



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



---

# **Materiały dydaktyczne**

## **Grafika inżynierska**

### **I semestr**

### **Laboratorium**



|   | Przedmiot:                    | <b>GRAFIKA INŻYNIERSKA</b>  |   |   |   |                              |   |   |           |   |                     |
|---|-------------------------------|-----------------------------|---|---|---|------------------------------|---|---|-----------|---|---------------------|
| <b>Kierunek: Mechatronika</b>                                     |                               |                             |   |   |   |                              |   |   |           |   |                     |
| <b>Rozkład zajęć w czasie studiów – Studia pierwszego stopnia</b> |                               |                             |   |   |   |                              |   |   |           |   |                     |
| Semestr   | Liczba tygodni<br>w semestrze | Liczba godzin<br>w tygodniu |   |   |   | Liczba godzin<br>w semestrze |   |   |           |   | Punkty<br>kredytowe |
|   |                               | A                           | C | L | S | Σ                            | A | C | L         | S |                     |
| I   | 15                            | –                           | – | 4 | – | 60                           | – | – | 60        | – | 4                   |
| Razem w czasie studiów  |                               |                             |   |   |   | <b>60</b>                    | – | – | <b>60</b> | – | <b>4</b>            |

### Związki z innymi przedmiotami:

- podstawy konstrukcji maszyn,
- inżynieria wytwarzania,
- technologia remontów,
- podstawy elektrotechniki i elektroniki,
- podstawy automatyki i robotyki,
- tłokowe silniki spalinowe i ich systemy sterowania,
- maszyny i urządzenia okrętowe,
- chłodnictwo, klimatyzacja i wentylacja,
- siłownie okrętowe,
- budowa okrętu i wyposażenie pokładowe.

### Zakres wiedzy do opanowania

Po wykonaniu ćwiczeń laboratoryjnych student powinien:

#### Znać →

1. Cele i zadania grafiki inżynierskiej;
2. Podstawowe normy (formaty arkuszy, podziałki rysunkowe, pismo, linie rysunkowe i ich zastosowanie);
3. Rysunkowe odwzorowania przedmiotów za pomocą rzutów prostokątnych na trzy i sześć rzutni;
4. Widoki, przekroje i kłady (zasady dokonywania przekrojów i kładów);
5. Zasady wymiarowania przedmiotów ze szczególnym uwzględnieniem sposobów wymiarowania i uproszczeń;
6. Tolerowanie wymiarów rysunkowych;
7. Chropowatość powierzchni i jej oznaczenia na rysunkach;
8. Uproszczenia rysunkowe połączeń;
9. Podstawowe zasady o konstrukcji okrętu handlowego, wymiarach głównych i liniach teoretycznych kadłuba;
10. Rysunki złożeniowe – wiadomości ogólne o czytaniu rysunku.

#### Umieć →

1. Wykonać rysunek na znormalizowanym formacie, przy zastosowaniu linii rysunkowych znormalizowanych i właściwie dobranej podziałce;
2. W oparciu o wiedzę podaną w przewodniku wykreślić podstawowe konstrukcje geometryczne takie jak: podział odcinków, rozwinięcie okręgu metodą Kochańskiego, wielokąty foremne, wykreślenie krzywych płaskich;
3. Narysować dowolny element maszynowy na trzy i sześć rzutni;



4. Dokonać przekroju elementu maszynowego;
5. Zwymiarować poprawnie element maszynowy z zastosowaniem wiadomości o tolerancji wymiarów rysunkowych i chropowatości powierzchni;
6. Narysować:
  - połączenia gwintowe,
  - połączenia wielowypustowe,
  - połączenia rurowe,
  - połączenia spawane,
  - połączenia lutowane, klejone i skurczowe;
7. Zaprojektować prosty schemat instrukcji rurociągowej okrętu handlowego, czytać poprawnie schematy rysunków siłowni okrętowych;
8. Wykonać rysunek złożeniowy łożyska ślizgowego lub sprzęgła prostego;
9. Czytać schematy i wykresy techniczne.

### Treści zajęć dydaktycznych

| Nr Tematu | Tematy i ich rozwinięcie   | Liczba godzin |   |   |    |   |
|-----------|--|---------------|---|---|----|---|
|           |  | Razem         | W | Ć | L  | S |
| Semestr I |  |               |   |   |    |   |
| 1.        | <b>Znormalizowane elementy rysunku technicznego:</b><br>A. formaty arkuszy,<br>B. podziałki,<br>C. grubości, rodzaje i zastosowanie linii rysunkowych ,<br>D. pismo techniczne,<br>E. układ rzutni,<br>F. widoki, przekroje, kłady.,<br>G. tabliczki znamionowe. | 19            | – | – | 19 | – |
| 2.        | <b>Połączenia gwintowe:</b><br>a) rodzaje gwintów,<br>b) oznaczenia,<br>c) uproszczenia rysunkowe.   | 2             | – | – | 2  | – |
| 3.        | <b>Połączenia spawane:</b><br>a) kształty spoin,<br>b) uproszczenia rysunkowe.   | 2             | – | – | 2  | – |
| 4.        | <b>Koła i przekładnie zębate – uproszczenia rysunkowe.</b>   | 5             | – | – | 5  | – |
| 5.        | <b>Istota i zasady wymiarowania w rysunku technicznym:</b><br>a) szczególne przypadki wymiarowania,<br>b) tolerancja i pasowanie w rysunku technicznym.  | 4             | – | – | 4  | – |
| 6.        | <b>Oznaczenia tolerancji kształtu, położenia i bicia.</b>  | 2             | – | – | 2  | – |
| 7.        | <b>Oznaczenie chropowatości powierzchni, informacje dodatkowe na rysunku technicznym.</b>  | 2             | – | – | 2  | – |
| 8.        | <b>Zasady sporządzania rysunków wykonawczych części maszyn.</b>  | 4             | – | – | 4  | – |
| 9.        | <b>Wykonywanie rysunków i wymiarowanie podstawowych elementów maszyn:</b><br>a) rysunek wykonawczy części maszyn,<br>b) rysunek złożeniowy.  | 10            | – | – | 10 | – |
| 10.       | <b>Wymiary główne i linie teoretyczne kadłuba.</b>   | 2             | – | – | 2  | – |
| 11.       | <b>Schematy instalacji siłowni okrętowych i zasady ich ryso-</b>   | 2             | – | – | 2  | – |



|                               |  |           |   |   |           |   |
|-------------------------------|--|-----------|---|---|-----------|---|
|                               | wania – czytanie schematów instalacji siłowni okrętowych.  |           |   |   |           |   |
| 12.                           | <b>Zasady sporządzania schematów układów hydraulicznych i pneumatycznych</b> , czytanie schematów układów hydraulicznych i pneumatycznych. | 2         | – | – | 2         | – |
| 13.                           | <b>Zasady sporządzania schematów instalacji elektrycznej</b> , czytanie schematów instalacji elektrycznej.                                 | 2         | – | – | 2         | – |
| 14.                           | <b>Czytanie rysunków technicznych</b> oraz schematów instalacji z dokumentacji technicznej statku.   | 2         | – | – | 2         | – |
| Razem                         |  | 60        | – | – | 60        | – |
| <b>Razem w czasie studiów</b> |  | <b>60</b> | – | – | <b>60</b> | – |

## I. Metody dydaktyczne

Przedmiot jest realizowany w formie ćwiczeń laboratoryjnych na I roku studiów. Pomoce dydaktyczne stanowią:

- literatura podstawowa i uzupełniająca do wykładów,
- skrypt do ćwiczeń laboratoryjnych,
- instrukcje stanowiskowe i zestawy programowych ćwiczeń laboratoryjnych,
- dzienniczki laboratoryjne studentów.

## II. Forma i warunki zaliczenia przedmiotu

### II-2. Forma i warunki zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych

- wykonanie i oddanie rysunków po każdym 4-godzinny bloku laboratoryjnym,
- zaliczenie z oceną.

## III. Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej

### Wykaz literatury do przedmiotu

1. Grzybowski L.: Geometria wykreślna, skrypt WSM, 2002.
2. Dobrzański T.: Rysunek techniczny maszynowy, WNT, 2006.
3. Otto F., Otto E.: Podręcznik geometrii wykreślnej, PWN 1975.
4. Foley J. i inni: Wprowadzenie do grafiki komputerowej, WNT Warszawa, 2001.
5. Drozdowski J.: Rysunek techniczny, skrypt WSM, 1992





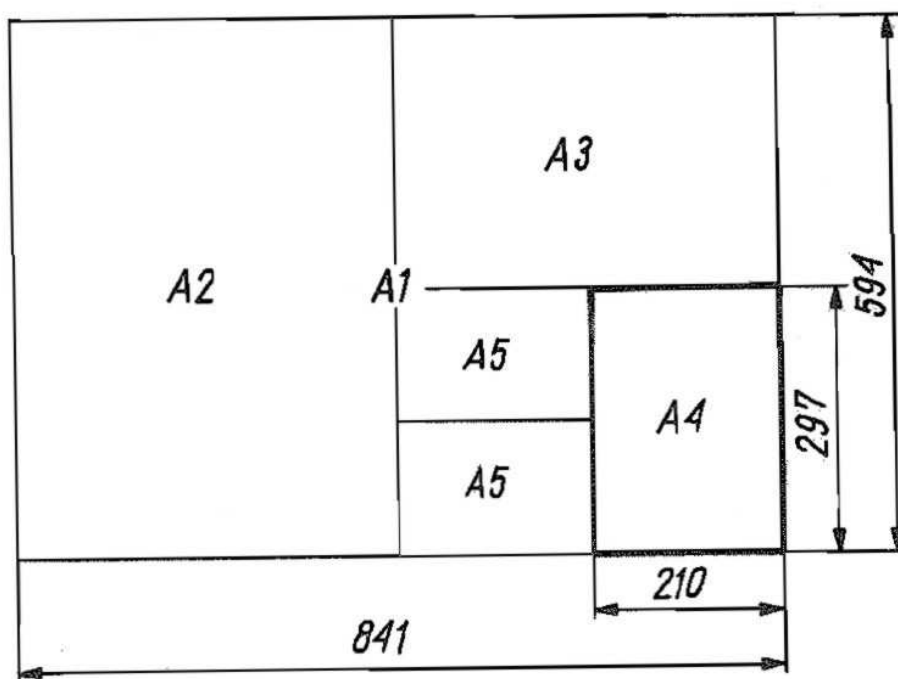
## Temat 1 Znormalizowane elementy rysunku technicznego (19 godz.):

- A. Formaty arkuszy
- B. Podziały
- C. Grubości, rodzaje i zastosowanie linii rysunkowych
- D. Pismo techniczne
- E. Układ rzutni
- F. Widoki, przekroje, kłady

Do wykonywania wszystkich prac z grafiki inżynierskiej niezbędne jest poznanie podstawowych zasad rządzących rysunkiem maszynowym. Informacje te, w niezbędnym skrócie zostały podane poniżej:

### Zagadnienie 1.A Formaty arkuszy

**Formatem zasadniczym** arkusza jest format A4 o wymiarach 210x297 mm. Formaty A3, A2, A1 i A0 powstają przez zwielokrotnienie formatu A4, przy czym format A3 = 2A4, format A2 = 2A3 = 4A4 itd. (rys. 1.1).



Rys. 1.1. Tworzenie z formatu A4 formatów podstawowych, większych od niego i mniejszych

Formaty od A4 do A0 noszą nazwę **formatów podstawowych**, w odróżnieniu od **formatów pochodnych**, tworzonych przez zwielokrotnienie krótszych boków formatów podstawowych. Oznaczenie formatu pochodnego składa się z oznaczenia formatu podstawowego i jego wielokrotności (w liczbach całkowitych), np. A4x6.

W razie potrzeby stosowania formatów pochodnych zaleca się formaty: A4x3 (297x630 mm) do A4x9 (297x1 892 mm), A3x3 (420x891 mm) do A3x7 (420x2080 mm), A2x3 (594x1261 mm) do A2x5



(594x2102 mm), A1x3 (841x1783 mm), A1x4 (841x2378 mm), A0x2 (1189x1682 mm) i A0x3 (1189x2523 mm).

Formatem arkusza jest *format kopii* (odbitki) rysunku po jej obcięciu. Oryginał rysunku ma po obcięciu wymiary większe od wymiarów kopii o 10 mm, w celu umożliwienia oklejenia go taśmą wzmacniającą, zaś wymiary arkusza, na którym ma być wykonany oryginał rysunku, powinny być większe o co najmniej 6 mm od wymiarów oryginału po obcięciu. Wymiary formatów podstawowych podano w tabl. 2.1.

Każdy arkusz powinien mieć **obramowanie** pola rysunku, w odległości  $a$  od linii obcięcia kopii, przy czym  $a = 5$  mm na formatach A3 i mniejszych oraz  $a = 7-10$  mm na formatach większych. Grubość linii obramowania min. 0,7 mm.

### Zagadnienie 1.B Podziałki

**Podziałką rysunku** nazywa się stosunek liczby wymiarów liniowych przedstawionych na rysunku do odpowiednich rzeczywistych wymiarów liniowych rysowanego przedmiotu.

W rysunku maszynowym stosuje się następujące znormalizowane podziałki

Zwiększające – 50:1, 20:1, 5:1, 2:1

Naturalna - 1:1

Zmniejszające – 1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200, 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10000

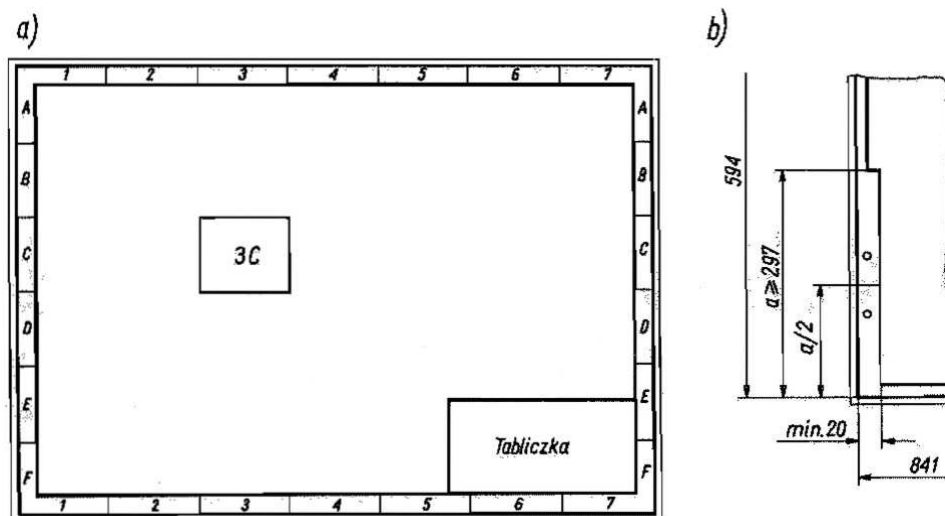
Układ podziałek można rozszerzyć, stosując wielokrotność 10. Dopuszcza się stosowanie podziałek o wartościach pośrednich.

### Zagadnienie 1.C Grubości, rodzaje i zastosowanie linii rysunkowych

Do wykonywania rysunków technicznych maszynowych służą następujące rodzaje linii (rys. 1.3):

- a) linia ciągła,
- b) linia kreskowa,
- c) linia punktowa,
- d) linia dwupunktowa,
- e) linia falista,
- f) linia zygzakowa.

Poza tym rozróżnia się linie **bardzo grube** (o grubości  $2a$ ), linie **grube** (o grubości  $a$ ) i linie **cienkie** (o grubości  $b = a/3$ )<sup>1</sup>.



Rys. 1.2 Arkusze oryginału rysunku po obcięciu: a) z podziałem pola rysunku na strefy, b) z polem wpinania do zeszytu

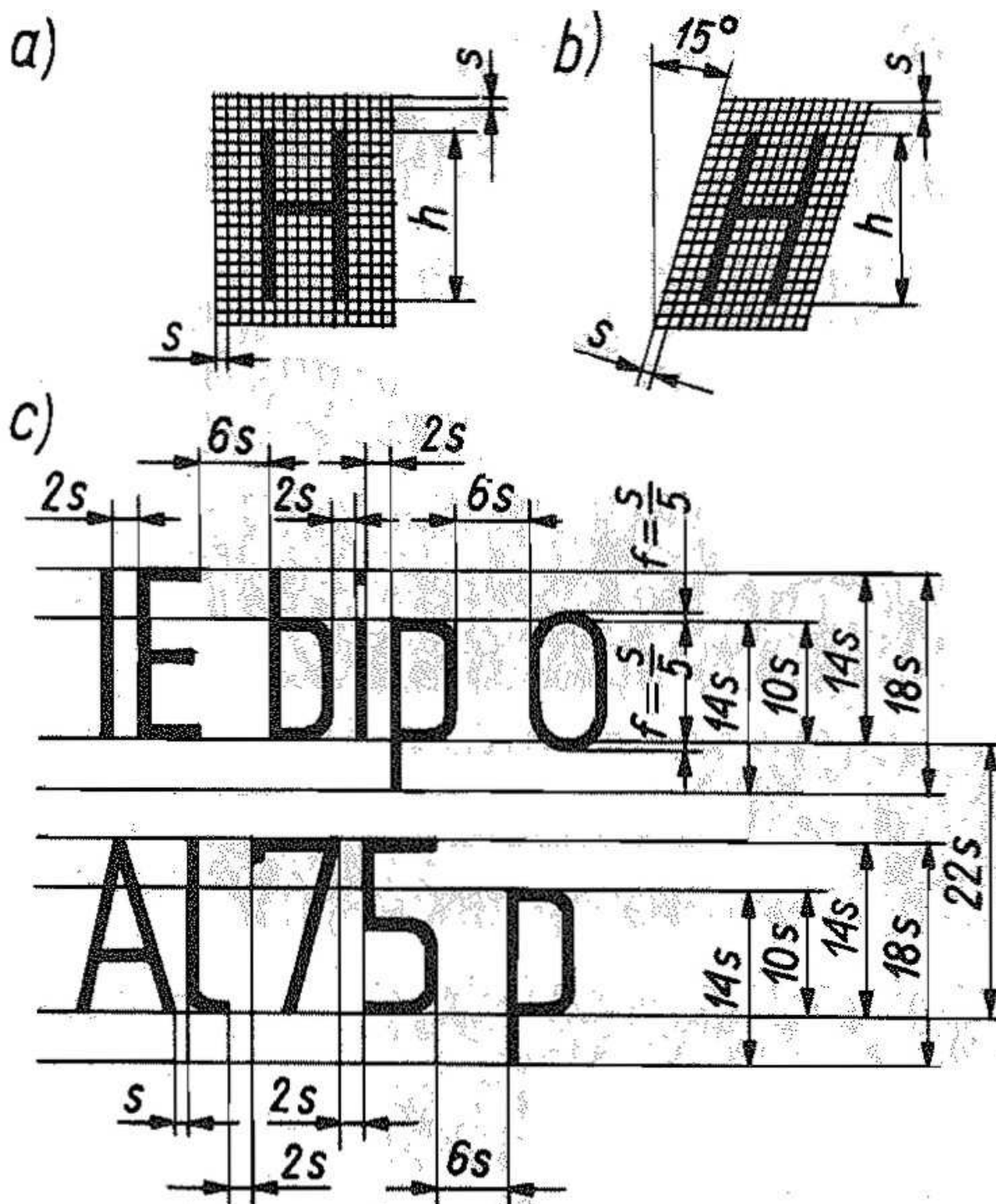
| Linia              | <i>bardzo gruba</i> | <i>gruba</i> | <i>cienka</i> ( $b \approx \frac{a}{3}$ ) |
|--------------------|---------------------|--------------|---|
| <i>ciągła</i>      |                     |              |   |
| <i>kreskowa</i>    |                     |              |   |
| <i>punktowa</i>    |                     |              |   |
| <i>dwupunktowa</i> |                     |              |   |
| <i>falista</i>     |                     |              |   |
| <i>zygzakowa</i>   |                     |              |   |

Rys. 1.3 Rodzaje linii rysunkowych

### Rysunki do wykonania:

#### 1. Arkusz pisma technicznego

Należy oddać arkusz pisma technicznego narysowanego poniżej wg podanych zasad.



Rys. 1.4 Wymiary pisma technicznego rodzaju A.

### Zagadnienie 1.D Pismo techniczne

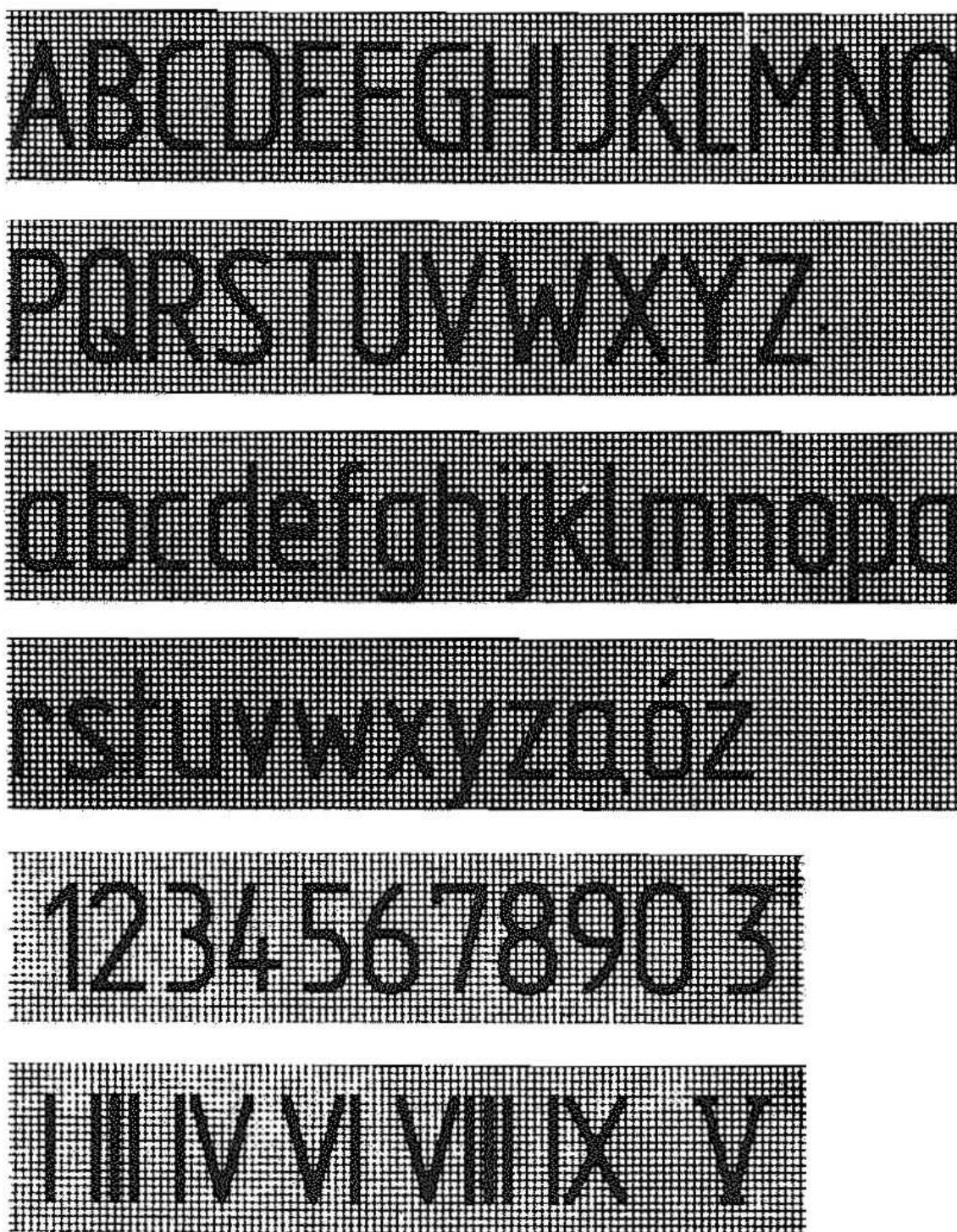
Do opisywania rysunków technicznych maszynowych stosuje się **pismo rodzaju A** lub **rodzaju B** (norma PN-80/N-01606). Konstrukcja pisma jest oparta na siatce pomocniczej kwadratowej (rys. 1.5)





o wysokości rombu  $s$ , równej grubości linii liter, cyfr i znaków. Kąt nachylenia siatki rombowej względem pionu wynosi  $15^\circ$ .

W piśmie rodzaju **A** wysokość  $h$  pisma i jednocześnie wysokość wielkich liter i cyfr wynosi  $14s$ , małych liter zaś (bez lasek w górę i w dół) -  $10s$ . W piśmie rodzaju **B** wysokość  $h$  pisma i jednocześnie wysokość wielkich liter i cyfr wynosi  $10s$ , małych liter zaś -  $7s$ .



Rys. 1.5 Pismo proste rodzaju A łacińskie oraz cyfry



Tabela 1.1 Zalecane wysokości pisma od formatu arkusza w mm

| Format arkusza | Wysokość pisma $h$ w napisach |              |             | Wysokość pisma $h$ w wymiarowaniu i uwagach |
|----------------|-------------------------------|--------------|-------------|---|
|                | głównych                      | pomocniczych | podrzędnych |   |
| A0 i większe   | 14 i 10                       | 10 i 7       | 7 i 5       | 5 i 3,5                                     |
| A1 i A2        | 10 i 7                        | 7 i 5        | 5 i 3,5     | 3,5 i 2,5                                   |
| A3 i A4        | 7 i 5                         | 5 i 3,5      | 3,5 i 2,5   | 3,5 i 2,5                                   |

Każdy rysunek oddany do sprawdzenia musi posiadać tabliczkę rysunkową:

Istnieje niezliczona ilość tabliczek rysunkowych różniących się między sobą kształtem i wielkością, ilością umieszczonych nich informacji oraz rozmieszczeniem tych informacji w polu tabliczki. Ta ogromna różnorodność tabliczek rysunkowych wynika głównie z tego, że w zależności od: dziedziny techniki czy branży przemysłowej, wielkości zakładu oraz przeznaczenia tabliczki rysunkowej, najbardziej celowe rozwiązania tabliczek muszą być niekiedy całkowicie odmienne. Dlatego też nie jest możliwe stworzenie najlepszej, uniwersalnej tabliczki rysunkowej, można natomiast sprecyzować pewne wytyczne, dotyczące danych jakie powinny znaleźć się w typowej tabliczce rysunkowej.

|            |       |       |            |          |       |
|------------|-------|-------|------------|----------|-------|
|            |       |       |            |          |       |
|            |       |       |            |          |       |
| Nr pozycji | Nazwa | Ilość | Oznaczenie | Materiał | Uwagi |

Rys. 1.6 Rozmieszczenie kolumn z informacjami w wykazie części

Na rysunkach złożeniowych tabliczkę rysunkową podstawowa uzupełnia się umieszczonym nad nią wykazem części, zawierającym kolumny pokazane na rys. 1.6.

W kolumnę „Nr pozycji” wpisuje się kolejne numery, którymi części lub zespoły SA oznaczone na rysunku, przy czym numeracja części w wykazie powinna biec od dołu ku górze.

W kolumnę „Nazwa” wpisuje się nazwę części lub zespołu; gdy część lub zespół jest znormalizowany – wpisuje się jego oznaczenie z odpowiedniej normy przedmiotowej.

W kolumnę „Ilość” wpisuje się ilość sztuk jednakowych części lub zespołów wchodzących w skład narysowanego przedmiotu.

W kolumnę „Oznaczenie” wpisuje się numer rysunku części lub zespołu, albo numer normy części znormalizowanej.

W kolumnę „Materiał” wpisuje się jego oznaczenie wg odpowiedniej normy.

W kolumnę „Uwagi” wpisuje się dane uzupełniające, np. oznaczenie położenia części lub zespołu na rysunku.

## Zagadnienie 1.E Układ rzutni

### Rysunki do wykonania:

2. Rzutowanie prostokątne części prostej na sześć rzutnie metodą europejską lub amerykańską.
3. Rzutowanie prostokątne części maszynowej na trzy rzutnie metodą europejską.



## Rzutowanie prostokątne metodą europejską - E

Rzutowanie prostokątne **metodą europejską - E** polega na wyznaczaniu rzutów prostokątnych przedmiotu na wzajemnie prostopadłych rzutniach, przy założeniu, że przedmiot rzutowany znajduje się między obserwatorem i rzutnią.

Jeżeli umieścimy przedmiot wewnątrz wyobraźalnego prostopadłościanu (rys. 1.7.a), którego wszystkie ściany są rzutniami, i wyznaczymy na tych rzutniach rzuty prostokątne przedmiotu wg metody E, to po rozwinięciu ścian prostopadłościanu w sposób pokazany na rys. 1.7b otrzymamy układ rzutów tego przedmiotu pokazany na rys. ...

Poszczególne rzuty mają następujące nazwy (rys. 1.7):

- rzut w kierunku **A** - *rzut z przodu (rzut główny)*,
- 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*.

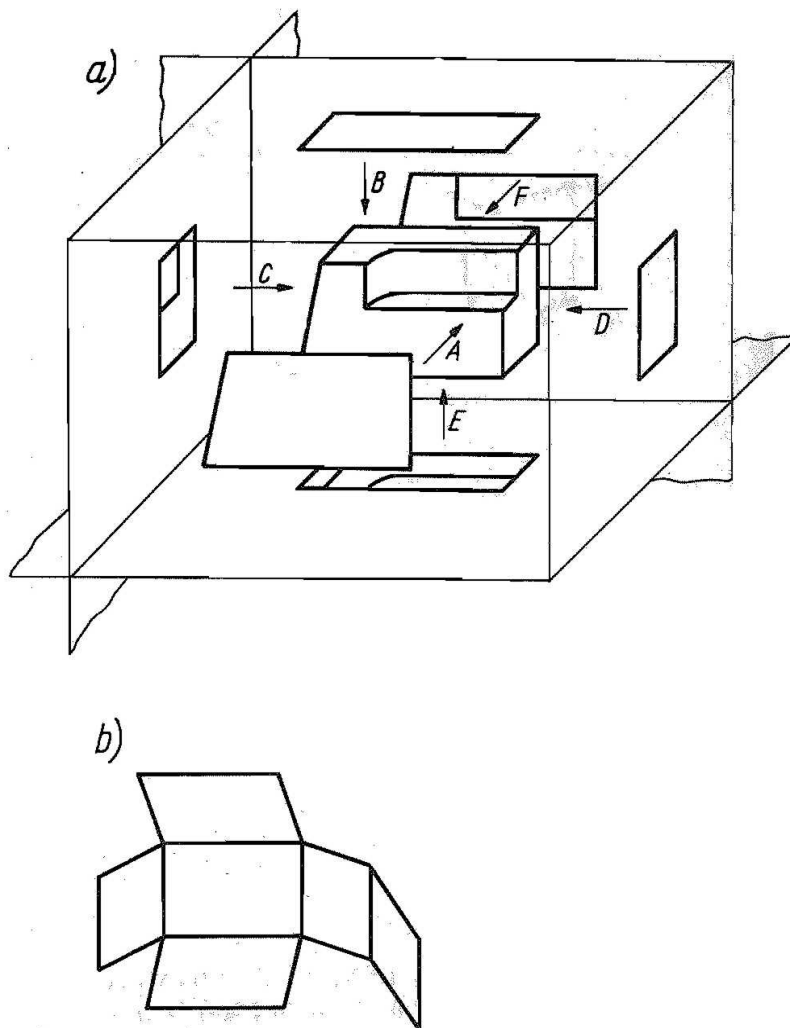
Rzut z tyłu można w razie konieczności umieścić z lewej strony rzutu **D**

Oznaczeniem graficznym rzutowania metodą E są dwa rzuty stożka ściętego

Oznaczenie to, jeśli jest potrzebne (np. na rysunkach licencyjnych), należy umieścić w tabliczce rysunkowej.

Rzutowanie metodą europejską E obowiązuje w Polsce i w wielu innych krajach.





Rys. 1.7 Prostopadłościan rzutni

### Zagadnienie 1.F Widoki, przekroje i kłady

#### Rysunki do wykonania:

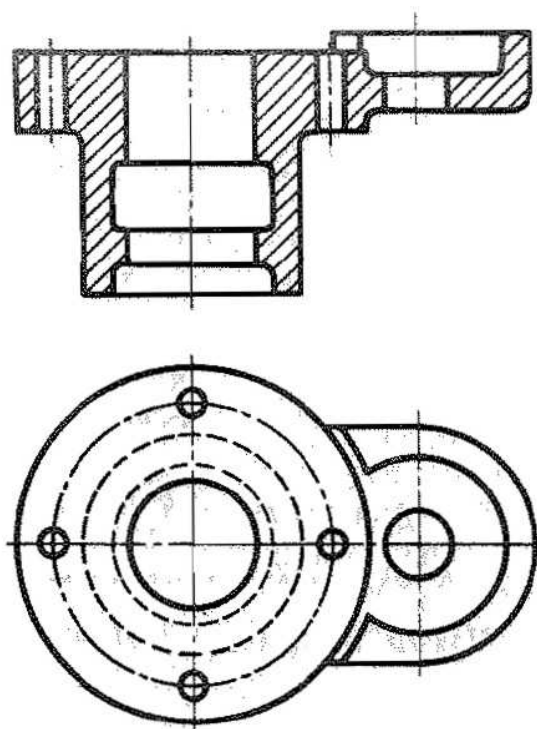
4. Wykonanie przekroju średnio trudnej części maszynowej.

#### Położenie przedmiotu na rysunku

Rzutami przedmiotów mogą być zarówno **widoki**, przedstawiające ich zewnętrzne kształty, jak i **przekroje**, które pokazują budowę wewnętrzną przedmiotów wydrążonych (rys. 1.8)

Przekrój powstaje przez przecięcie przedmiotu wyobraźnią płaszczyzną (płaszczyzną przekroju) i odrzucenie tej części przedmiotu, która znajduje się przed płaszczyzną przekroju. W ten sposób zostaje odsłonięta część wnętrza przedmiotu znajdująca się poza płaszczyzną przekroju. Przekrój przedstawia więc zarys figury leżącej w płaszczyźnie przekroju oraz widoczne zarysy i krawędzie przedmiotu leżące za tą płaszczyzną.





Rys. 1.8 Widok i przekrój przedmiotu

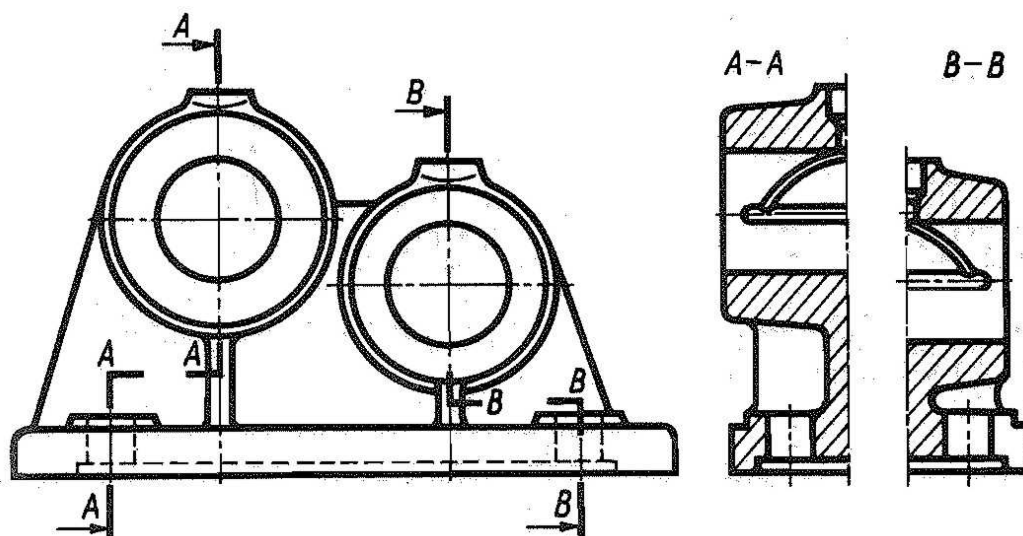
Przy rysowaniu przedmiotów w rzutach prostokątnych należy stosować następujące zasady:

1. Liczba rzutów powinna być ograniczona do minimum niezbędnego do jednoznacznego przedstawienia kształtów przedmiotu i zwymiarowania go.
2. Przedmiot rysowany powinien być tak ustawiony wewnątrz wyobraźnego prostopadłościanu (rys. 1.7a), aby większość jego charakterystycznych płaszczyzn i osi była równoległa lub prostopadła do rzutni, gdyż ułatwia to rysowanie i wymiarowanie.
3. Rzut główny zarówno rysunku złożeniowego jak i rysunku pojedynczej części maszynowej, powinien – jeśli jest to możliwe – przedstawiać przedmiot w położeniu, jakie ma on zajmować w rzeczywistości (tzw. położenie użytkowe), widziany od strony uwidaczniającej najwięcej jego cech charakterystycznych. Od zasady tej dopuszcza się następujące odstępstwa:
  - a) długie przedmioty, których położenie użytkowe jest pionowe, można rysować w położeniu poziomym, przy czym dolną część przedmiotu umieszcza się z prawej strony rzutu,
  - b) przedmioty, których położenie użytkowe nie jest ani poziome, ani pionowe oraz przedmioty, które przyjmują różne położenia podczas użytkowania (np. korbowody), rysuje się w położeniu poziomym lub pionowym.

### Oznaczanie i kreskowanie przekrojów

Położenie płaszczyzny przekroju zaznacza się w rzucie na płaszczyznę do niej prostopadłą dwiema krótkimi, grubymi kreskami, nie przecinającymi zewnętrznego zarysu przedmiotu (rys.1.9a) oraz strzałkami wskazującymi kierunek rzutowania przekroju, umieszczonymi w odległości 2-3 mm od zewnętrznych końców grubych kresk. Płaszczyznę przekroju oznacza się dwiema jednakowymi wielkimi literami, które pisze się obok strzałek, a nad rzutem przekroju powtarza się te litery, rozdzielając je poziomą kreską.

Jeżeli na rysunku jest więcej niż jeden przekrój, to oznacza się je kolejnymi wielkimi literami alfabetu łacińskiego (rys.1.9b), z wyjątkiem liter: *I, O, R, Q i X*. Jeżeli zaś liczba przekrojów przekracza liczbę liter w alfabecie, stosuje się litery z cyframi, np. *A1-A1, B1-B1*.



Rys. 1.9 Kreskowanie pól: a) tego samego przekroju, b) dwóch stykających się półprzekrojów

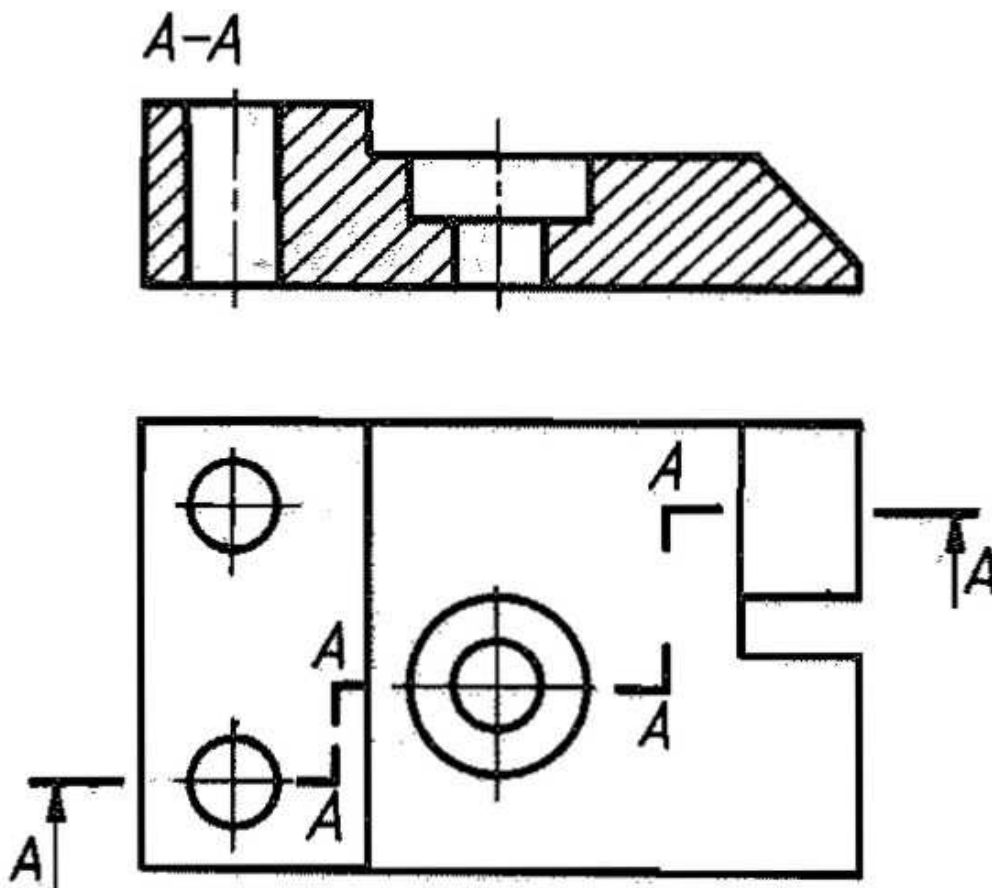
Pola przekroju, tj. obszary, w których płaszczyzna przekroju przecina materiał, kreskuje się liniami cienkimi. **Linie kreskowania** powinny być nachylone pod kątem  $45^\circ$  do linii zarysu przekroju, do jego osi lub do poziomu. Przekroje zagięte można kreskować pod kątem  $30^\circ$ , a gdy są długie i wąskie (ale co najmniej o szerokości 2 mm) można je kreskować tylko przy końcach i w pobliżu ewentualnych otworów, zaś przekroje i kłady jeszcze węższe można zaczerńnić, pozostawiając między zaczerntonymi przekrojami prześwit.

**Podziałka kreskowania** (odległość między sąsiednimi kreskami) zależy od wielkości kreskowanego pola i można wynosić od 0,5 mm dla bardzo małych pól do 5 mm dla pól dużych. Jeśli pola tego samego przekroju lub kilku przekrojów tego samego przedmiotu różnią się wielkością, to podziałkę kreskowania (jednakową dla wszystkich pól) lepiej dobierać wg największego pola.

Kreskowanie dwóch lub więcej pól przekroju na jednym rzucie powinno przebiegać wzdłuż tych samych linii prostych (rys. 1.9a), natomiast kreskowanie dwóch stykających się półprzekrojów powinno być przesunięte o pół podziałki (rys. 1.9b).

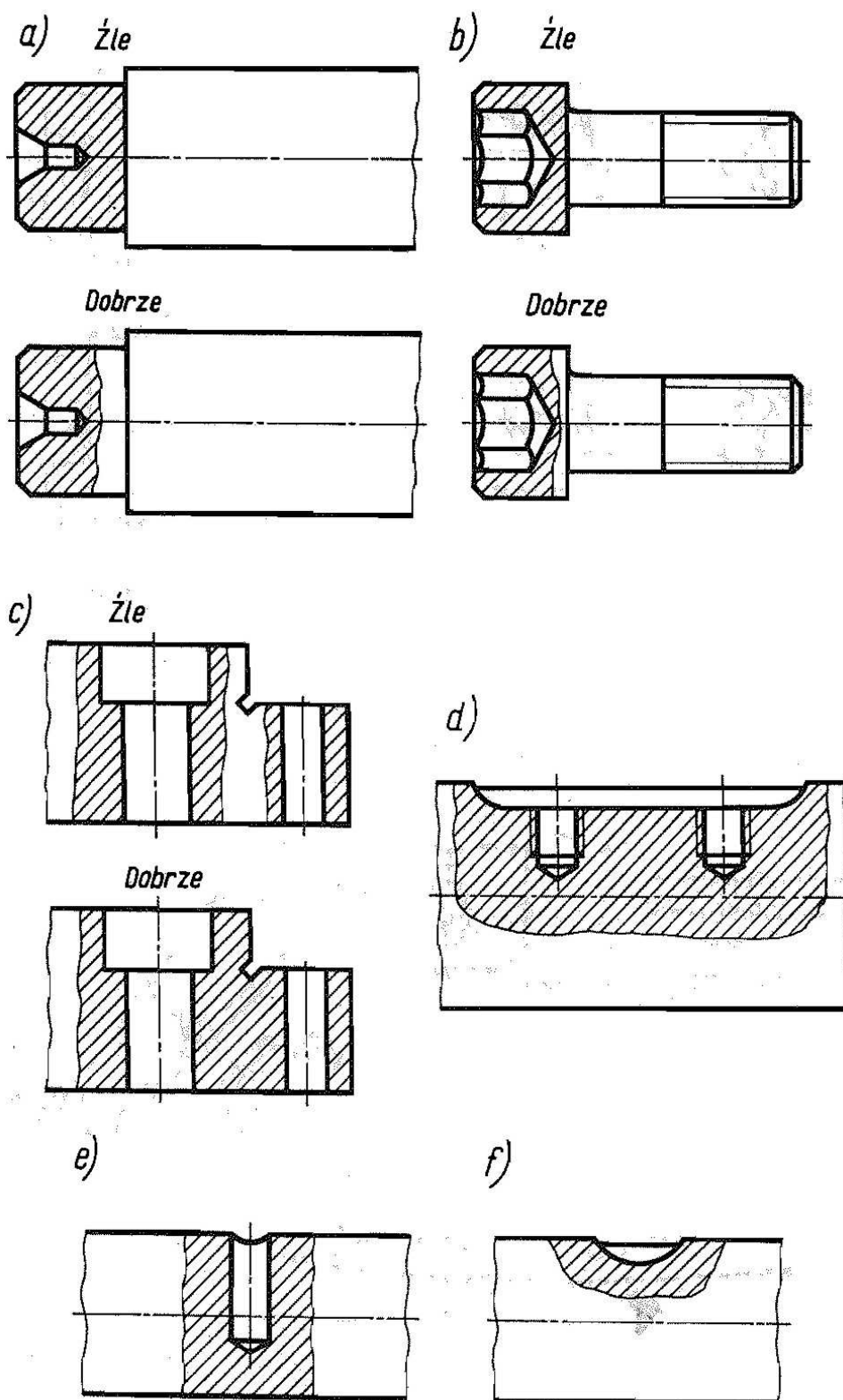
Kreskowanie przekrojów tego samego przedmiotu w różnych rzutach powinno mieć jednakowy kierunek i podziałkę.

Na rysunkach złożeniowych kreskowanie przekrojów stykających się ze sobą części powinno się różnić kierunkiem (i ewentualnie podziałką), a gdy to jest niemożliwe – tylko podziałką.



Rys. 1.10 Przekrój stopniowy

**Przekrój stopniowy** jest to przekrój dwiema lub więcej płaszczyznami równoległymi (rys. 1.10); na rzucie takiego przekroju przedstawia się tylko części przedmiotu leżące w tych płaszczyznach równoległych.



Rys. 1.11 Przekroje częściowe (wyrwania)



**Przekroje cząstkowe** rysuje się jako przekroje miejscowe (tzw. **wyrwania**) na widokach przedmiotów i ogranicza się je linią falistą lub zygzakową (rys. 1.11).

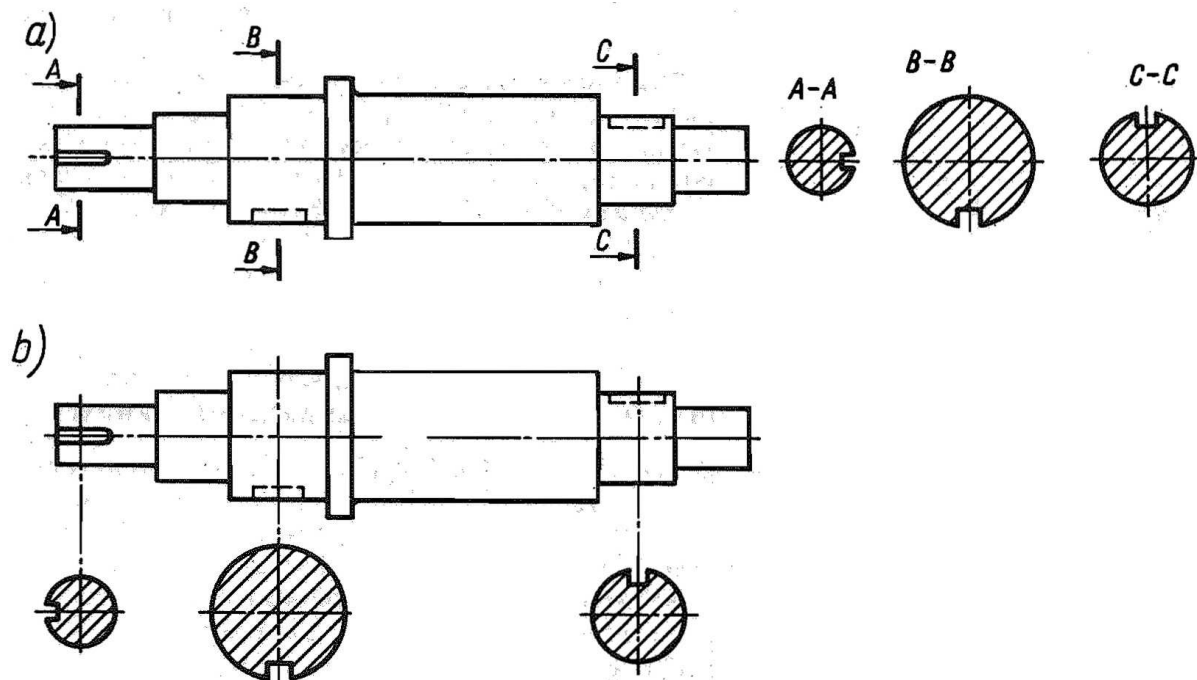
Przy rysowaniu przekrojów cząstkowych należy pamiętać, że:

- linia ograniczająca przekrój nie powinna nigdy pokrywać się z linią przedmiotu (rys. 1.11a i 1.11b);
- kilka drobnych, blisko siebie położonych przekrojów cząstkowych lepiej jest łączyć w jeden większy (rys. 1.11c);
- przekroje cząstkowe dochodzące do osi przedmiotu lub przechodzące przez cały przedmiot ogranicza się w sposób pokazany na rys. 1.11d oraz 1.11e .
- przekrój cząstkowy powinien obejmować tylko taki obszar, jaki jest potrzebny do pokazaniażądanego szczegółu budowy przedmiotu (rys. 1.11f),
- jeżeli przedmiot jest symetryczny względem płaszczyzny prostopadłej do płaszczyzny rzutu, to przekrój może obejmować całą jego szerokość.

## Kłady

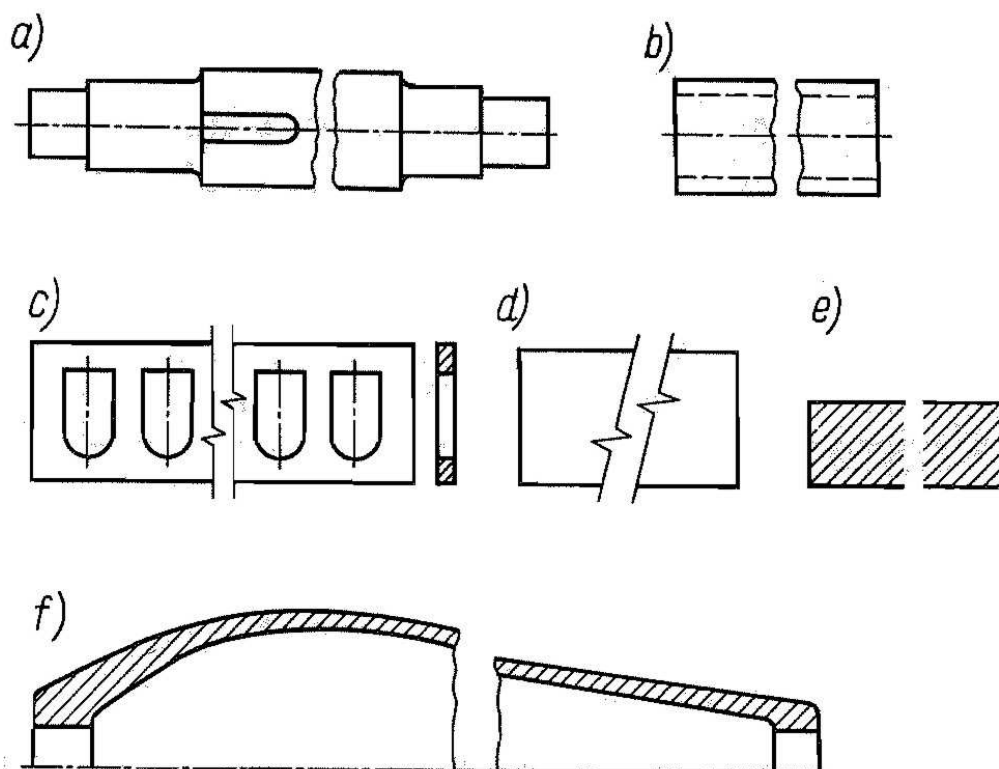
Czasami łatwiejszym i prostszym sposobem pokazania przedmiotu jest pokazanie jego kładu.

**Kład** jest to zarys figury płaskiej leżącej w płaszczyźnie poprzecznego przekroju przedmiotu<sup>1)</sup>, obrócony wraz z tą płaszczyzną o  $90^\circ$  i położony na widoku przedmiotu (**kład miejscowy** , lub poza jego zarysem, (**kład przesunięty**) Kierunek obrotu płaszczyzny przekroju wraz z kładem powinien być zgodny z kierunkiem patrzenia na przedmiot od strony prawej.

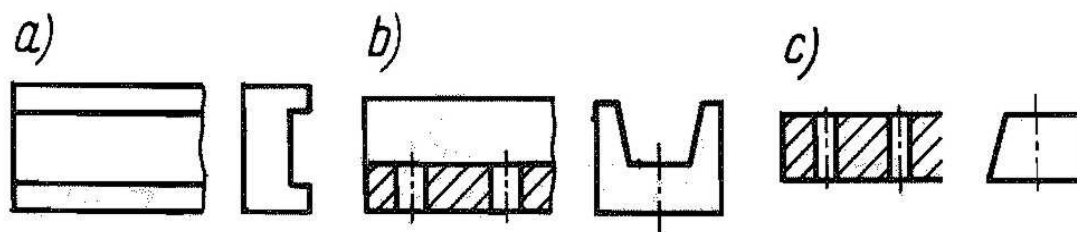


Rys. 1.12 Kilka kładów jednego przedmiotu.





Rys. 1.14 Przerwanie długich przedmiotów na rysunkach



Rys. 1.15 Urywanie przedmiotów na rysunkach

Kilka kładów jednego przedmiotu można rozmieścić na arkuszu:

- zgodnie z metodą rzutowania E, oznaczając kłady jak przekroje (rys. 1.12a)
- jako kłady przesunięte wzdłuż śladów płaszczyzn przekrojów (rys. 1.12b)
- w dowolnych miejscach na arkuszu, oznaczając je jak przekroje.

### Przerwanie i urywanie przedmiotów na rysunkach

Przedmioty długie można na rysunkach skracać, usuwając ich część środkową, jeśli nie wywoła to wątpliwość co do ich kształtu (rys. 1.14). Obie części przerwanego widoku przedmiotu ogranicza się linią falistą lub zygzakową (rzadziej, głównie gdy linie przerywania są długie), jak na rys. 1.14a-d, przy czym dopuszcza się ukośne położenie linii przerywania (rys. 1.14d). Przekroje przerywa się w sposób pokazany na rys. 1.14e, a gdy przerywanie obejmuje zarówno widok, jak i przekrój - przerywanie ogranicza się linią falistą (rys. 1.14f).



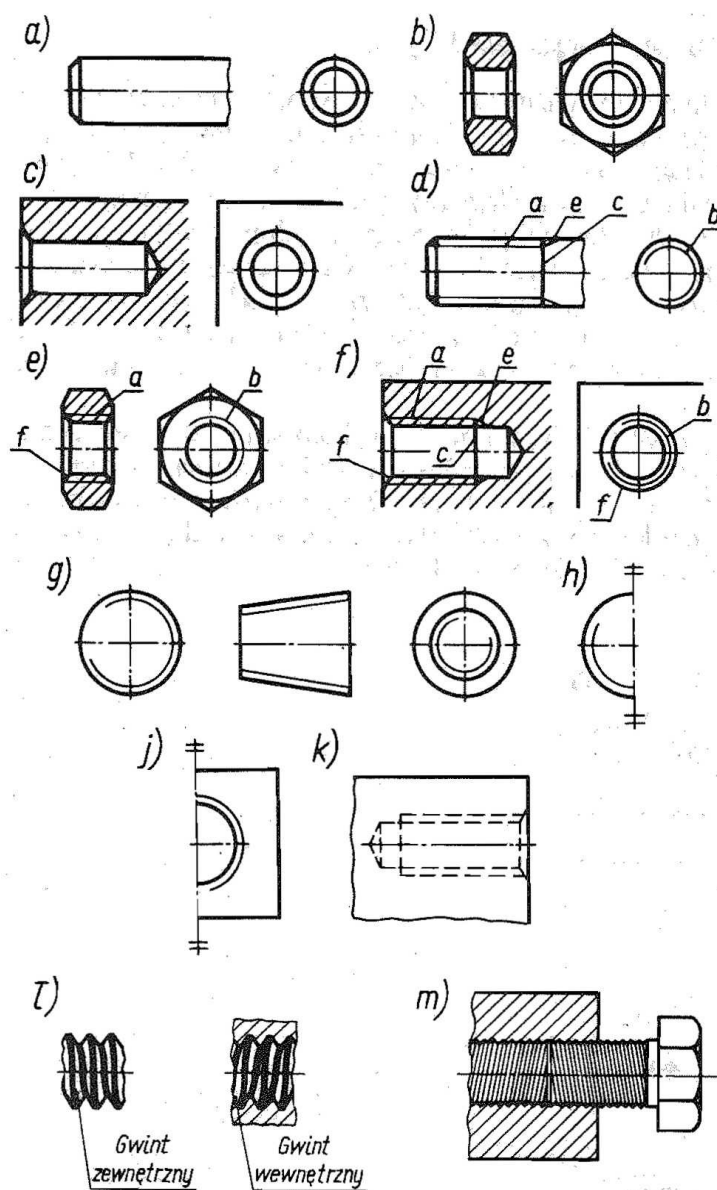
## Temat 2: Połączenia gwintowe (2 godz.):

- a) rodzaje gwintów,
- b) oznaczenia,
- c) uproszczenia rysunkowe.

### Rysunki do wykonania:

#### 5. Połączenie gwintowe z modelu rzeczywistego

Rysunek rzeczywistego połączenia gwintowego części maszyn należy wykonać posługując się poniższym tekstem i rysunkami:



Rys. 2.1 Rysowanie gwintów zewnętrznych i wewnętrznych



Gwinty w sposób szczegółowy rysuje się - ze względu na pracochłonność takich rysunków - tylko w szczególnych przypadkach, np. na niektórych rysunkach poglądowych przeznaczonych do celów szkoleniowych (rys. 2.1f) i gdy jest to możliwe, linią śrubową zaleca się przedstawiać jako linię prostą (rys. 2.1m). We wszystkich pozostałych przypadkach gwinty przedstawia się na rysunkach w uproszczeniu, a mianowicie:

- element z gwintem (śrubę, otwór, itp.) rysuje się tak, jak on wygląda przed wykonaniem gwintu (rys. 2.1a-c),
- gwint zaznacza się: w rzucie na płaszczyznę równoległą do osi gwintu - dwiema cienkimi liniami *a* obrazującymi dna wrębów gwintu (rys. 2.1d-g), zaś w rzucie na płaszczyznę prostopadłą do osi gwintu - cienkim łukiem *b* i o długości ok. 3/4 obwodu, przy czym linia ta nie powinna ani zaczynać się, ani kończyć na liniach osi, chyba że gwint jest przedstawiony w półwidoku lub półprzekroju (rys. 2.1h oraz 2.1j). Odległość linii *a* i *b* od zarysów elementów gwintowanych powinna być w zasadzie równa w przybliżeniu wysokości gwintu, lecz nie mniejsza niż 0,8 mm.

Długość użytkową gwintu zaznacza się linią grubą (rys. 2.1d oraz 2.1f). Długością użytkową gwintu jest w zasadzie długość gwintu o pełnym zakresie, bez wyjścia *e* gwintu.

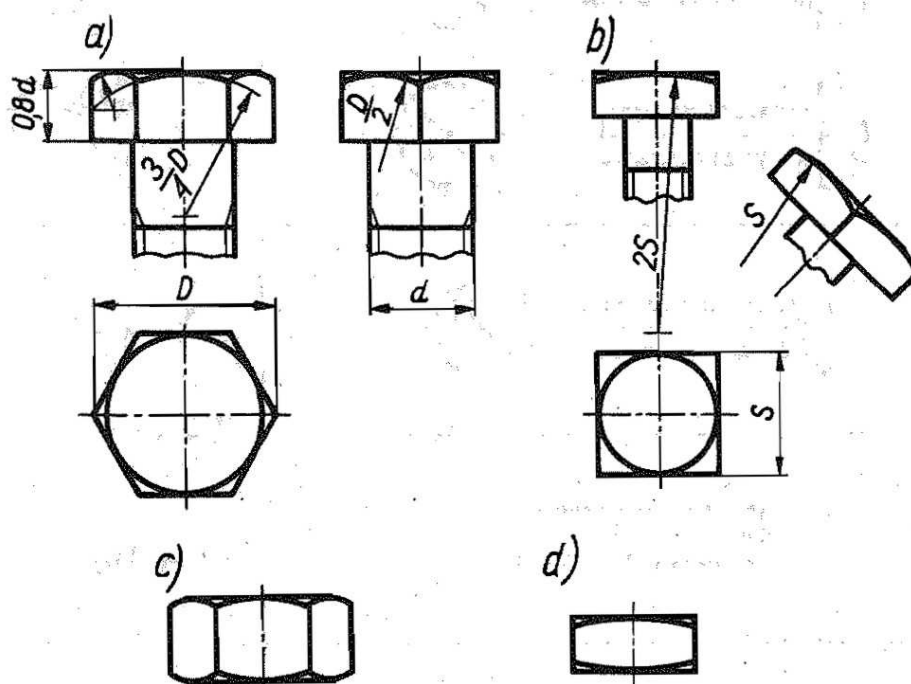
Jedynie w śrubach dwustronnych długością użytkową gwintu na tym końcu śruby, którym wkręca się ją na stałe w otwór (koniec śruby zakończony płasko), jest długość całkowita gwintu, łącznie z wyjściem o niepełnym zarysie.

Gwint niewidoczny rysuje się liniami kreskowymi (rys. 2.1k).

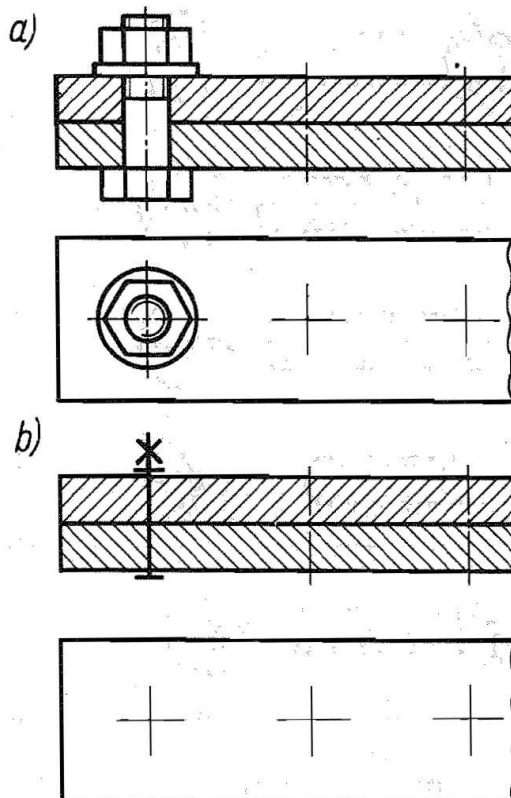
Tablica 2.1 Przykłady uszczegółowionego i uproszczonego rysowania połączeń gwintowych

| Lp. | Rysunek uszczegółowiony połączenia | Przedstawienie |             |          |
|-----|------------------------------------|----------------|-------------|----------|
|     |                                    | uproszczone    | umowne      |          |
|     |                                    |                | w przekroju | w widoku |
| 1   |                                    |                |             |          |
| 2   |                                    |                |             |          |





Rys 2.2 Rysowanie uszczegółowione łbów śrub oraz nakrętek sześciokątnych i czworokątnych



Rys. 2.3 Rysowanie tzw. Połączeń gwintowych wielokrotnych: a) uproszczone; b) umowne

## Wymiarowanie gwintów

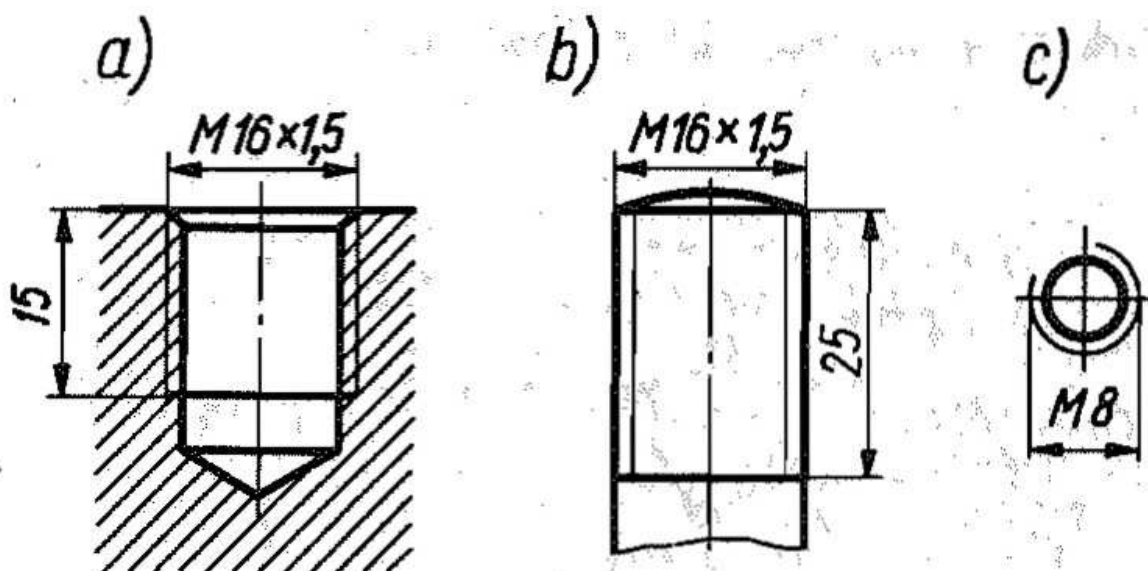
Oznaczenie gwintu składa się ze znaku określającego rodzaj gwintu i jego wymiarów.

Gwinty wymiaruje się przez podanie *oznaczenia gwintu i jego długości użytkowej* (rys. 2.4a-b). Gwinty zaleca się wymiarować w rzucie na płaszczyznę równoległą do osi, ale

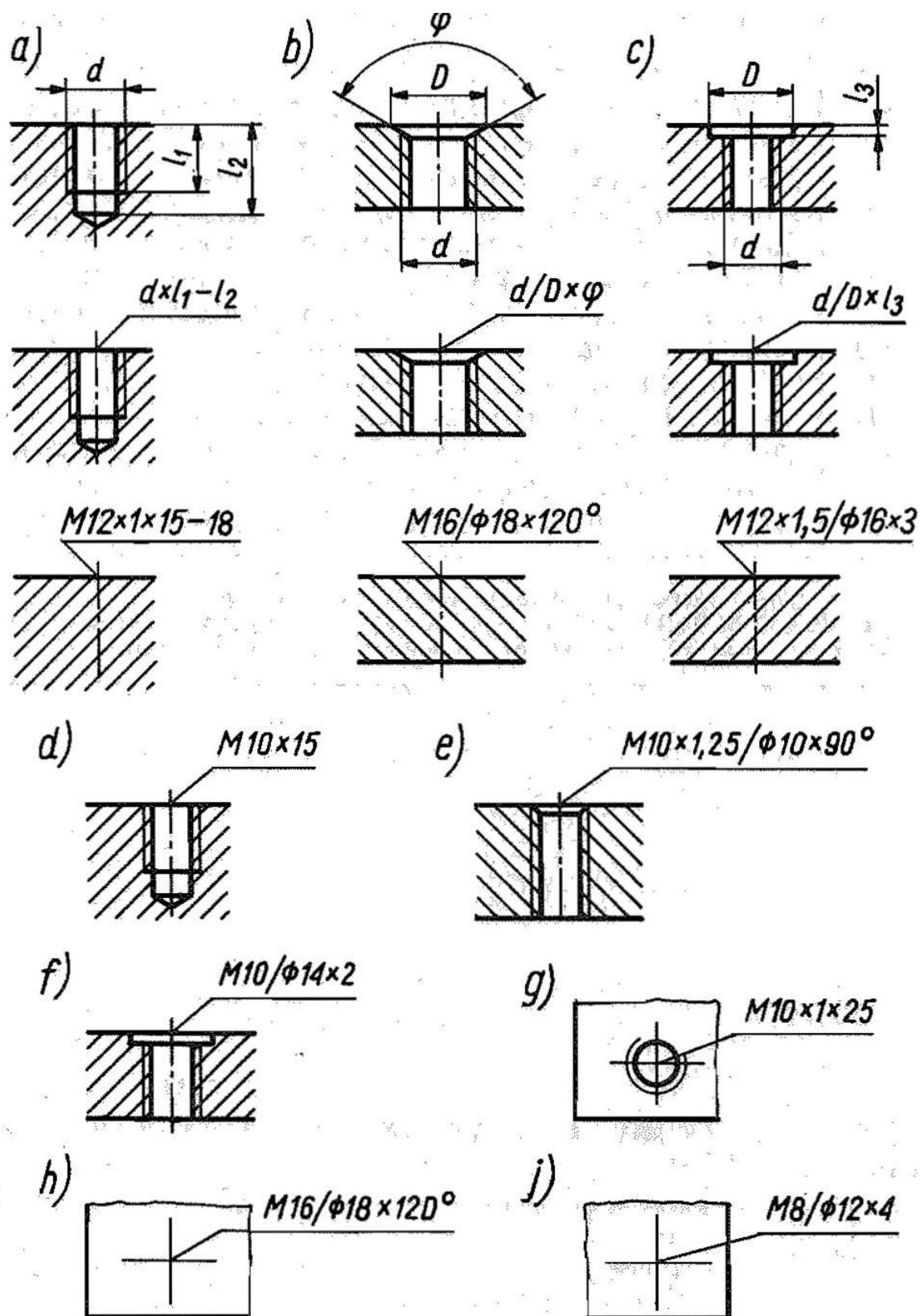
oznaczenie gwintu można podać także w rzucie na płaszczyznę prostopadłą do jego osi (rys. 2.4c).

Otwory gwintowane można wymiarować również w sposób uproszczony (bez linii wymiarowych), podając nad linią odniesienia doprowadzoną do osi otworu odpowiednie wymiary w następującej kolejności:  $d \times l_1 - l_2 / D \times l_3 \times \varnothing$  (znaczenie symboli - patrz rys. 2.5a-c). Przykłady uproszczonego wymiarowania gwintowanych otworów przedstawiono na rys. 2.5d-j.

Z rysunków tych widać, że w przypadkach gdy niektóre z podanych wyżej wymiarów nie występują, uproszczone wymiarowanie otworu jeszcze bardziej się upraszcza.



Rys 2.4 Wymiarowanie gwintów



Rys 2.5 Uprozczone wymiarowanie otworów gwintowanych



---

### **Temat 3: Połączenia spawane (2 godz.):**

- a) kształty spoin,
- b) uproszczenia rysunkowe.

### **Rysunki do wykonania:**

#### **6. Połączenie spawane z modelu rzeczywistego**

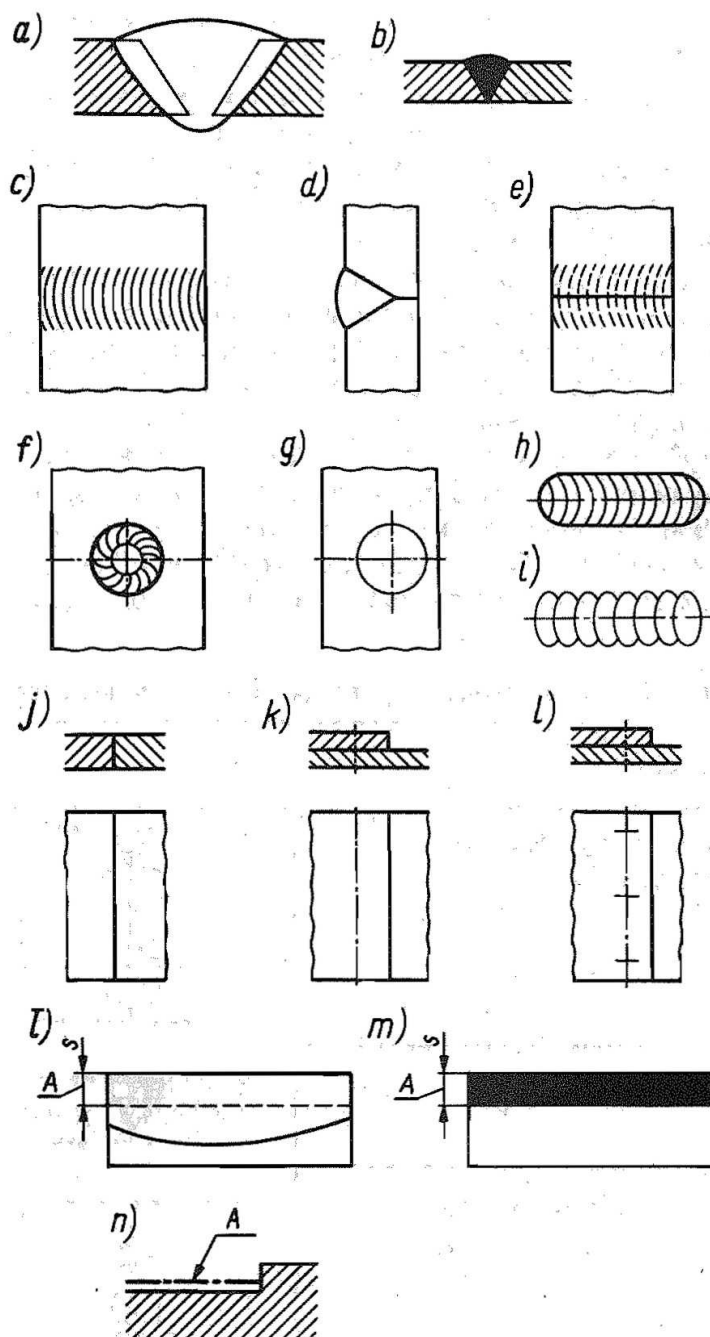
Na podstawie rzeczywistego elementu spawanego oraz poniższego tekstu należy wykonać rysunek połączenia spawanego oraz zwymiarować go.

W rysunku technicznym połączenia spawane można przedstawić w sposób uproszczony, zgodnie z ogólnymi zasadami, lub w sposób umowny. Obecnie jest znormalizowany tylko zapis umowny (PN-EN 22553:1997, PN-ISO 2553:1997).

W uproszczeniu, w przekroju poprzecznym połączenia spawanego (rys. 3.1a) zarys spoiny rysuje się linią ciągłą grubą, zaś zarys części łączonych ulegających przetopieniu - linią ciągłą cienką. Spoinę można zaczernić (rys.3.1b). W widoku od strony lica spoinę przedstawia się krótkimi cienkimi łukami (rys.3.1c), a w widoku od przodu - jak na rys. 3.1d. W widoku od strony grani (przeciwna licu) grzań zaznacza się linią ciągłą grubą, a niewidoczne lico łukami kreskowymi (rys. 3.1e).

Spoiny otworowe okrągłe w widoku od strony lica zaznacza się jak na rys. 3.1f .

Spoiny bezotworowe okrągłe zaznacza się linią ciągłą cienką w postaci okręgu (rys. 3.1g).

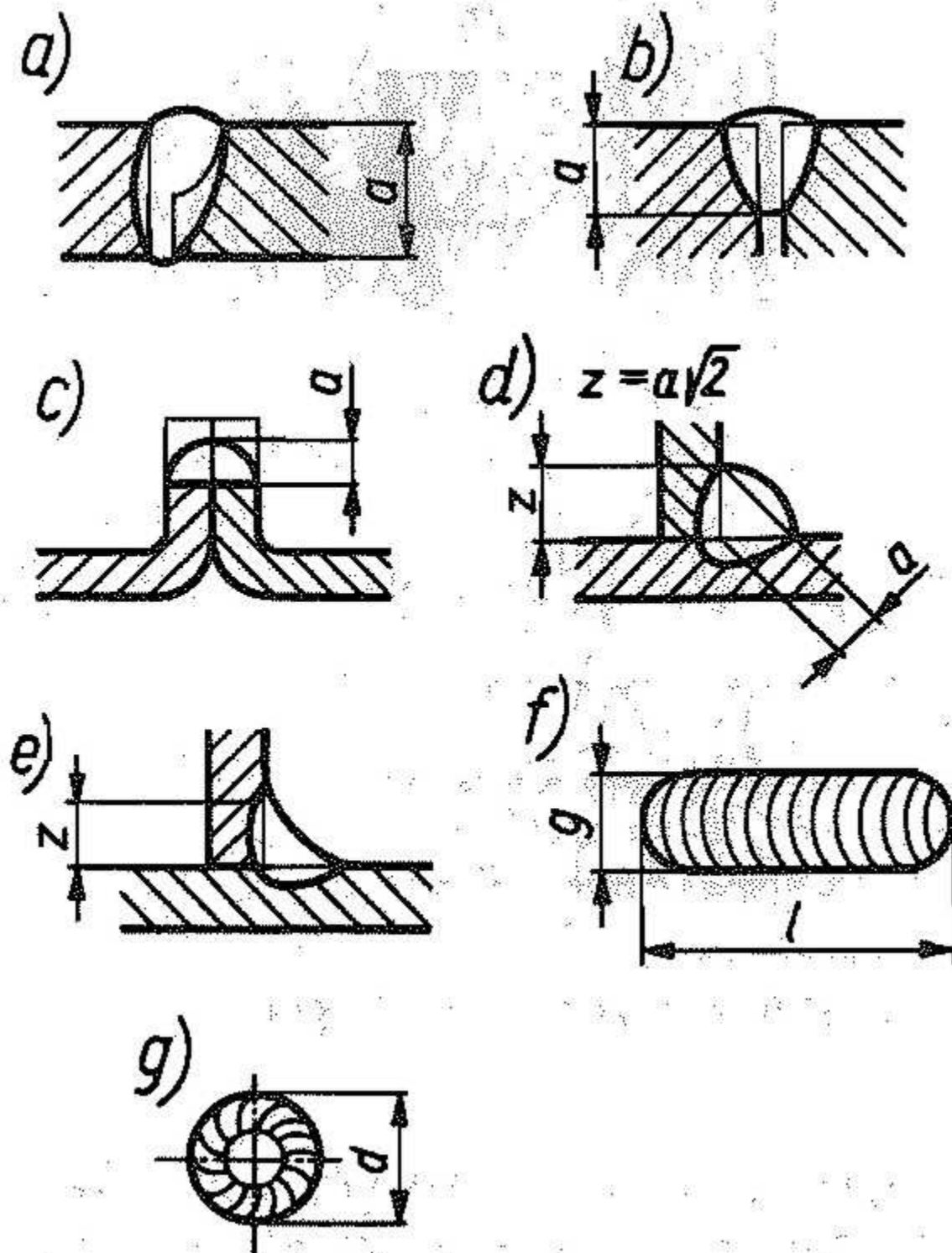


Rys. 3.1 Uproszczone i umowne rysowanie połączeń spawanych i miejsc napawanych

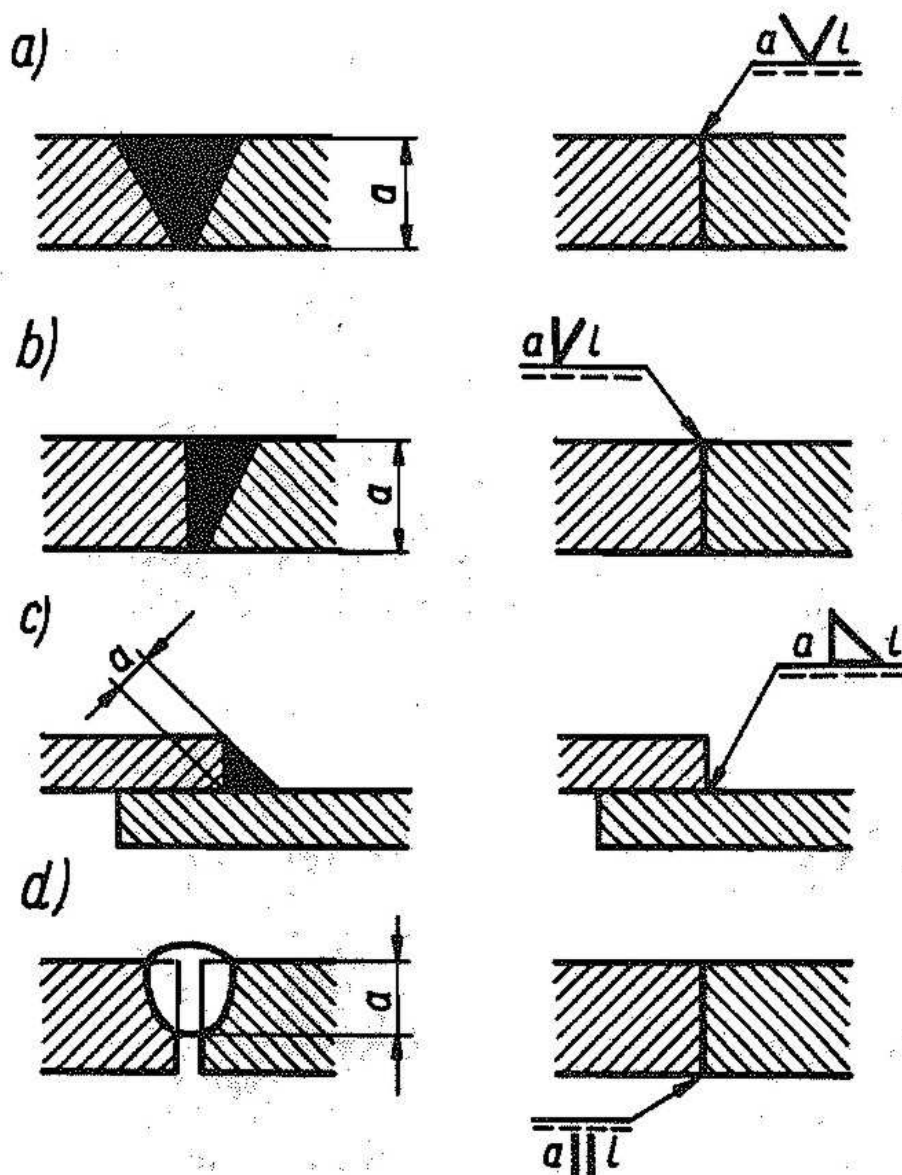
W umownym przedstawieniu połączenia spawane spoiny czołowe, brzeżne, grzbietowe i pachwinowe oznacza się linią ciągłą grubą (rys. 3.1j). Spoiny bezotworowe liniowe oznacza się linią punktową cienką (rys. 3.1k), pozostałe spoiny i szwy spawane - linią punktową cienką z zaznaczeniem środków położenia poszczególnych spoin (rys. 3.1l).

Aktualna norma podaje oznaczenie powierzchni napawanej za pomocą znaku umownego, natomiast nie zawiera informacji odnośnie rysowania powierzchni napawanej w uproszczeniu. Oznaczenia podane na rys. 3.1l zaczerpnięto z wycofanej normy PN-89/M-01134.





Rys. 3.2 Wymiarowanie spoin

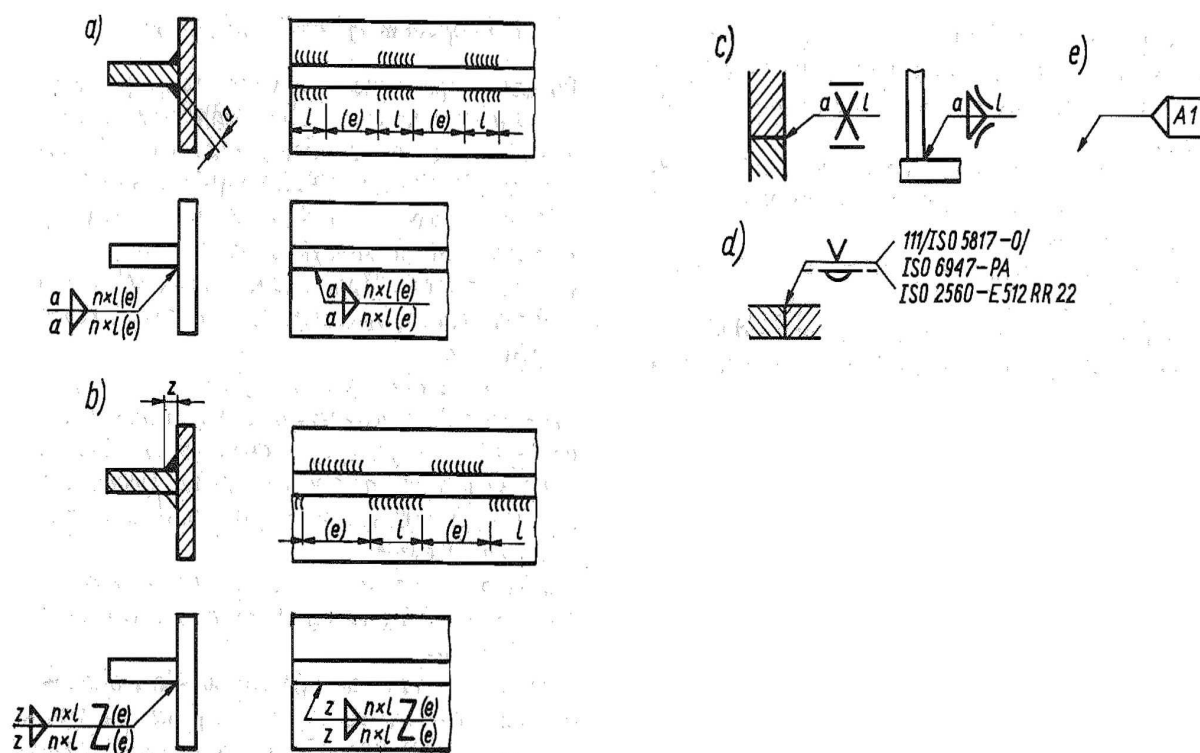


Rys. 3.3 Oznaczanie spoin pojedynczych (jednostronnych)

Oznaczenie spoiny podaje się na rysunku przy użyciu linii odniesienia zakończonej strzałką. Gdy spoina jest jednostronna, jej oznaczenie podaje się:

- a) gdy strzałka wskazuje złącze od strony lica spoiny- znak umowny spoiny umieszcza się nad lub pod półką linii odniesienia, po przeciwnej stronie linii identyfikacyjnej
- b) gdy strzałka wskazuje złącze od strony grani spoiny - znak umowny umieszcza się pod lub nad linią odniesienia, po tej samej stronie co linia identyfikacyjna.

Strzałka powinna pokazywać brzeg zukosowany dla spoin 1/2V, 1/2Y, 1/2U, przy oznaczaniu spoin i szwów otworowych i bezotworowych – połączenie od strony spoiny (rys. 3.3e)



Rys. 3.4 Oznaczanie szwów spawanych



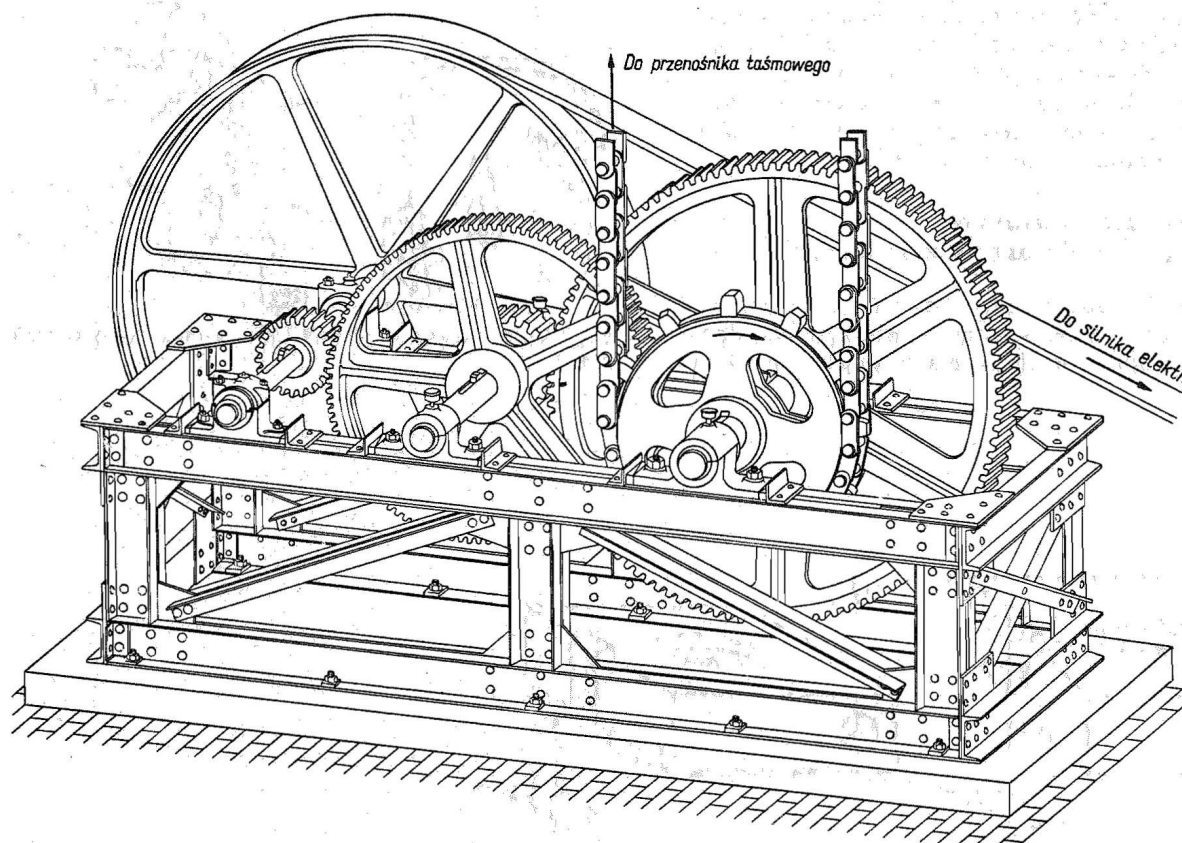


#### **Temat 4: Koła i przekładnie zębate (5 godz.)**

- a) uproszczenia rysunkowe

#### **Rysunki do wykonania:**

7. Koło zębate o zębach prostych z modelu rzeczywistego



Rys. 4.1 Rysunek poglądowy reduktora obrotów; wykonany w rzucie aksonometrycznym prostokątnym

#### **Przekładnie zębate**

##### **Uproszczenia rysunkowe kół i przekładni zębatych**

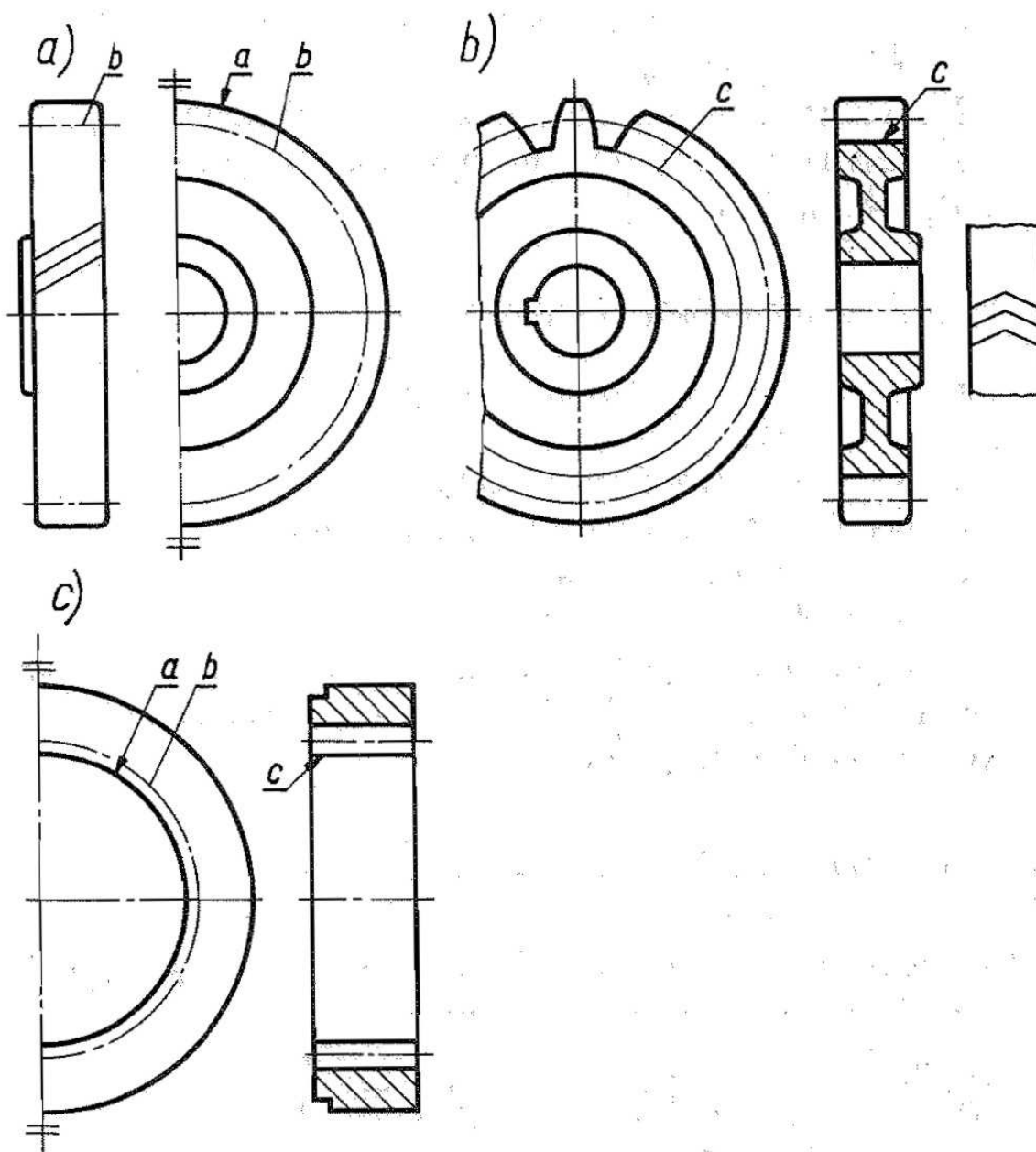
Koła i przekładnie zębate rysuje się także tylko w jednym stopniu uproszczenia, przy czym uproszczenie to polega na nierysowaniu zębów kół (z wyjątkiem przypadków specjalnych), podobnie jak nie rysuje się zwojów gwintu na śrubach i w otworach gwintowanych. Linie zębów koła, jeśli nie ma ono zębów prostych, można zaznaczyć na widoku wieńca koła zębatego trzema liniami cienkimi (rys. 4.3a-b). Gdy całe koło jest narysowane w przekroju (rys 4.3c) – linię zębów można pokazać na widoku częściowym, narysowanym obok przekroju. Na rysunkach przekładni zębatych wystarczy podać kierunek linii zębów jednego z kół współpracujących.



## Koła zębate walcowe

Uzębienie koła zębatego walcowego (rys. 4.2a.) przedstawia się rysując:

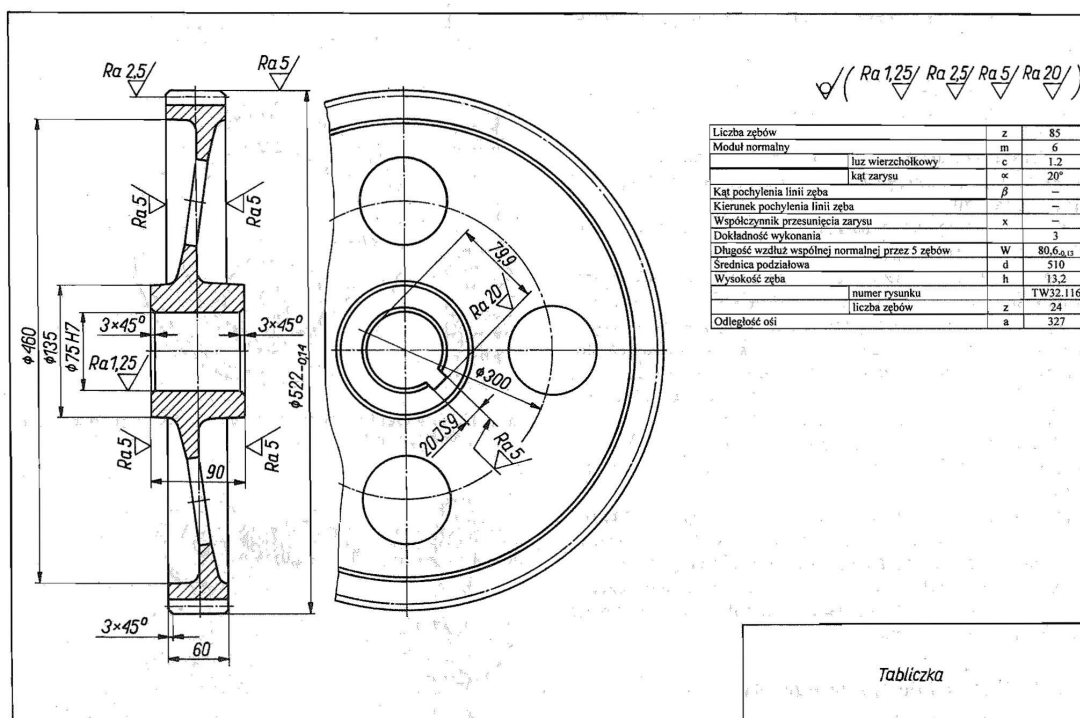
- a) walec wierzchołków *a* - linią grubą,
- b) walec podziałowy *b* - linią punktową,
- c) walec podstaw zębów *c*:
  - w przekroju – linią grubą,
  - w widoku – linią cienką, zawsze wtedy, gdy pokazuje się zarys zęba (rys.4.2b), a w innych przypadkach – tylko gdy zachodzi wyraźna potrzeba.



Rys. 4.2 Rysunki kół zębatach walcowych: a), b) z uzębieniem zewnętrznym, c) z uzębieniem wewnętrznym



Jeżeli pokazanie zarysu zębów jest celowe (np. na rysunku poglądowym do celów szkoleniowych), to należy w rzucie na płaszczyznę prostopadłą do linii zęba narysować co najmniej jeden ząb i dwa przyległe wręby międzyzębne, jak na rys. 4.2b.



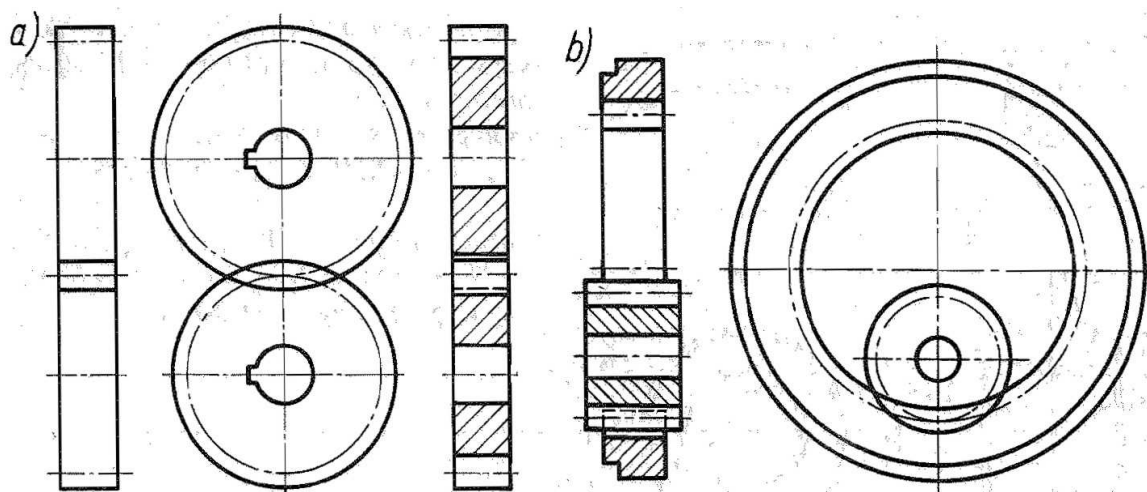
Rys. 4.3 Rysunek wykonawczy koła zębatego walcowego o ewolwentowym zarysie zębów.

## Przekładnie zębate walcowe

Przy rysowaniu przekładni walcowych stosuje się uproszczenia przewidziane dla kół zębatach walcowych, a ponadto rysuje się (rys. 4.4):

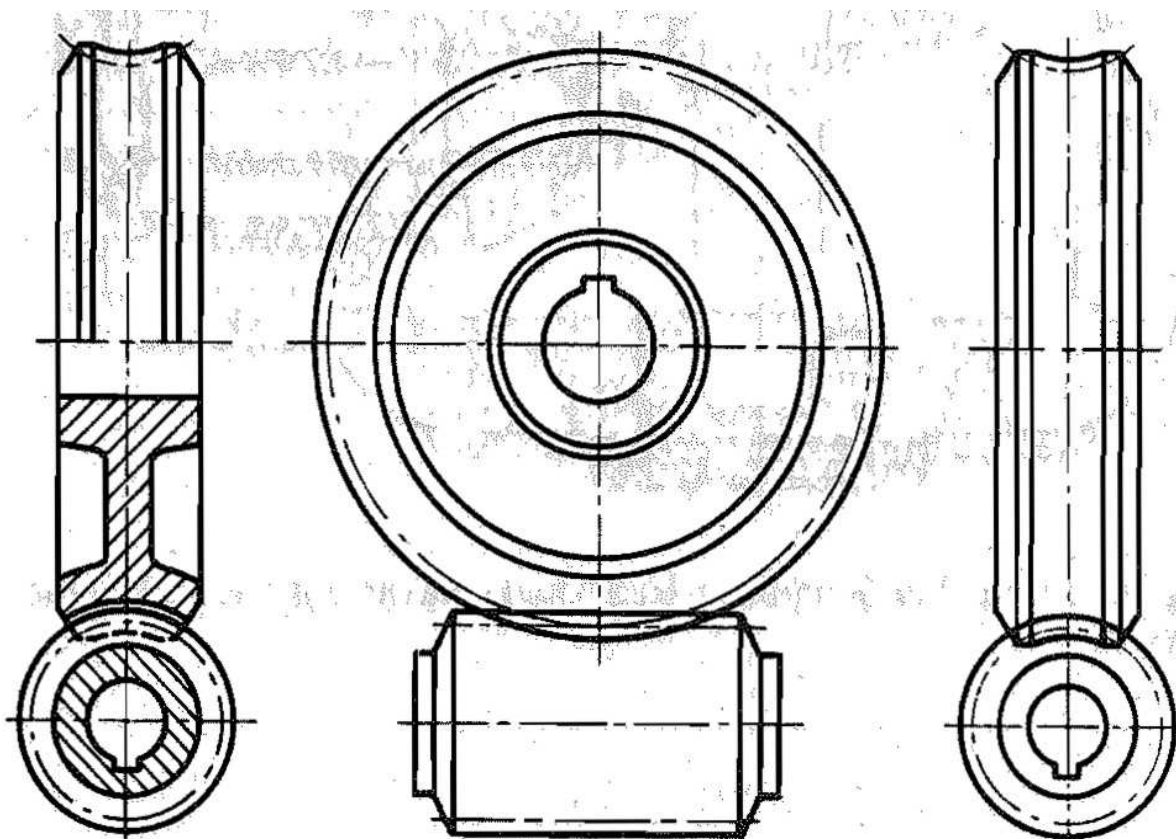
- w widokach - w obszarze zazębiania się kół - okręgi: wierzchołków liniami grubymi, ponieważ przyjęto zasadę, że zęby żadnego z kół nie zasłaniają zębów drugiego koła,
- w przekroju płaszczyzną przechodzącą przez osie obu kół - ząb jednego koła zasłonięty przez ząb drugiego koła, przy czym wierzchołek zęba zasłoniętego rysuje się (linią kreskową).





Rys. 4.4 Rysunki przekładni zębatych prostych: a) zewnętrznej; b) wewnętrznej

Przy rysowaniu przekładni ślimakowych uwzględnia się wszystkie uproszczenia dotyczące ślimaka i ślimacznicy, a ponadto (rys. 4.5) w przekroju ząb ślimacznicy rysuje się zawsze zasłonięty przez zwój ślimaka.



Rys. 4.5 Rysunki przekładni ślimakowej



## **Temat 5: Istota i zasady wymiarowania w rysunku technicznym (4 godz.):**

- a) szczególne przypadki wymiarowania,
- b) tolerancja i pasowanie w rysunku technicznym

### **Rysunki do wykonania:**

#### **8. Wymiarowanie części średnio trudnej**

Każdy rysunek wykonywany na zajęciach laboratoryjnych powinien zostać zwymiarowany według poniższych zasad:

### **Linie wymiarowe i pomocnicze linie wymiarowe**

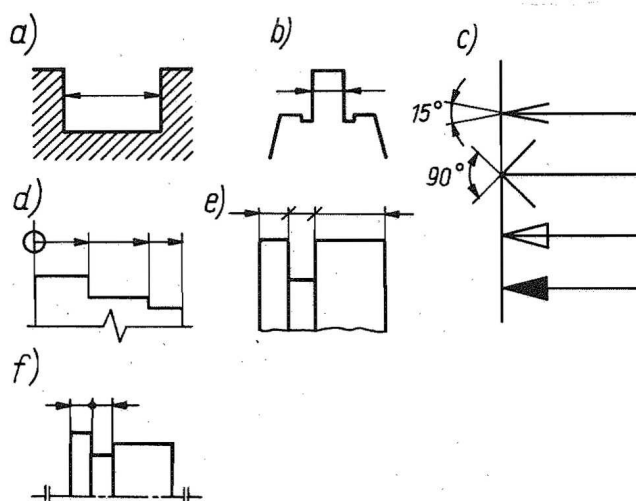
**Linia wymiarowa** jest to cienka linia prosta lub łukowa zakończona grotami (niekiedy jednym) dotykającymi ostrzem linii rysunkowych w punktach, których odległość ma być na rysunku podana (rys. 5.1a-b).

Groty rysuje się krótkimi, cienkimi liniami tworzącymi ostrze. Grot może być otwarty, zamknięty lub zamknięty i zaczerńniony, natomiast ostrze grotu może mieć dowolny kąt rozwarcia, zawarty w przedziale  $15^\circ$ – $90^\circ$  (rys. 5.1c). Wielkość grotu powinna być proporcjonalna do wielkości rysunku.

W zasadzie ostrza grotów powinny dotykać od wewnątrz linii, między którymi wymiar ma być podany (rys. 5.1a). W braku miejsca groty można umieszczać na zewnątrz tych linii, na przedłużeniach linii wymiarowej (rys. 5.1b).

Dopuszczalne jest zastępowanie grotów cienkimi (lub o grubości linii cyfr wymiarowych) kreskami o długości co najmniej 3,5 mm, nachylonymi pod kątem  $45^\circ$  do linii wymiarowych (rys. 5.1e.), lub kropkami o średnicy ok. 1 mm (rys. 5.1f)

Początek linii wymiarowej oznacza się niezaczerńnionym okręgiem o średnicy ok. 3 mm (rys. 5.1d)

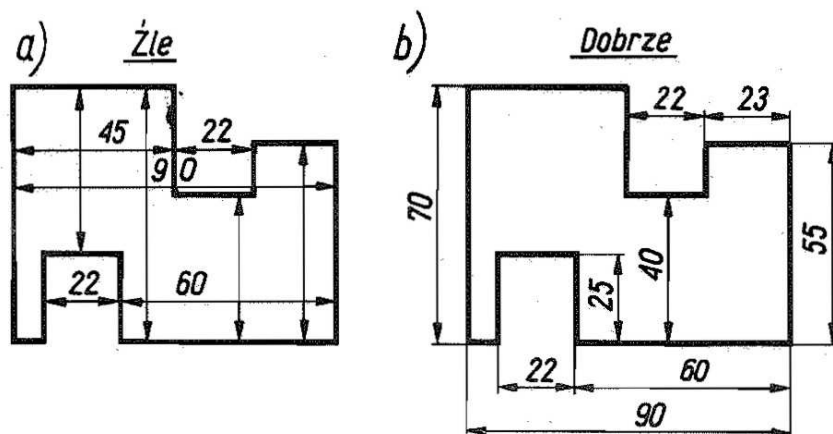


Rys. 5.1 Linie wymiarowe: a) ze strzałkami wewnątrz; b) ze strzałkami na zewnątrz; c) kształt grotu; d) początek linii wymiarowej; e) ukośne kreski zastępujące groty; f) kropka zastępująca dwa groty

Ponieważ wymiary na rysunku powinny być łatwo czytelne, a umieszczanie wymiarów wewnątrz zarysu przedmiotu powoduje przecinanie się linii wymiarowych ze sobą i z zarysem przedmiotu (co jest niedopuszczalne, gdyż zaciemnia rysunek - rys. 5.2a), większość wymiarów umieszcza się zwykle

poza zarysem przedmiotu, posługując się **pomocniczymi liniami wymiarowymi**. Są to linie cienkie ciągłe, będące albo przedłużeniami linii rysunku (rys. 5.2b), albo st stycznymi do nich.

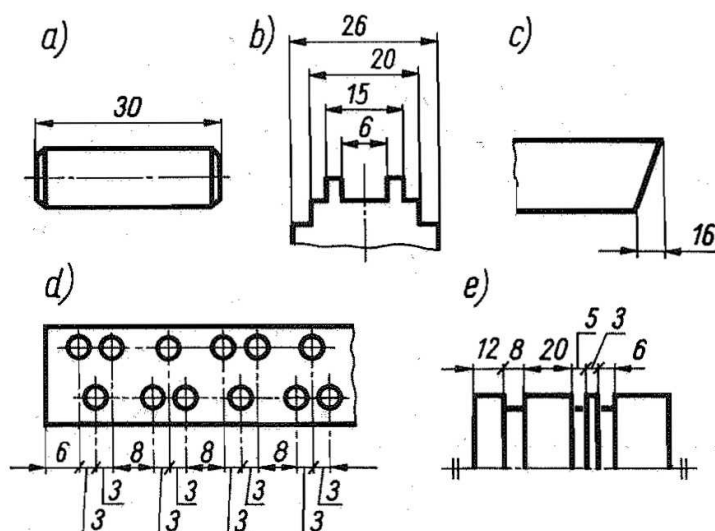
Linie pomocnicze wymiarowe przeciąga się o 2-3 mm za punkt ich zetknięcia się z linią wymiarową.



Rys. 5.2 Wymiarowanie: a) wewnątrz zarysu przedmiotu; b) na zewnątrz zarysu przedmiotu, przy użyciu linii pomocniczych wymiarowych

**Liczby wymiarowe** określające wymiary minimalne pisze się pismem o wysokości co najmniej 3,5 mm, a ułamki zwyczajne i odchyłki graniczne pismem o jeden stopień mniejszym, lecz nie mniej niż 2,5 mm. Na dużych rysunkach poglądowych wysokość cyfr przyjmuje się odpowiednio do grubości linii rysunkowych.

Na wszystkich rysunkach wykonanych na jednym arkuszu i w jednakowej podziałce liczby wymiarowe powinny mieć jednakową wysokość, niezależnie od wielkości rzutów i wartości wymiarów.



Rys. 5.3 Umieszczanie liczb wymiarowych: a), b) nad linią wymiarową; c) nad przedłużeniem linii wymiarowej; d), e) częściowo nad liniami odniesienia

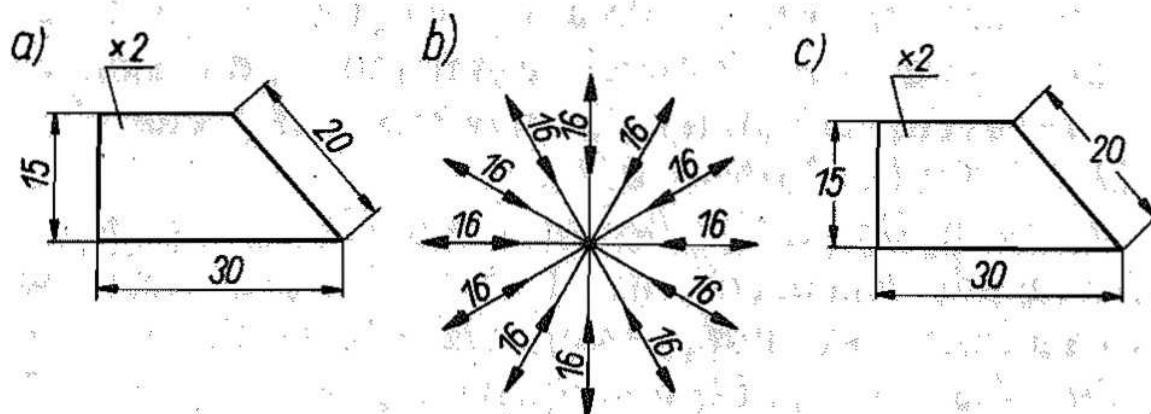
## Rozmieszczanie wymiarów na rysunkach (ogólne wytyczne)

Liczby wymiarowe rozmieszcza się, stosując tylko jedną z dwóch metod:

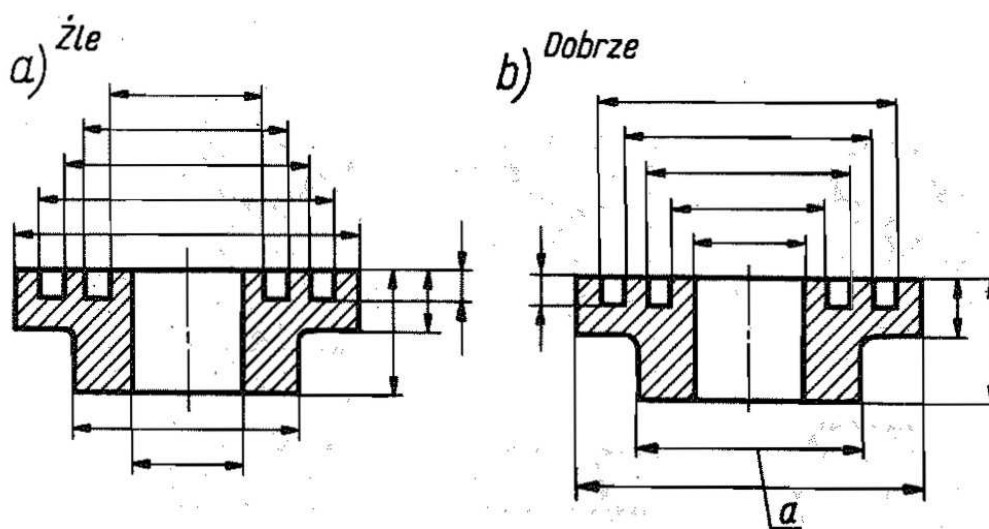
**Metoda 1.** Liczby wymiarowe należy podawać w taki sposób, aby można było je odczytać, patrząc od dołu lub z prawej strony rysunku (rys. 5.4a). Liczby wymiarowe na pochyłonych liniach wymiarowych wpisuje się tak, jak pokazano na rys. 5.4b.

**Metoda 2.** Liczby wymiarowe należy wpisywać tak, aby można było je odczytać, patrząc od dołu rysunku. Linie wymiarowe różne od poziomych przerywa się, wstawiając w przerwę liczbę wymiarową (rys. 5.4c).

Należy unikać przecinania się linii pomocniczych wymiarowych z liniami wymiarowymi innych wymiarów i z liniami rysunku (rys. 5.5a). Dlatego też w przypadku kilku wymiarów równoległych należy wymiary dłuższe umieszczać dalej od rysunku niż wymiary krótsze (rys. 5.5b), przy czym odstępy między równoległymi liniami wymiarowymi powinny być równe i nie mniejsze niż 7 mm, a odległość między zarysem przedmiotu (lub osią) i najbliższą linią wymiarową *a* powinna wynosić co najmniej 10 mm (rys. 5.5b).

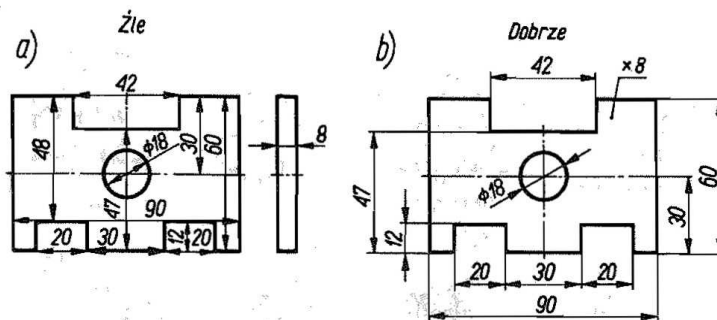


Rys. 5.4 Kierunki umieszczania wymiarów liniowych: a) metoda 1; b) koło wymiarów; c) metoda 2

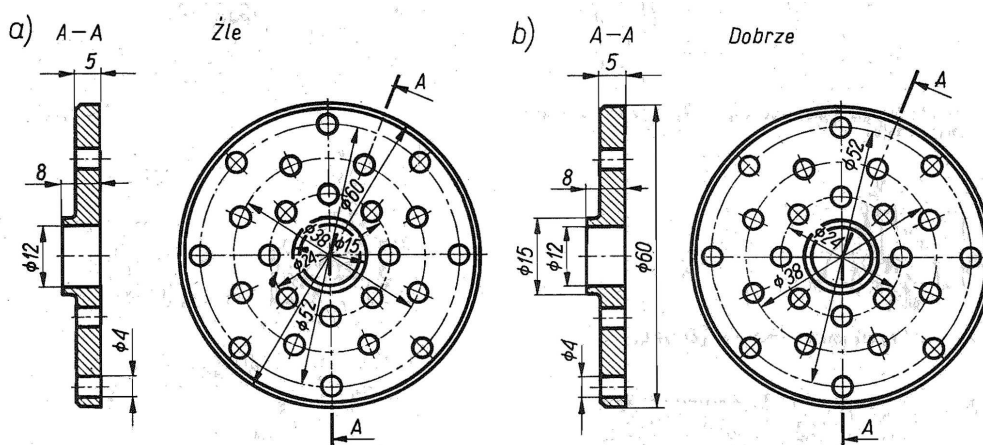


Rys. 5.5 Rozmieszczanie wymiarów równoległych: a) błędne; b) prawidłowe





Rys. 5.6 Rozmieszczanie wymiarów: a) błędne; b) prawidłowe



Rys. 5.7 Wymiarowanie: a) widoku (nie zalecane); b) przekroju (zalecane)

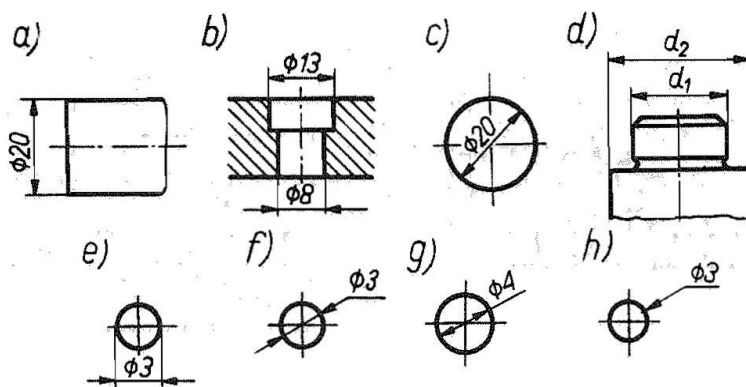
## Wymiarowanie średnic i promieni

Przy wymiarowaniu średnic powierzchni obrotowych liczbę wymiarową poprzedza się znakiem  $\varnothing$ , niezależnie od tego czy wymiar średnicy ma być podany w rzucie na płaszczyznę równoległą do osi powierzchni obrotowej (rys. 5.8a-b), czy też w rzucie, na którym powierzchnia obrotowa jest przedstawiona w postaci okręgu (rys. 5.8c)

Znaku  $\varnothing$  nie pisze się tylko:

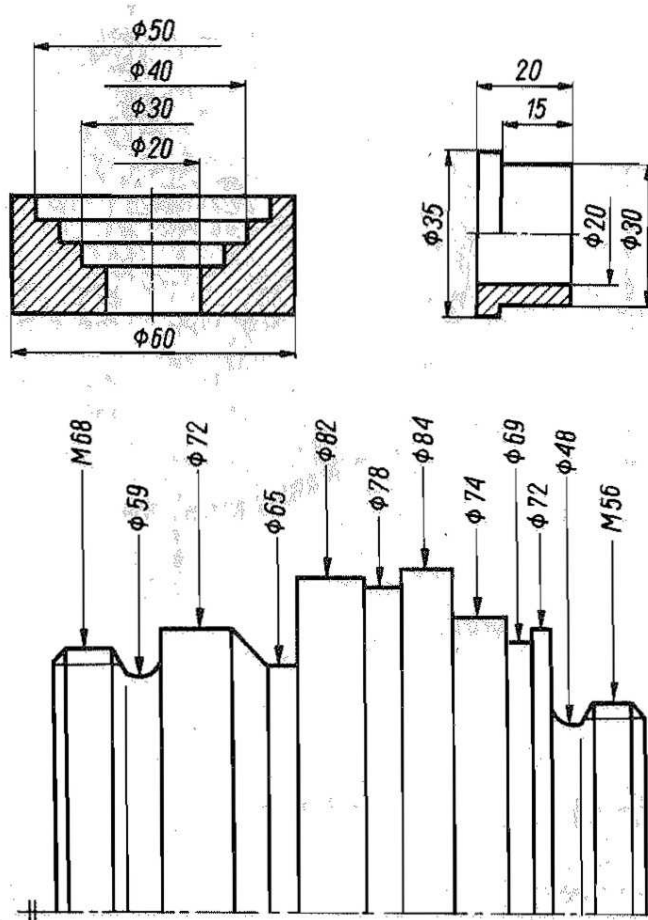
- gdy wymiar średnicy podaje się w postaci symbolu literowego  $D$  lub  $d$ , bez wskaźnika cyfrowego u dołu lub ze wskaźnikiem (rys. 5.8d), jak np. w normach
- przed oznaczeniem gwintu.





Rys. 5.8 Przedstawianie powierzchni obrotowych o mało różniących się średnicach

Sposoby podawania na rysunkach wymiarów małych średnic pokazano na rys. 5.8e-h. Jeżeli średnice dwóch współosiowych powierzchni przedmiotu różnią się nieznacznie, to trzeba tę różnicę powiększyć rysunkowo.

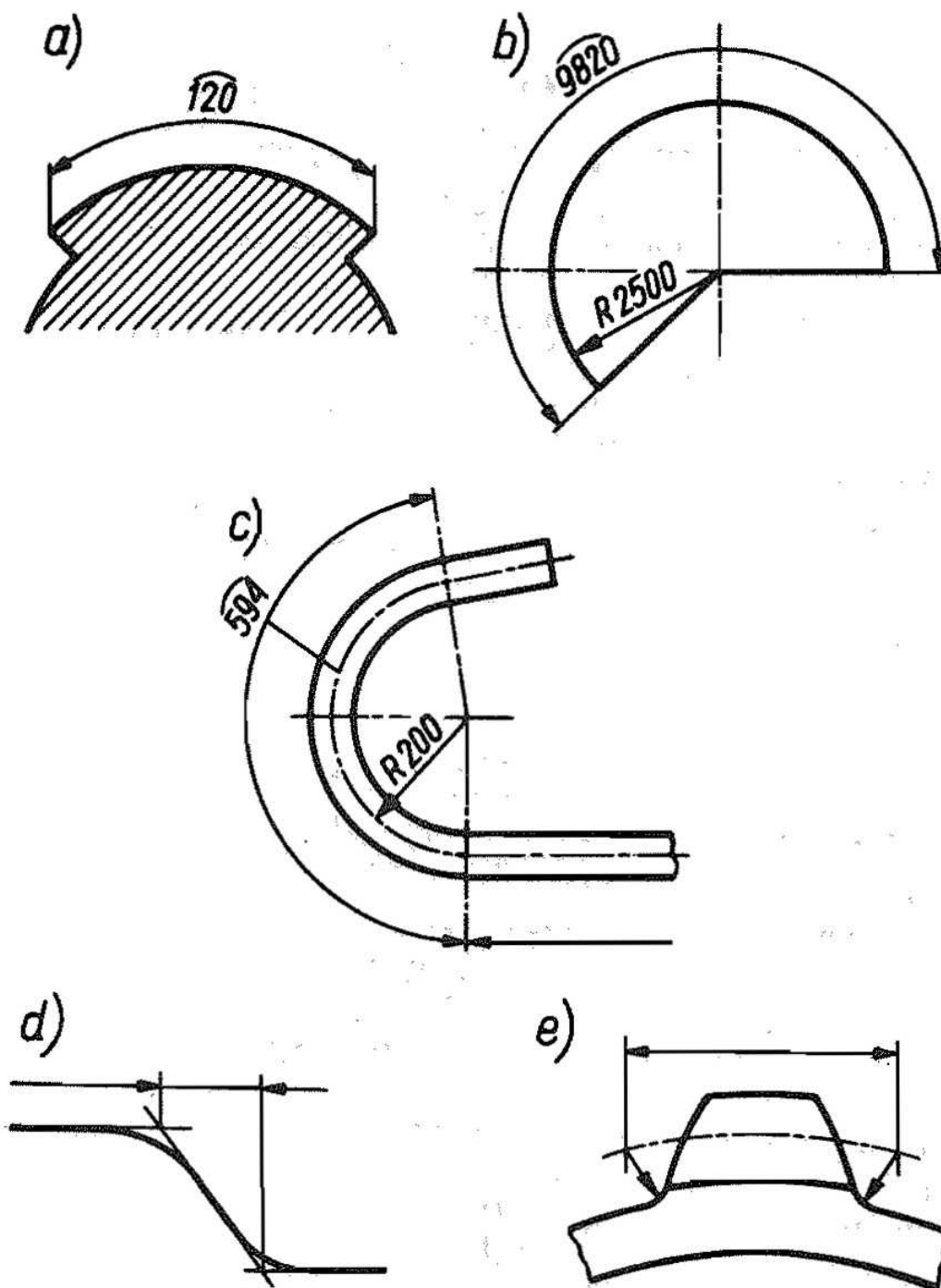


Rys. 5.9 Wymiarowanie średnic przy użyciu linii wymiarowych z jedną strzałką



## Wymiarowanie łuków i cięciw

Przy wymiarowaniu łuku opartego na kącie do  $90^\circ$  linię wymiarową rysuje się jako łuk współśrodkowy z łukiem wymiarowanym, liczbę wymiarową pisze się w kierunku prostopadłym do osi symetrii łuku  $t$  umieszcza się nad nią znak łuku (cienki łuczek), a pomocnicze linie wymiarowe prowadzi się równoległe do osi symetrii łuku (rys. 5.10a).

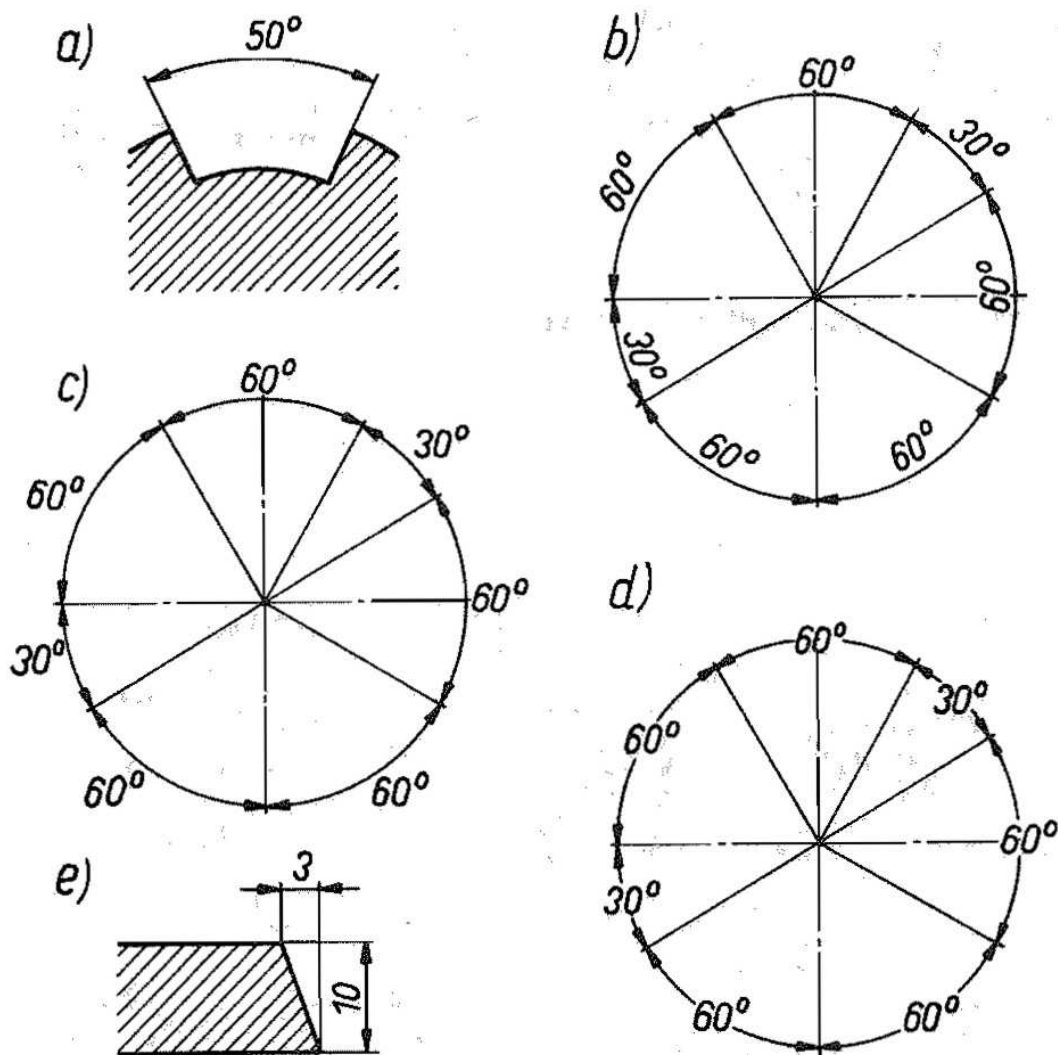


Rys. 5.10 Wymiarowanie łuków



## Wymiarowanie kątów

Przy wymiarowaniu kątów linia wymiarowa jest łukiem zatoczonym z wierzchołka kąta (rys. 5.11a), pomocnicze linie wymiarowe są przedłużeniami ramion kąta, a liczbę wymiarową pisze się prostopadłe do dwusiecznej kąta (nie łukowo).



Rys. 5.11 Wymiarowanie kątów: a) w stopniach; b) i c) wg metody 1; c) i d) wg metody 2; e) za pomocą wymiarów liniowych

## Temat 6: Oznaczenia tolerancji kształtu, położenia i bicia (2 godz.) .

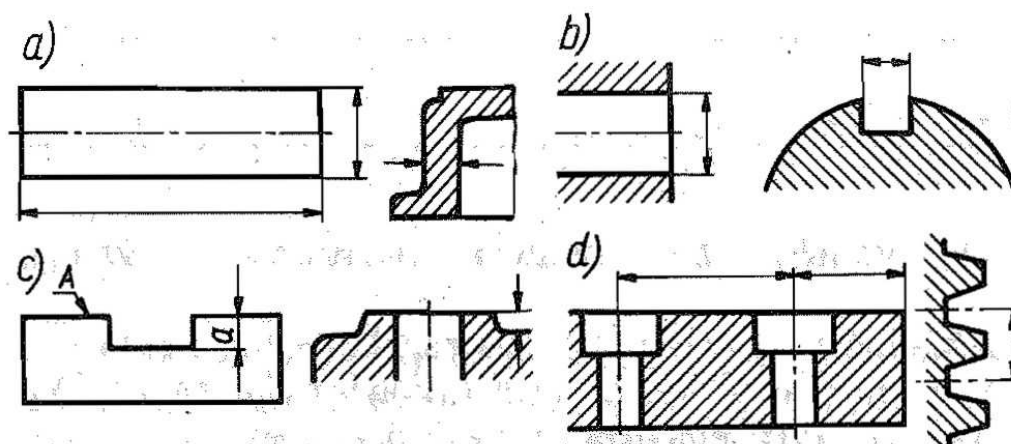
### Tolerowanie wymiarów liniowych (długościowych)

#### Pojęcia podstawowe

**Wymiarami nominalnymi** nazywa się wymiary przedmiotów, względem których odnosi się odchyłki. Wymiar nominalny i odchyłki wyznaczają zakres, w którym powinny zawierać się rzeczywiste wymiary przedmiotów.

Rozróżnia się:

- wymiary zewnętrzne**, jak: długość, szerokość lub wysokość przedmiotu, średnica wałka, grubość ścianki przedmiotu wydrążonego, itd. (rys. 6.1a)
- wymiary wewnętrzne**, jak: średnica otworu, szerokość rowka itd. (rys. 6.1b)
- wymiary mieszane**, jak: głębokość rowka, wysokość nadlewka, itd. (rys. 6.1c)



Rys. 6.1 Wymiary liniowe: a) zewnętrzne; b) wewnętrzne; c) mieszane; d) pośrednie

**Odchyłką górną** ( $ES$  – dla wymiaru wewnętrznego,  $es$  – dla wymiaru zewnętrznego) nazywa się różnicę między wymiarem górnym  $B$  i wymiarem nominalnym  $N$ .

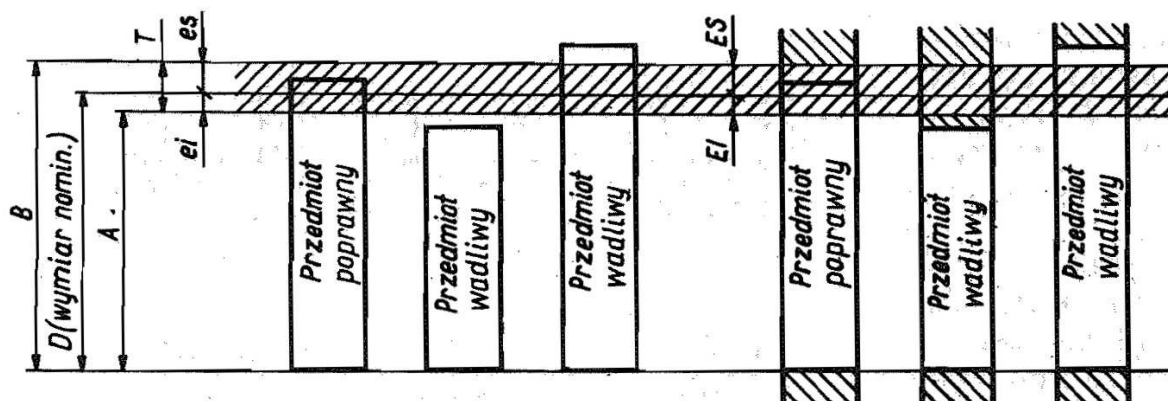
**Odchyłką dolną** ( $EI$  - dla wymiaru wewnętrznego,  $ei$  – dla wymiaru zewnętrznego) nazywa się różnicę między wymiarem dolnym  $A$  i wymiarem nominalnym  $N$ .

Między wymiarem nominalnym, wymiarami granicznymi, tolerancją i odchyłkami występują więc następujące zależności:

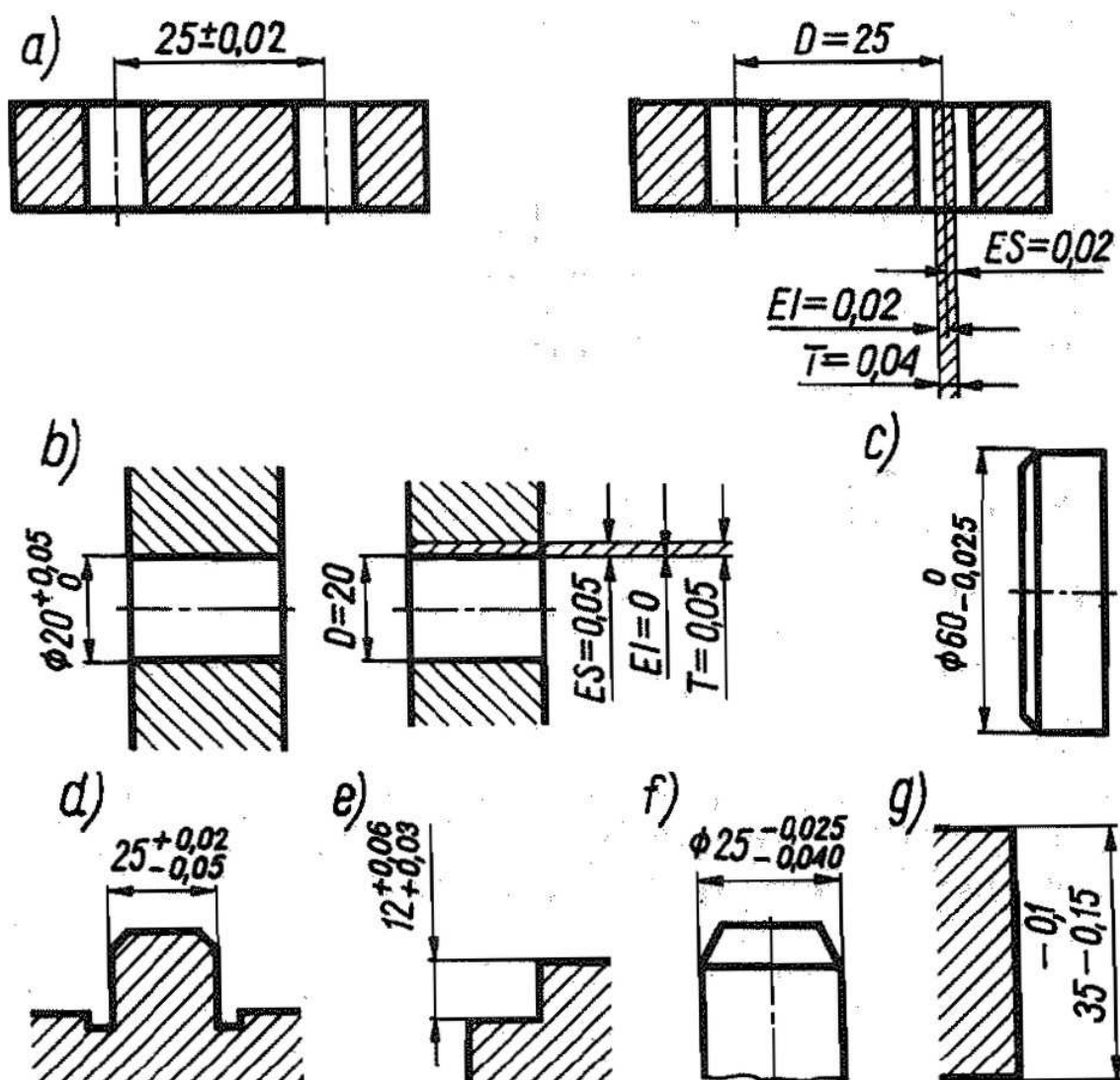
$$\begin{aligned} A &= D + EI & \text{lub} & & A &= D + ei \\ B &= D + ES & \text{lub} & & B &= D + es \\ T &= B - A & \text{lub} & & T &= ES - EI, \text{ albo } T = es - ei \end{aligned}$$

Obszar zawarty między wymiarami granicznymi (zakreskowany na rys. 6.2) nazywa się **połem tolerancji**.



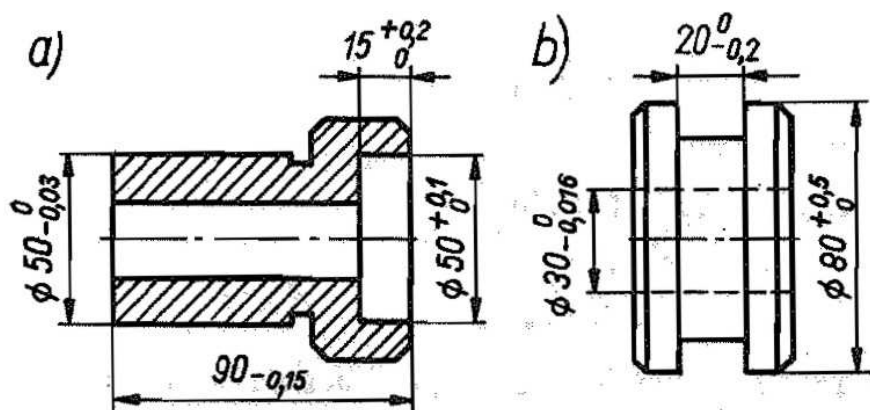


Rys. 6.2 Wymiary: nominalny i graniczne, tolerancja wymiaru i odchyłki



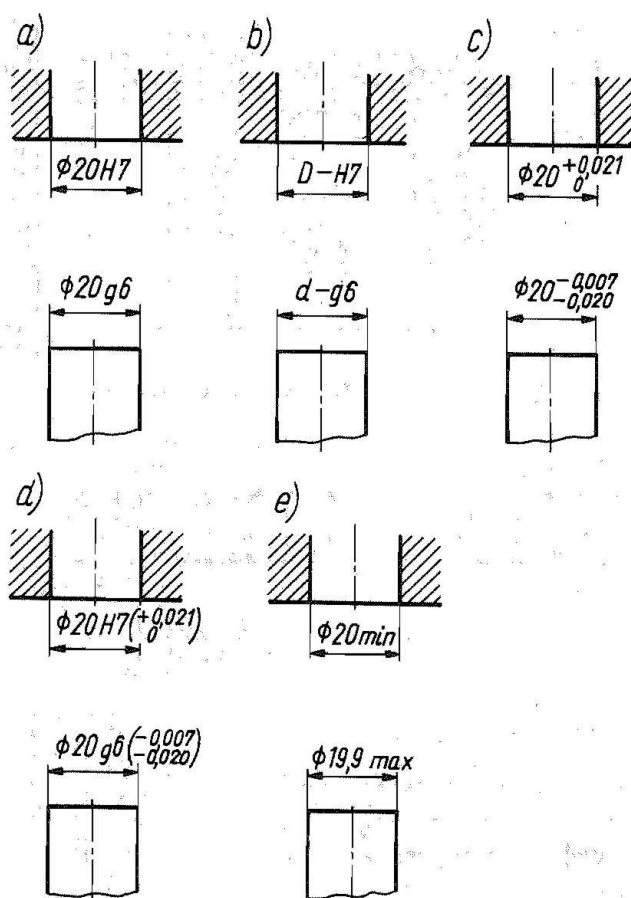
Rys. 6.3 Tolerowanie wymiarów: a) symetryczne; b) asymetryczne; c), d) asymetryczne dwustronne; e), f) jednostronne





Rys. 6.4 Tolerowanie wymiarów: a) w głąb materiału; b) na zewnątrz materiału

Przy tolerowaniu w głąb materiału wymiary nominalne przedmiotu określają jego największą objętość (maksimum materiału - w skrócie max mat), odchyłki wymiarów zewnętrznych są **ujemne**, a odchyłki wymiarów wewnętrznych oraz mieszanych i pośrednich typu wewnętrznego są dodatnie (rys. 6.4). Pozostałe wymiary mieszane i pośrednie tolerują się symetrycznie.



Rys. 6.5 Tolerowanie wymiarów za pomocą: a), b) symboli z normy PN-EN 20286-2:1996, c) odchyłek liczbowych, d) symboli i odchyłek; e) wymiaru granicznego



## Pasowania

Pasowaniem nazywa się charakter współpracy połączonych części: obejmującej i obejmowanej (np. tulei z osadzonym w niej wałkiem), określony różnicą ich wymiarów przed połączeniem.

Rozróżnia się trzy grupy pasowań:

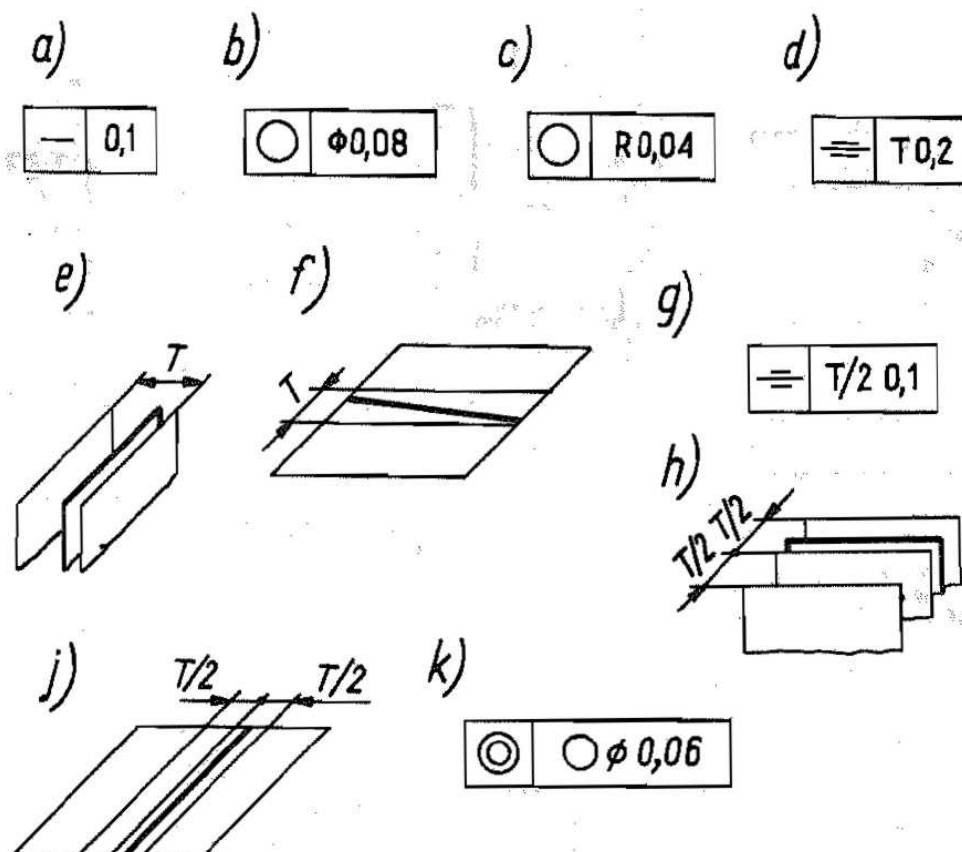
1. **pasowania luźne**, w których występuje zawsze luz (w granicznym przypadku równy zeru),
2. **pasowania mieszane**, w których może występować zarówno luz, jak i wcisk,
3. **pasowania ciasne**, w których występuje zawsze wcisk (ujemny luz).

## Tolerowanie kształtu, położenia i bicia

### Oznaczanie tolerancji kształtu i położenia

Tolerancje kształtu i położenia elementów przedmiotów podaje się na rysunkach (jeśli to potrzebne) wg niżej omówionych zasad, zawartych w normie PN-87/M-01145. Wartości liczbowe tolerancji zaleca się przyjmować z tablic w normie PN-80/M-02 138.

Zasadnicze oznaczenie tolerancji kształtu lub położenia, składa się ze znaku rodzaju tolerancji z tabl. 6.1 i jej wartości liczbowej w milimetrach. Dane te wpisuje się w ramkę prostokątną podzieloną na dwa pola.



Rys. 6.6 Oznaczenia tolerancji kształtu i położenia



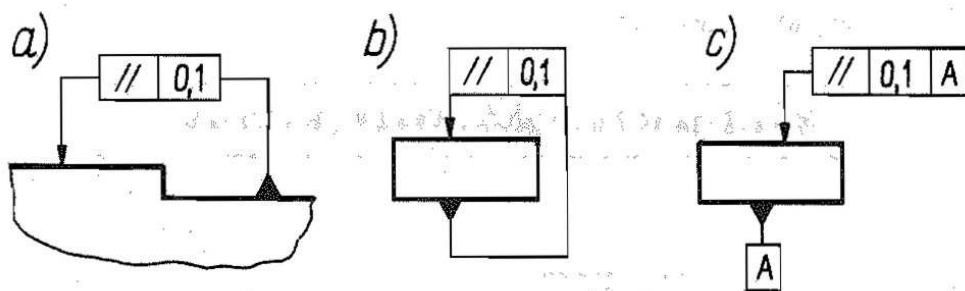
Tablica 6.1 Znaki tolerancji i kształtu

| Rodzaje tolerancji                      |  | Znak |
|---|--|------|
| Tolerancje kształtu                     | Tolerancja prostoliniowości  | —    |
|   | Tolerancja płaskości   | ▭    |
|   | Tolerancja okrągłości  | ○    |
|   | Tolerancja walcowości  | ⊘    |
|   | Tolerancja zarysu przekroju wzdłużnego   | ≡    |
| Tolerancje położenia                    | Tolerancja równoległości   | //   |
|   | Tolerancja prostopadłości  | ⊥    |
|   | Tolerancja nachylenia  | ∕    |
|   | Tolerancja współosiowości  | ◎    |
|   | Tolerancja symetrii  | ≡    |
|   | Tolerancja pozycji   | ⊕    |
|   | Tolerancja przecinania się osi   | ×    |
| Tolerancje złożone położenia i kształtu | Tolerancja bicia promieniowego<br>Tolerancja bicia osiowego<br>Tolerancja bicia w wyznaczonym kierunku | ↗    |
|   | Tolerancja bicia promieniowego całkowitego<br>Tolerancja bicia osiowego całkowitego                    | ↗↖   |
|   | Tolerancja kształtu wyznaczonego zarysu  | ⌒    |
|   | Tolerancja kształtu wyznaczonej powierzchni  | ⌒    |
|   |  | ⌒    |

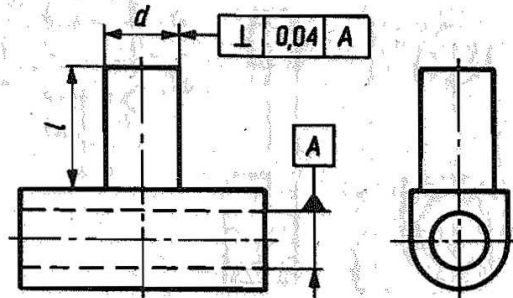
### Oznaczanie tolerancji kształtu, położenia i bicia.

Do tolerancji kształtu zalicza się: a) *tolerancję prostoliniowości* (dopuszczalną nieprostoliniowość osi powierzchni obrotowej, krawędzi przedmiotu albo tworzących płaszczyzny), b) *tolerancję płaskości* (dopuszczalną niepłaskość płaszczyzny), c) *tolerancję okrągłości* (dopuszczalną owalność, graniastość itp. bryły obrotowej w jej przekroju poprzecznym), d) *tolerancję walcowości* (dopuszczalną stożkowość, baryłkowość, siodłowość itp.), e) *tolerancję zarysu przekroju wzdłużnego walca* (dopuszczalną nieprostoliniowość tworzących powierzchni walcowej)

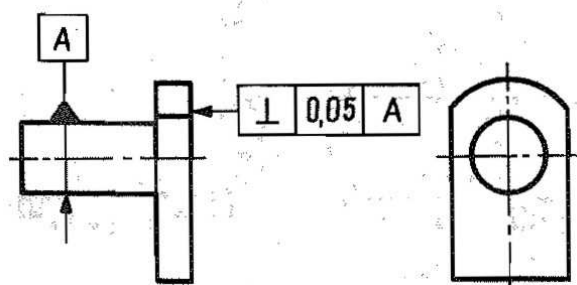
Przykłady oznaczania tolerancji kształtu, położenia i bicia podane są na rys. 6.7 – 6.11.



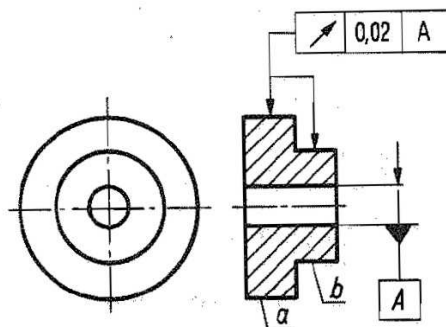
Rys. 6.7 Oznaczenia tolerancji położenia elementu tolerowanego względem elementu odniesienia (bazy pomiarowej)



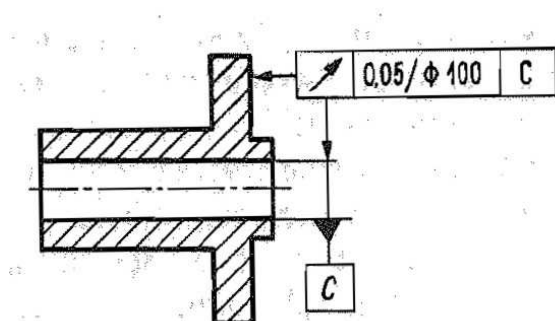
Rys. 6.8 Odchyłka prostopadłości (nieprostopadłość) osi czopa o średnicy  $d$  względem osi otworu (bazy pomiarowej), mierzona w płaszczyźnie rzutu, na którym podano oznaczenie tolerancji, nie może przekroczyć 0,04 mm na całą długości  $l$  czopa, czyli oś rzeczywista czopa musi się znaleźć między dwoma prostymi prostopadłymi do osi otworu i oddalonymi od siebie o 0,04 mm.



Rys. 6.9 Odchyłka prostopadłości płaszczyzny względem osi powierzchni walcowej nie może przekroczyć 0,05 mm na całej płaszczyźnie, w dowolnym kierunku, czyli rzeczywista płaszczyzna musi się znaleźć między dwiema płaszczyznami prostopadłymi do osi i oddalonymi od siebie o 0,05 mm.



Rys. 6.10 Bicie poprzeczne powierzchni a i b względem osi otworu (w dowolnej płaszczyźnie prostopadłej do jego osi) nie może przekroczyć 0,02 mm, czyli rzeczywisty zarys każdej z powierzchni (a i b) musi się znaleźć między dwoma okręgami współśrodkowymi z osią otworu A i oddalonymi od siebie o 0,02 mm.



Rys. 6.11 Bicie wzdłużne płaszczyzny kołnierza względem osi otworu (bazy), mierzona na średnicy 100 mm, nie może przekroczyć 0,05 mm, czyli rzeczywisty zarys płaszczyzny powinien się znaleźć na powierzchni walca o średnicy 100 mm, między dwiema płaszczyznami prostopadłymi do jego osi i oddalonymi od siebie o 0,05 mm.



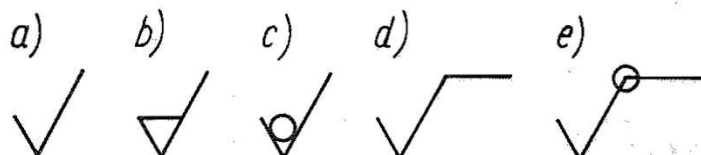


## Temat 7: Oznaczenie chropowatości powierzchni,

informacje dodatkowe na rysunku technicznym (2 godz.) Oznaczanie chropowatości powierzchni

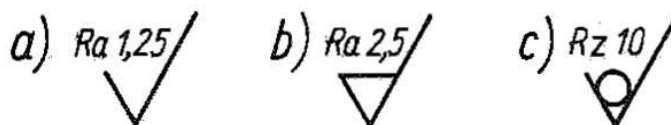
### Symbole do oznaczania struktury powierzchni i parametry chropowatości powierzchni

Do oznaczenia chropowatości na rysunku stosuje się symbole pokazane na rys. 7.1a-c, wraz z podaniem parametru dopuszczalnej chropowatości (rys. 7.2).



Rys. 7.1 Symbole graficzne do oznaczania struktury powierzchni

Symbol z rys. 7.1a bez opisu oznacza powierzchnię rozważaną i jest używany głównie w zbiorczych oznaczeniach chropowatości. Symbol z rys. 7.1 uzupełniony wartością parametru największej dopuszczalnej chropowatości (rys. 7.2a) oznacza, że uzyskanie tej chropowatości odbędzie się w dowolnym procesie obróbkowym z uwzględnieniem obróbki skrawaniem.

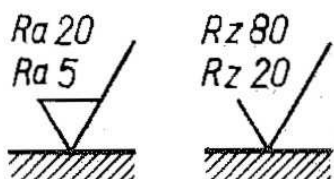


Rys. 7.2 Przykłady oznaczeń dopuszczalnej chropowatości powierzchni

### Oznaczenie chropowatości powierzchni

Oznaczenie dopuszczalnej chropowatości powierzchni składa się z jednego z symboli z rys. 7.1a-c i wpisanej nad nim wartości liczbowej największej dopuszczalnej chropowatości (rys. 7.2), podawanej w mikrometrach. Wartości liczbowe parametrów chropowatości  $R_a^{1)}$  lub  $R_z^{2)}$  zaleca się przyjmować zgodnie z normą PN-87/M-04251, przy czym wartość chropowatości musi być poprzedzona symbolem parametru  $R_a$  (rys. 7.2a-b) lub  $R_z$  (rys. 7.2c). W zasadzie powinno się podawać parametr  $R_a^{3)}$  jako **uprzywilejowany**, ograniczając tym samym zastosowanie parametru  $R_z$  do tych przypadków, gdy producent nie ma przyrządów do pomiaru parametru  $R_a$ .

Gdy konieczne jest dwugraniczne określenie chropowatości, a więc podanie również jej najmniejszej dopuszczalnej wartości, nad znakiem chropowatości wpisuje się obie graniczne wartości (rys. 7.3) przy czym większą chropowatości pisze się wyżej, a mniejszą pod nią.

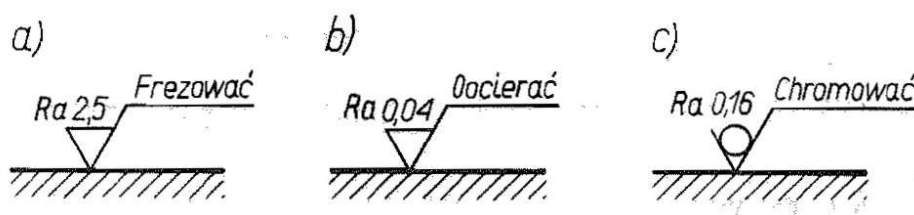


Rys. 7.3 Oznaczenia najmniejszej i największej dopuszczalnej chropowatości



## Oznaczenie sposobu obróbki

Gdy chropowatość powierzchni ma być osiągnięta przy zastosowaniu określonego sposobu obróbki, sposób ten należy podać słownie nad dodatkową linią znaku chropowatości (rys. 7.4a-b). Również nad dodatkową linią podaje się inne wymagania, np. dotyczące powłok (rys. 7.4c).

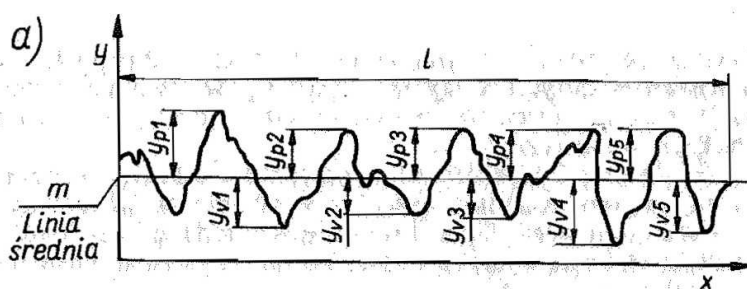


Rys. 7.4 Oznaczenia chropowatości oraz: a), b) sposobu obróbki; c) powłoki na powierzchni

## Parametry chropowatości

W normie PN-87/M-04256/02 podanych jest kilka parametrów określanych w kierunku prostopadłym do linii średniej profilu  $m$ , z czego najczęściej używane są:

- wysokość chropowatości wg 10 punktów  $R_z$  - średnia arytmetyczna wartości bezwzględnych wysokości pięciu najwyższych wzniesień i głębokości pięciu najniższych wgłębień profilu chropowatości w przedziale odcinka elementarnego  $l$  (rys. 7.5).



Rys. 7.5 Określanie parametrów chropowatości  $R_z$

Tab. 7.1 Oznaczanie chropowatości wielu powierzchni przedmiotu na rysunku

| Gdy jedno z kilku oznaczeń chropowatości powierzchni ma się powtórzyć na rysunku więcej razy niż inne oznaczenia | Gdy wszystkie powierzchnie przedmiotu mają mieć jednakową chropowatość  |
|--|---|
| <p>a)</p> <p>b)</p>  | <p>Na rysunku umieszcza się tylko zbiorcze oznaczenie chropowatości w prawym górnym rogu arkusza w odległości 5-10 mm od obramowania (jeśli to miejsce jest zajęte, to można oznaczenie umieścić w innej odległości od obramowania)</p> |

Na rysunku podaje się tylko te inne oznaczenia chropowatości, a oznaczenie dotyczące największej ilości powierzchni umieszcza się jako znak zbiorczy w prawym górnym rogu arkusza i za tym znakiem w nawiasie:

- znak z rys. ... , który w tym przypadku wskazuje umownie, że na rysunku występują jeszcze inne chropowatości (rys. a)
- wszystkie oznaczenia chropowatości podane bezpośrednio na rysunku, ujęte w nawias i uszeregowane wg rosnącej wartości chropowatości (rys. b)

Tab. 7.2 Oznaczanie obróbki cieplnej na rysunkach

| Gdy jedna powierzchnia ma być poddana obróbce cieplnej |
|--|
| <p>a)</p> <p>b)</p>                                    |

Powierzchnię tę zaznacza się linią punktową gruba w odległości ok. 2 grubości linii zarysu przedmiotu (lecz nie mniejszą niż 0,8 mm) i nad doprowadzoną do niej linią odniesienia wpisuje się dane dotyczące obróbki cieplnej (rys. a0 lub wielka litera, której znaczenie objaśnia się w wymaganiach technicznych (rys. b)).



## Temat 8: Zasady sporządzania rysunków wykonawczych części maszyn (4 godz.) .

### Rysunki do wykonania:

9. Rysunek wykonawczy części okrętowej trudnej z oznaczeniami pasowania i tolerancji kształtu.

Do sporządzenia rysunku wykonawczego tulei maszynowej (rys. nr 9) pomocne będą poniższe wiadomości teoretyczne:

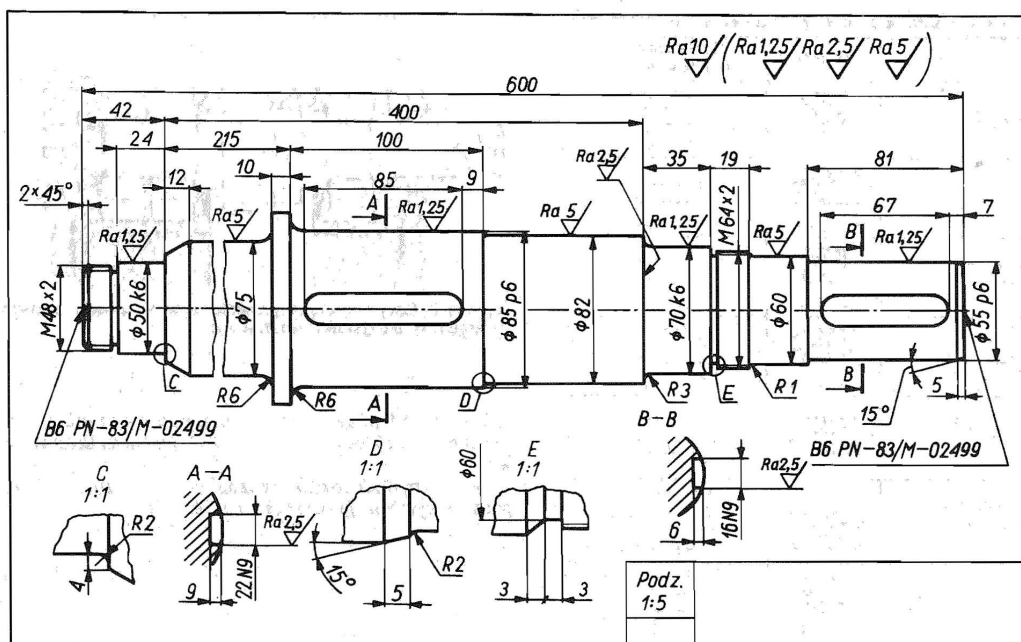
### Wiadomości ogólne

**Rysunkiem wykonawczym** części nazywa się rysunek, na podstawie którego będzie wykonana część maszynowa; może on dotyczyć półwyrobu (odlew, odkuwki itd.) lub części gotowej.

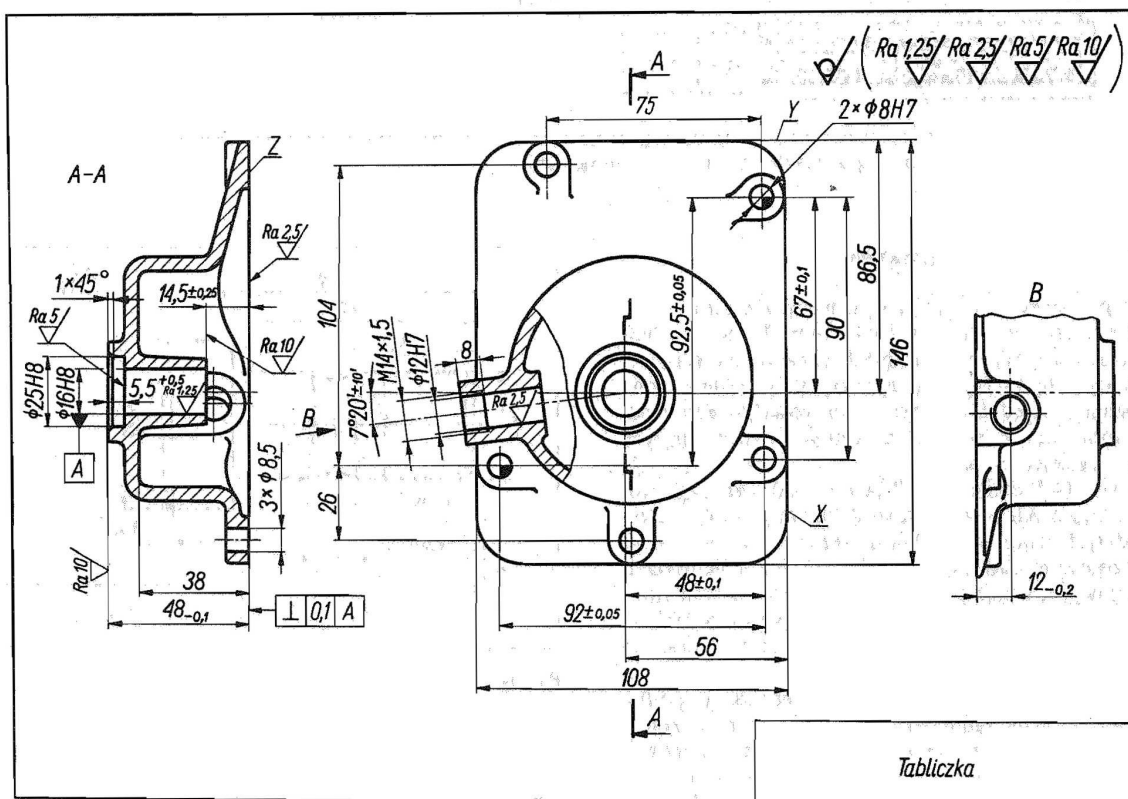
Rysunki wykonawcze powinny być w zasadzie sporządzane w podziałce 1:1, ale ponieważ jednocześnie należy unikać rysowania jednej części na kilku arkuszach, w przypadkach gdy część jest duża lepiej narysować ją w zmniejszeniu 1:2 (wyjątkowo 1:5) na jednym arkuszu niż 1:1 na kilku arkuszach, przy czym bardziej zawiłe, drobne fragmenty jej budowy przedstawia się w dodatkowych rzutach częściowych, w podziałce 1:1 lub nawet w powiększeniu.

Jeżeli narysowanie rzutów części na kilku arkuszach jest konieczne, to poszczególne arkusze numeruje się i rzuty oznacza wg wskazówek podanych w p. 4.2.

Małe części o skomplikowanych kształtach rysuje się często w powiększeniu, dla ułatwienia odczytywania rysunku. W takich przypadkach dobrze jest w lewym dolnym rogu arkusza dorysować cienkimi liniami rzut główny tej części w podziałce 1:1, który ułatwi orientację co do rzeczywistej wielkości części.



Rys. 8.1 Rysunek wykonawczy wału stopniowego



Rys. 8.2 Rysunek wykonawczy pokrywy: na rysunku oznaczono dwa otwory, które mają służyć do ustalania pokrywy w uchwytach obróbkowych podczas jej obróbki skrawaniem

Rysunek wykonawczy powinien przedstawiać część maszynową w takiej ilości rzutów, jaka jest niezbędna do jednoznacznego określenia jej kształtu, i powinien zawierać:

- wszystkie konieczne wymiary, wraz z ewentualnymi tolerancjami;
- tolerancje kształtu i położenia (jeśli są potrzebne);
- oznaczenia dopuszczalnej chropowatości powierzchni i, w razie potrzeby, żądanej kierunku struktury powierzchni i falistości;
- wymagania dotyczące obróbki cieplnej, wykańczającej itd.

### Rysunki części gotowych

Kilka przykładów rysunków wykonawczych części gotowych przedstawiono na rys. 8.1 -8.2. Przyjęte na tych rysunkach bazy wymiarowe zostały oznaczone literami X, Y, Z (rys. 8.1 -8.2) a wymiary powierzchni, które pozostaną surowe w gotowej części, zostały jako zbędne – pominięte, z wyjątkiem wymiarów określających zarysy zewnętrzne części.

Na rys. 8.2. zaznaczono 2 otwory, które ze względów technologicznych powinny być dokładniej obróbowane od pozostałych otworów w kołnierzu (tymi dwoma otworami część będzie nakładana na kołki ustalające w uchwytach obróbkowych, w kilku operacjach obróbki skrawaniem).

Rysunki wykonawcze znormalizowanych części maszynowych (np. śrub, nakrętek, kołków) oraz znormalizowanych narzędzi, sprawdzianów oraz uchwytów i przyrządów sporządza się jako rysunki bezwymiarowe („ślepe”), a wymiary wpisuje się dopiero na odbitki, posługując się przygotowanymi do tego celu tablicami gotowych wymiarów dla wszystkich wielkości określonego narzędzia, części itp.





## **Temat 9: Wykonywanie rysunków i wymiarowanie podstawowych elementów maszyn(10 godz.):**

- a) rysunek wykonawczy części maszyn
- b) rysunek złożeniowy

Zagadnienia wykonywania i prawidłowego czytania rysunków złożeniowych i wykonawczych oraz sposoby ich wymiarowania są opisane w poniższym podrozdziale.

### **Uwagi ogólne**

Rysunek złożeniowy może dotyczyć całego wyrobu (maszyny, urządzenia itd.), jednego z zespołów należących do wyrobu (**rysunek zespołu**) lub jednego z podzespołów (**rysunek podzespołu**).

W zależności od wielkości wyrobu (zespołu, podzespołu), ilości i wielkości części składowych oraz przyjętej podziałki rysunku, rysunek złożeniowy może być mniej lub bardziej szczegółowy.

W przypadku wyrobu dużego i o skomplikowanej budowie, np. samochodu, przedstawienie wszystkich szczegółów budowy na rysunku złożeniowym nie jest możliwe i konieczne. W takich więc przypadkach na rysunku złożeniowym całego wyrobu uwidacznia się główne zespoły wyrobu w ich wzajemnym usytuowaniu oraz pokazuje się w widokach ogólny wygląd wyrobu, natomiast szczegóły budowy przedstawia się na rysunkach poszczególnych zespołów (pierwszego, drugiego i dalszych rzędów, jeśli wyrób jest bardzo skomplikowany) oraz podzespołów.

W celu ułatwienia zrozumienia zasad działania poszczególnych zespołów i całego wyrobu rysunki złożeniowe uzupełnia się często rysunkami schematycznymi: napędów hydraulicznych, instalacji elektrycznych, układów kinematycznych, rysunkami montażowymi, fundamentowymi itd.

Gdy wyrób jest prosty w budowie, zwykle wystarcza jeden rysunek złożeniowy całości, z którego można odczytać zarówno budowę, jak i jego zasadę działania. Na rysunku złożeniowym przedmiot powinien znajdować się w położeniu jakie zajmuje przy jego użytkowaniu, chyba że takiego określonego położenia nie ma.

### **Tabliczki na rysunkach złożeniowych**

Tabliczka na rysunku złożeniowym składa się z tabliczki podstawowej i wykazu części (rys.9.1 oraz 9.2). W przypadku dużej ilości części składowych wykaz części sporządza się na oddzielnych arkuszach.

Przy nadawaniu nazw częściom przedstawionym na rysunku należy przede wszystkim stosować nazwy używane w Polskich Normach, a następnie nazwy powszechnie przyjęte. Ogólnie biorąc, nazwy części powinny odpowiadać ich przeznaczeniu, a więc nie należy np. nazywać części „płytką okrągłą”, lecz „pokrywą”, jeśli część ma właśnie taką funkcję spełniać.

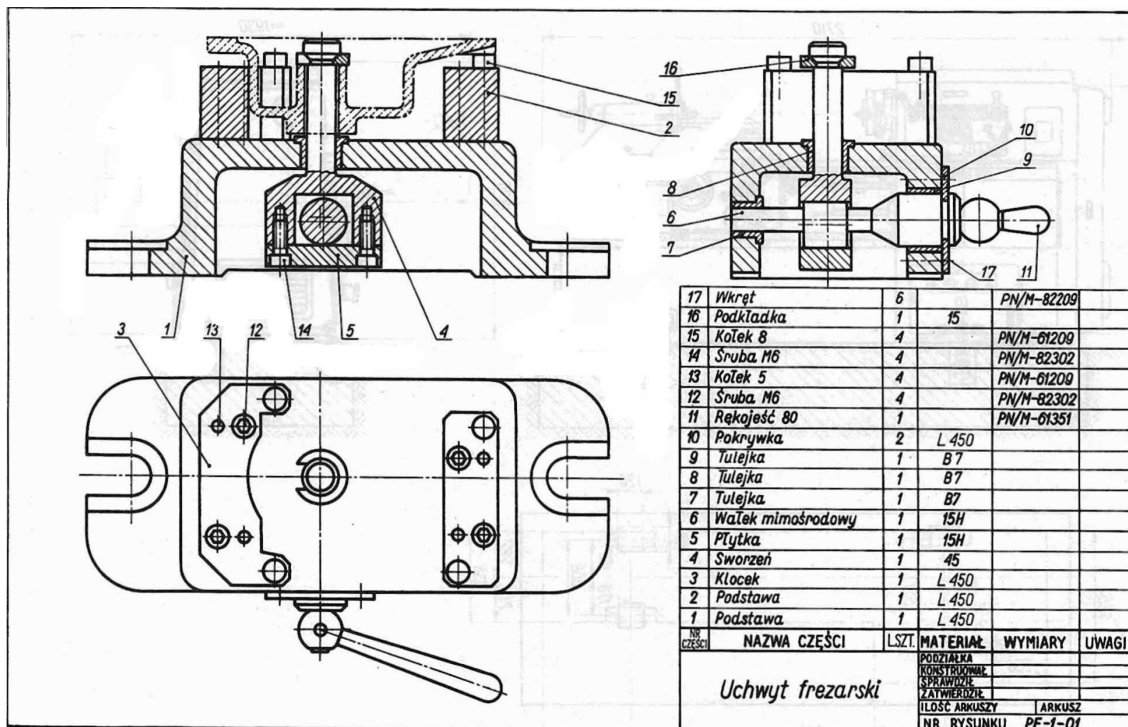
Części składowe numeruje się na rysunkach zgodnie z możliwą kolejnością montażu, ważnością części składowych lub zgodnie z dowolną logiczną kolejnością.

Części numeruje się używając:

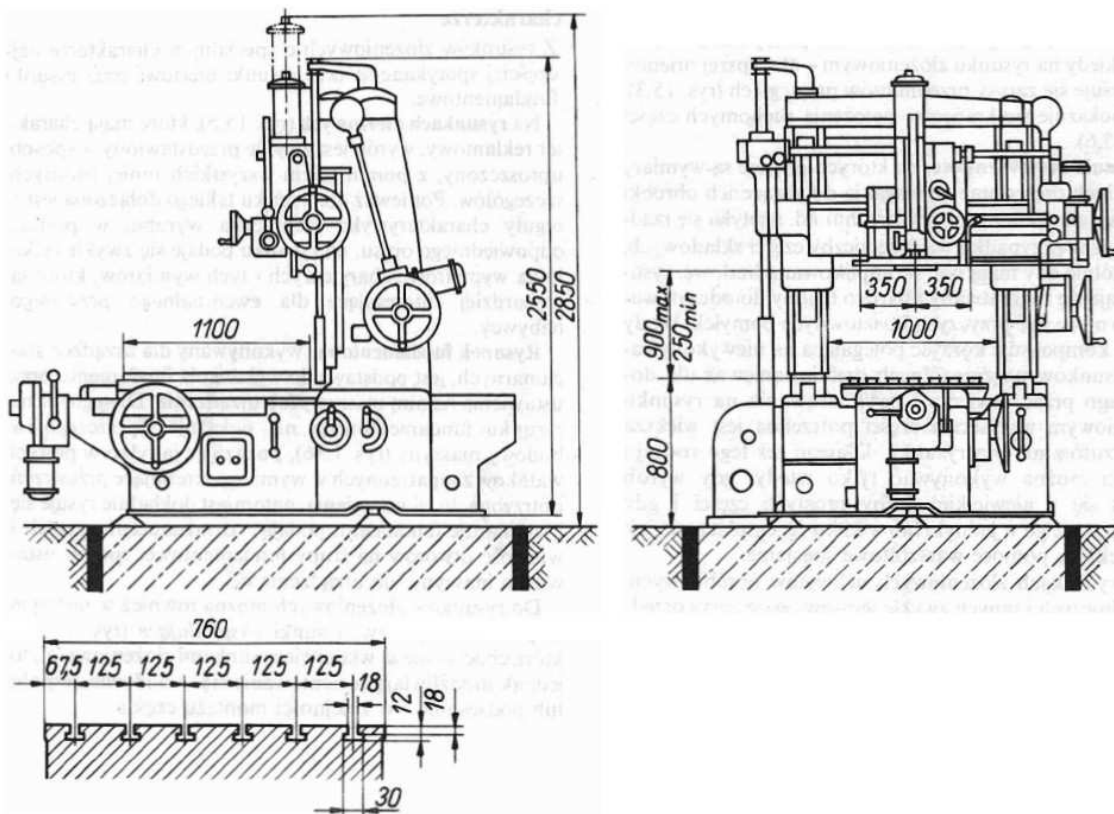
- a) a) liczb o wysokości większej niż wysokość liczb wymiarowych (np. dwukrotnie) wraz z linią odniesienia zakończoną kropką lub strzałką (rys. 15.1);
- b) b) liczb wewnątrz okręgów wraz z linią odniesienia zakończoną kropką lub strzałką (rys. 15.2);
- c) c) liczb podanych nad półką linii odniesienia zakończonej kropką lub strzałką (rys. 15.3, 15.4).

Numery części podaje się równoległe do podstawy rysunku, grupując je w wiersze i kolumny. Linie odniesienia, okręgi i półki rysuje się linią ciągłą cienką. Dopuszcza się używanie wielkich liter zamiast liczb.





Rys. 9.2 Rysunek złożeniowy uchwytu frezarskiego



Rys. 9.3 Rysunek ofertowy wiertarki współrzędnościowej (koordynatowej)



**Rysunki zestawieniowe**, na których podane są wymiary wszystkich części oraz wymagania dotyczące ich obróbki cieplnej, chropowatości powierzchni, itd. spotyka się rzadko, gdyż w przypadku większej liczby części składowych, szczególnie gdy mają one skomplikowaną budowę, rysunek staje się zagmatwany i bardzo trudny do odczytywania, co może być przyczyną kosztownych pomyłek. Wady tej nie kompensuje korzyść polegająca na niewykonywaniu rysunków poszczególnych części, ponieważ dla dokładnego przedstawienia i zwymiarowania na rysunku złożeniowym wszystkich części potrzebna jest większa ilość rzutów na tym rysunku. Dlatego też tego rodzaju rysunki można wykonywać tylko wtedy, gdy wyrób składa się z niewielkiej liczby prostych części i gdy wytwarza się go w jednym lub w kilku egzemplarzach, jak np. niektóre pomoce warsztatowe specjalne.

Na rysunkach złożeniowych uchwytów obróbkowych, spawalniczych i innych zwykle wrysowuje się zarys przedmiotu obrabianego – linia dwupunktową.

Poza tym na wszelkich rysunkach złożeniowych umieszcza się – gdy to jest potrzebne – dodatkowe wymagania techniczne i wskazówki.

### **Rysunki złożeniowe o specjalnym charakterze**

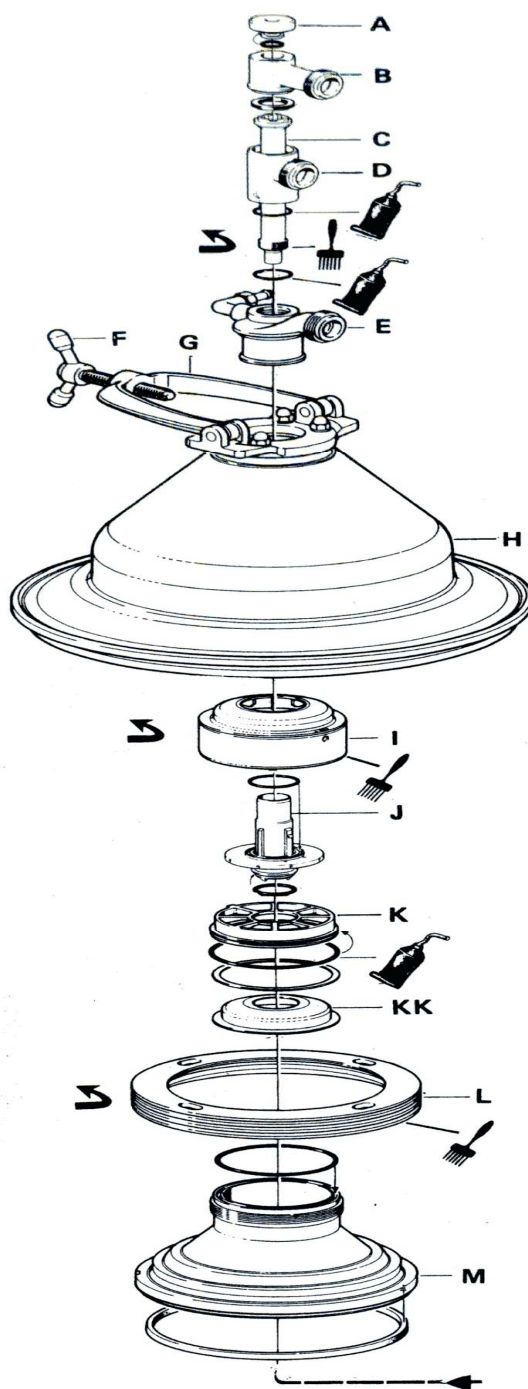
Z rysunków złożeniowych o specjalnym charakterze najczęściej spotykane są tzw. rysunki ofertowe oraz rysunki fundamentowe.

Na **rysunkach ofertowych** (rys. 9.3), które mają charakter reklamowy, wyrób jest zwykle przedstawiony w sposób uproszczony, z pominięciem wszystkich mniej istotnych szczegółów. Ponieważ do rysunku takiego dołączona jest z reguły charakterystyka techniczna wyrobu, w postaci odpowiedniego opisu, na rysunku podaje się zwykle tylko kilka wymiarów gabarytowych i tych wymiarów, które są najbardziej interesujące dla ewentualnego przyszłego nabywcy.

**Rysunek fundamentowy**, wykonywany dla urządzeń stacjonarnych, jest podstawą do wykonania fundamentu oraz ustawienia na nim maszyny lub urządzenia. Dlatego też na rysunku fundamentowym nie pokazuje się szczegółów budowy maszyny, pokazując ją tylko w postaci widoków zaopatrzonych w wymiary określające przestrzeń potrzebną do jej ustawienia, natomiast dokładnie rysuje się i wymiaruje fundament, podając rozmieszczenie, kształt i wielkość otworów na śruby fundamentowe, sposób ustawienia maszyny lub urządzenia itd.

Do rysunków złożeniowych można również w pewnym stopniu zaliczyć tzw. rysunki *eksplodujące* (rys. 9.4), które chociaż nie są właściwie rysunkami złożeniowymi, to jednak umożliwiają zorientowanie się w budowie zespołu lub podzespołu i w kolejności montażu części.





Rys. 9.4 Rysunek eksploatacyjny fragmentu wirówki paliwowej, jako szczególny przypadek rysunku złożeniowego





## Temat 10: Wymiary główne i linie teoretyczne kadłuba (2 godz.)

Poniższy materiał w wystarczającym skrócie omawia zagadnienia wymiarów głównych i linii teoretycznych kadłuba statku handlowego, niezbędne do tego laboratorium.

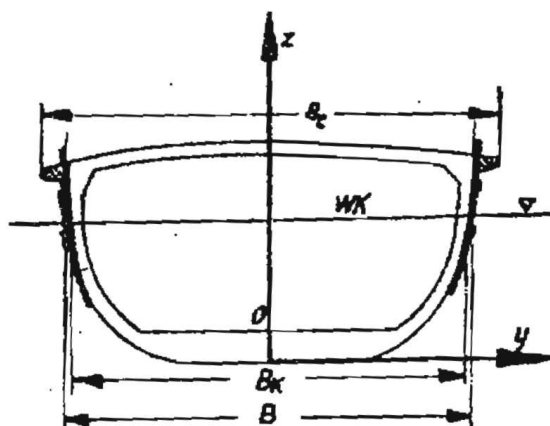
### Podstawowe wiadomości konstrukcji okrętu handlowego

Znajomość ogólnej konstrukcji przeciętnego okrętu jest koniecznym warunkiem wszelkich poczynąń, co do rysunku okrętowego. Chodzi tu głównie o znajomość konstrukcji kadłuba i różnorodnego wyposażenia. Kształt kadłuba jest symetryczny względem pionowej płaszczyzny wzdłużnej, dzielącej go na lewą i prawą połowę, patrząc w kierunku dziobu.

Kadłub okrętu ma budowę szkieletową. Podstawowym elementem struktury jest rama poprzeczna, powtarzająca się w odstępach 450-700 mm. Dolna część tej ramy stanowią dwa denniki, które są związane za pośrednictwem węzłówek, obłożonych dwoma wręgami. Od góry ramę zamyka pokładnik – belka poprzeczna dźwigająca poszycie pokładu i związana z górnymi końcami wręgów trójkątami-węzłówkami. Gęsty szereg ram poprzecznych powiązany jest między sobą przez wzdłużniki dna, burt i pokładu oraz przez całe poszycie kadłuba z blach stalowych.

Wzdłużnik środkowy, leżący w płaszczyźnie symetrii statku, łącznie ze środkową blachą dna zwaną stępką, tworzy „kręgosłup” kadłuba. Po obu jego stronach biegną wzdłużniki boczne. Resztę kratownicy tworzą liczne denniki. Cały ten ruszt posyty jest również i wewnątrz kadłuba pasami blachy, które stanowią dno wewnętrzne.

Układem odniesienia w definiowaniu wymiarów głównych i współczynników kadłuba jest płaszczyzna symetrii okrętu i płaszczyzna konstrukcyjnej wodnicy pływania.



Rys. 10.1 Wymiary główne w przekroju poprzecznym statku handlowego

Szerokość największa  $B_C$  – odległość mierzona prostopadłe do płaszczyzny symetrii okrętu, pomiędzy dwoma stałymi przeciwległymi punktami burt, najbardziej oddalonymi od płaszczyzny symetrii okrętu (rys. 10.1)

Szerokość  $B$  – odległość mierzona prostopadłe do płaszczyzny symetrii okrętu w najszerszym miejscu kadłuba (rys. 10.1), pomiędzy zewnętrznymi krawędziami wręgów przy kadłubach stalowych.

Szerokość konstrukcyjna  $B_K$  – odległość mierzona prostopadłe do płaszczyzny symetrii okrętu w najszerszym miejscu konstrukcyjnej wodnicy pływania kadłuba (rys. 10.1) na wręgach. Najczęściej szerokość konstrukcyjna równa jest szerokości okrętu.



## Linie teoretyczne kadłuba

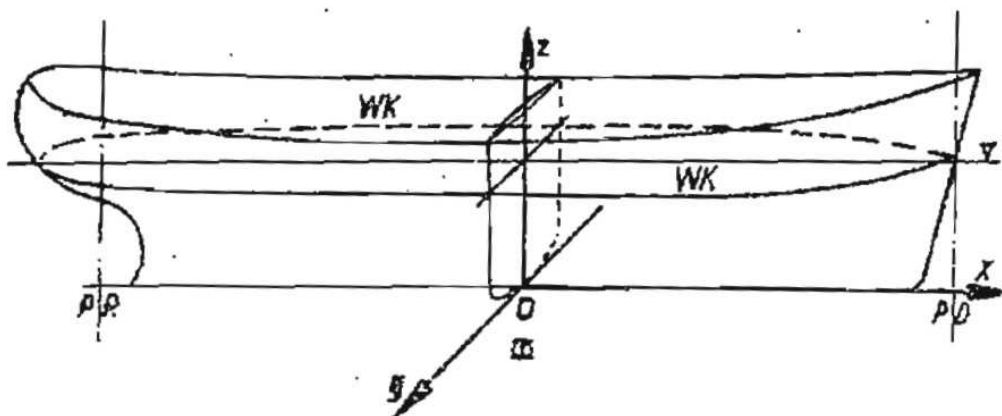
Kadłub okrętu tworzy pewną powierzchnię zamkniętą. Jednym z dostępnych i najszerzej stosowanych sposobów przedstawienia powierzchni kadłuba jest sposób rysunkowy.

Rysunek powierzchni kadłuba nazywamy liniami teoretycznymi – podawany jest w sposób umowny, w prostokątnym układzie osi współrzędnych zwanych układem osi kadłuba.

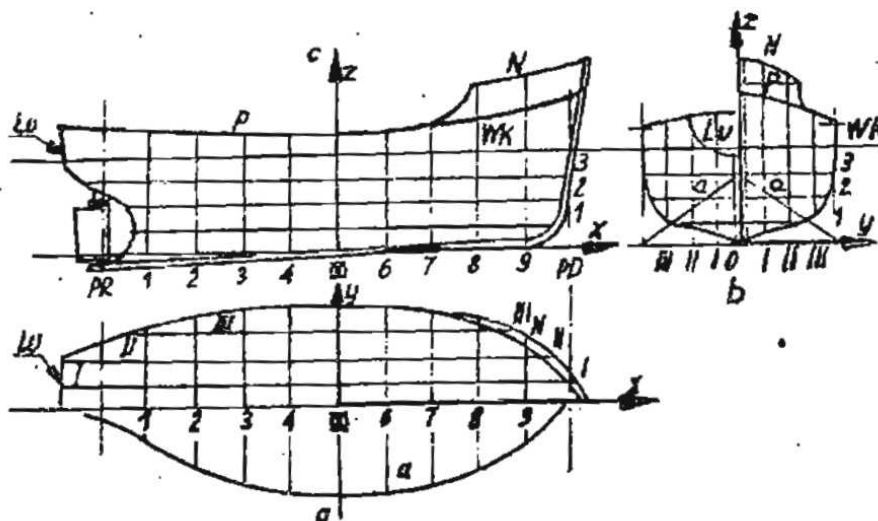
Układ osi współrzędnych kadłuba tworzą: płaszczyzna symetrii okrętu i dwie inne płaszczyzny do niej prostopadłe (rys.10.2).

Linie teoretyczne otrzymujemy przez przecięcie powierzchni kadłuba trzema płaszczyznami równoległymi do trzech płaszczyzn omówionego układu osi współrzędnych.

Każdą płaszczyznę równoległą do płaszczyzny podstawowej  $xOy$  nazywamy płaszczyzną wodnicową. Linie przecięcia kadłuba płaszczyzną wodnicową (pękiem płaszczyzn wodnicowych) lub rzut tej linii na jakąkolwiek płaszczyznę układu osi współrzędnych kadłuba nazywamy wodnicą okrętu.

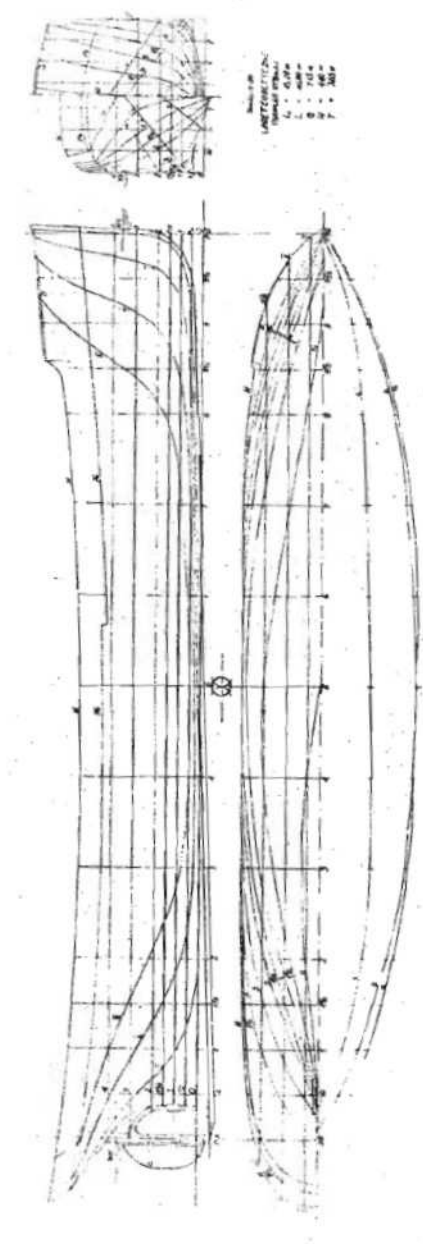


Rys. 10.2 Linie teoretyczne kadłuba w jego przekroju podłużnym



Rys. 10.3 Linie teoretyczne okrętu w trzech płaszczyznach przecięcia





Rys. 10.5 Linie teoretyczne kadłuba - rzuty wzdłużnic, wrężnic, wodnic oraz ukośnic

Na rysunkach linii teoretycznych nie pokazuje się osi układu współrzędnych tak samo, jak i w rysunku technicznym.

Rysunek linii teoretycznych musi być wykonany bardzo starannie i z dużym stopniem dokładności. Dokładność jest wymagana po to, aby można było z rysunku dokonać pomiarów niezbędnych dla prac projektowych okrętu, jak i dla jego budowy. Realny stopień dokładności, jaki można uzyskać w kreśleniu linii teoretycznych należy przyjąć  $\pm 0,1$  mm.



## **Temat 11 Schematy instalacji siłowni okrętowych i zasady ich rysowania – czytanie schematów instalacji siłowni okrętowych (2 godz.)**

### **Rysunki do wykonania:**

10. Narysować wybrany fragment instalacji paliwowej na podstawie dokumentacji okrętowej

Schemat jest rysunkiem, przedstawiającym zasadę działania maszyn i urządzeń w sposób bardzo uproszczony. Ułatwia on użytkownikowi zrozumienie funkcjonowania mechanizmów, maszyn i urządzeń, względnie połączeń instalacji. Oprócz schematów mechanicznych, hydraulicznych i pneumatycznych spotykamy schematy elektryczne, sanitarne, instalacji wodnych i sterowania automatycznego np. siłownia okrętową.

### **Rysowanie schematów**

Schematy maszyn, urządzeń i mechanizmów przedstawiany na przekrojach rozwiniętych, sprowadzonych do płaszczyzny rysunku. Na schematach nie obowiązuje zachowanie, ani rzeczywistego wzajemnego położenia, ani proporcji wymiarowych poszczególnych elementów.

Na schematach w razie potrzeby można podawać uproszczenia rysunkowe, które zastąpią uproszczenia schematyczne.

### **Schematy instalacji rurowodowych okrętowych**

Rurociągi, przewodzące ciecze i gazy, służą do zapewnienia pracy silnika głównego, kotła oraz urządzeń pomocniczych.

W budownictwie okrętowym przyjęto podział rurowodów na dwie zasadnicze grupy:

- rurowody kadłubowe, które są przeznaczone do obsługi całego statku (rurowody: przeciwpożarowe, służące do ogrzewania, odprowadzania ścieków, zaopatrywania w wodę);
- rurowody maszynowe przeznaczone do obsługi siłowni statku znajdują się one zazwyczaj w przedziałach siłowni (rys. 11.1 – 11.2).

Rurociągi maszynowe i kadłubowe można sklasyfikować według ich funkcji, jaką spełniają na statku. Ten podział dzięki dokumentacji konstrukcyjnej, technologicznej, planowaniu i rozliczaniu kosztów, ma określać klasy. Każda klasa dzieli się na grupy konstrukcyjno-technologiczne, a te z kolei na podgrupy. Klasa piąta obejmuje rurowody na statku. Każdy rurowód należy do określonej grupy i podgrupy konstrukcyjno-technologicznej i jest oznaczony numerem,

Na rysunku sytuacyjnym zarys elementów konstrukcji kreślimy liniami cienkimi, natomiast maszyny i urządzenia, do których podłącza się rurowody, przedstawiamy jednoznacznie, określając miejsce połączeń. Rurowody rysowane oraz zaznaczone są tak, jak na schemacie montażowym.

Przebieg rurowodów z rozmieszczeniem armatury musi odpowiadać przyszłej ich lokalizacji na statku. Rurowody rysowane są dwoma liniami, które wyznaczają pełny ich gabaryt. Armatura pokazana jest na planie w sposób określający jej położenie i gabaryty. Plan podaje miejsca połączeń oraz wymiary i usytuowanie niektórych odcinków. Plan zawiera również zestawienie materiałowe.

Rysunki koordynacyjne przeznaczone są dla określonych zagęszczonych rejonów statku. Wykonuje się najczęściej w skali 1 i 25. Podają one wzajemne rozmieszczenie wyposażenia danego rejonu okrętu. Dla przejrzystości poszczególne układy rurowodów oznacza się w sposób umowny kolorami. Rysunek projektu roboczego rurowodu jest dość pracochłonny ze względu na konieczność przedstawienia na nim dużej liczby często krzyżujących się rurowodów.

Przykłady schematów instalacji siłowni okrętowych pokazano na rysunku.

Symbole graficzne stosowane na schematach ideowych układów rurowodów okrętowych podano według normy BN-67/3709-01 i BN-64/73099-03 (tabela 11.1 -11.5)





Tabela 11.1 Symbole graficzne stosowane na schematach ideowych układów siłowni okrętowych

| Lp. | Nazwa                 | Symbol | Lp. | Nazwa                                      | Symbol |
|-----|-----------------------|--------|-----|--|--------|
| 1.  | Rury lub kanały       |        | 3.  | Aparaty i osprzęt                          |        |
| 2.  | Zawory, kurki, zasuwy |        | 4.  | Przyrządy wskazujące, pomiarowe i alarmowe |        |

Tabela 11.2 Symbole graficzne rurociągów, stosowane na schematach ideowych układów siłowni okrętowych

| Lp. | Nazwa                     | Symbol | Lp. | Nazwa                                | Symbol |
|-----|---------------------------|--------|-----|--------------------------------------|--------|
| 1.  | Rura lub kanał            |        | 13. | Połączenie łącznikiem gwintowym      |        |
| 2.  | Rura lub kanał - giętka   |        | 14. | Połączenie łącznikiem gwintowym      |        |
| 3.  | Kierunek przepływu        |        | 15. | Połączenie gwintowe złączką stożkową |        |
| 4.  | Zmiana średnicy rurociągu |        | 16. | Połączenie bagnetowe                 |        |

Tabela 11.3 Symbole graficzne zaworów, stosowane na schematach ideowych układów siłowni okrętowych



| Lp. | Nazwa                               | Symbol | Lp. | Nazwa   | Symbol |
|-----|-------------------------------------|--------|-----|---|--------|
| 1   | 2                                   | 3      | 1   | 2   | 3      |
| 1.  | Zawór ogólnie                       |        | 8.  | Zawór redukcyjny przelotowy /liczby podają ciśnienie przed i za zaworem. Jednostki inne niż kG/cm <sup>2</sup> należy podać obok liczb/ |        |
| 2.  | Zawór zaporowy przelotowy           |        |     |   |        |
| 3.  | Zawór zaporowy kątowy               |        |     |   |        |
| 4.  | Zawór zwrotny przelotowy            |        | 9.  | Zawór redukcyjny kątowy /liczby podają ciśnienie przed i za zaworem. Jednostki inne niż kG/cm <sup>2</sup> należy podać obok liczb/     |        |
| 5.  | Zawór zwrotny kątowy                |        |     |   |        |
| 6.  | Zawór zaporowy - zwrotny przelotowy |        |     |   |        |
| 7.  | Zawór zaporowo-zwrotny kątowy       |        |     |   |        |

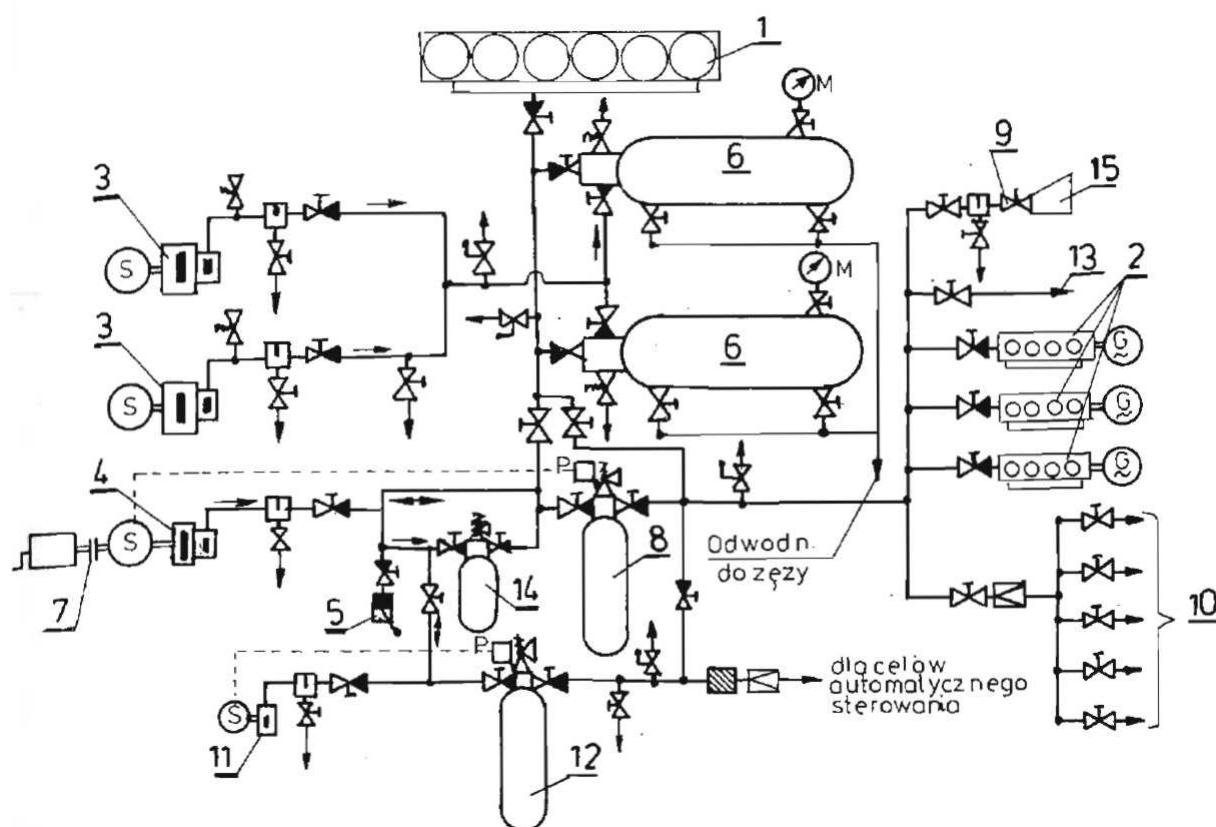
Tabela 11.4 Symbole graficzne stosowane na schematach ideowych układów siłowni okrętowych

| Lp. | Nazwa                           | Symbol | Lp. | Nazwa  | Symbol |
|-----|---------------------------------|--------|-----|--|--------|
| 1   | 2                               | 3      | 1   | 2  | 3      |
| 1.  | Kurek przelotowy                |        | 5.  | Kurek z dolnym dolotem z jednym króćcem bocznym  |        |
| 2.  | Kurek kątowy                    |        |     |  |        |
| 3.  | Kurek trójdrogowy z przelotem L |        | 6.  | Kurek z dolnym dolotem z dwoma króćcami bocznymi |        |
| 4.  | Kurek trójdrogowy z przelotem T |        |     |  |        |



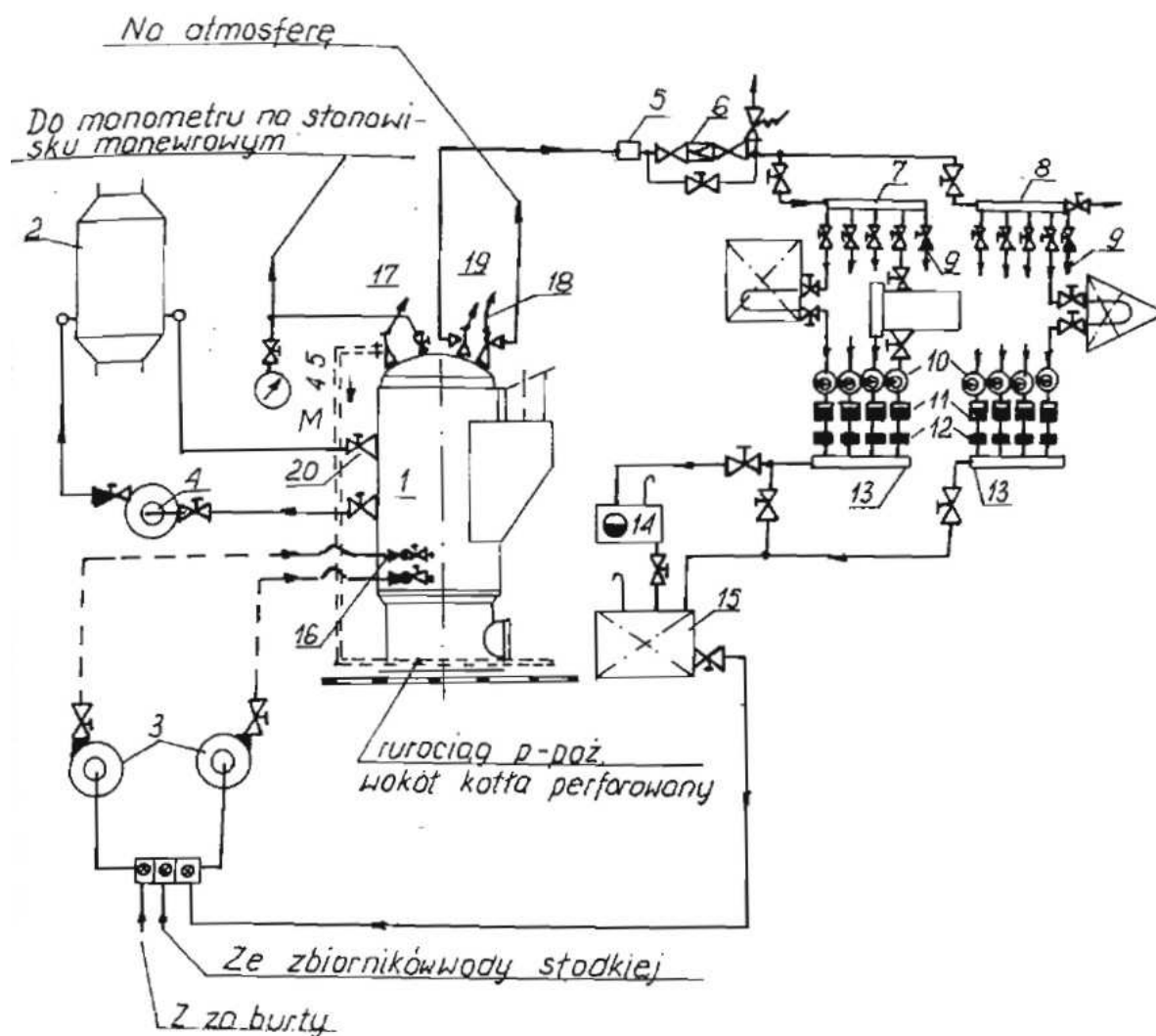
Tabela 11.5 Symbole graficzne filtrów, osadników, koszy ssących, stosowane na schematach ideowych układów siłowni okrętowych

| Lp. | Nazwa   | Symbol | Lp. | Nazwa                | Symbol |
|-----|---|--------|-----|----------------------|--------|
| 1.  | Filtr /nad filtrem podać niezbędną charakterystykę/ |        | 5.  | Osadnik              |        |
| 2.  | Końcówka ssąca                                      |        | 6.  | Odwadniacz           |        |
| 3.  | Kosz ssący  |        | 7.  | Oddzielacz, osuszacz |        |
| 4.  | Kosz ssący z zaworem zwrotnym                       |        | 8.  | Zwilżacz             |        |
|     |   |        | 9.  | Tłumik               |        |



Rys. 11.1 Schemat instalacji sprężonego powietrza rozruchowego siłowni typowego statku z napędem głównym silnikiem wolno lub średnio-obrotowym





Rys. 11.2 Schemat instalacji parowej i zasilania kotła pomocniczego siłowni spalinywej



## **Temat 12: Zasady sporządzania schematów układów hydraulicznych i pneumatycznych, czytanie schematów układów hydraulicznych i pneumatycznych. (2 godz.)**

### **Rysunki do wykonania:**

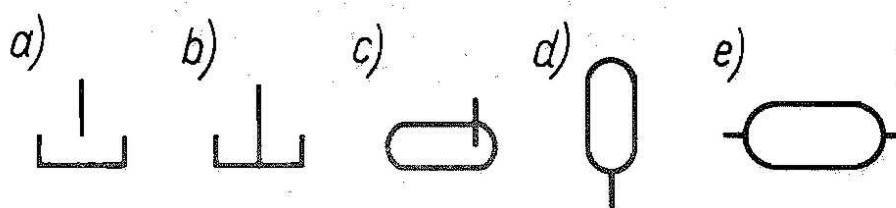
#### **11. Fragment instalacji hydraulicznej portowego wózka widłowego**

Poniższy materiał jest pomocny do sporządzenia rzeczywistego schematu hydraulicznego z wózka widłowego portowego

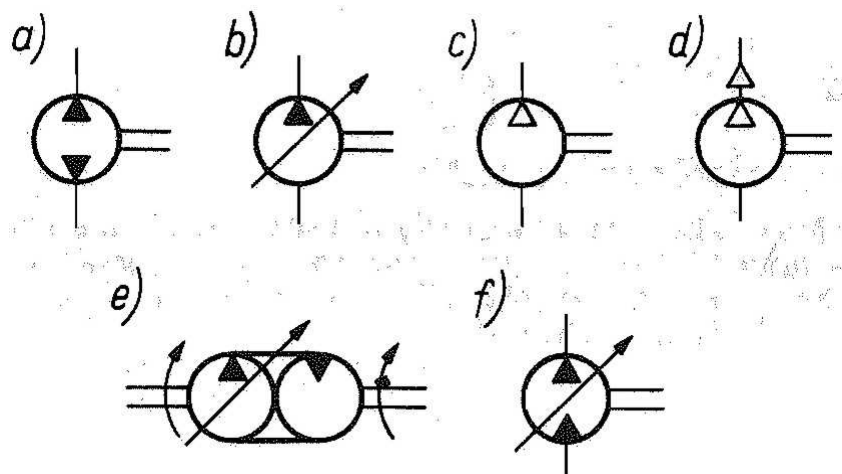
### **Schematy hydrauliczne, pneumatyczne, energetyki cieplnej i techniki próżni**

Symbole graficzne stosowane w schematach napędów i sterowania hydraulicznego i pneumatycznego są ujęte w normie PN-ISO 1219-1:1994. Wybór tych symboli pokazano na rys. 12.1 -12.5, a sposób odczytywania zasad działania rozdzielaczy (zaworów rozrządczych) z ich symboli graficznych wyjaśniono na rys. 12.6 - 12.7, na przykładzie schematu przekładni hydraulicznej.

Przykłady schematów zbudowanych ze znormalizowanych symboli pokazano na rys. 12.6 - 12.7

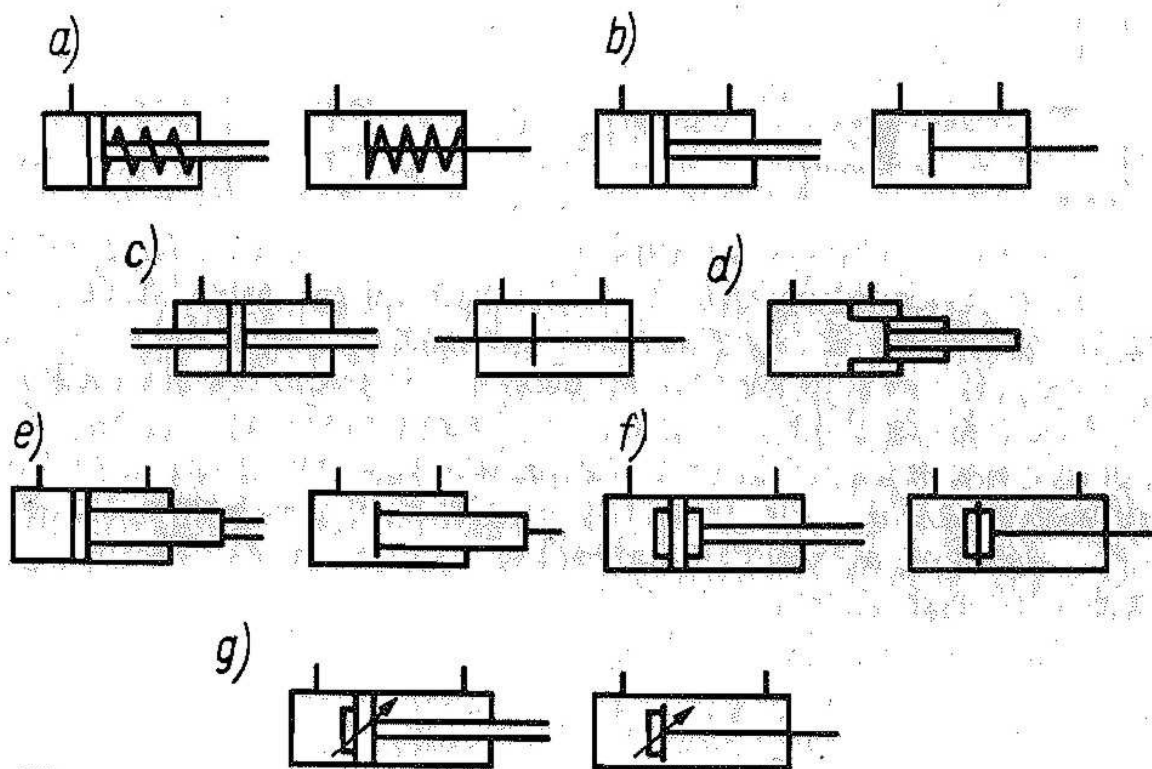


Rys. 12.1 Symbole zbiorników i akumulatorów: a) zbiornik bezciśnieniowy (otwarty) z odprowadzeniem i wylotem przewodu nad poziomem cieczy; b) z wylotem przewodu pod poziomem cieczy; c) zbiornik ciśnieniowy; d) akumulator hydrauliczny; e) pneumatyczny

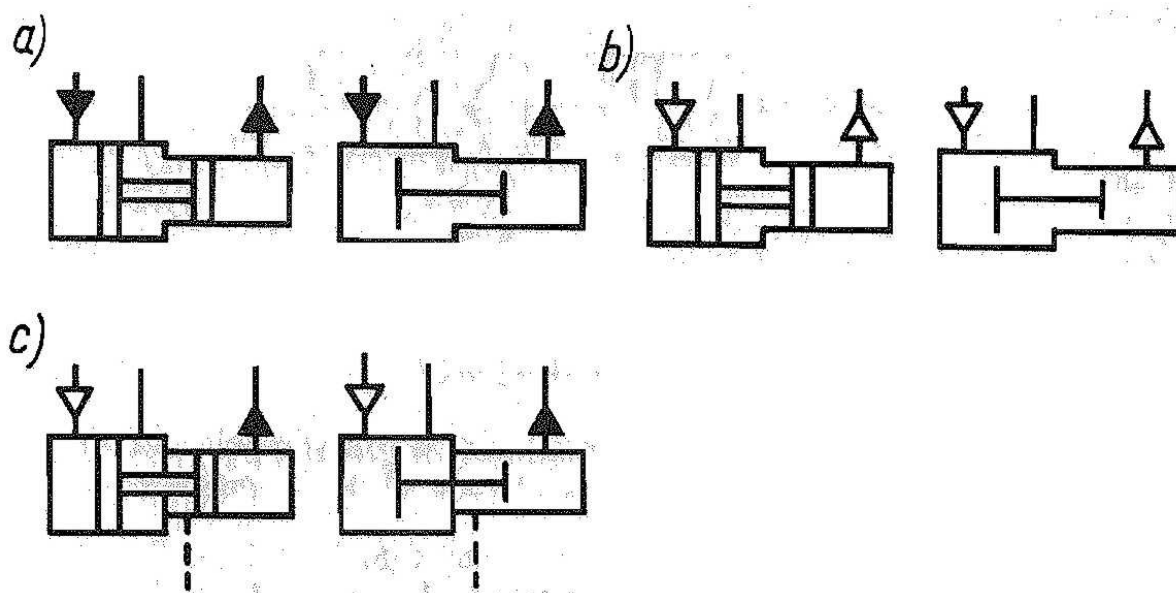


Rys. 12.2 Symbole pomp, sprężarek, przekładni hydraulicznych silnikopomp: a) pompa o stałej wydajności i dwóch kierunkach tłoczenia; b) pompa o zmiennej wydajności i jednym kierunku tłoczenia; c) sprężarka; d) pompa próżniowa; e) przekładnia hydrauliczna z pompą o zmiennej wydajności i jednym kierunkiem obrotów oraz z silnikiem o stałej chłonności i jednym kierunkiem obrotów; f) silnikopompa o zmiennej chłonności (wydajności) i jednym kierunkiem przepływu

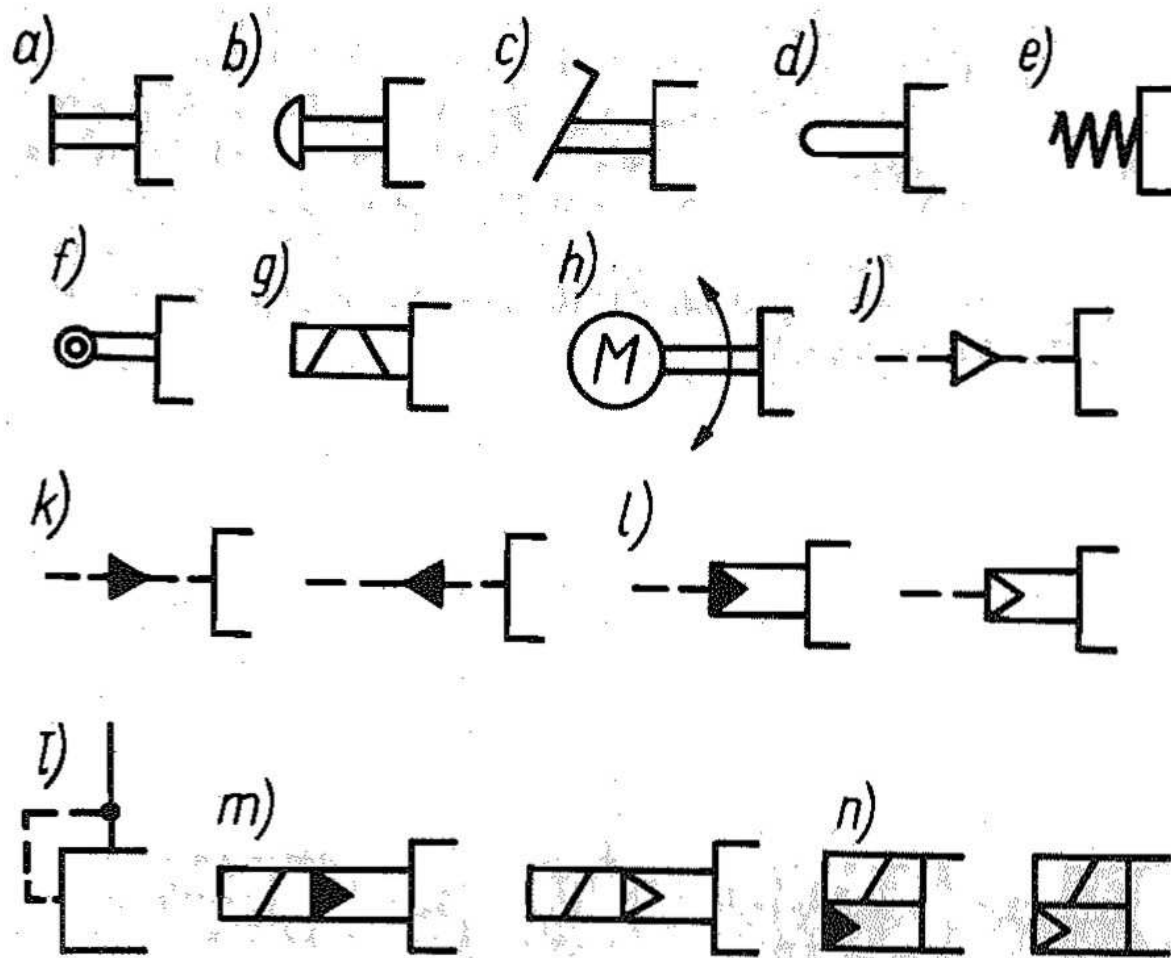




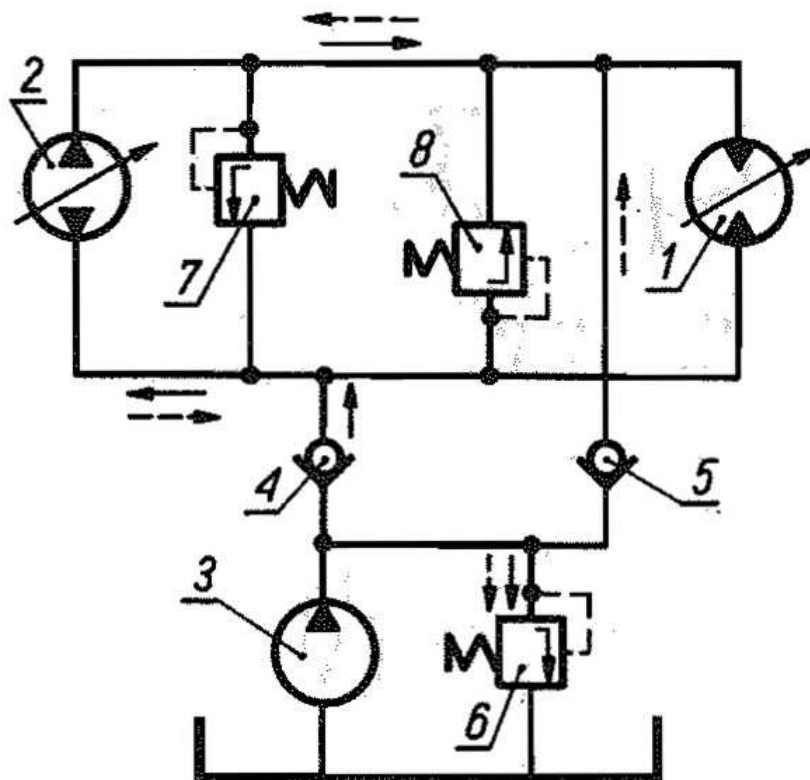
Rys. 12.3 Symbole cylindrów hydraulicznych i siłowników pneumatycznych: a) cylinder (siłownik) jednostronnego działania z tłokiem powracającym pod działaniem sprężyny; b) cylinder (siłownik) dwustronnego działania z tłoczkami jednostronnym; c) z tłoczkami dwustronnym; d) teleskopowy; e) różnicowy; f) cylinder (siłownik) z hamowaniem dwustronnym (o stałej wartości) przy końcu suwu; g) z hamowaniem jednostronnym o zmiennej wartości



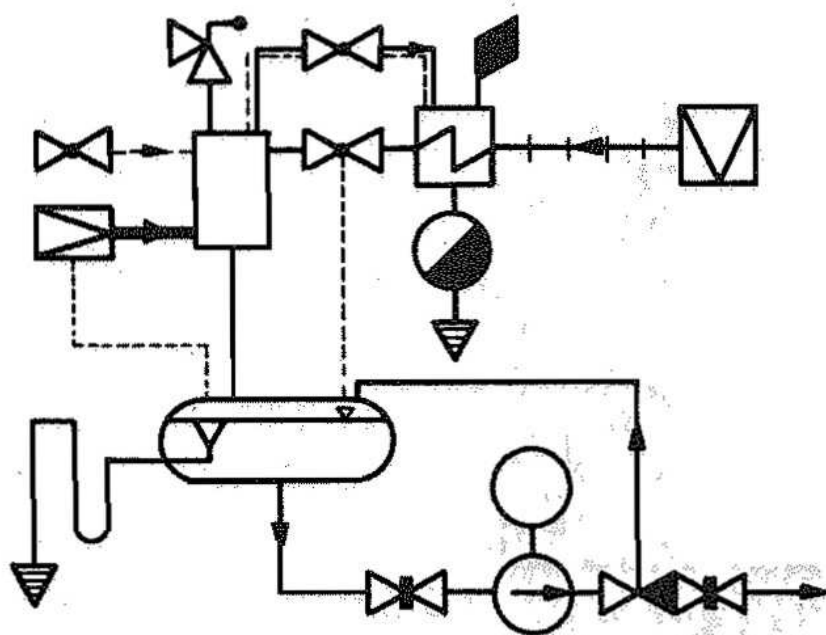
Rys. 12.4 Symbole wzmacniaczy (multiplikatorów) ciśnienia: a) wzmacniacz hydrauliczny; b) pneumatyczny; c) p-neumo-hydrauliczny



Rys. 12.5 Symbole sposobów sterowania: a) sterowanie ręczne lub nożne (symbol ogólny); b) sterowanie ręczne przyciskiem; c) nożne pedałem; d) sterowanie mechaniczne popychaczem; e) sprężyną; f) rolką; g) sterowanie elektromagnesem dwukierunkowe; h) silnikiem elektrycznym; i) sterowanie bezpośrednie nadciśnieniem pneumatyczne; k) hydrauliczne; l) sterowanie pośrednie (ze wspomaganie) przez wzrost ciśnienia; l) sterowanie ciśnieniem własnym; m) elektromagnesem i ciśnieniem; n) elektromagnesem lub ciśnieniem



Rys. 12.6 Schemat przekładni hydraulicznej: 1 – silnik hydrauliczny o zmiennej chłonności i dwóch kierunkach przepływu; 2 – pompa o zmiennej wydajności i dwóch kierunkach przepływu; 3 – pompa o stałej wydajności i jednym kierunku przepływu; 4,5 – zawory zwrotne; 6 – zawór przelewowy; 7,8 – zawory bezpieczeństwa.



Rys. 12.7 Schemat stacji odgazowania wody zasilającej kocioł okrętowy



## **Temat 13: Zasady sporządzania schematów instalacji elektrycznej, czytanie schematów instalacji elektrycznej. (2 godz.)**

### **Schematy instalacji elektrycznych na statku.**

Każdy inżynier spotyka się w pracy zawodowej z koniecznością odczytywania rysunków technicznych z innych dziedzin jak np. schematów instalacji i urządzeń elektrycznych.

W rysunku elektrycznym występują znormalizowane symbole i oznaczenia, bez znajomości których odczytanie tych rysunków jest niemożliwe. Rysunki konstrukcyjne maszyn i urządzeń wykonujemy wg Zasad rysunku maszynowego, natomiast w schematach elektrycznych i planach instalacji stosujemy znormalizowane symbole graficzne.

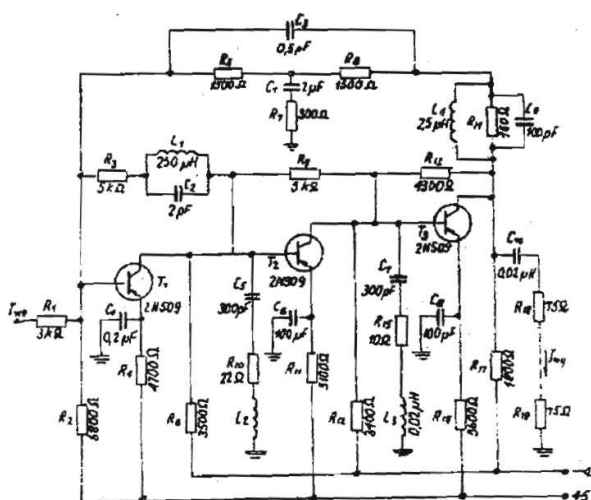
W zależności od rodzaju rysunków rozróżnia się plany oraz schematy ideowe – połączeniowe.

Plany pokazują wszystkie odbiorniki i instalacje elektryczne, naniesione na plan statku. Dzięki temu można pokazać rozmieszczenie maszyn i urządzeń, punktów świetlnych wyłączników, itd. Na planach zaznacza się przebieg obwodów, moc odbiorników i inne dane potrzebne w wykonaniu instalacji.

Przykład planu przedstawiono na rysunku 13.1 – 13.2

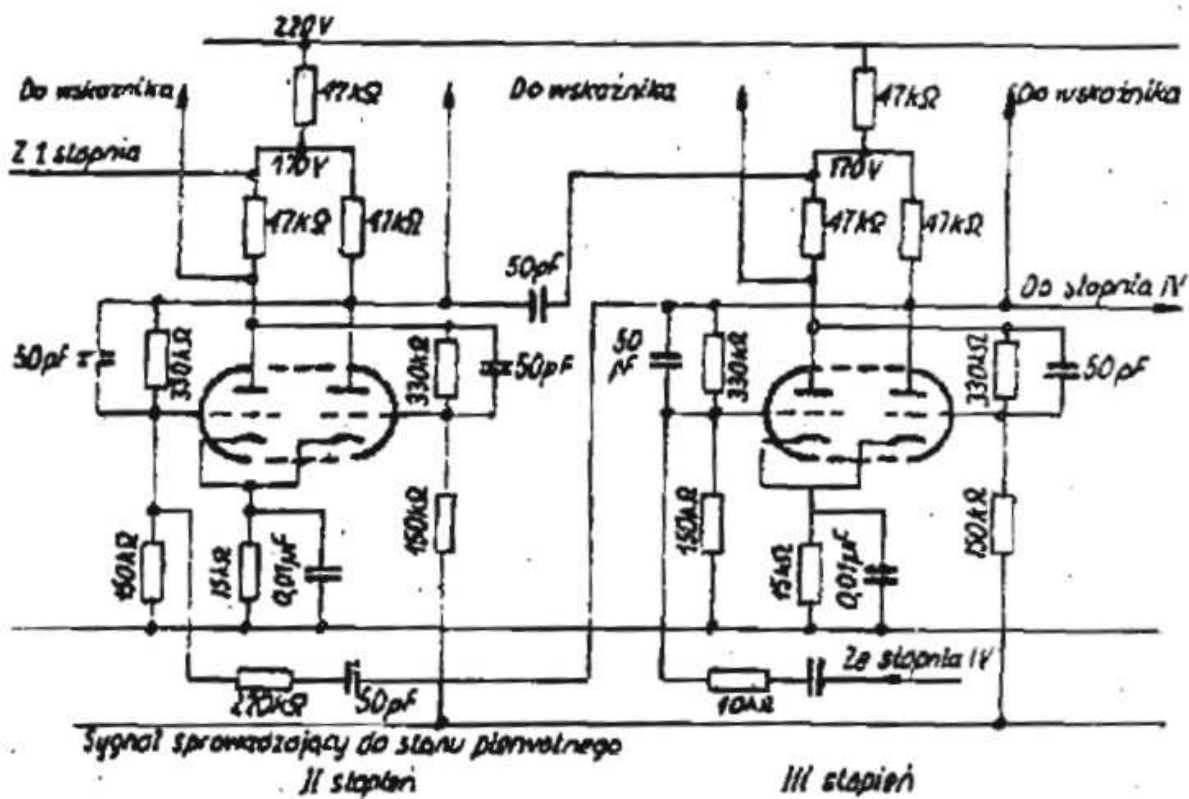
Schematy ideowe są to uproszczone sposoby przedstawiania połączenia między maszynami, aparatami.

Schematy szczegółowe służą do wyjaśnienia zasady działania określonego urządzenia. Mogą być wykorzystywane w przypadku mniej skomplikowanych urządzeń do ich wykonania. Na tych schematach pokazuje się wszystkie obwody z uwzględnieniem przyrządów pomiarowych, sterujących, przekroju obwodów, itp.



Rys. 13.1 Przykłady zastosowania symboli graficznych stosowanych w schematach elektrycznych i planach instalacyjnych w okrętowym schemacie elektrycznym (według Polskich Norm PN-64/E-01200, PN-52/E-1210 i PN-52/E-122)

Schematy obwodowe (funkcyjne) służą do przedstawienia zasady działania urządzeń skomplikowanych. Uwidocznione są w nich dokładnie wszystkie połączenia pomocnicze urządzenia. Poszczególne części i przyrządy przedstawia się przez narysowanie symboli ich elementów składowych.



Rys. 13.2 Schemat obwodowy wyjaśniający zasadę działania urządzenia elektrycznego





## Temat 14: Czytanie rysunków technicznych oraz schematów instalacji z dokumentacji technicznej statku. (2 godz.)

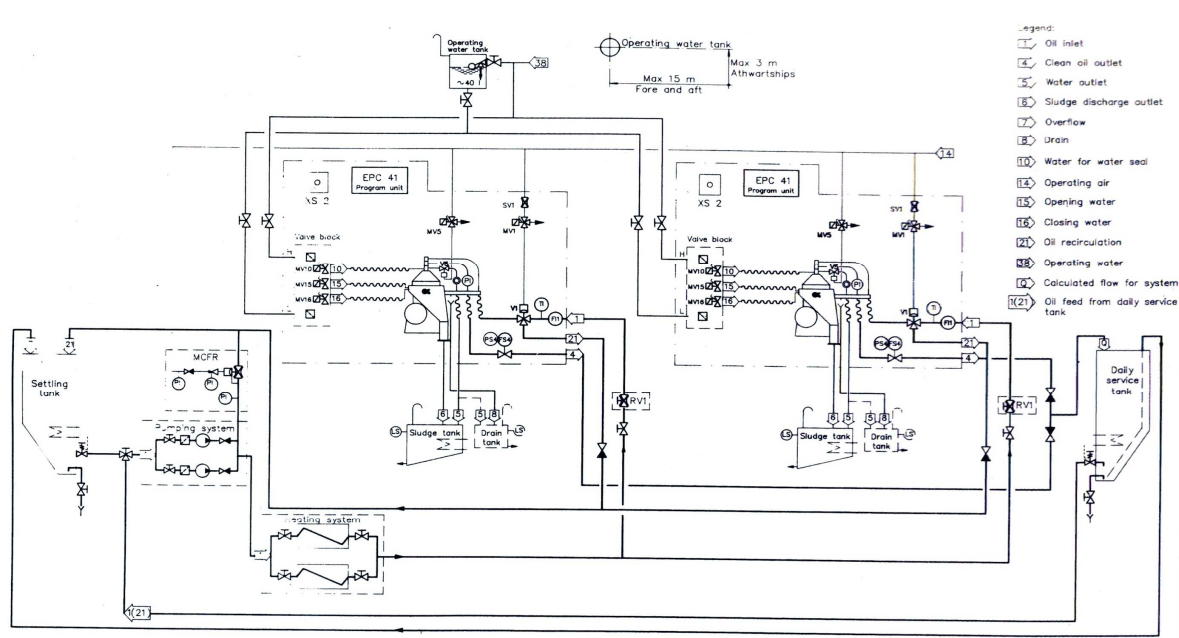
Ze względu na międzynarodowy charakter żeglugi oraz produkcje eksportową okrętów, obowiązują w naszym przemyśle normy dotyczące rurociągów okrętowych oparte na zaleceniach ISO. Normalizacja symboli graficznych umożliwia łatwe porozumiewanie się oraz skraca proces projektowania dokumentacji.

**Schemat ideowy** wykonuje się bez zachowania jednolitej skali i wskazuje, za pomocą umownych oznaczeń, funkcjonalne połączenie rurociągów, rodzaje armatury i aparaturę oraz kierunek przepływu przeprowadzonego czynnika. W procesie technologicznym schemat ideowy znalazł ograniczone zastosowanie, korzysta się tylko przy przeprowadzeniu prób. Rysunki wykonawcze rurociągów są opracowane w formie schematów montażowych lub schematów sytuacyjnych oraz planów.

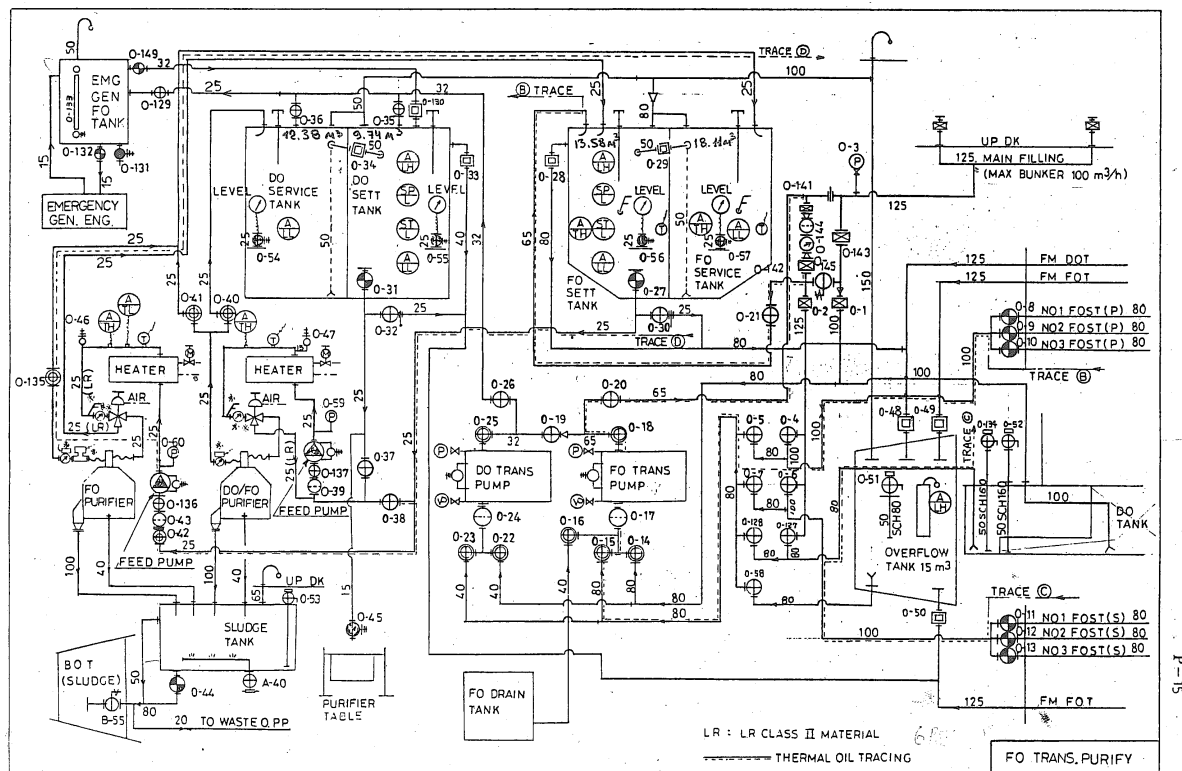
**Schemat montażowy rysowany** wykonuje się bez skali. Podaje on zestawienie maszyn i urządzeń, występujących w danym układzie rurociągów, rozmiary i normy rur, wartości ciśnień próbnych dla poszczególnych odcinków rurociągu, armatury i instalacji. Rurociągi w zależności od rodzaju i parametrów, przewodzonego w nich czynnika, rysowane SA w sposób zróżnicowany, np. linia ciągła gruba przerywana, ewentualnie oznaczone są dodatkowymi symbolami literowymi. Do schematu montażowego dołączone jest zestawienie materiałów potrzebnych do wykonania rurociągów.

**Schemat sytuacyjny** wykonany jest na tle zarysu urządzeń i konstrukcji statku lub okrętu w skali 1 i 25 lub 1 i 100. Przedstawiony może być w jednym lub kilku rzutach i przekrojach.

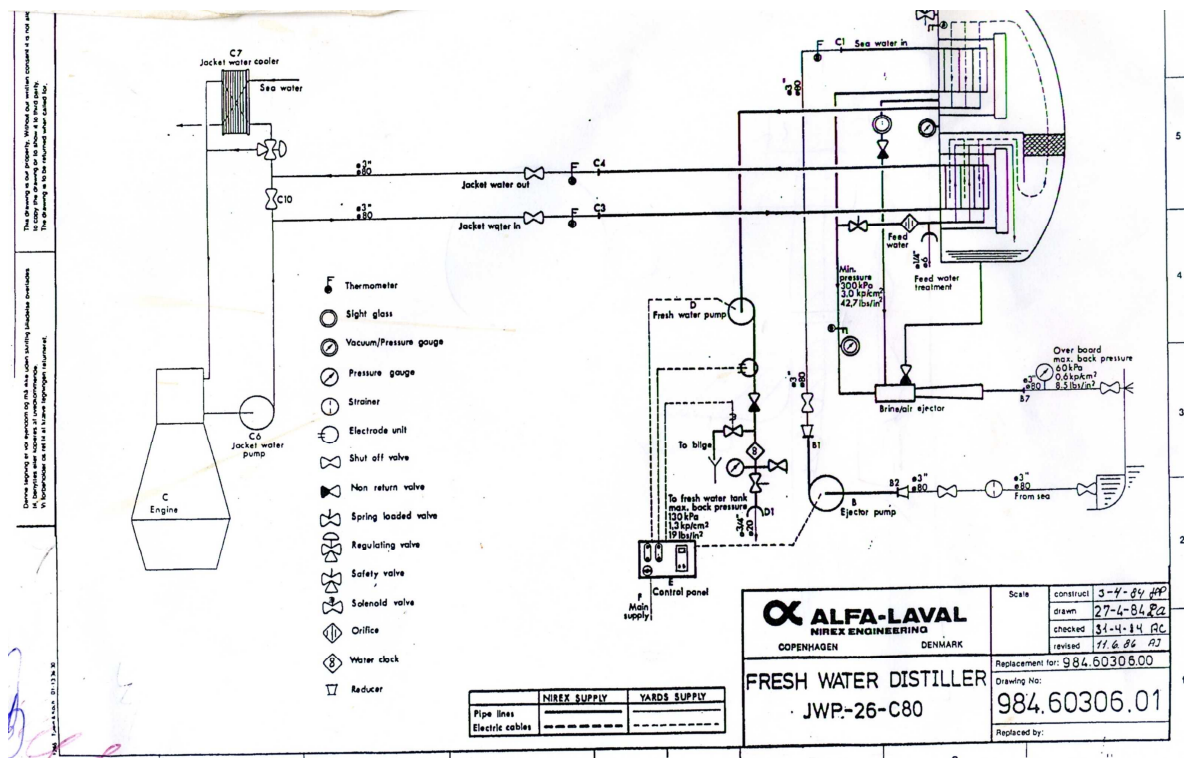
Zgodnie z zaleceniami IMO rysunek techniczny oraz schematy instalacji dokumentacji technicznej statku wykonuje się również w języku angielskim. Oto przykłady schematów instalacji paliwowych z dokumentacji technicznej statku m/v AZURYT (rys. 14.1 – 14.3).



Rys. 14.1 Schemat wirowania paliwa



Rys. 14.2 Schemat instalacji transportu paliwa w siłowni okrętowej



Rys. 14.3 Schemat instalacji wyparownika wody słodkiej