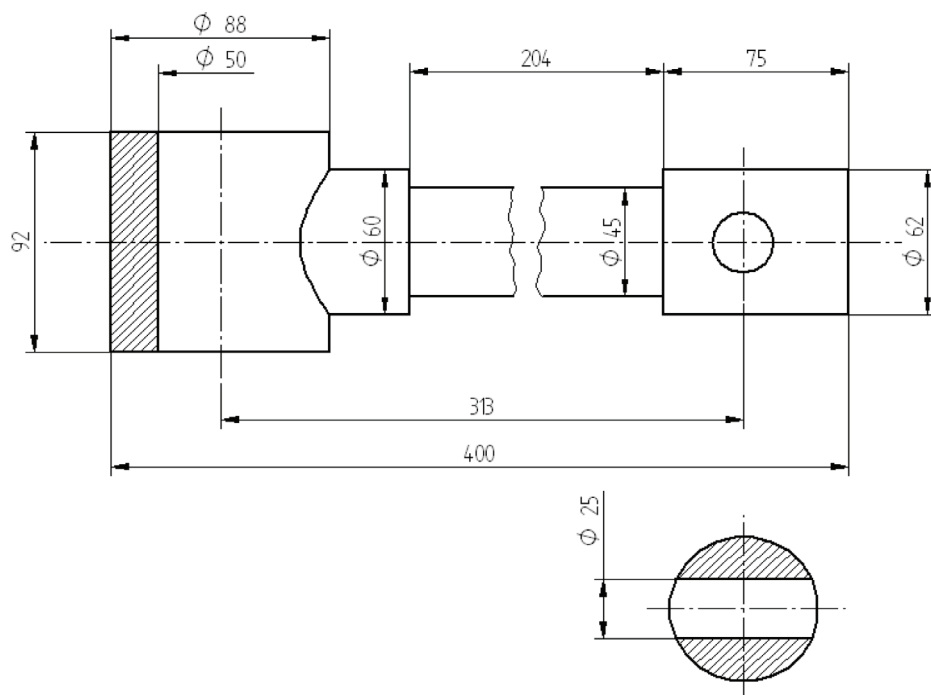


Rys. 9.6. Model UE

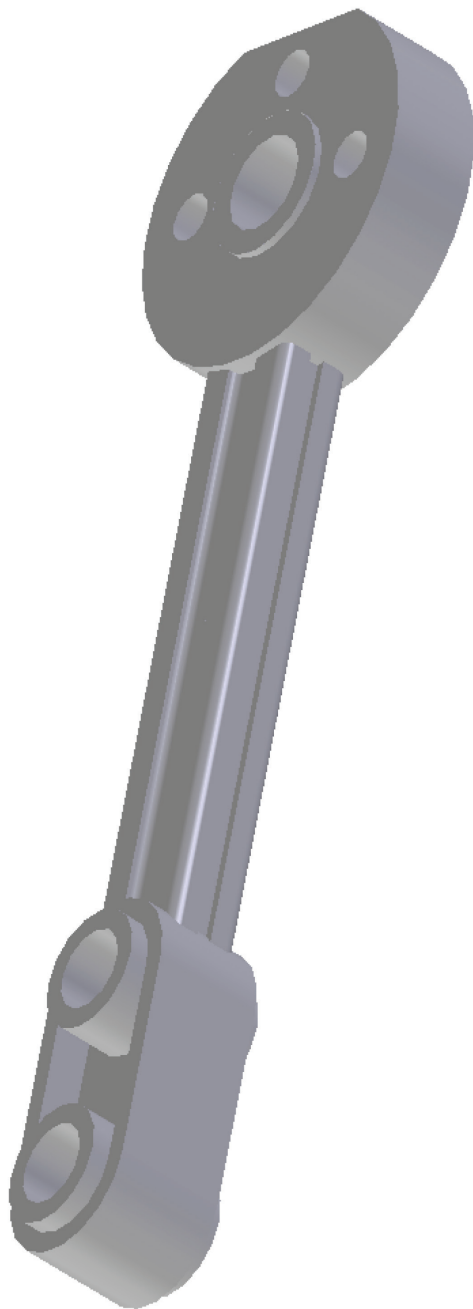


Rys. 9.7. Model UO 1

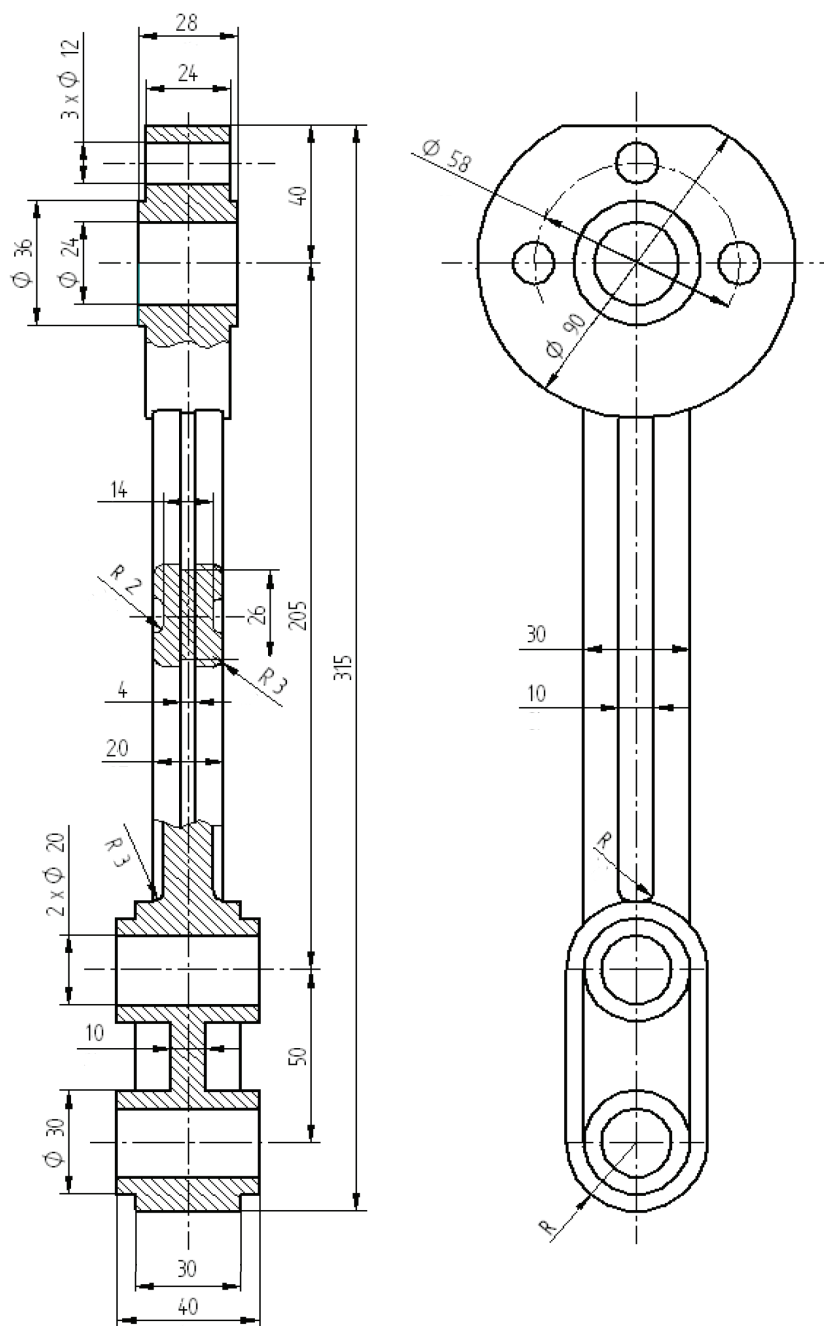




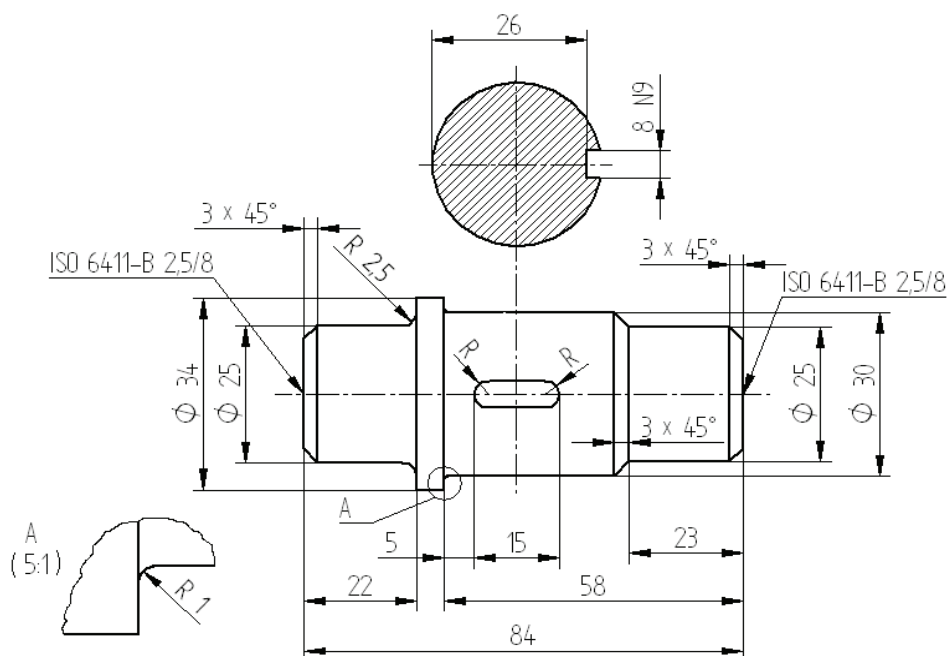
Rys. 9.9. Model UR 1



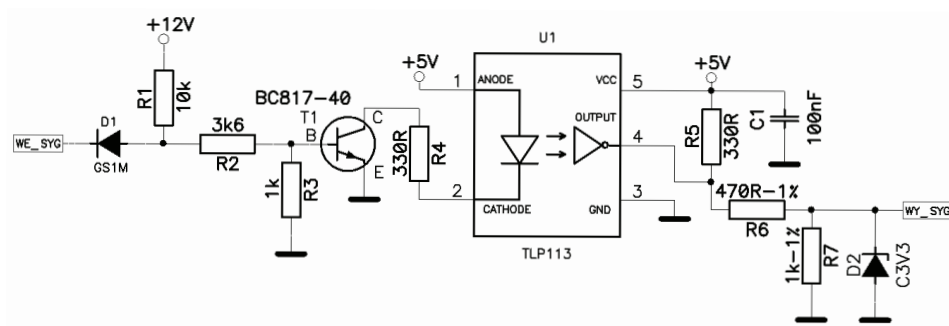
Rys. 9.10. Model UR 2 – 3d



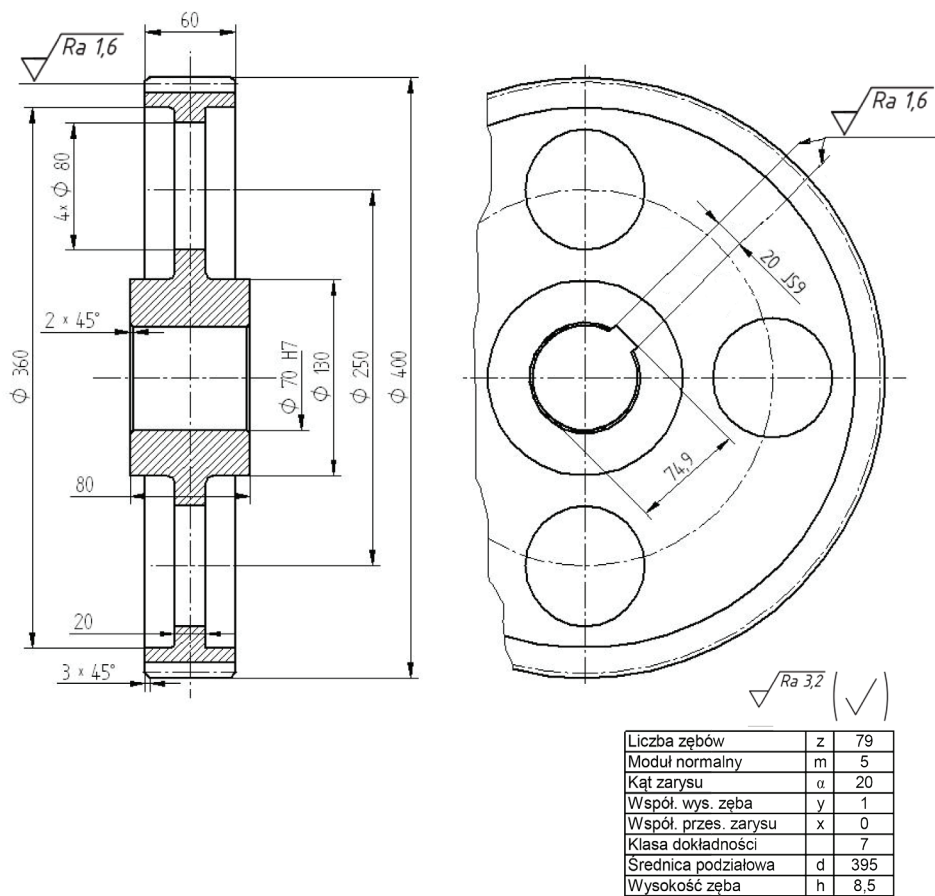
Rys. 9.11. Model UR 2 - 2d



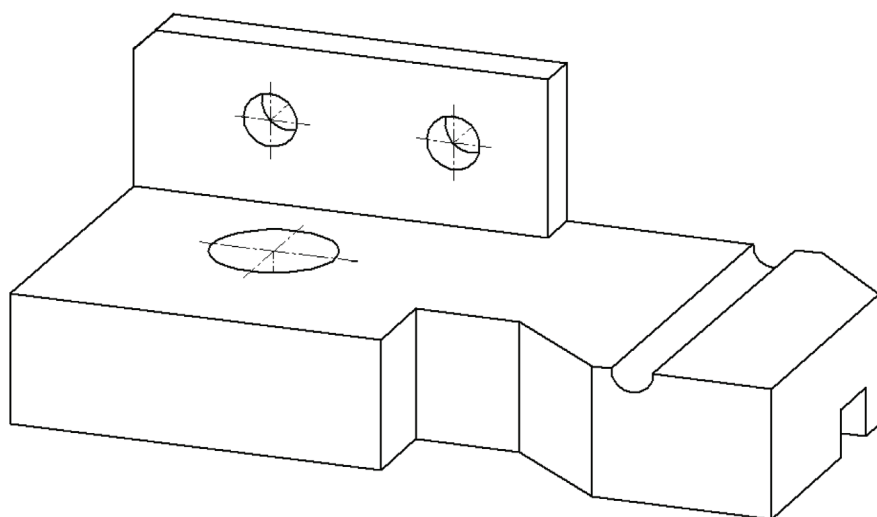
Rys. 9.13. Walek



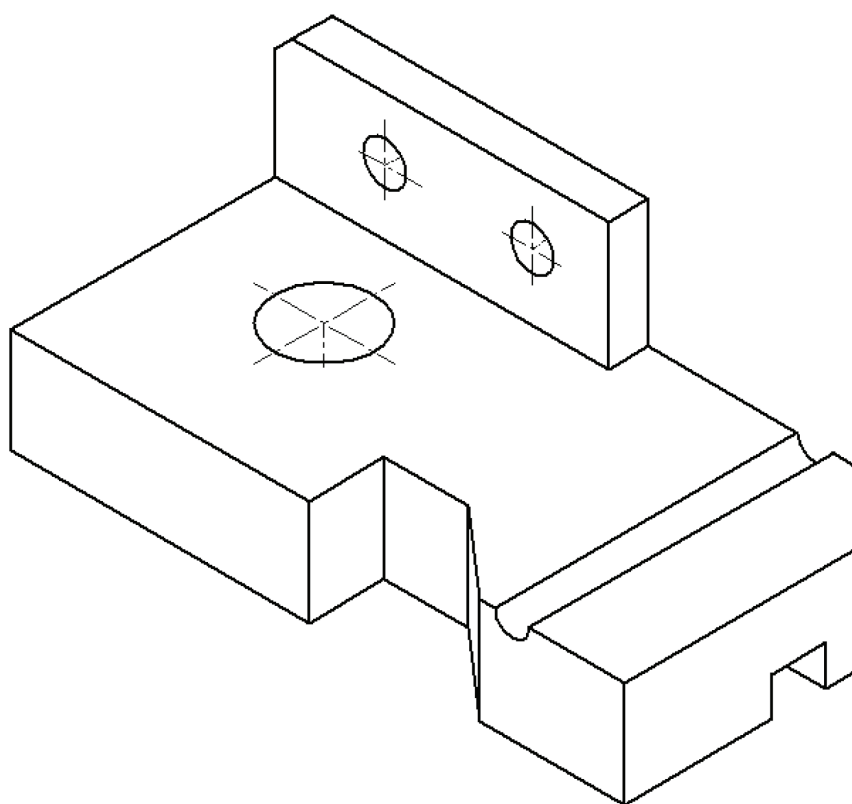
Rys. 9.14. Obwód izolacji optoelektronicznej



Rys. 9.15. Koło zębate



Rys. 9.16. Model UDZ 2; rzut aksonometryczny – dimetria

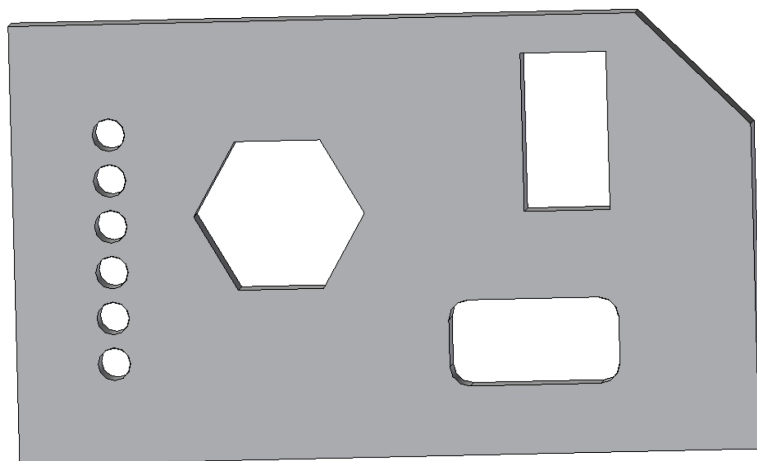


Rys. 9.17. Model UDZ 2; rzut aksonometryczny – izometria

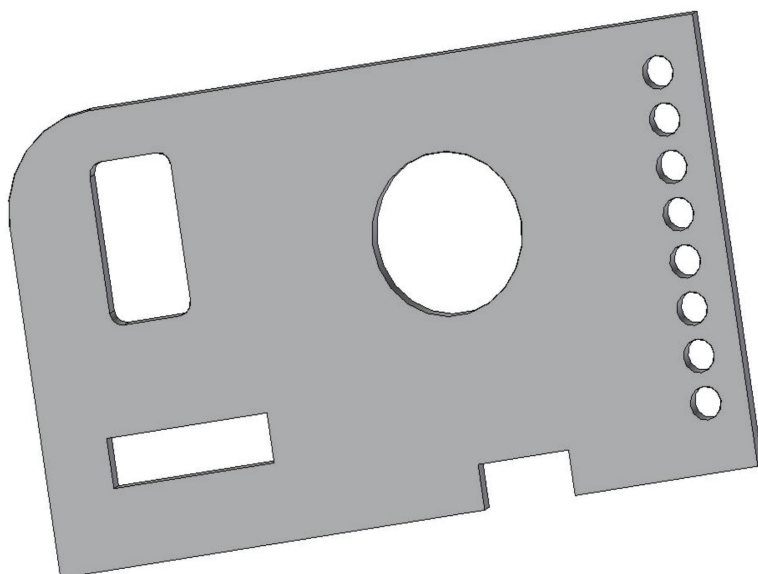
		7		20		30			
Nr	Nazwa części lub zespołu	Ilość szt.	Nr normy lub rysunku	Materiał	Uwagi				
Nazwa części				Wymiary nietolerowane wg					
Politechnika Lubelska Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn	Kreślił		Podz.	Nr rysunku	Arkusz				
	Nr grupy				Ilość ark.				
	Data			Nr rysunku					
45	25	30	15	40	15				

Rys.9.18. Tabliczka rysunkowa

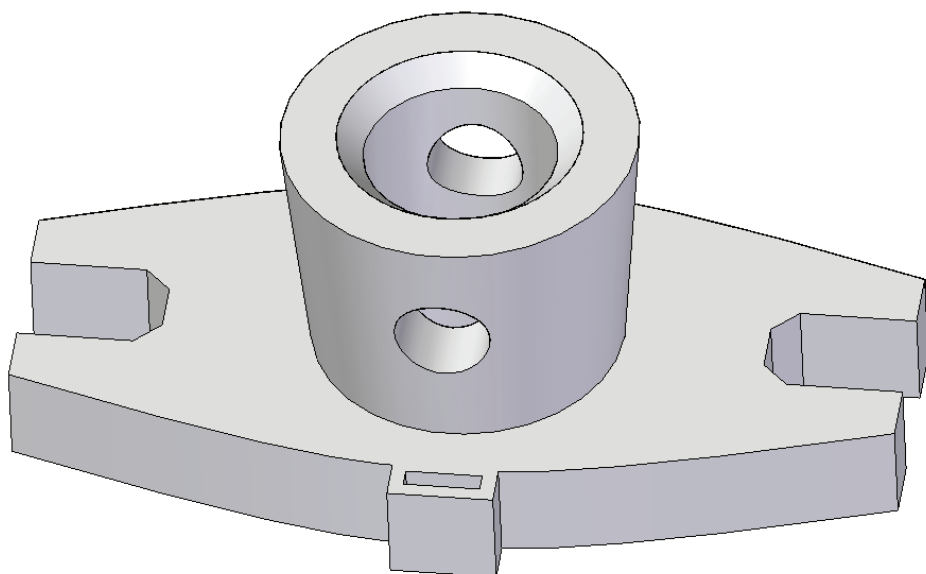
10. MODELE DO SAMODZIELNEGO OPRACOWANIA



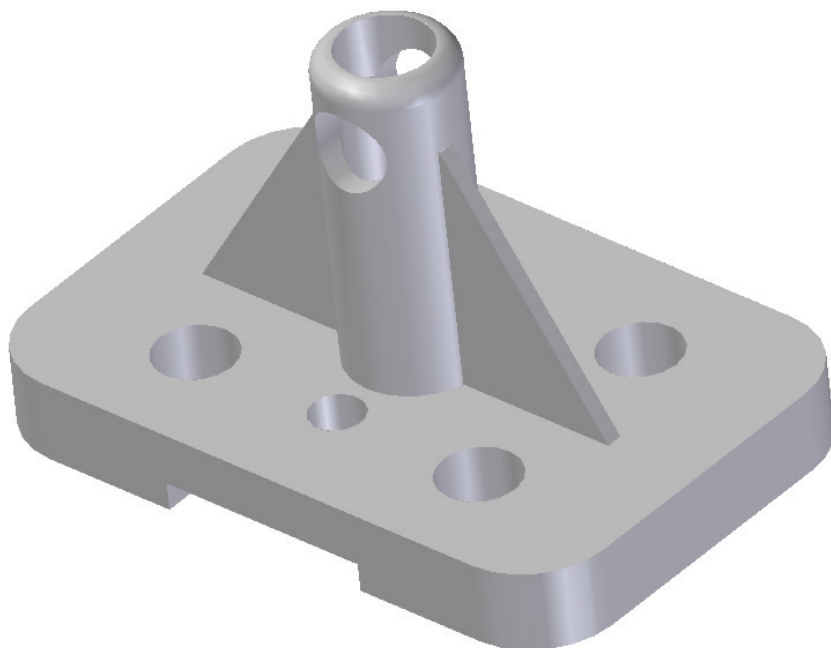
Rys. 10. 1. Płytki PH 1



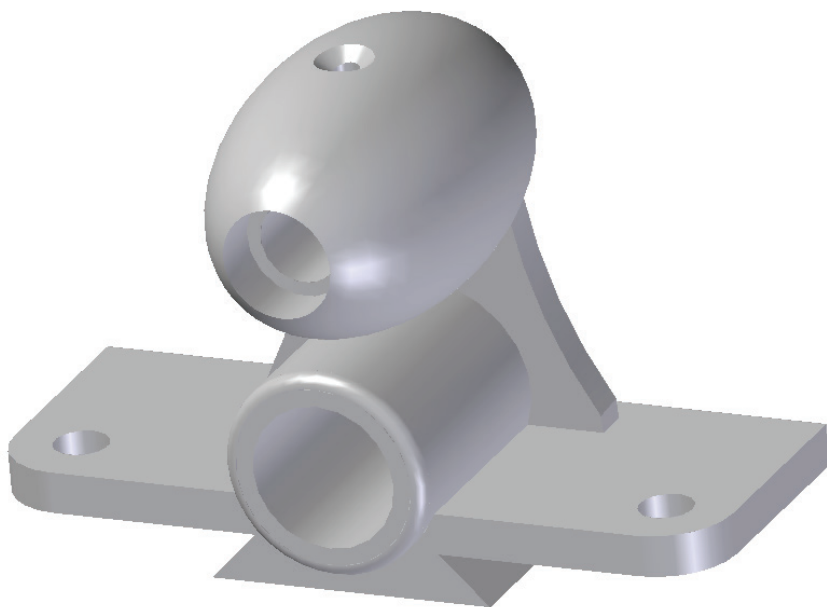
Rys. 10. 2. Płytki PH 2



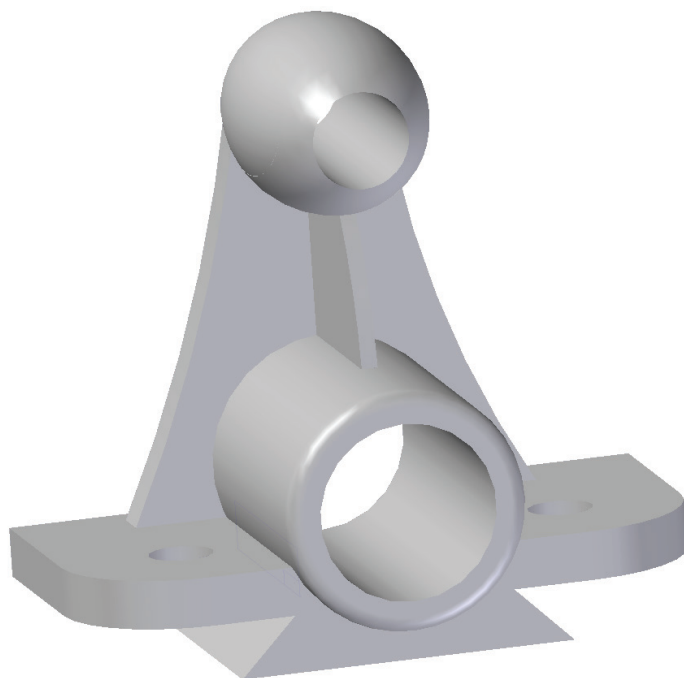
Rys. 10. 3. Model UM 1



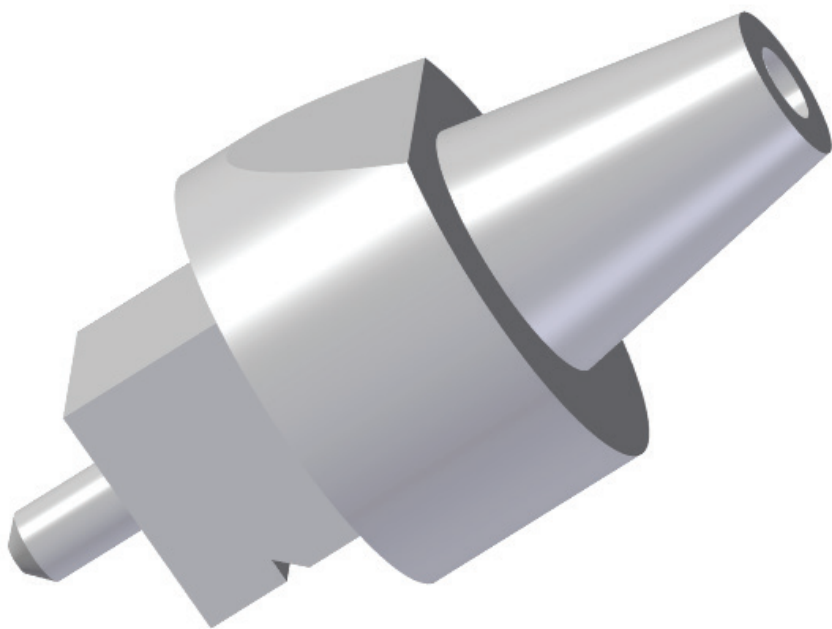
Rys. 10. 4. Model UM 2



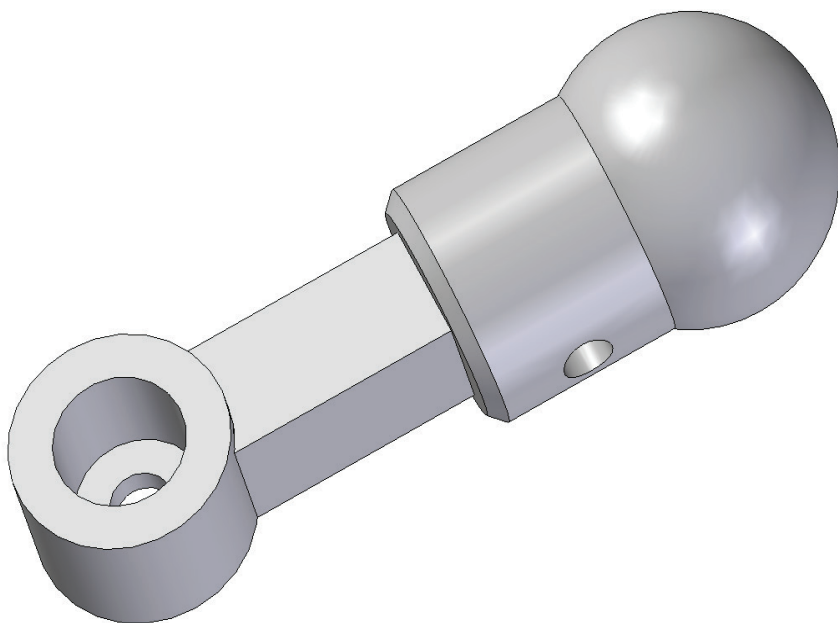
Rys. 10. 5. Model UK 1



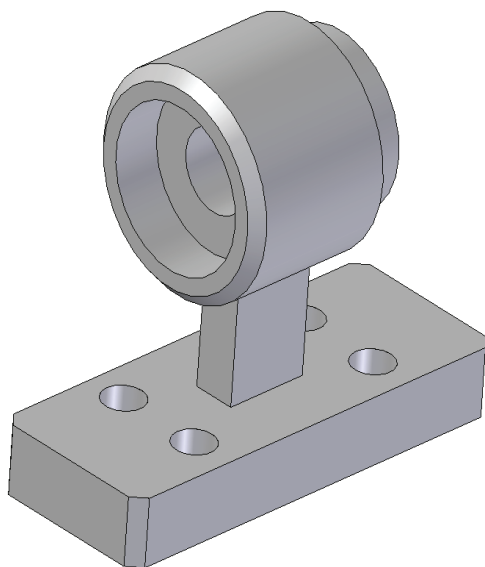
Rys. 10. 6. Model UK 2



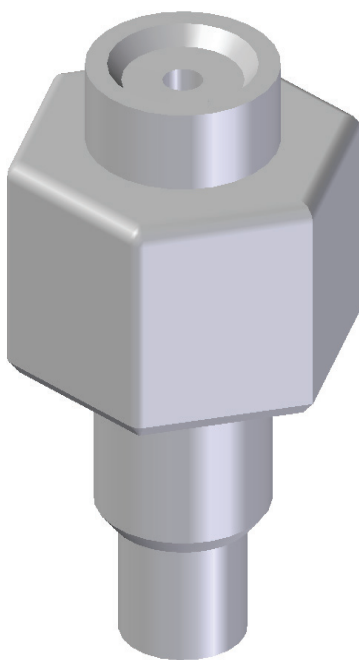
Rys. 10. 7. Model UZ



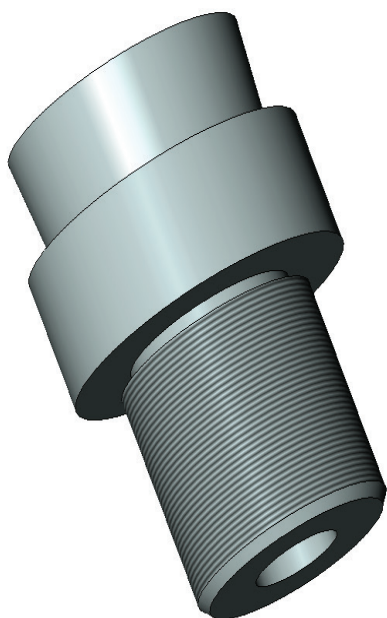
Rys. 10. 8. Model UR



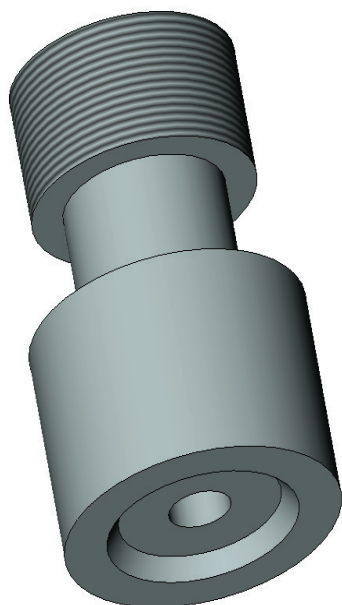
Rys. 10. 9. Model US



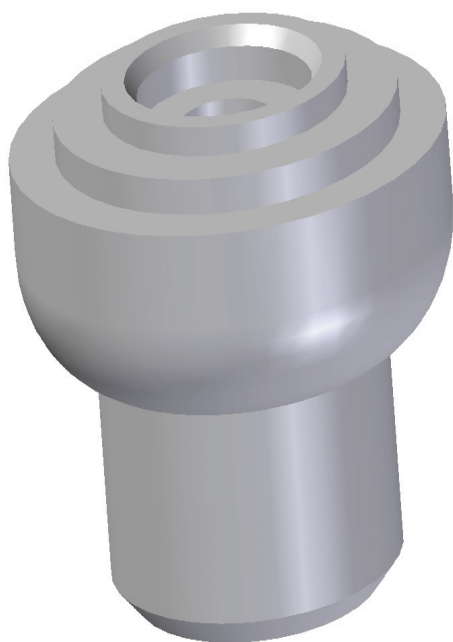
Rys. 10. 10. Model UH



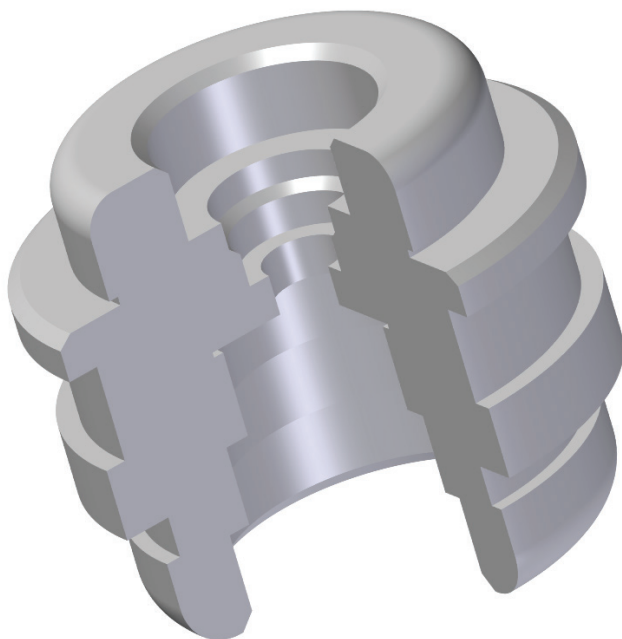
Rys. 10. 11. Model UL 1



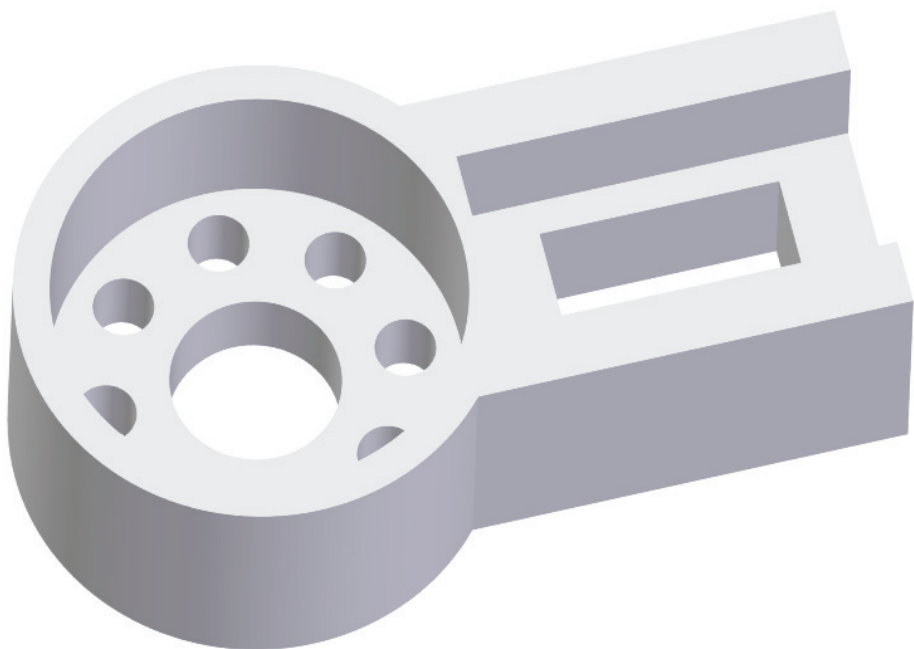
Rys. 10. 12. Model UL 2



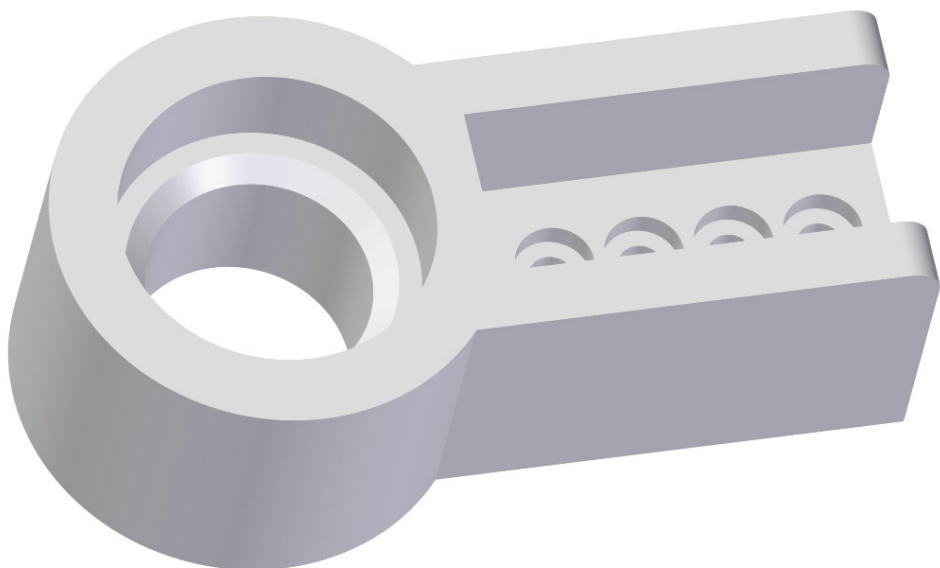
Rys. 10. 13. Model UG 1



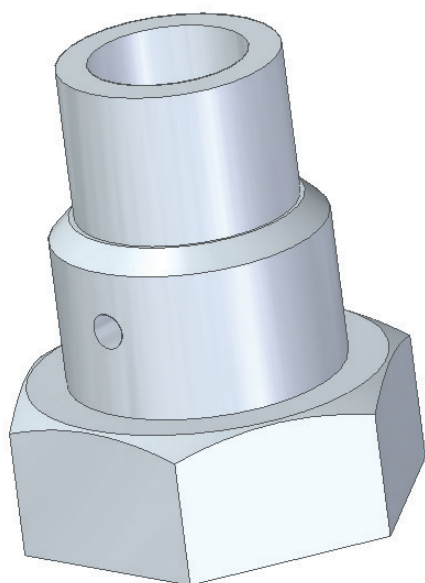
Rys. 10. 14. Model UG 2



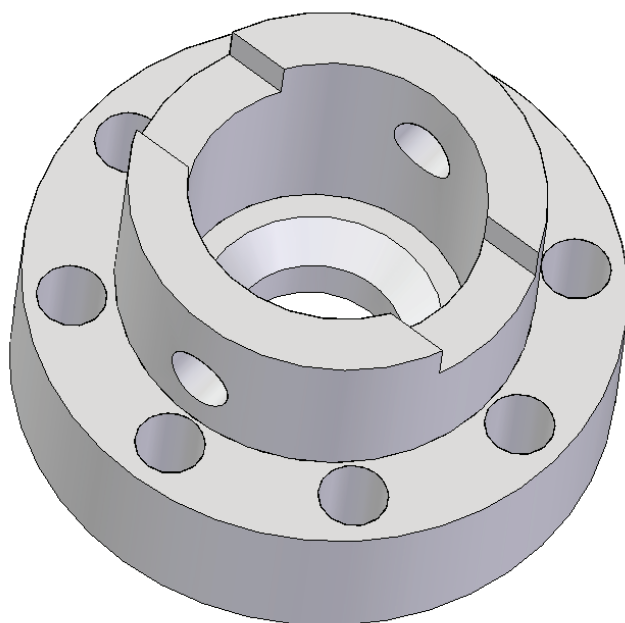
Rys. 10. 15. Model UE 1



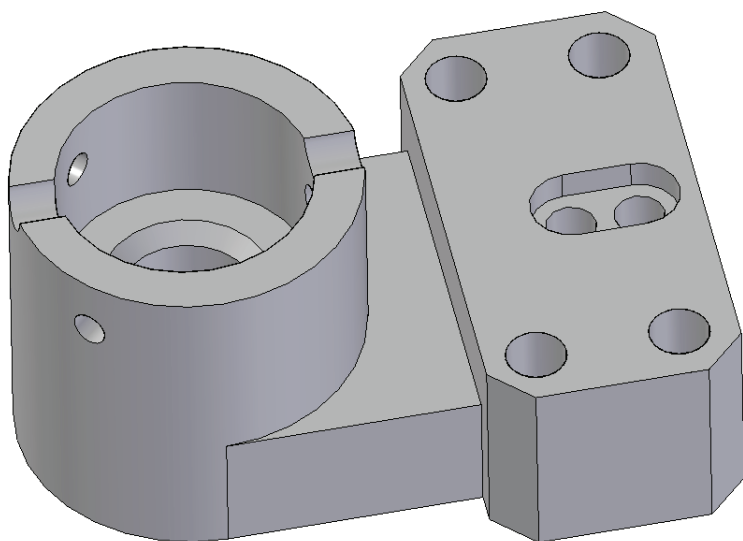
Rys. 10. 16. Model UE 2



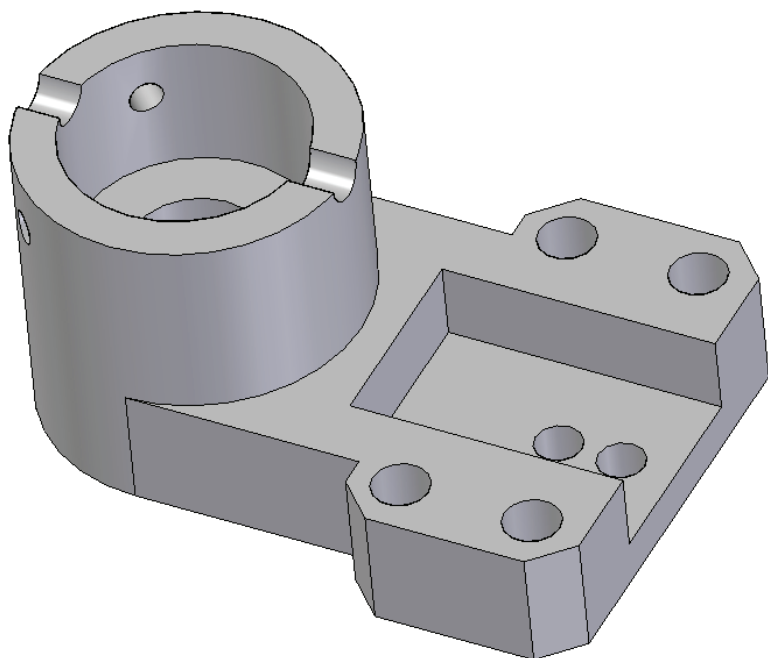
Rys. 10. 17. Model UF



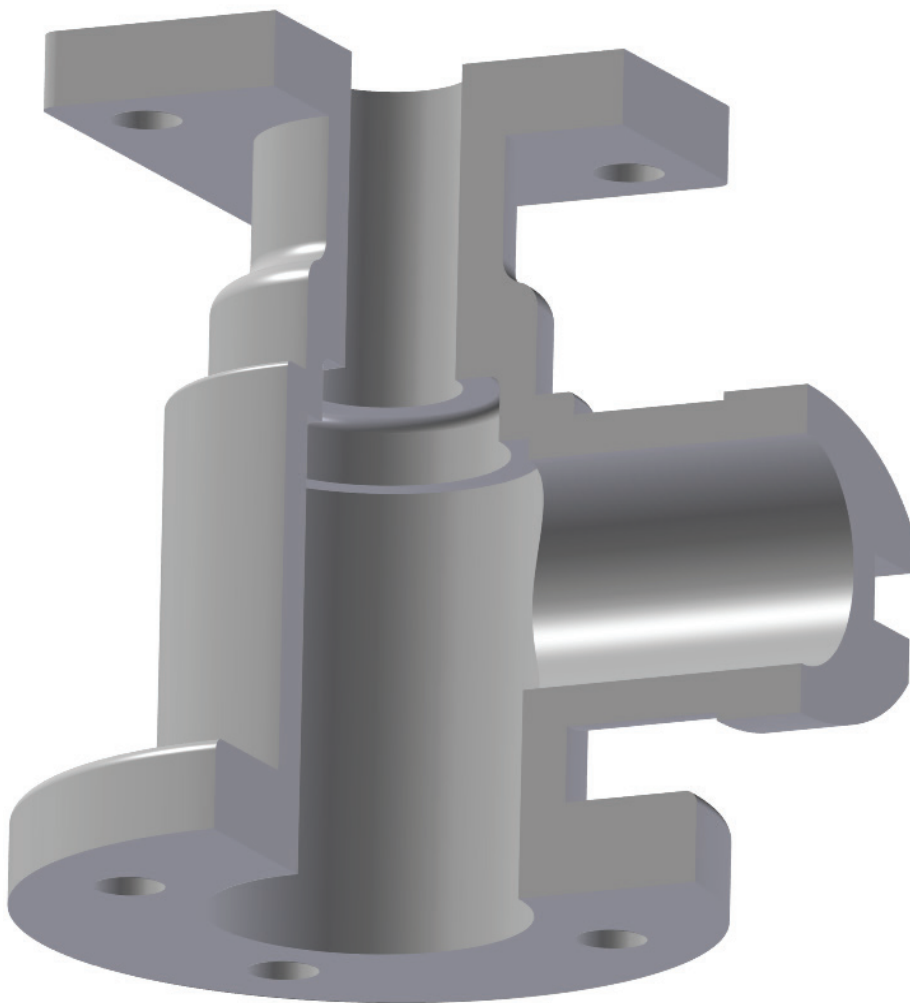
Rys. 10. 18. Model UT



Rys. 10. 19. Model UA 1



Rys. 10. 20. Model UA 2



Rys. 10. 21. Korpus

BIBLIOGRAFIA

1. Bajkowski J.: *Podstawy zapisu konstrukcji*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011.
2. Dobrzański T.: *Rysunek techniczny maszynowy*. Wydawnictwa Naukowo Techniczne, Warszawa 2013.
3. Graficzny zapis konstrukcji. *Przewodnik do zajęć projektowych*. Red. J. Jonak, Lublin 2006.
4. Lewandowski T.: *Rysunek techniczny dla mechaników*. WSiP, Warszawa 2013.
- PN-EN ISO 5457:2002 *Dokumentacja techniczna wyrobu – Wymiary i układ arkuszy rysunkowych*
- PN-ISO 128–24:2003 *Rysunek Techniczny. Zasady ogólne przedstawiania. Linie na rysunkach technicznych maszynowych*
- PN-EN ISO 3098-2:2002 *Dokumentacja techniczna wyrobu. Pismo. Alfabet łaciński, cyfry i znaki*
- PN-EN ISO 5455:1998 *Rysunek Techniczny. Podziałki*
- PN-EN ISO 5456-2:2002 *Rysunek Techniczny. Metody rzutowania. Przedstawianie prostokątne*
- PN-ISO 128–30:2006 *Rysunek Techniczny. Zasady ogólne przedstawiania. Wymagania podstawowe dotyczące rzutów*.
- PN-ISO 128–40:2006 *Rysunek Techniczny. Zasady ogólne przedstawiania. Wymagania podstawowe dotyczące przekrojów i kładów*
- PN-ISO 128–44:2006 *Rysunek Techniczny. Zasady ogólne przedstawiania. Przekroje i kłady na rysunkach technicznych maszynowych*
- PN-ISO 128-50:2006 *Rysunek techniczny. Zasady ogólne przedstawiania. Wymagania podstawowe dotyczące przedstawiania powierzchni na przekrojach i kładach*
- PN-ISO 129 i PN-ISO 129/Ak:1996 *Rysunek Techniczny. Wymiarowanie zasady ogólne. Definicje. Metody wykonania i oznaczenia specjalne*
- PN- EN ISO 1302:2002 *Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS). Oznaczanie struktury geometrycznej powierzchni w dokumentacji technicznej wyrobu*
- PN-EN ISO 286-1:2011 *Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS). Układ kodowania ISO tolerancji wymiarów liniowych. Podstawy tolerancji, odchyłek i pasowań*
- PN-EN ISO 286-2:2010 *Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS). System kodowania ISO dla tolerancji wymiarów liniowych. Tablice klas tolerancji normalnych oraz odchyłek granicznych otworów i wałków*
- PN-EN ISO 7083:1998 *Rysunek techniczny maszynowy. Symbole tolerancji geometrycznych. Proporcje i wymiary*
- PN-EN ISO 6410-1:2000 *Rysunek techniczny. Gwinty i części gwintowane. Zasady ogólne*
- PN-ISO 724:1995 *Gwinty metryczne ISO ogólnego przeznaczenia. Wymiary nominalne*
- PN-EN ISO 2553Ł2014-03 *Połączenia spawane, zgrzewane i lutowane. Umowne przedstawienie na rysunkach*
- PN-ISO 14:1994 *Połączenia wielowypustowe równoległe walcowe osiowane na średnicy wewnętrznej. Wymiary, tolerancje i sprawdzanie*
- PN-EN ISO 6413:2001 *Rysunek techniczny maszynowy. Przedstawianie wielowypustów i wielokarbów*

