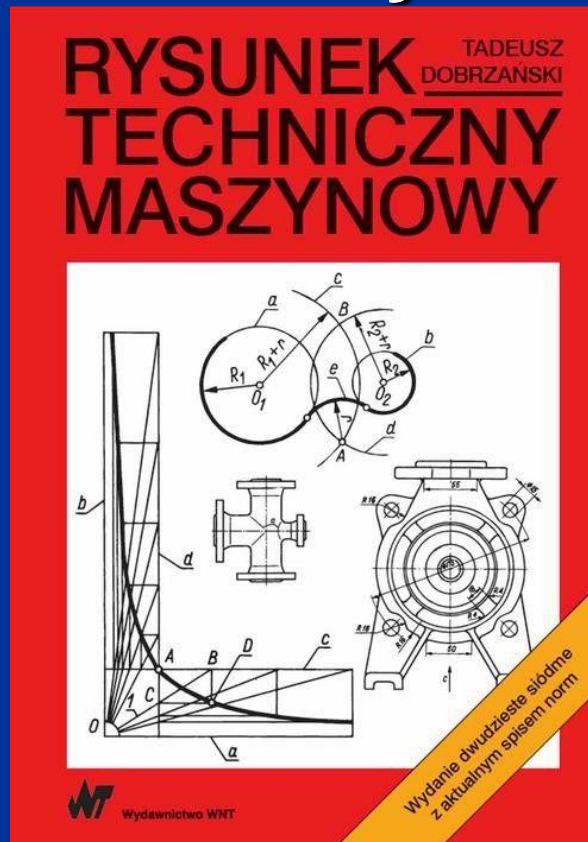


Grafika inżynierska

Podstawowa literatura:

Tadeusz Dobrzański,

Rysunek techniczny maszynowy



**Grafika inżynierska -
materiały dydaktyczne dla CP**

<http://ich.prz.edu.pl/>

WYKŁAD I

**Elementy znormalizowane w rysunku
technicznym maszynowym
wykresy techniczne**

Rodzaje rysunków technicznych maszynowych

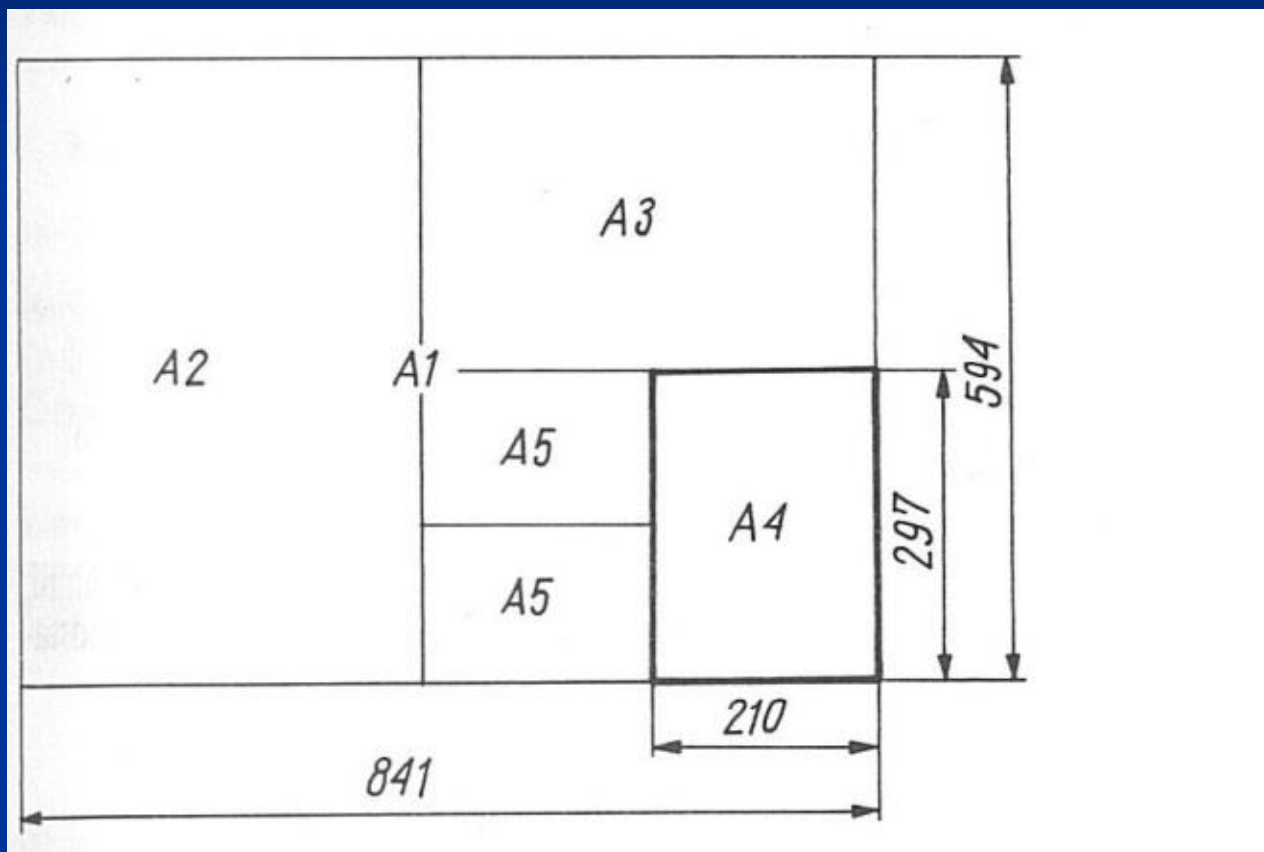
Kryteria podziału:

1. Według sposobu przedstawienia przedmiotu (rysunek, szkic, schemat, plan, wykres)
2. Według metody rzutowania (rzutowy, aksonometryczny)
3. Według złożoności i szczegółowości (złożeniowy, zespołowy, częściowy, rysunek części)

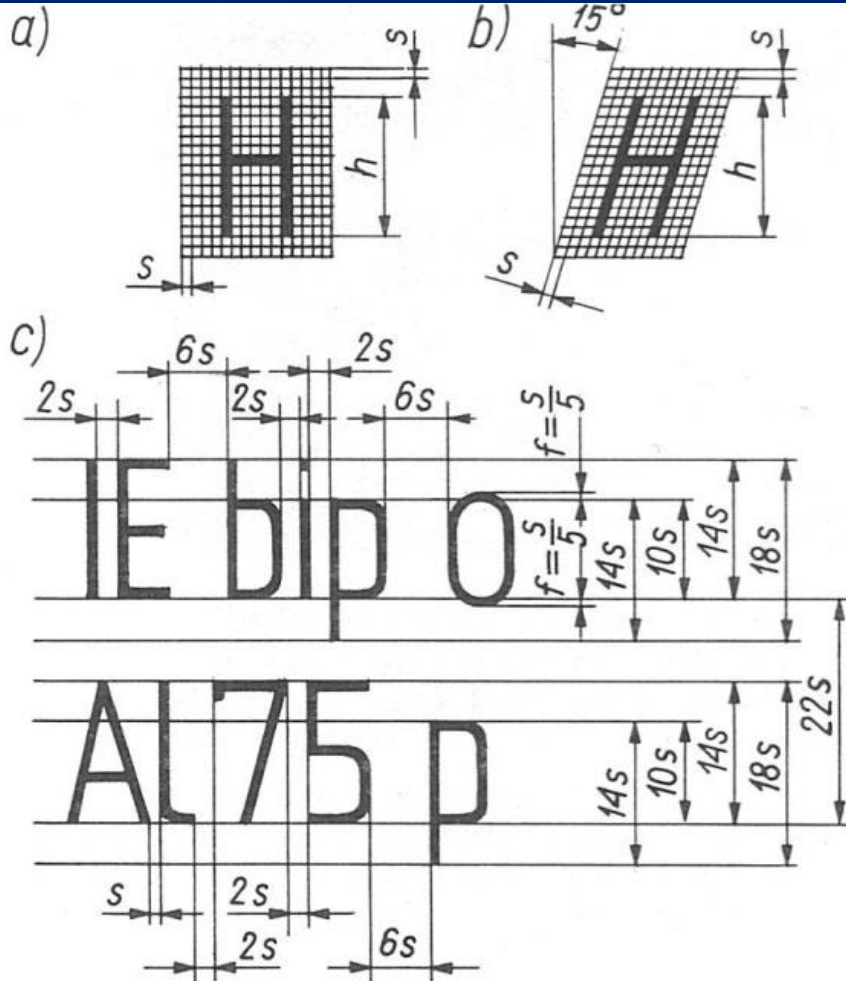
Elementy znormalizowane w rysunku technicznym.

1. Formaty arkuszy (zasadniczy A4, podstawowe, formaty pochodne np. A4*6),
2. Rodzaje linii, grubości, zastosowanie, zasady rysowania, pierwszeństwo linii,
3. tabliczki rysunkowe
4. Podziałka rysunkowa (główna i pomocnicza)
 - zwiększające: 50:1, 20:1, 10:1, 5:1, 2:1...
 - naturalna: 1:1
 - zmniejszające: 1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50 ...
5. Pismo techniczne

Arkusze



Pismo techniczne



Rys. 2.13. Wymiary pisma technicznego rodzaju A

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

Pismo techniczne

Uwaga są nowe normy, PN ISO 3098,
<http://ich.prz.edu.pl/pl/130/>

A B C D E F G H I J K L M N

O P Q R S T U V W X Y Z

145

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

55

95

45

q r s t u v w x y z

[(!? , ; " - = + × √ % &) / ∅

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 I V X

Pismo techniczne wg normy PN EN ISO 3098, rodzaj B, pochyle

A A B C C' D E E' F G H I J K L L'

M N N' O O' P Q R S S' T U V W

X Y Z Z' Z' (.,.:;-=)

a a b c c' d e e' f g h i j k l t m n

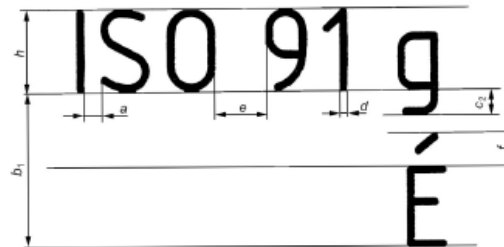
ń o o' p q r s s' t u v w x y z z'

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 I V X I V X

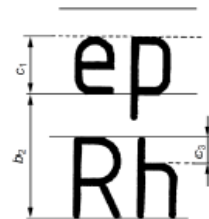
Wymiary pisma rodzaju B (w milimetrach)

Cechy charakterystyczne	Krotność h	Wymiary								
		1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20	
Wysokość pisma	h	$(10/10)h$								
Wysokość liter małych (x – wysokość)	c_1	$(7/10)h$	1,26	1,75	2,5 ⁴⁾	3,5	5 ⁴⁾	7	10 ⁴⁾	14
Część dolna liter małych	c_2	$(3/10)h$	0,54	0,75	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6
Część górna liter małych	c_3	$(3/10)h$	0,54	0,75	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6
Pole znaków diakrytycznych (litery wielkie)	f	$(4/10)h$	0,72	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8
Odstęp między znakami	a	$(2/10)h$	0,36	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
Minimalny odstęp między liniami bazowymi ¹⁾	b_1	$(19/10)h$	3,42	4,75	6,65	9,5	13,3	19	26,6	38
Minimalny odstęp między liniami bazowymi ²⁾	b_2	$(15/10)h$	2,7	3,75	5,25	7,5	10,5	15	21	30
Minimalny odstęp między liniami bazowymi ³⁾	b_3	$(13/10)h$	2,34	3,25	4,55	6,5	9,1	13	18,2	26
Odstęp między wyrazami	e	$(6/10)h$	1,08	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12
Grubość linii	d	$(1/10)h$	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2

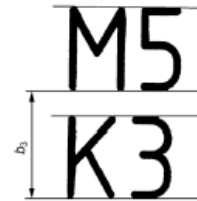
- ¹⁾ Kształt pisma: litery wielkie i litery małe ze znakami diakrytycznymi (patrz rysunek 1).
²⁾ Kształt pisma: litery wielkie i litery małe bez znaków diakrytycznych (patrz rysunek 2).
³⁾ Kształt pisma: tylko litery wielkie (patrz rysunek 3).
⁴⁾ Wartości zaokrąglone.



Rysunek 1



Rysunek 2



Rysunek 3

Pismo techniczne pochyłe, odmiana A

α β γ Δ ϵ ζ η θ ι κ

alfa beta gamma delta epsilon dzeta eta theta jota kappa

λ μ ν ξ \omicron π ρ σ τ

lambda mi ni ksi omikron pi ro sigma tau

Υ ϕ χ ψ Ω

ypsilon fi chi psi omega

α β γ δ ϵ ζ η θ ι κ

alfa beta gamma delta epsilon dzeta eta theta jota kappa

λ μ ν ξ \omicron π ρ σ τ

lambda mi ni ksi omikron pi ro sigma tau

υ ϕ χ ψ ω

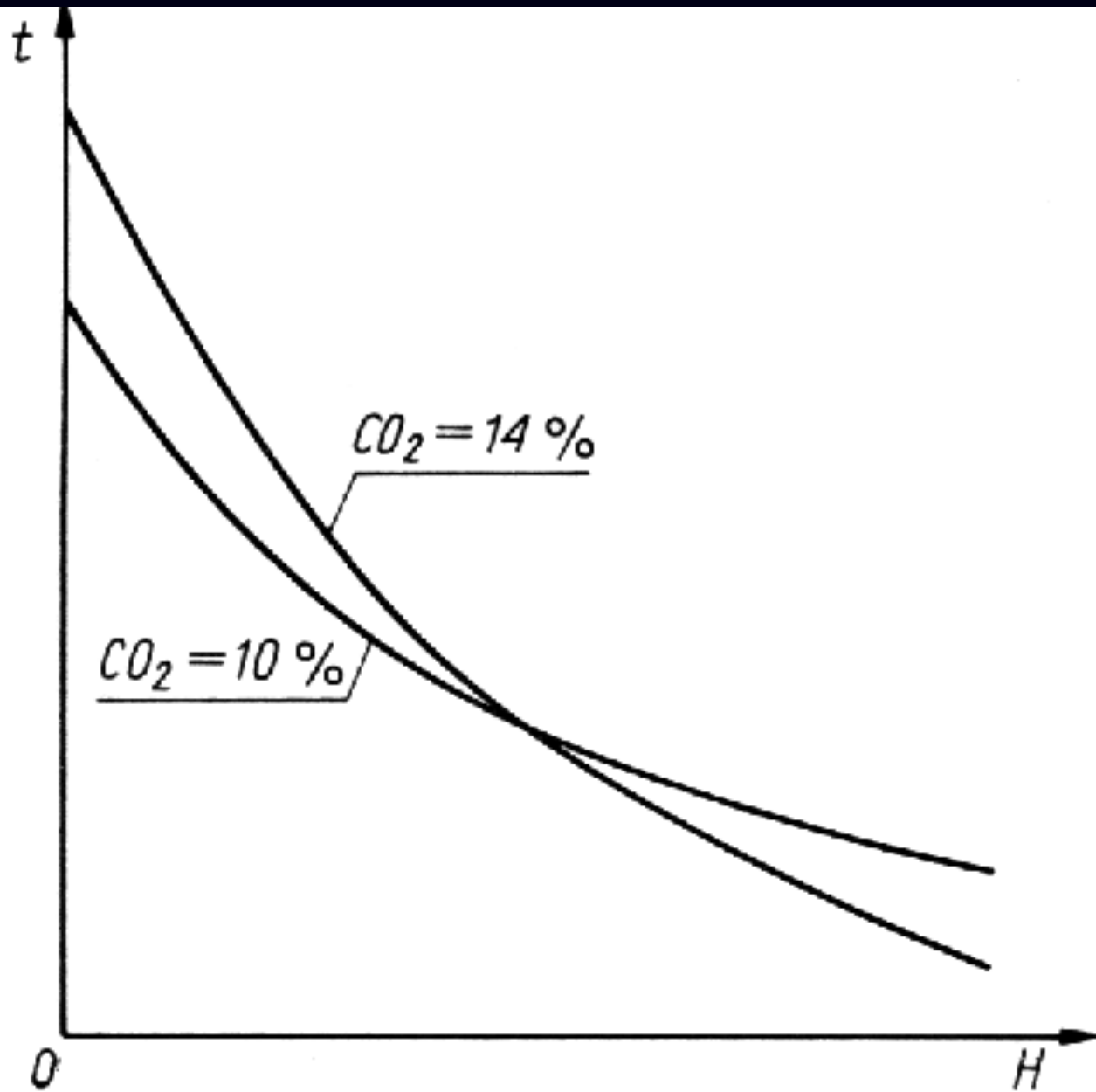
ypsilon fi chi psi omega

Rodzaje wykresów technicznych:

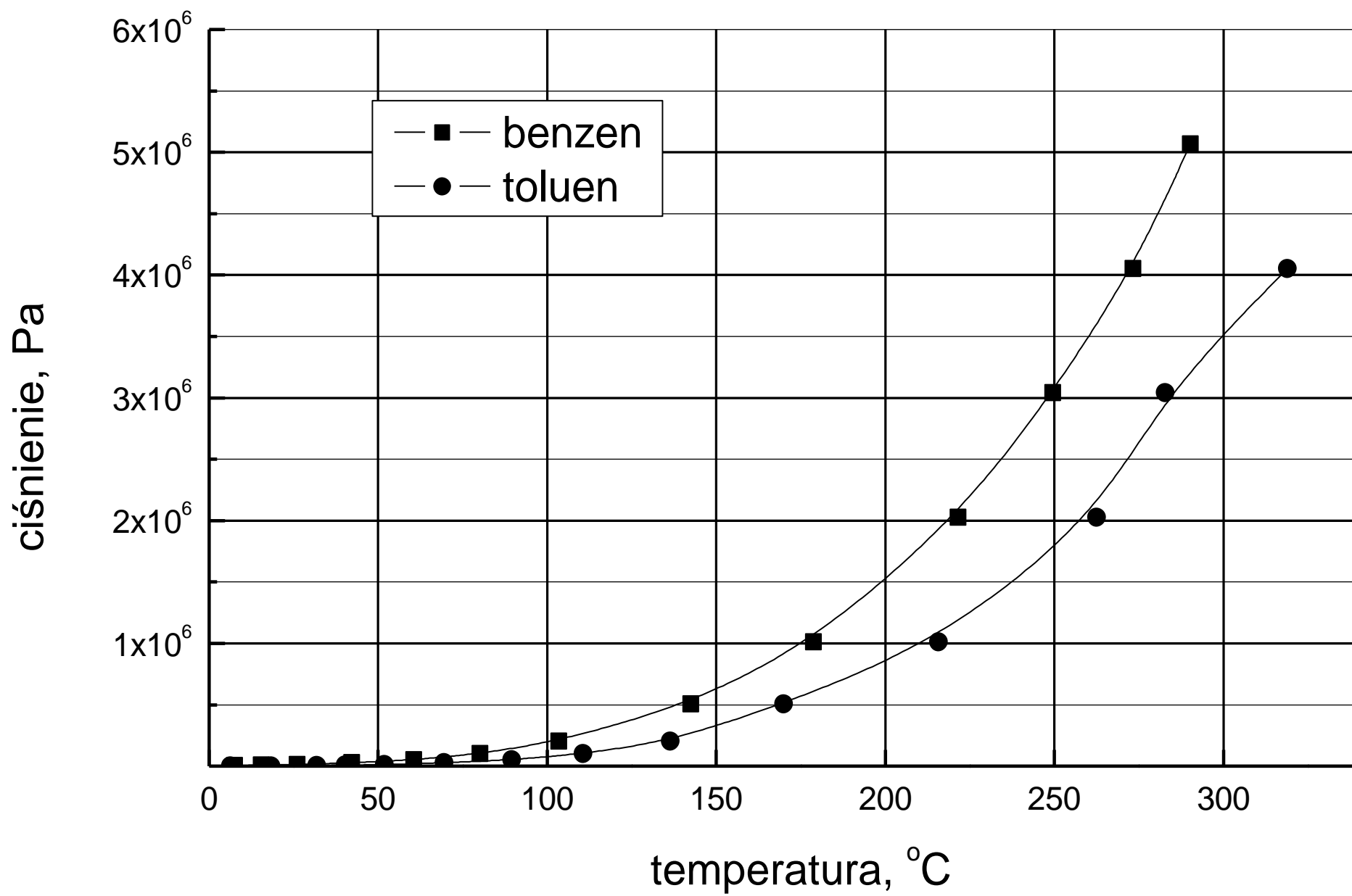
- Beziatkowe,
- Siatkowe (zwykłe, półlogarytmiczne i logarytmiczne)
- kreskowe

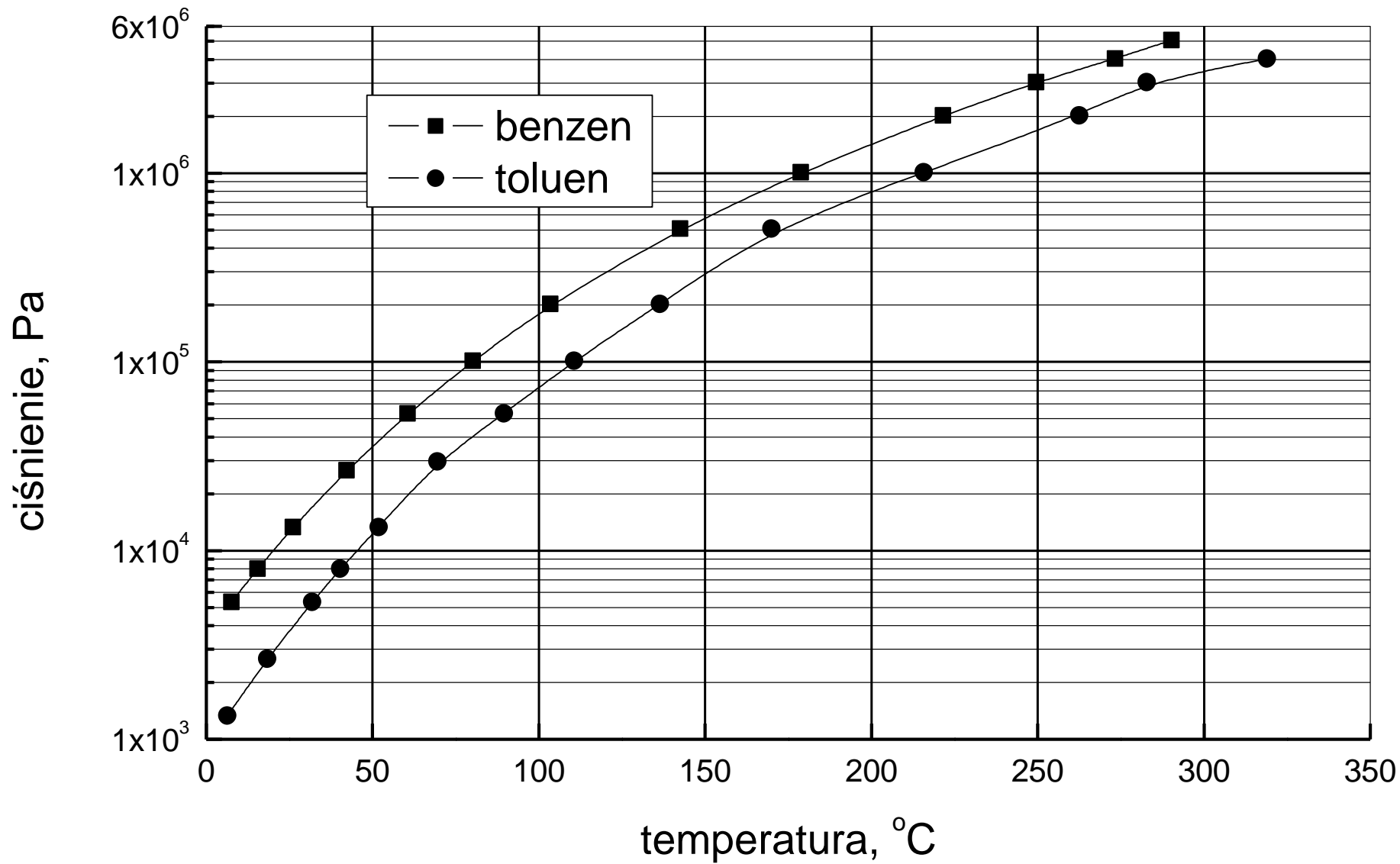
Legenda,

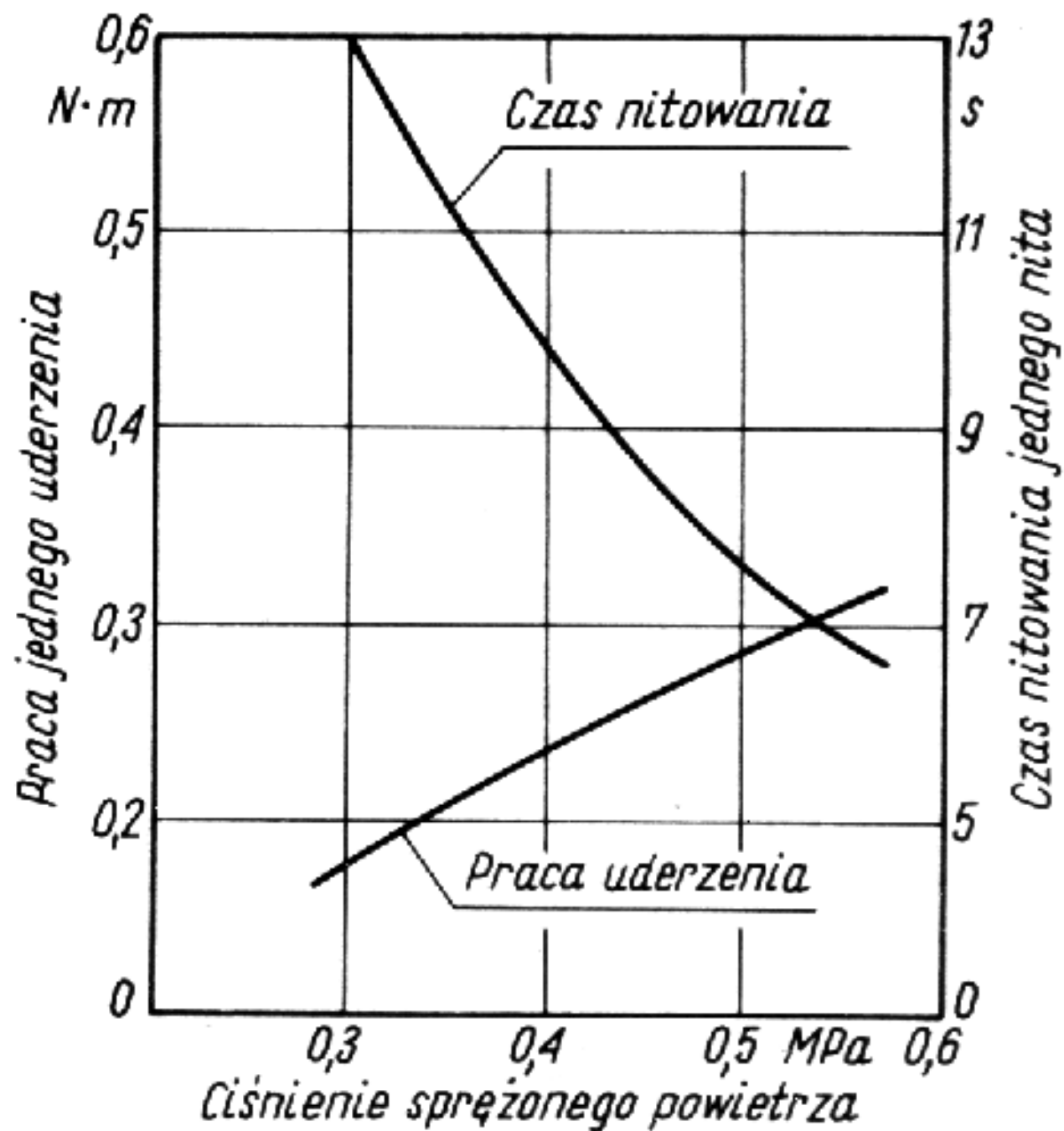
Oznaczenie osi współrzędnych (jednostki miary, nazwa zmiennej, wartości liczbowe)

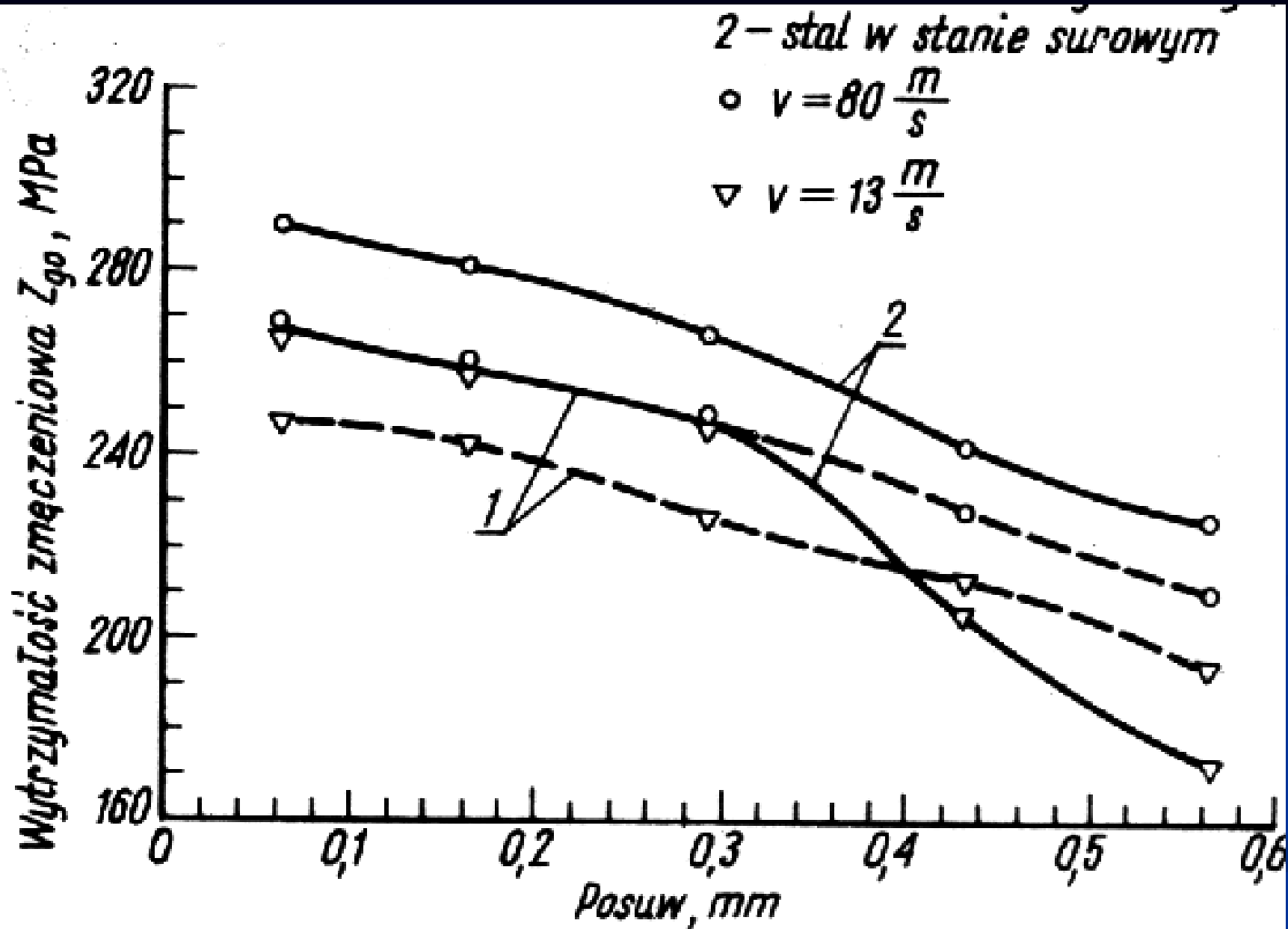


Rys. 19.1. Wykres bezsiatkowy (poglądowy)



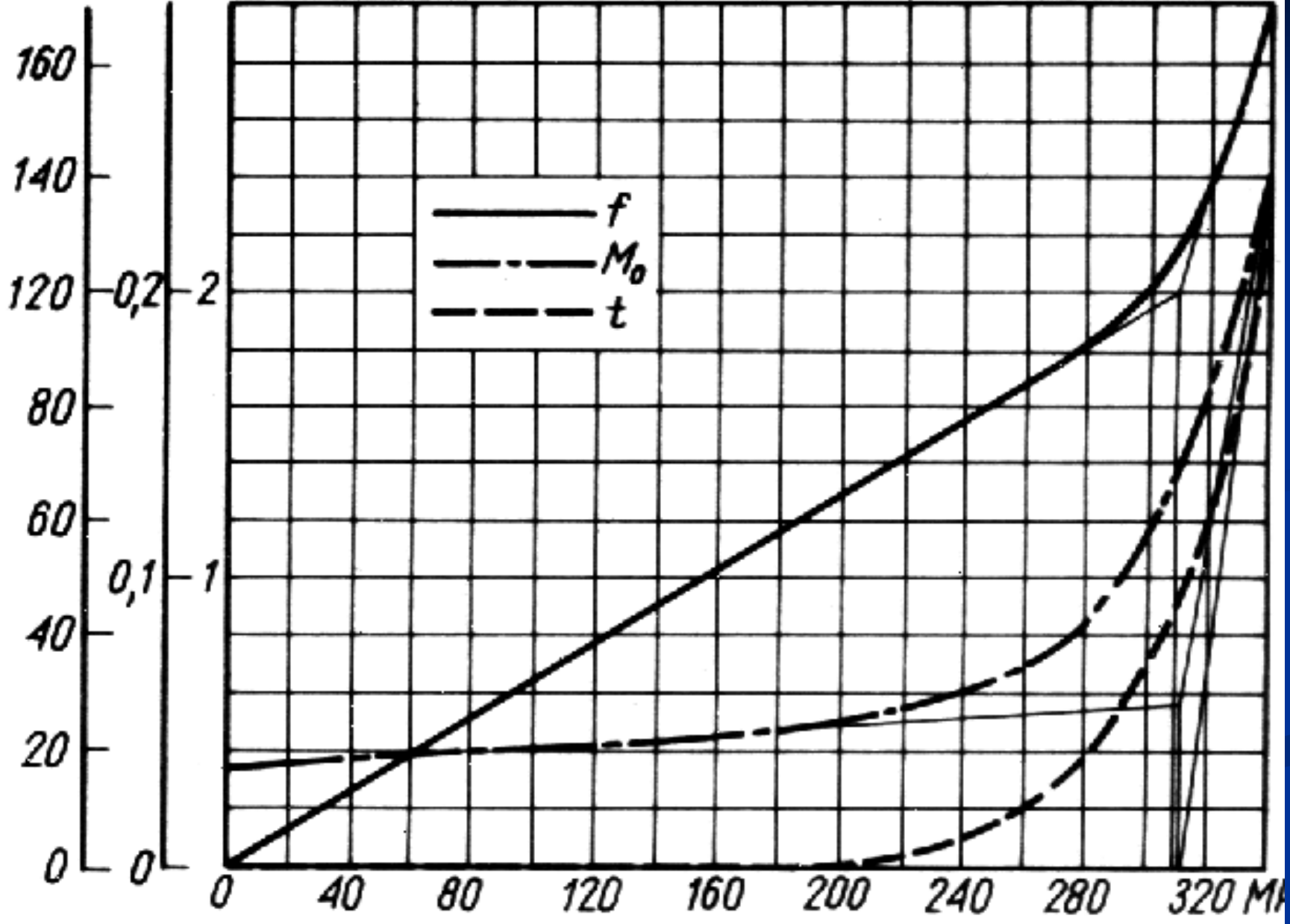


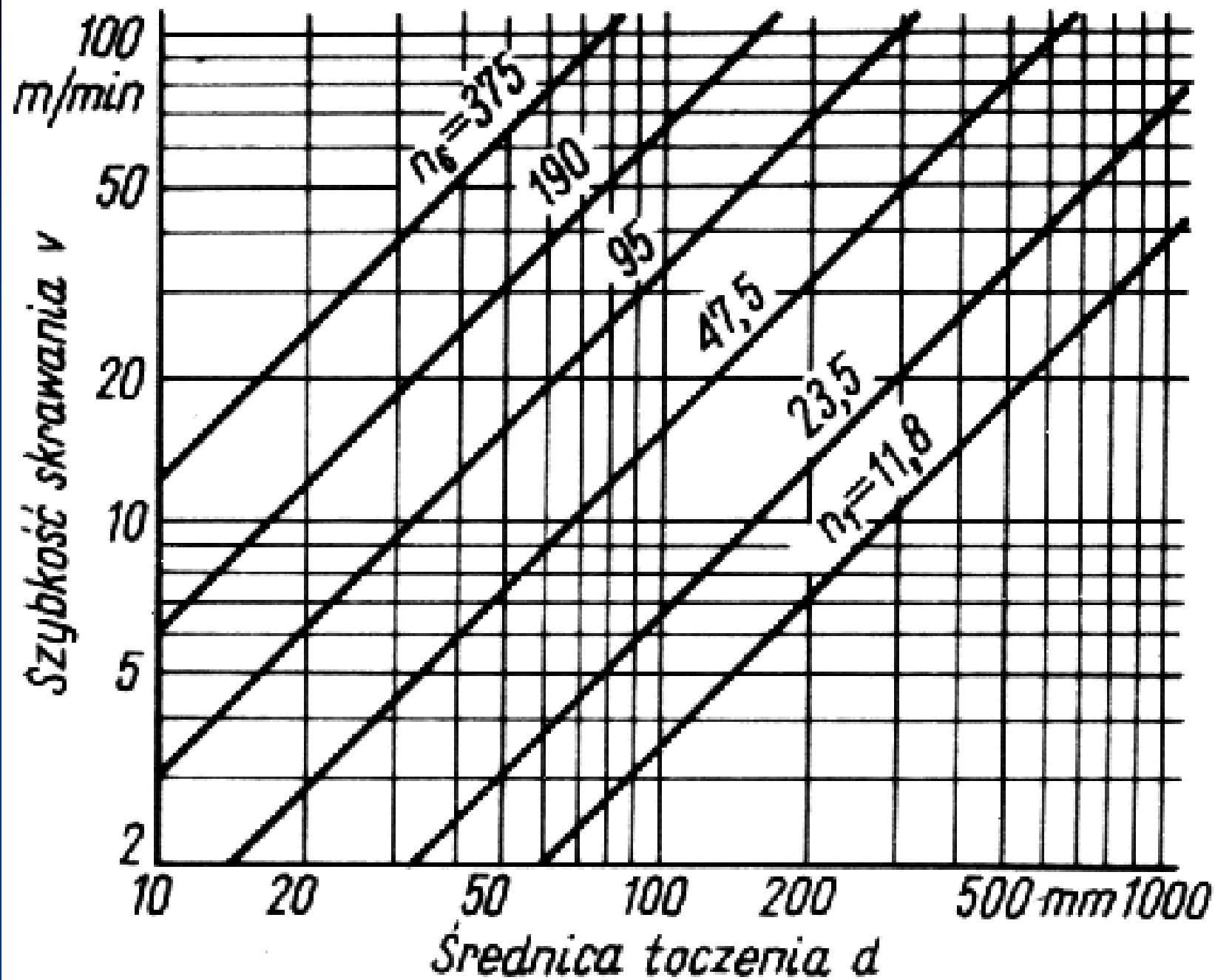





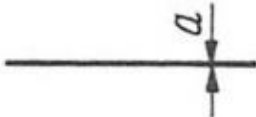
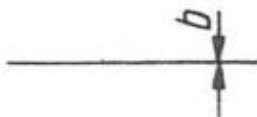






Rys. 19.7. Wykres kreskowy (z kreskami podziałkowymi)

$\frac{t}{K}$ $\frac{M_0}{\text{MPa}}$ $\frac{f}{\text{mm}}$
 0,2-2 0,1-1

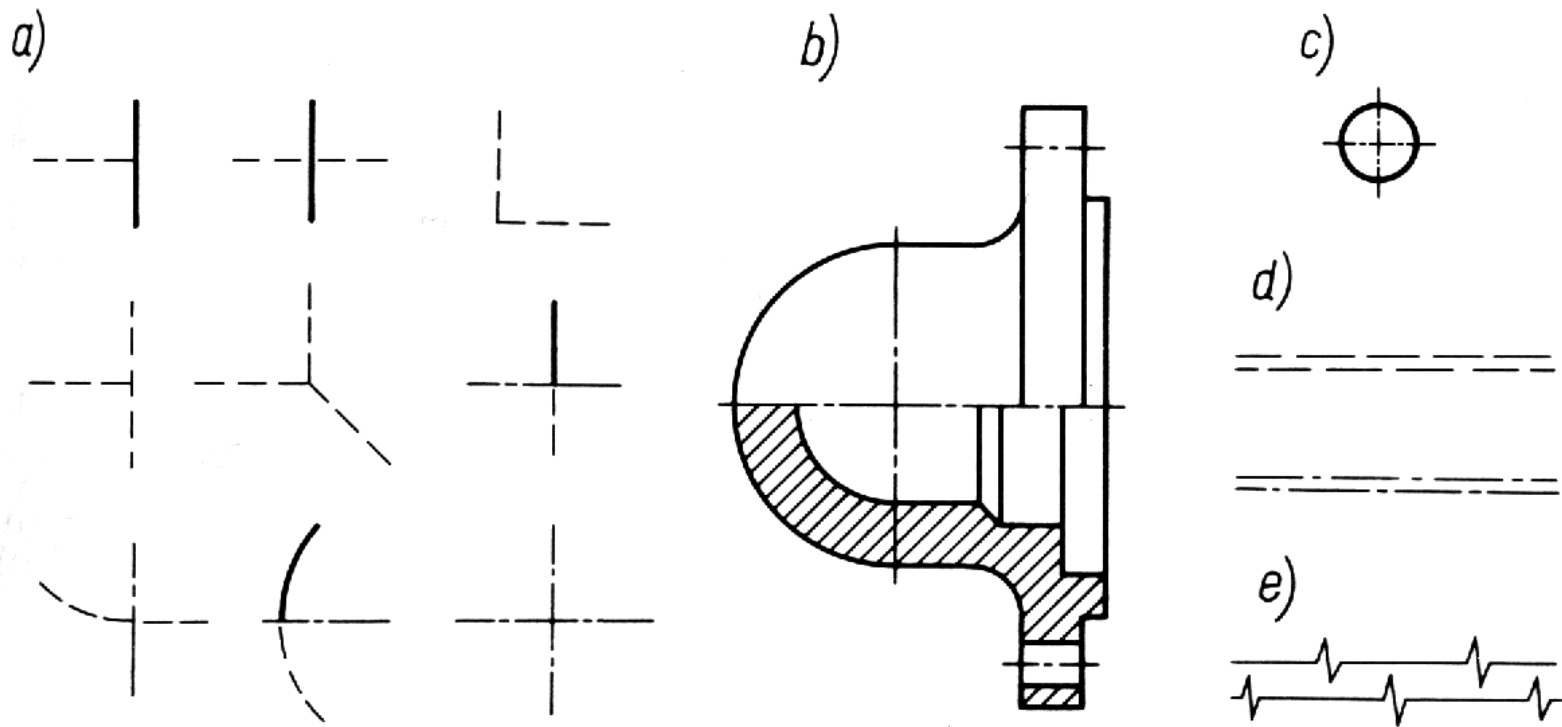




Rodzaje linii

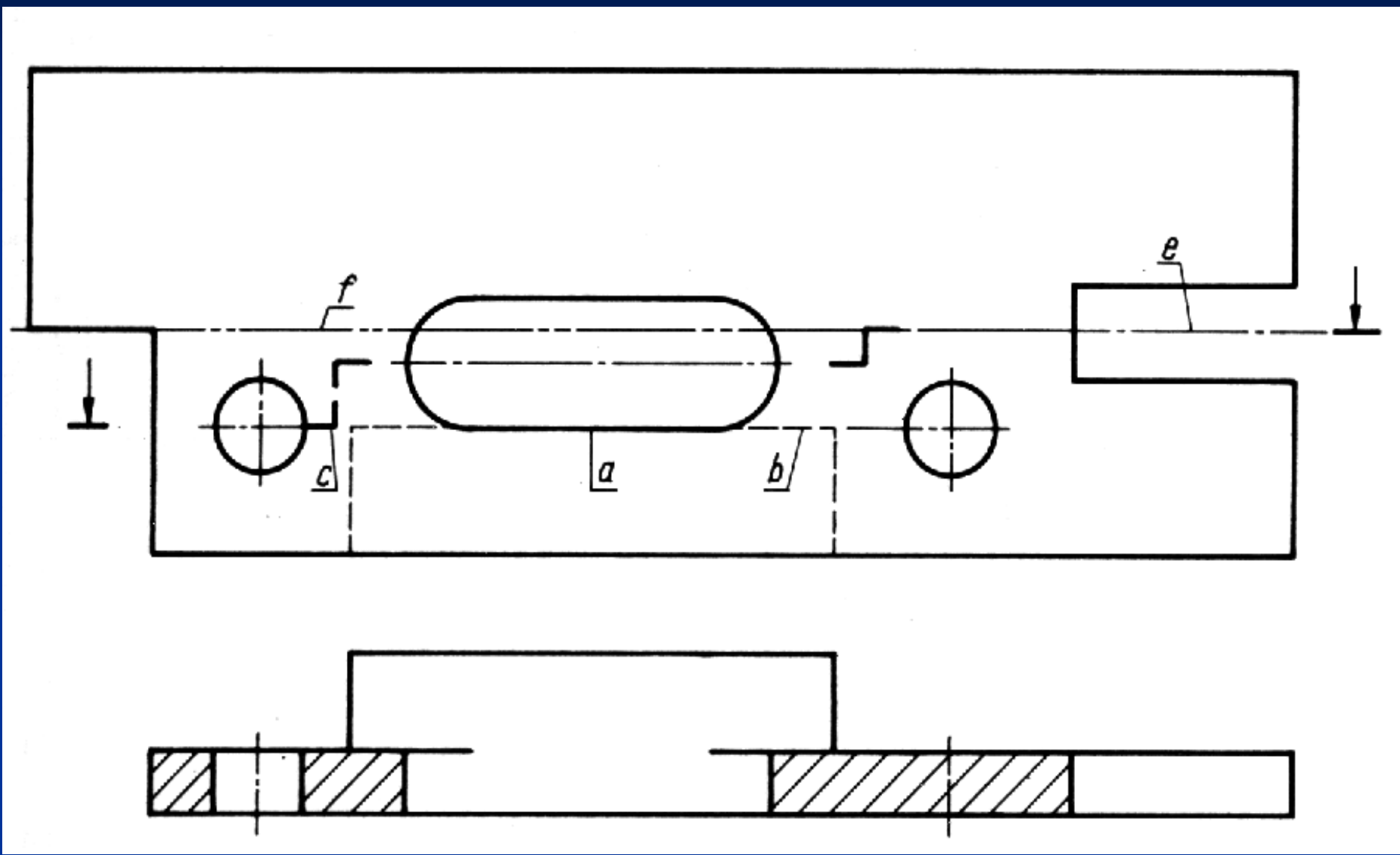
<i>Linia</i>	<i>bardzo gruba</i>	<i>gruba</i>	<i>cienka</i> ($b \approx \frac{a}{3}$)
<i>ciągła</i>			
<i>kreskowa</i>			
<i>punktowa</i>			
<i>dwupunktowa</i>			
<i>falista</i>			
<i>zygzakowa</i>			

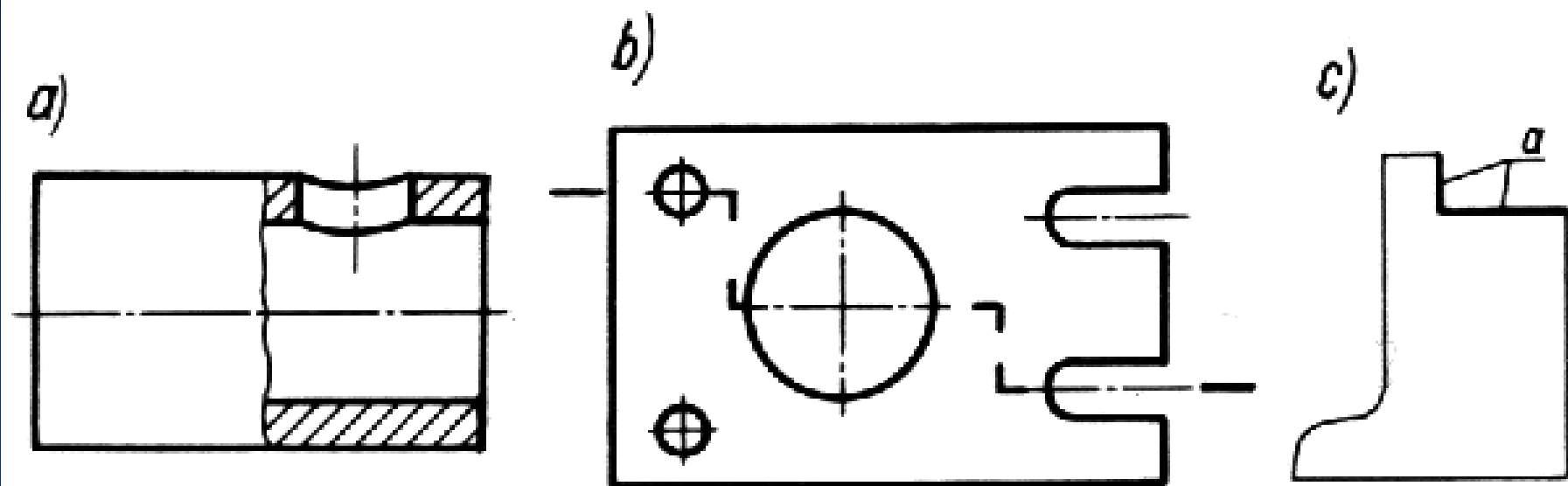
Rys. 2.6. Rodzaje linii rysunkowych



Rys. 2.7. Prawidłowe rysowanie: a)–c) łączących się i przecinających linii ciągłych, punktowych i kreskowych, d), e) równoległych linii ciągłych, kreskowych, punktowych i zygzakowych

Pierwszeństwo w rysowaniu linii

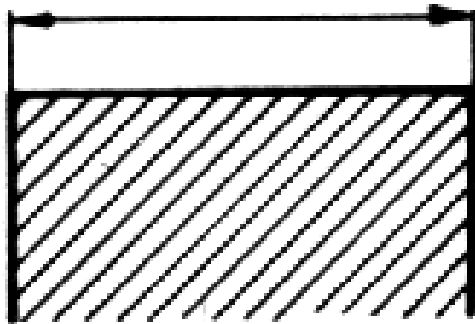




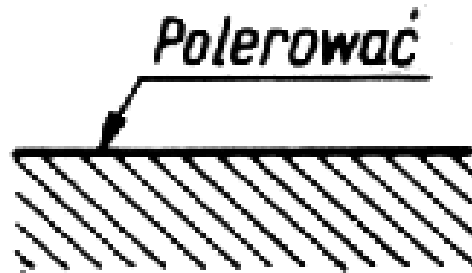
Rys. 2.9. Zastosowania linii ciągłej grubej

Zastosowanie linii cienkiej

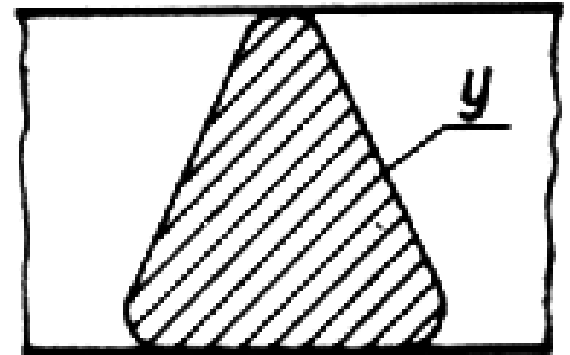
a)



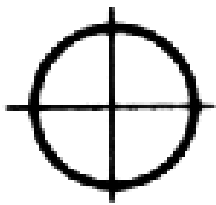
b)



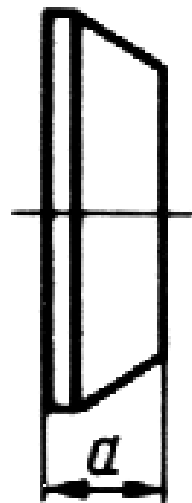
c)



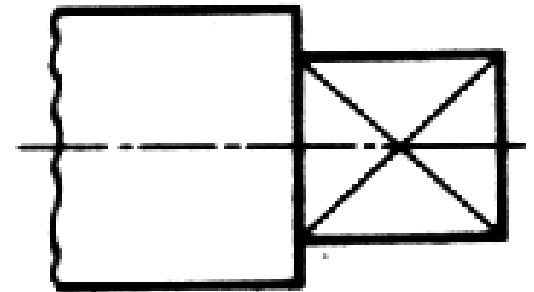
g)



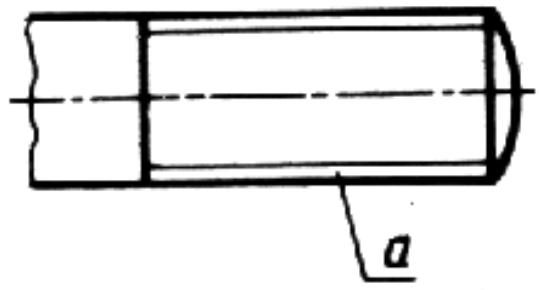
h)



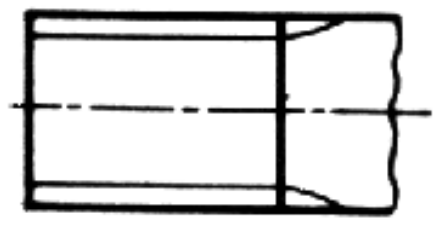
i)



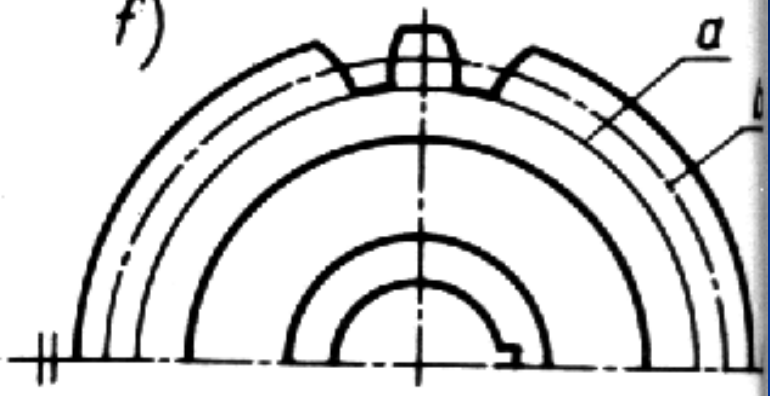
d)



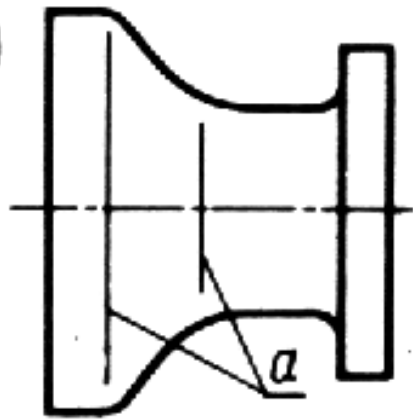
e)



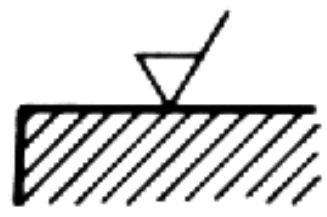
f)



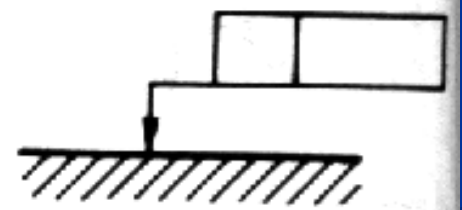
k)

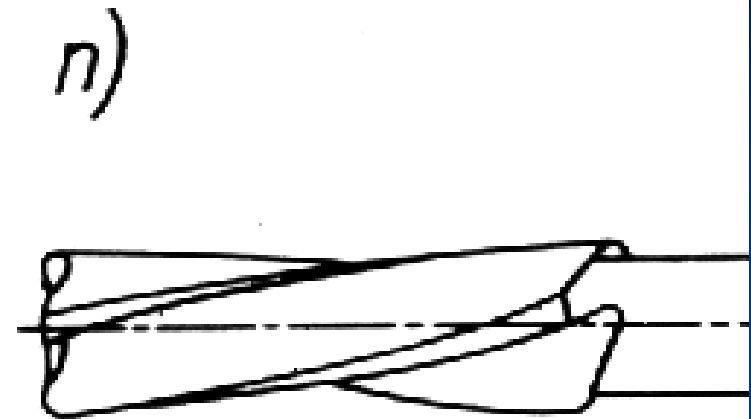
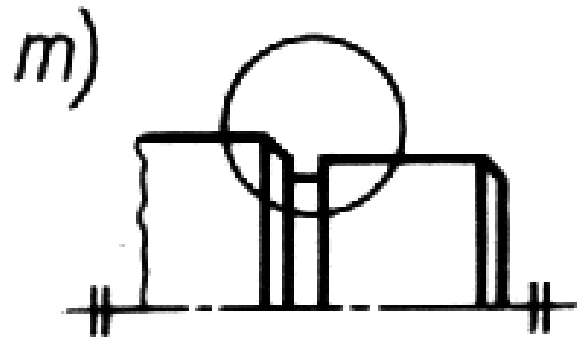


l)

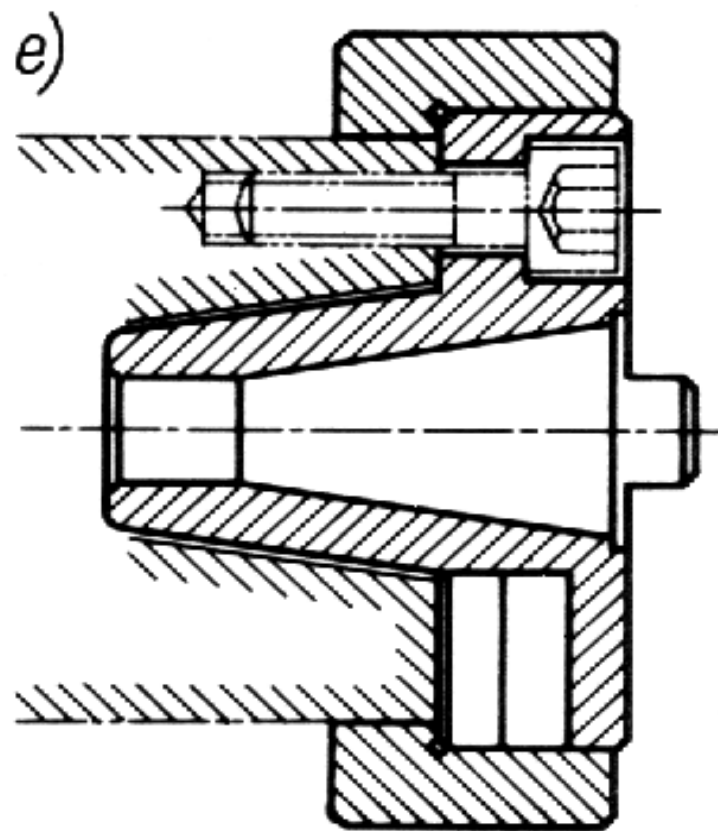
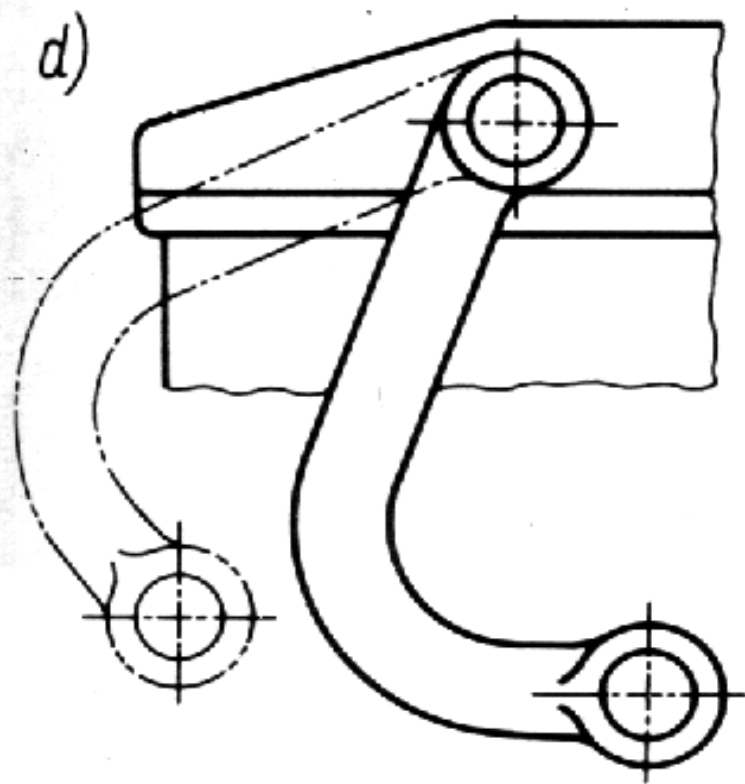
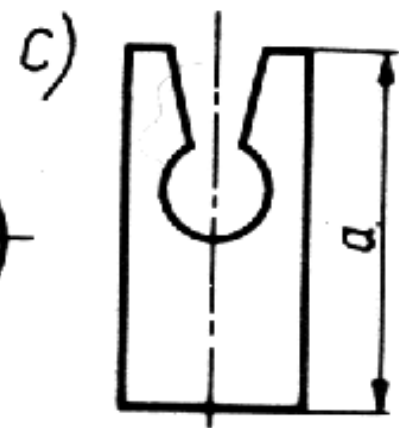
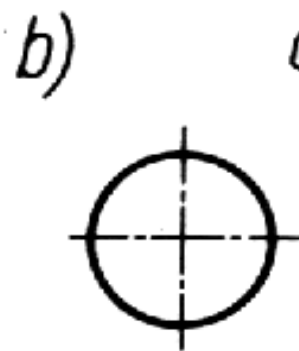
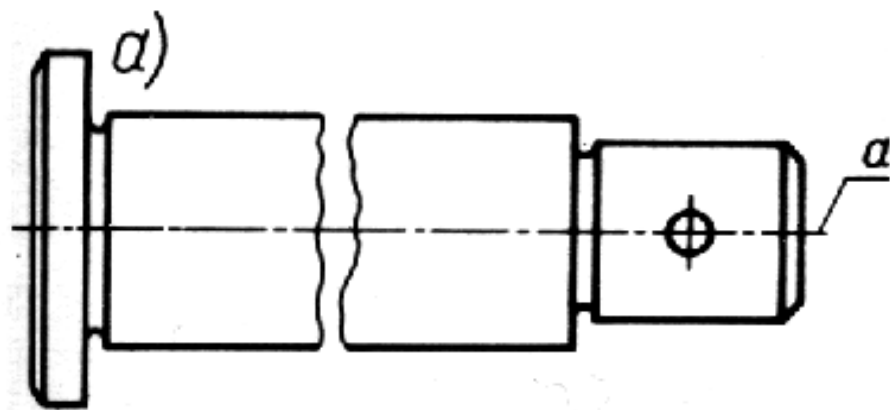


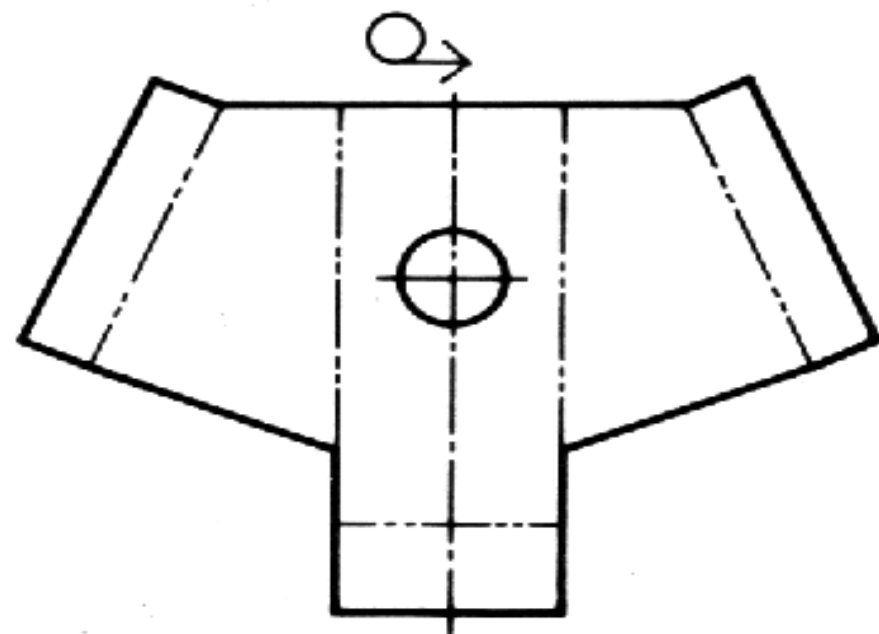
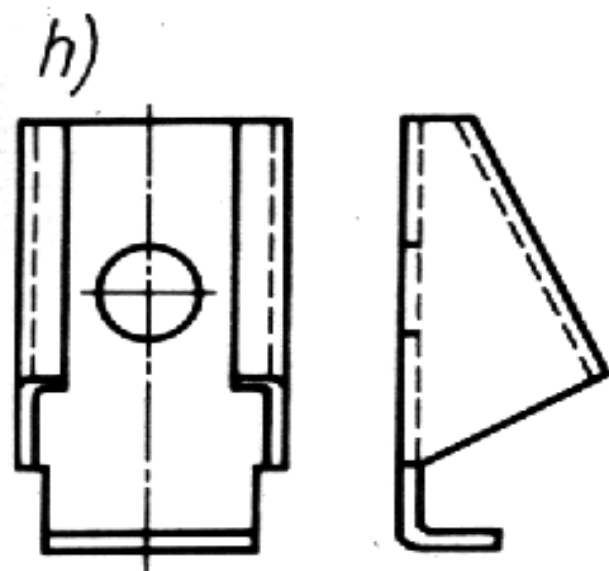
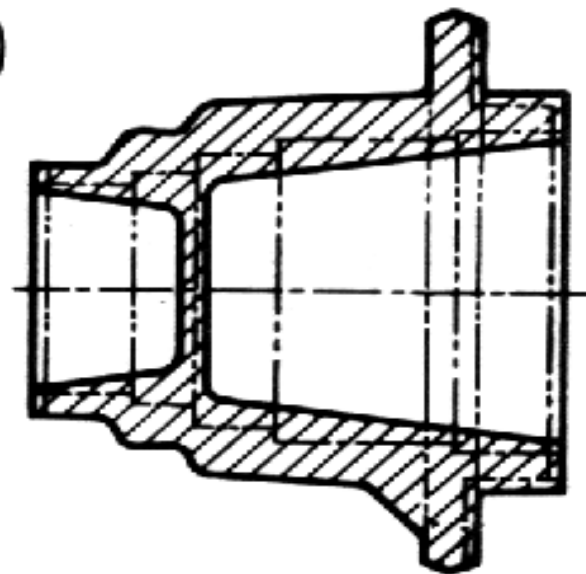
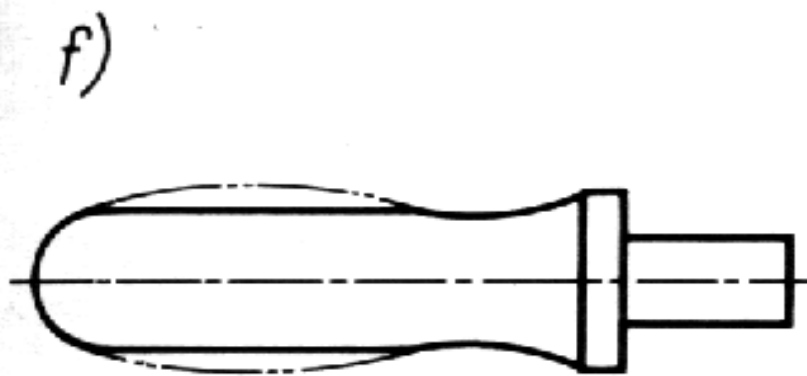
l)



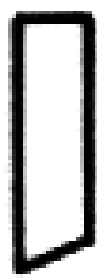


Rys. 2.10. Zastosowania linii ciągłej cienkiej

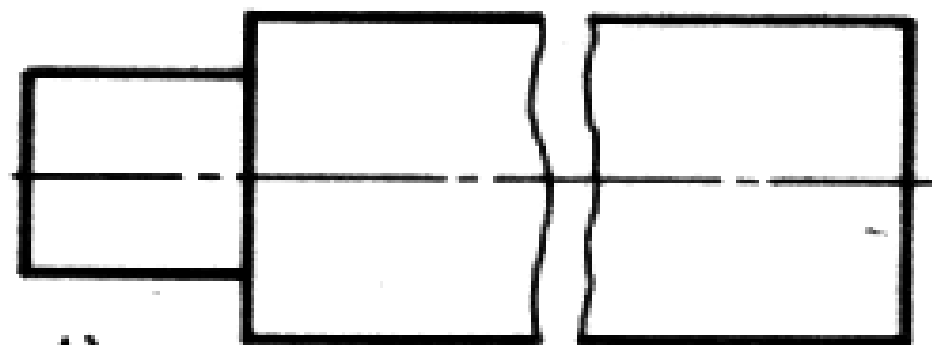
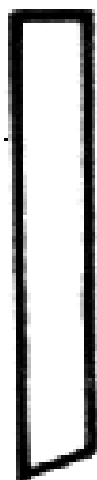
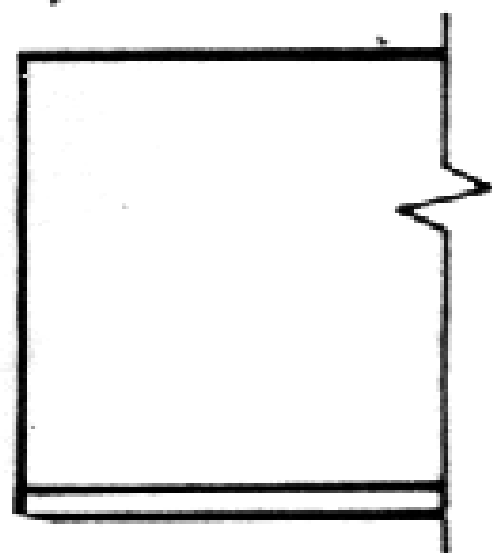




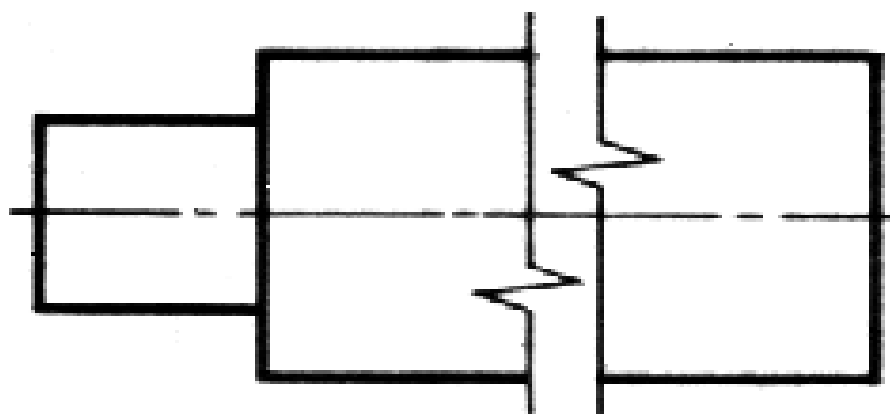
Rys. 2.11. Zastosowania linii punktowej cienkiej i dwupunktowej



c)



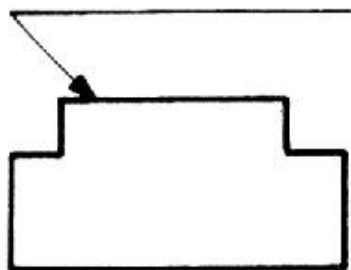
d)



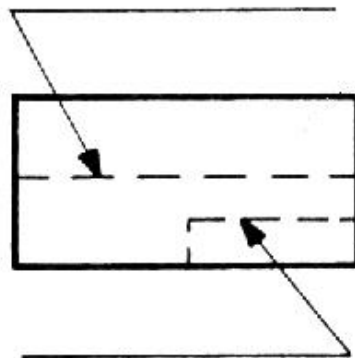
Rys. 2.12. Zastosowania linii falistej i zygzakowej

Linie odniesienia

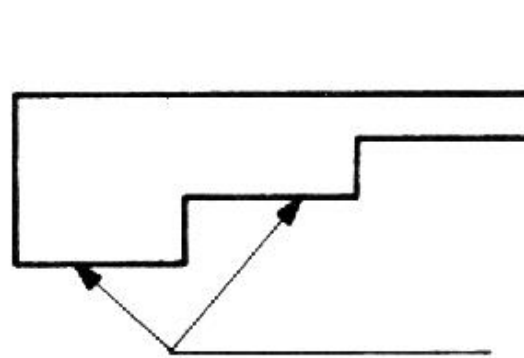
a)



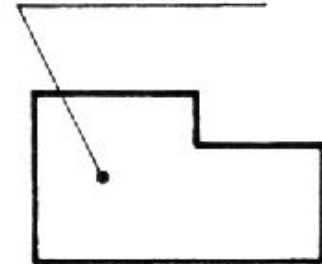
b)



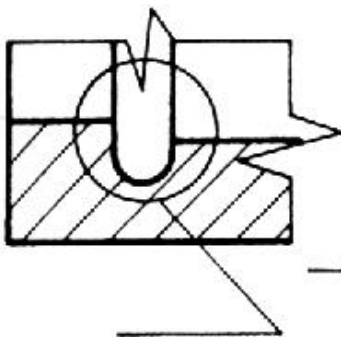
c)



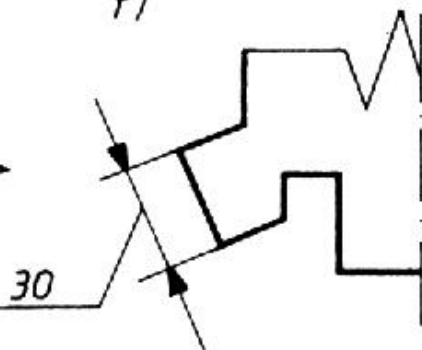
d)



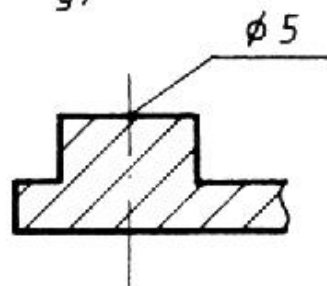
e)



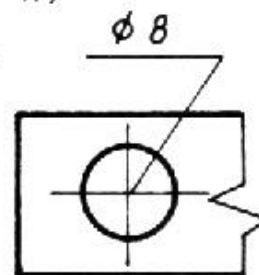
f)



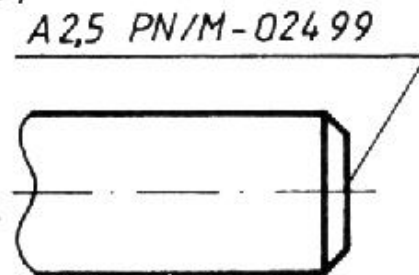
g)



h)

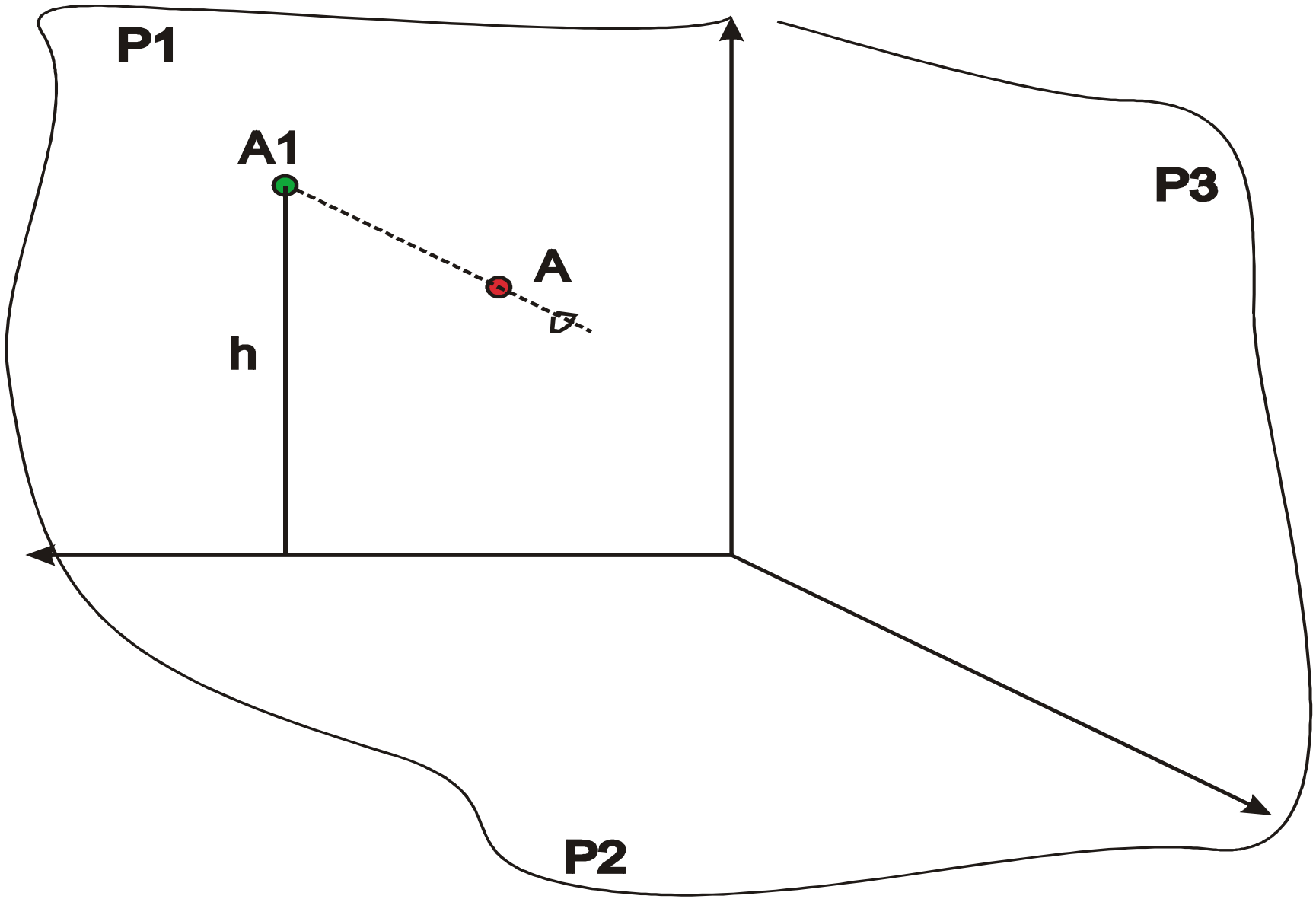


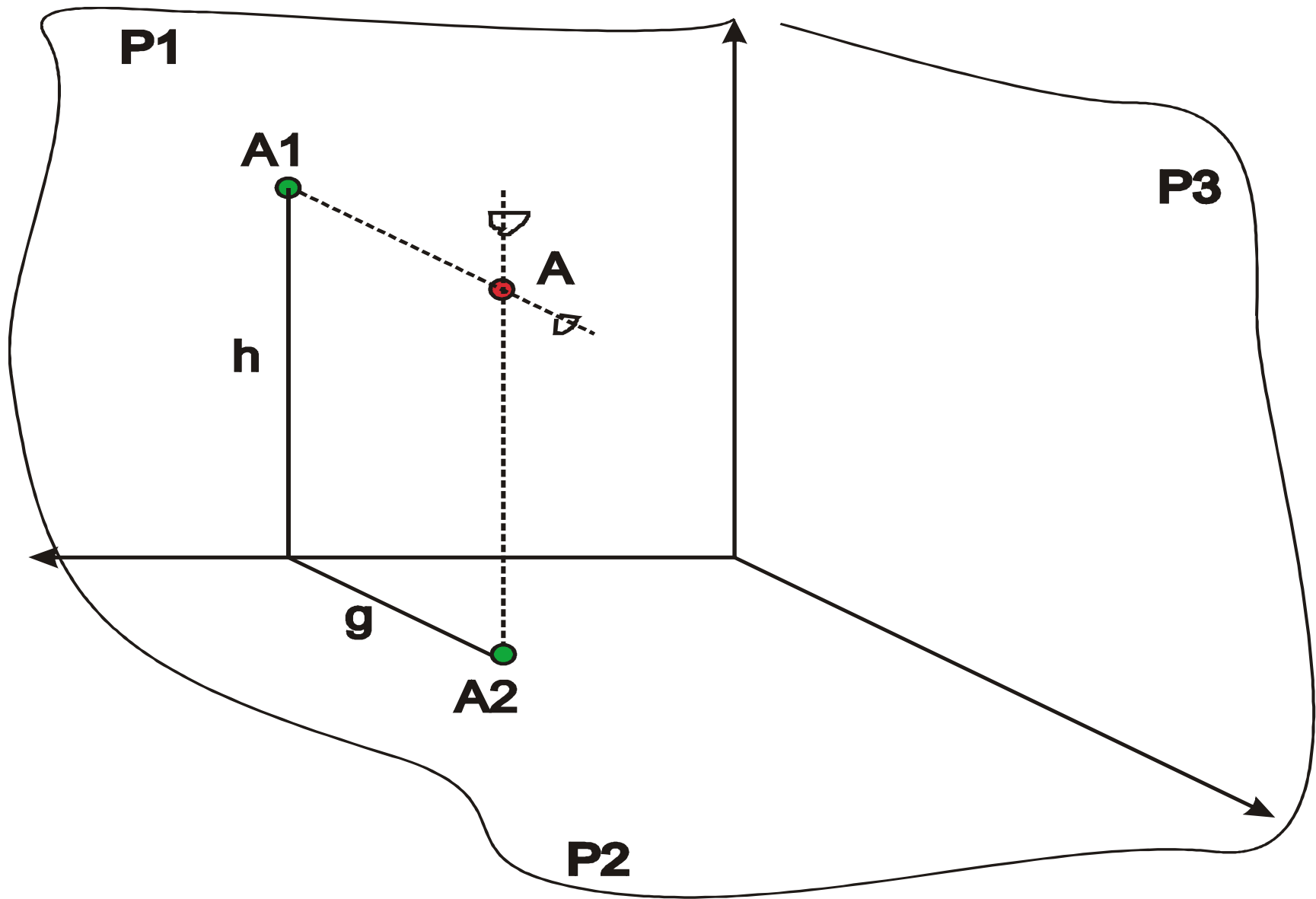
i)

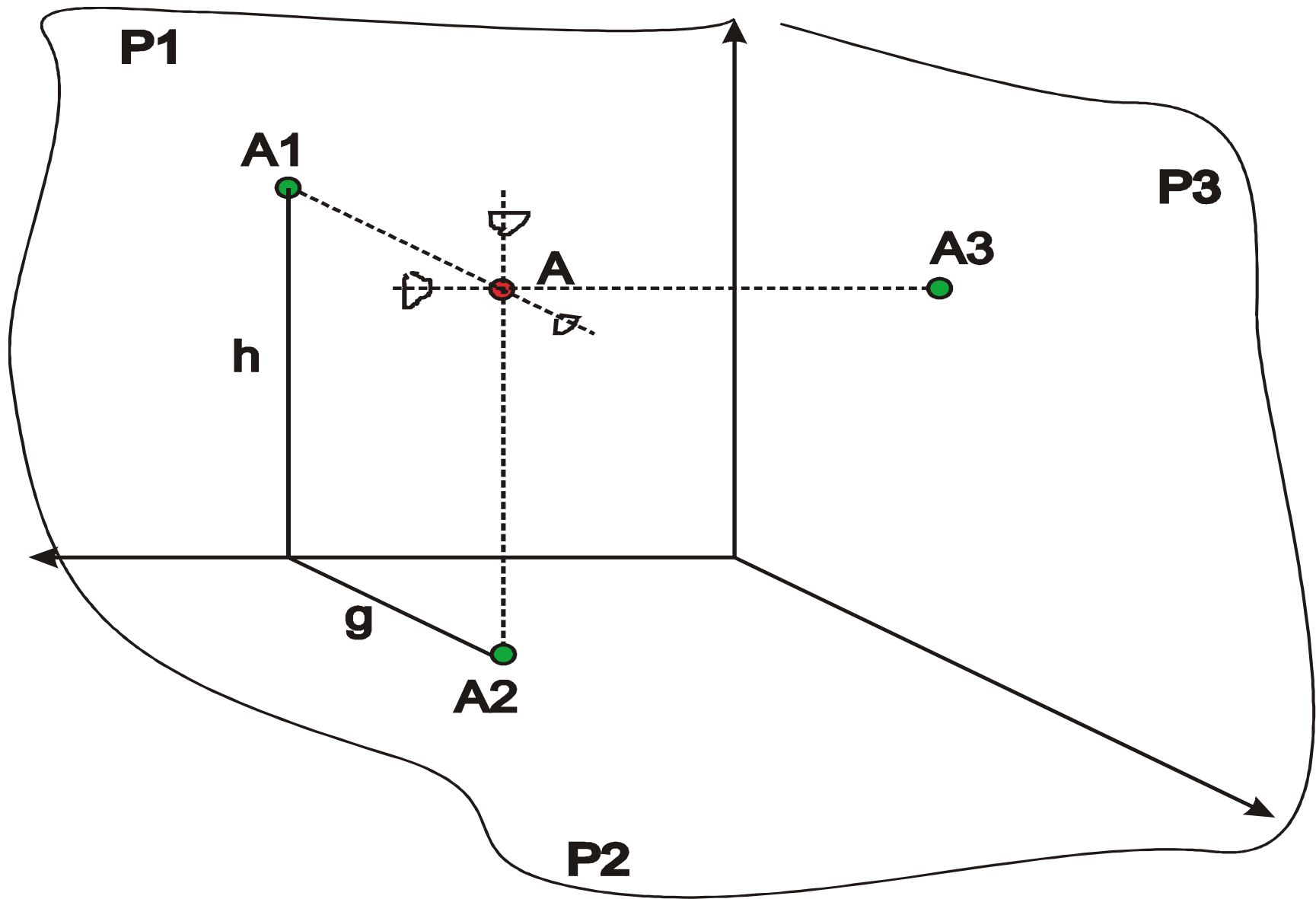


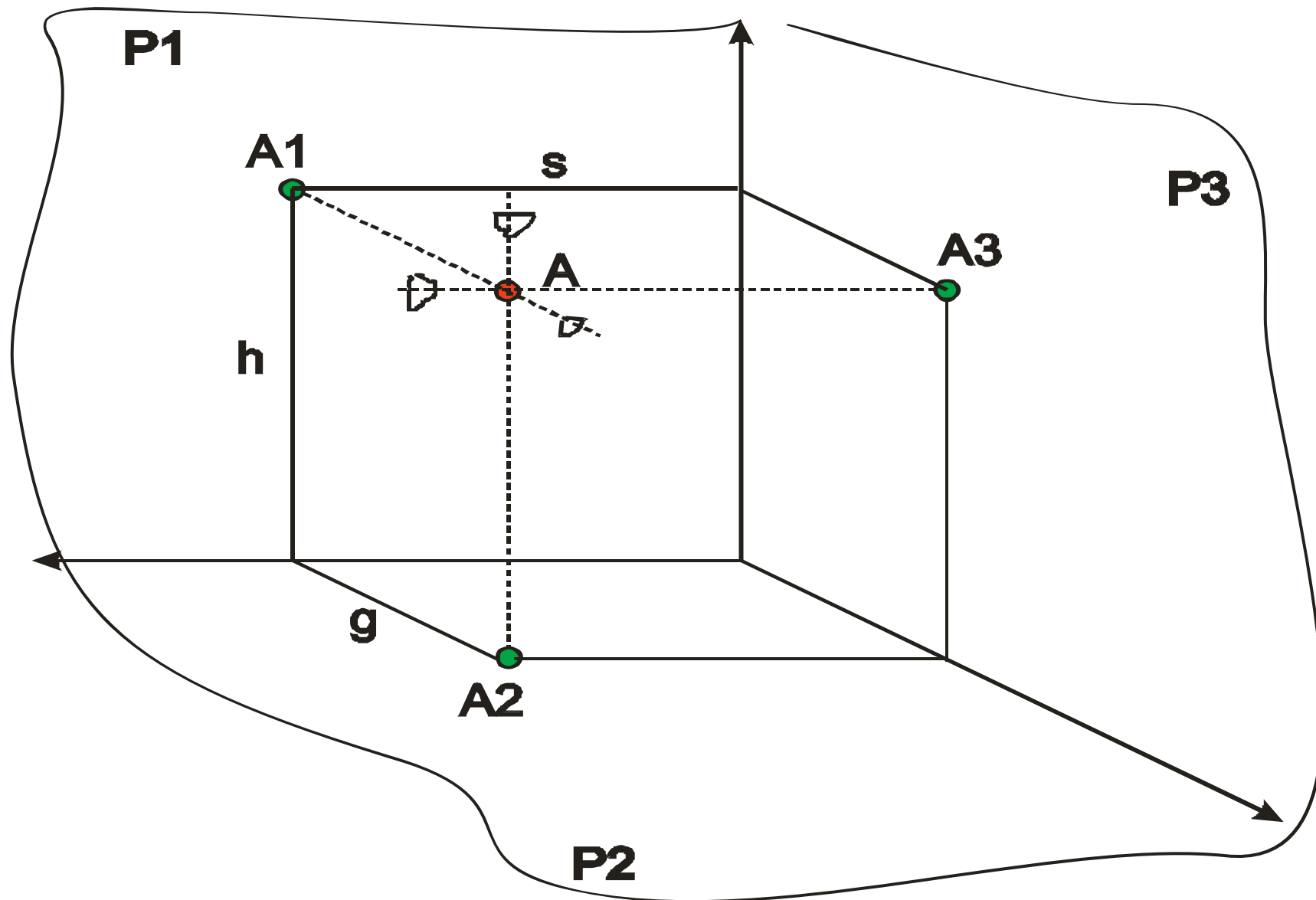
WYKŁAD II

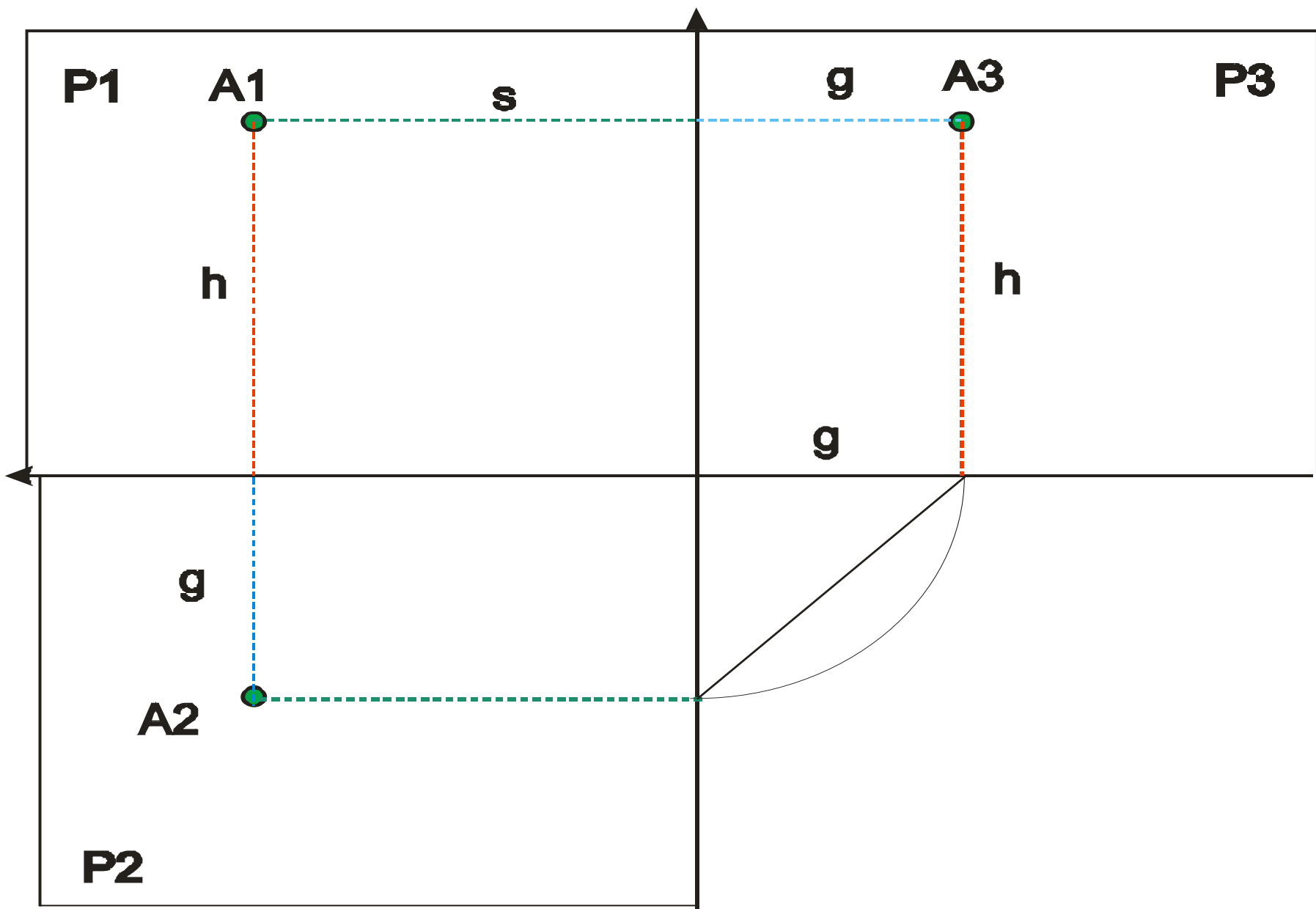
**Rzutowanie prostokątne (rzuty Monge'a)
Rysunek aksonometryczny**

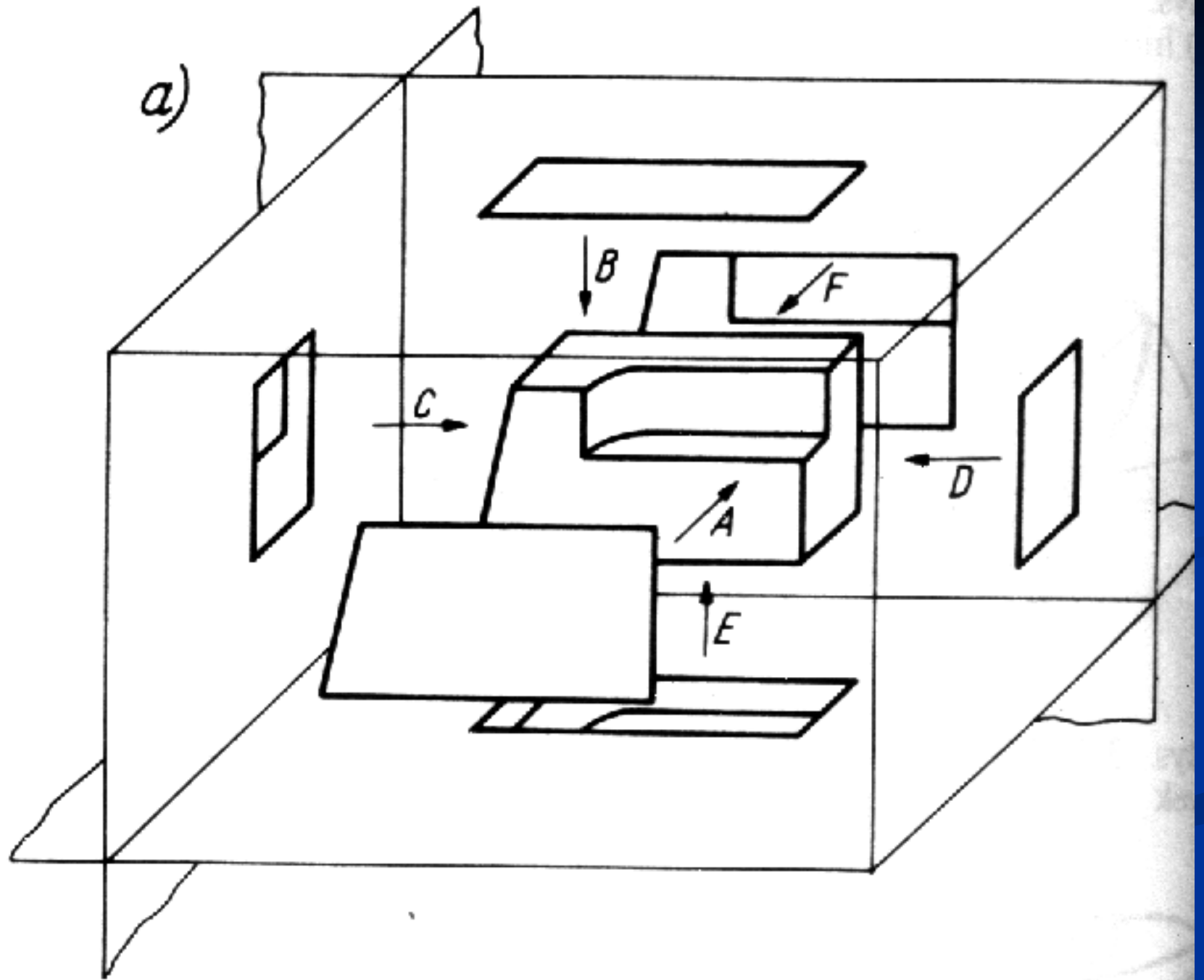




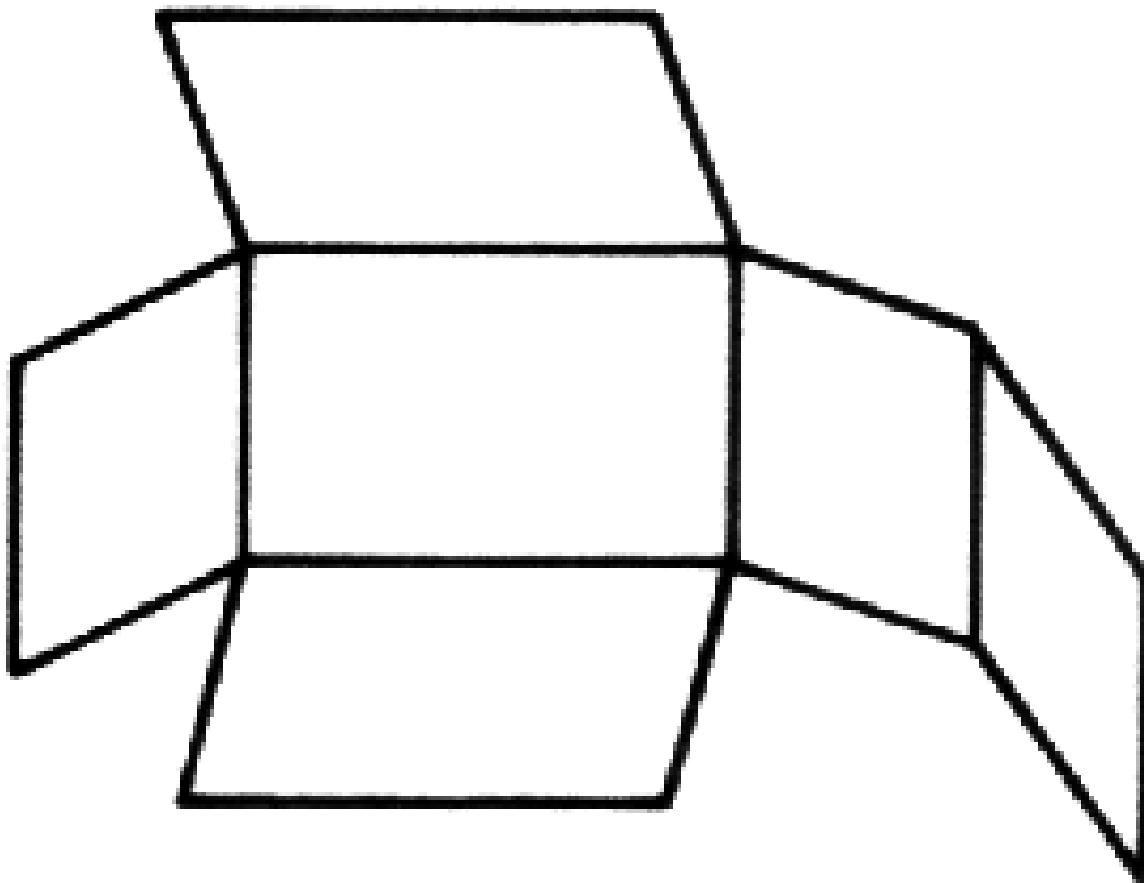




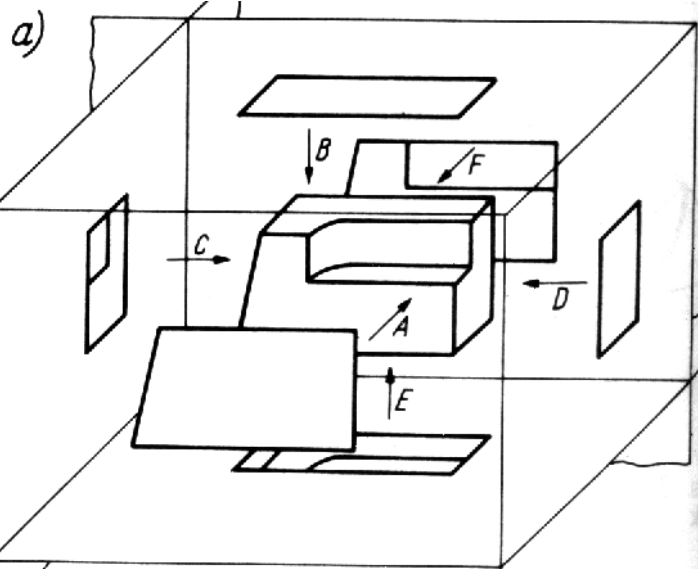
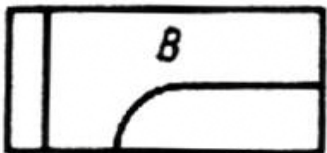
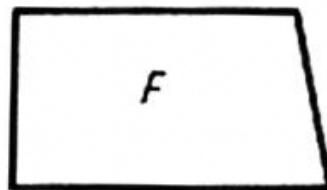
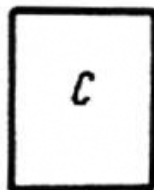
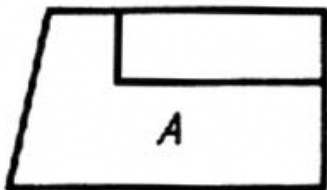
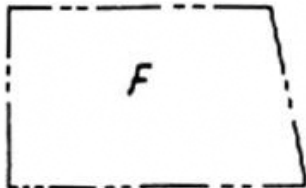
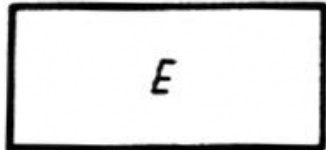




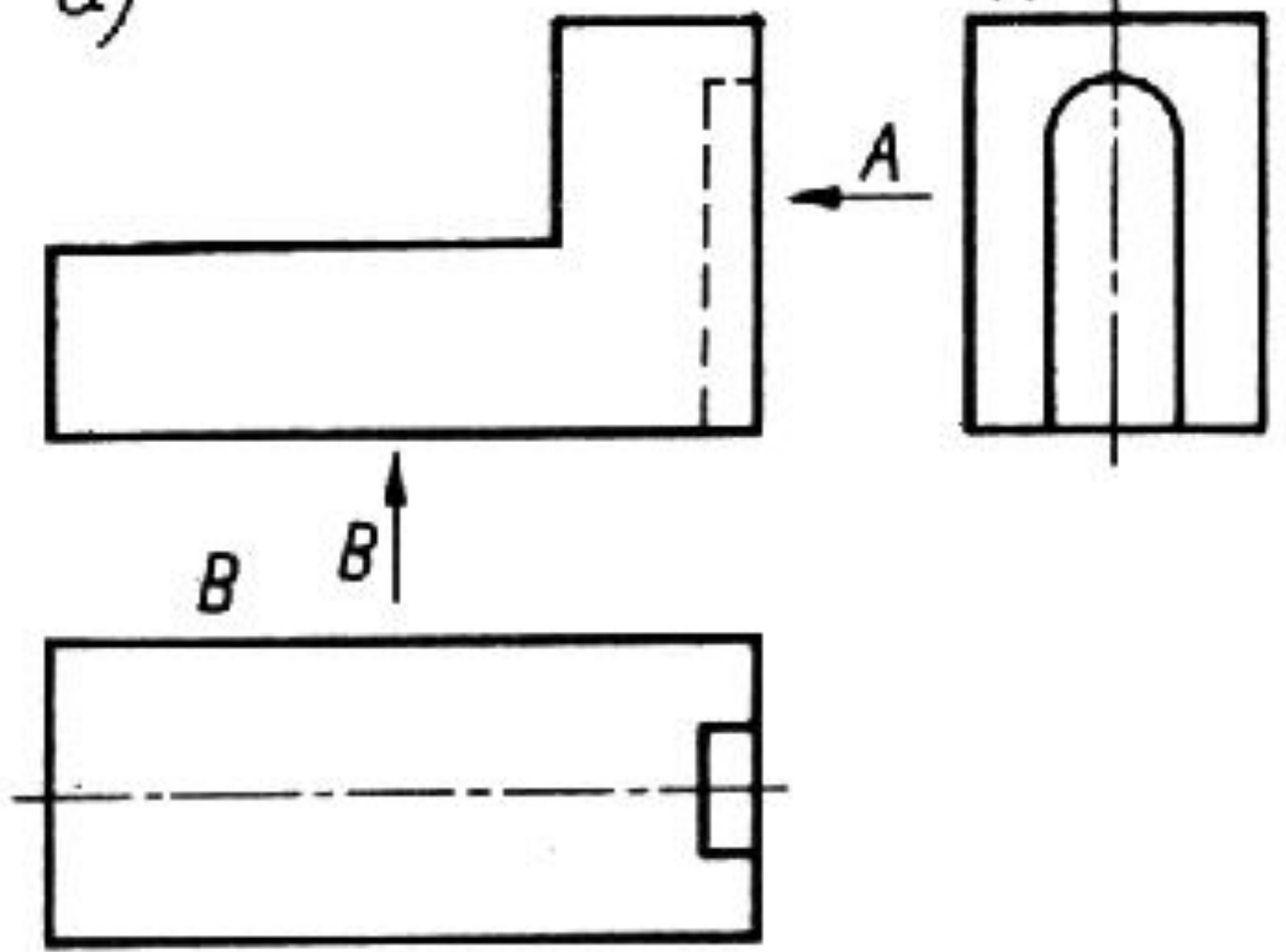
b)

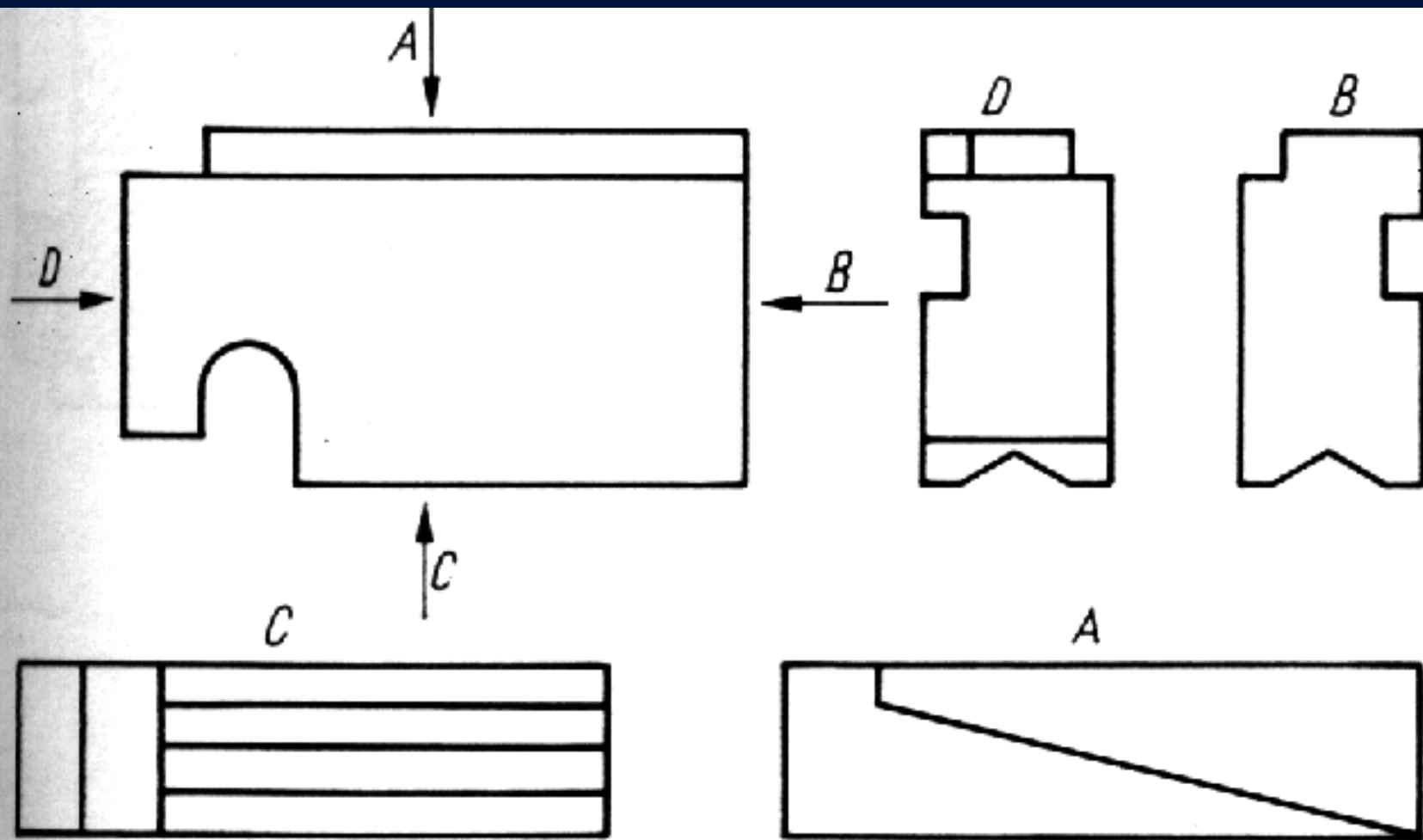


Rys. 4.1. Prostopadłościan rzutni



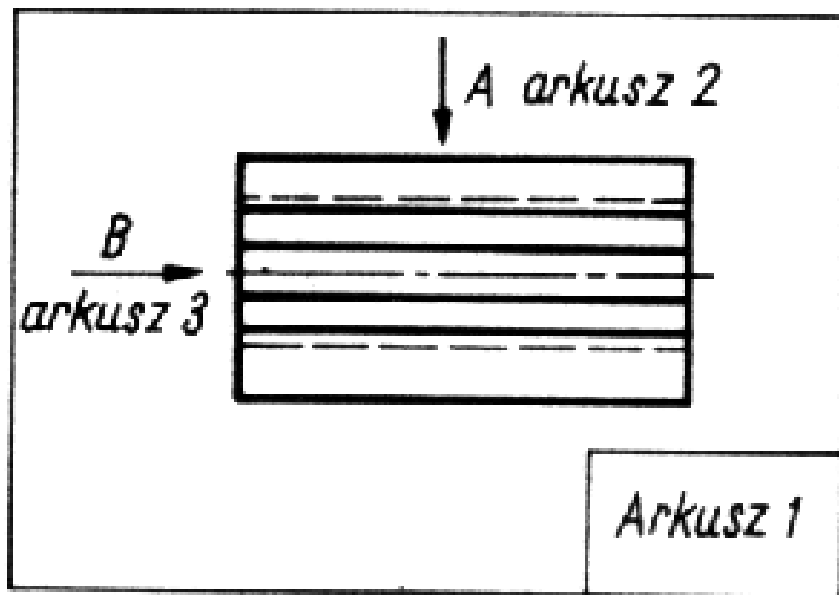
a)



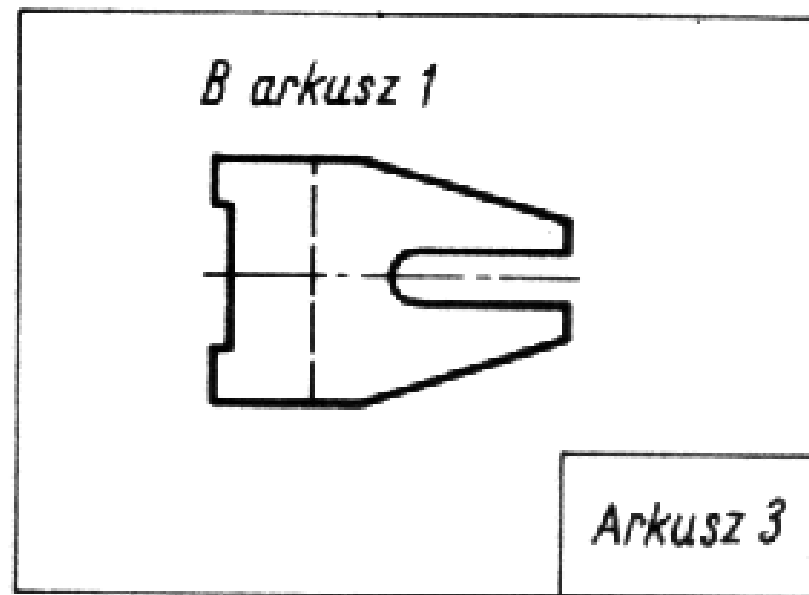


Rys. 4.4. Przykład dowolnego układu rzutów

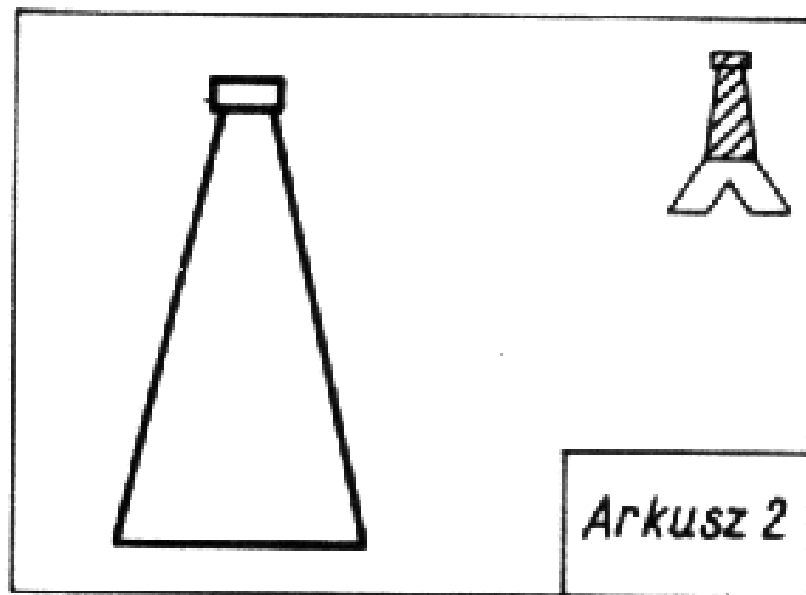
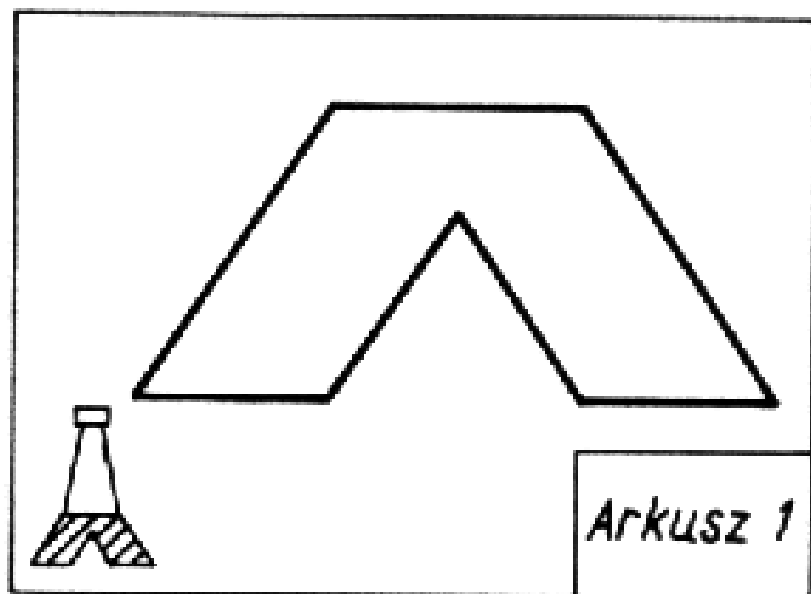
a)



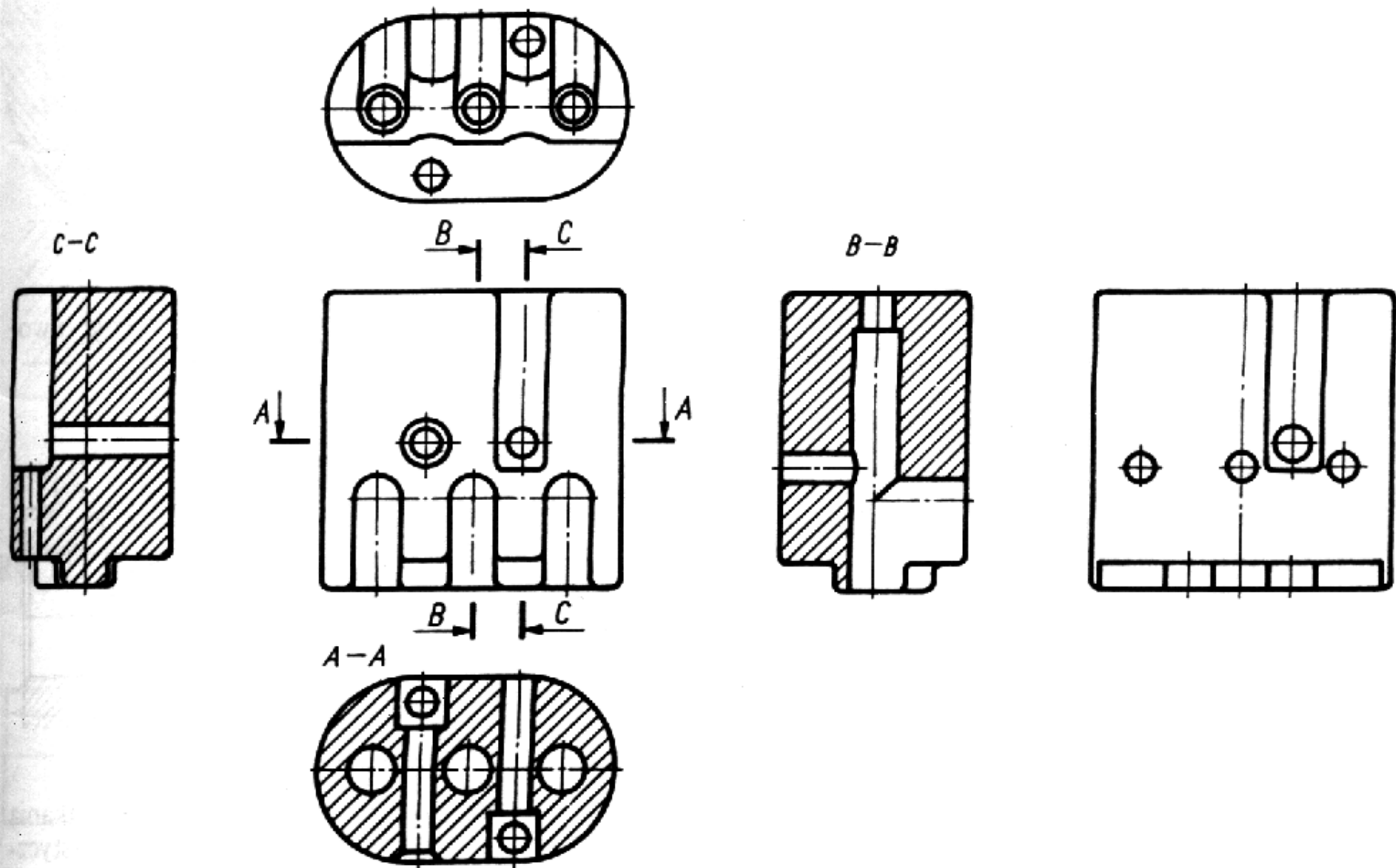
b)



Rys. 4.5. Oznaczenia widoków rysowanych na oddzielnych arkuszach

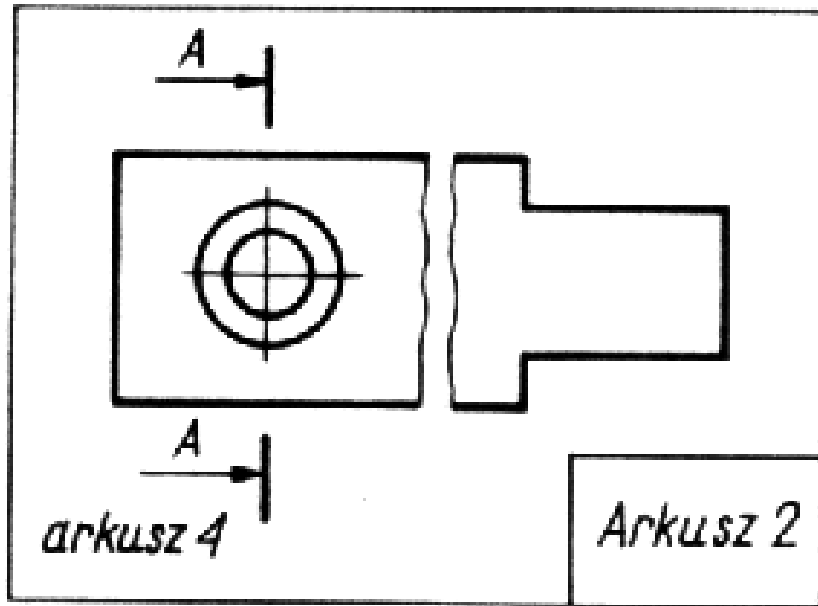


Rys. 4.7. Rozmieszczanie części jednego rzutu na kilku arkuszach

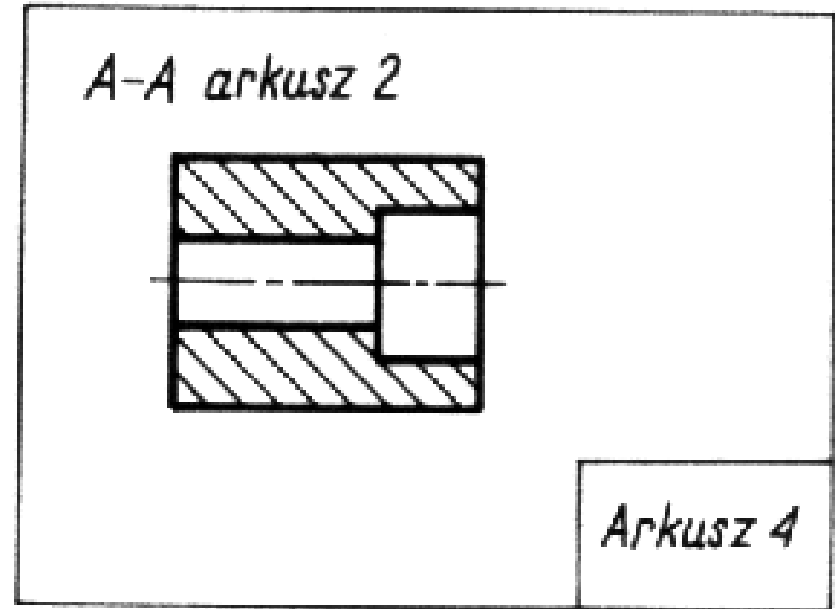


Rys. 5.2. Przedmiot w sześciu rzutach (wg metody rzutowania E)

a)



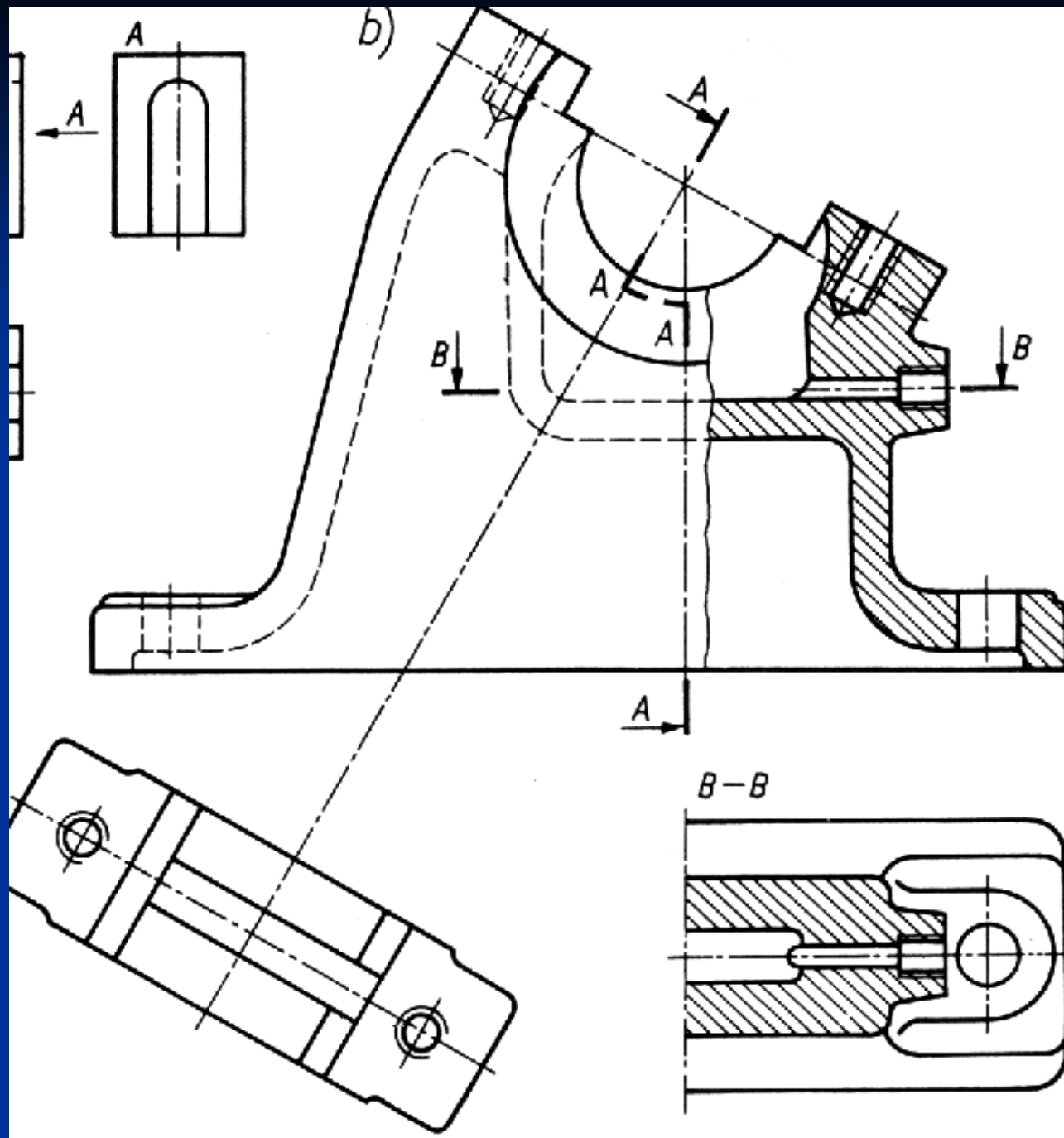
b)

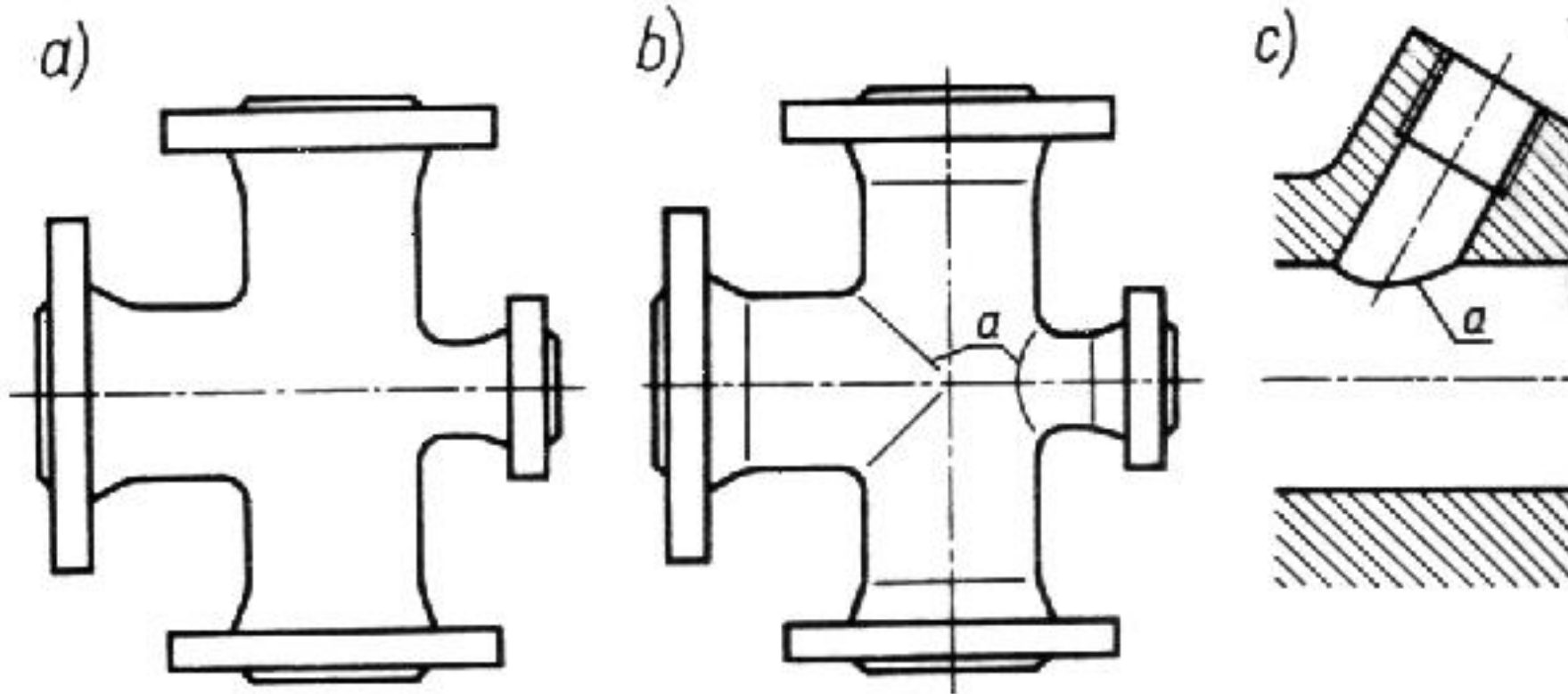


Rys. 4.6. Oznaczenia przekrojów rysowanych na oddzielnych arkuszach

Stosowane zasady przy rysowaniu rzutów prostokątnych

- a) Minimalna liczba rzutów dla jednoznacznego przedstawienia i zwymiarowania elementu
- b) Ustawić element równoległe i prostopadle do rzutni (może być też rzut ukośny)
- c) Rzut główny powinien przedstawiać element, lub zespół w jego położeniu użytkowym – są wyjątki
- d) Elementy zmieniające położenie w czasie eksploatacji mogą być rysowane dowolnie (dorysowane skrajne położenie linią dwupunktową)
- e) Krawędzie niewidoczne można rysować linią kreskową **ale należy tego unikać!!**





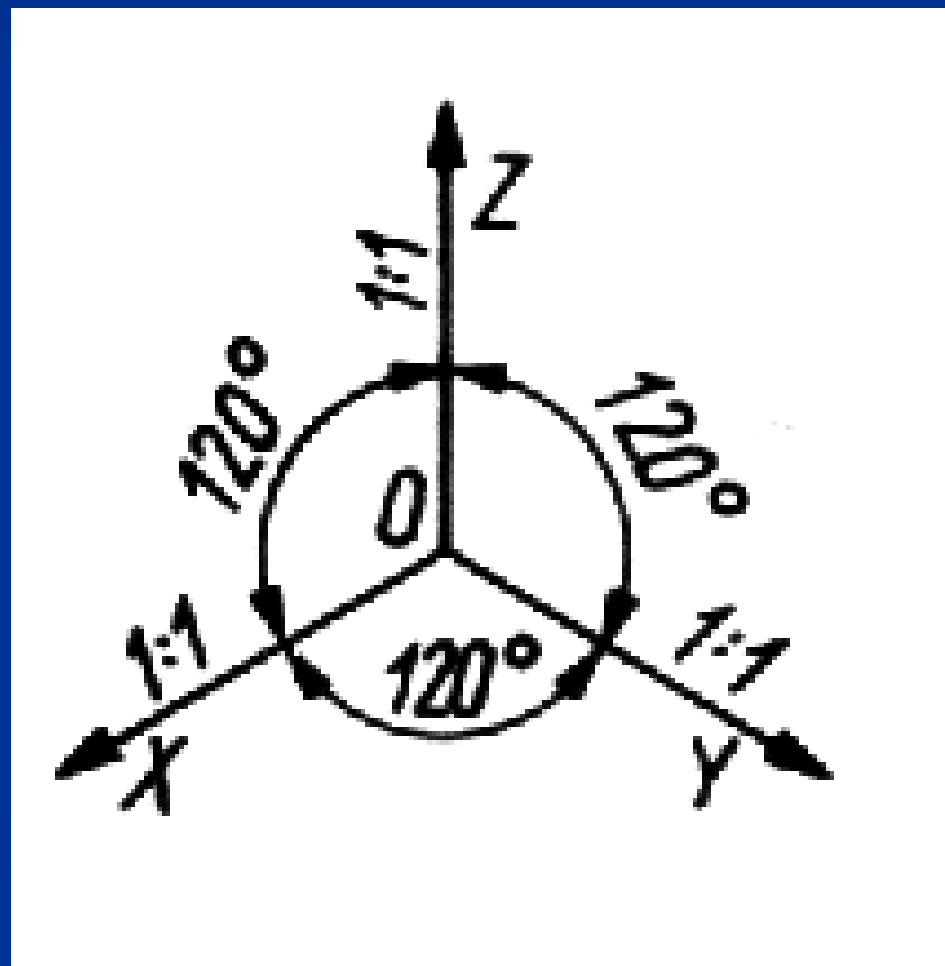
Teoretyczne linie przenikania w widokach i przekrojach

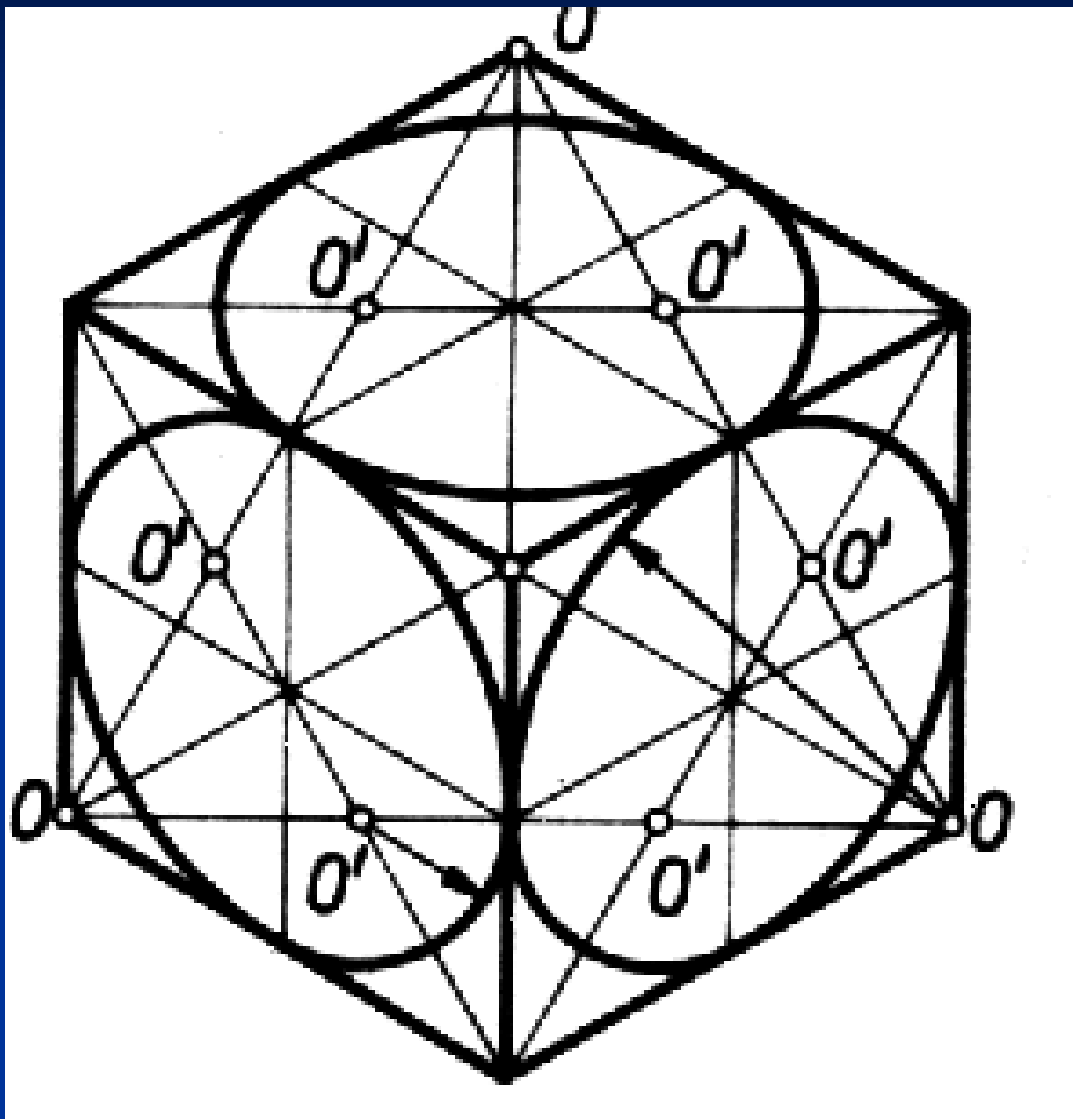
Rysunki aksonometryczne

A) Izometryczny (jednomiarowy)

B) Dimetryczny ukośny,

C) Dimetryczny prostokątny





Gdy rysujemy bez skrócenia:

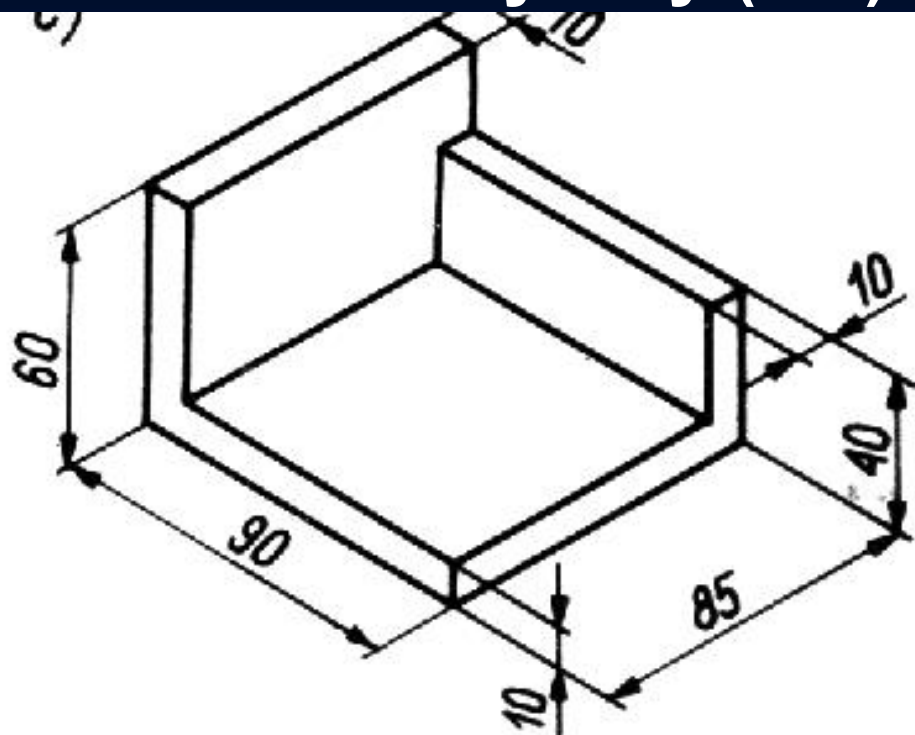
Wielka oś elipsy: $1,2 D_0$

mała oś elipsy: $0,7 D_0$

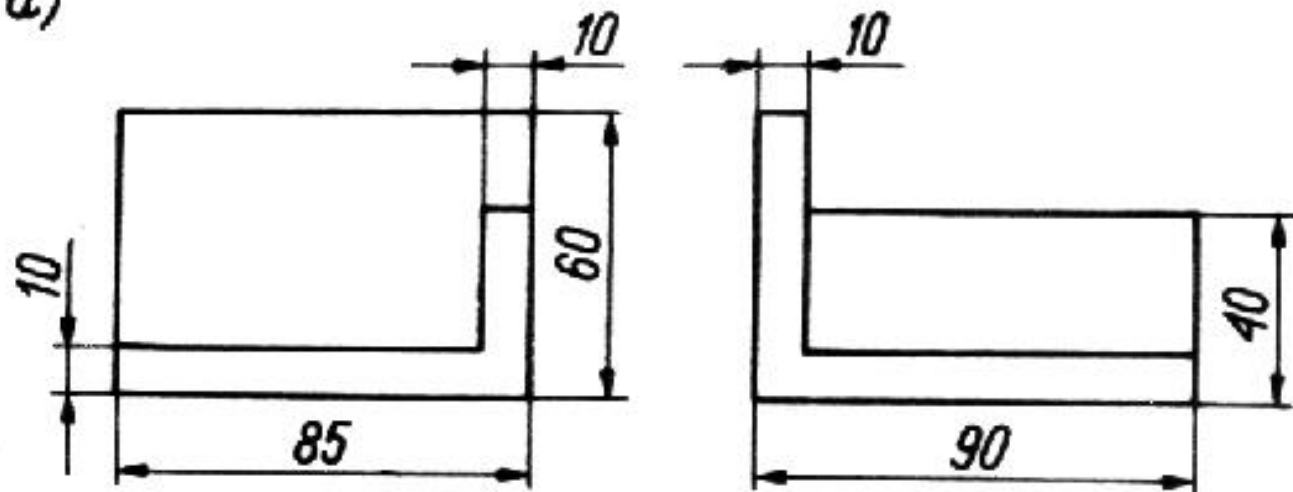
Osie są do siebie prostopadłe

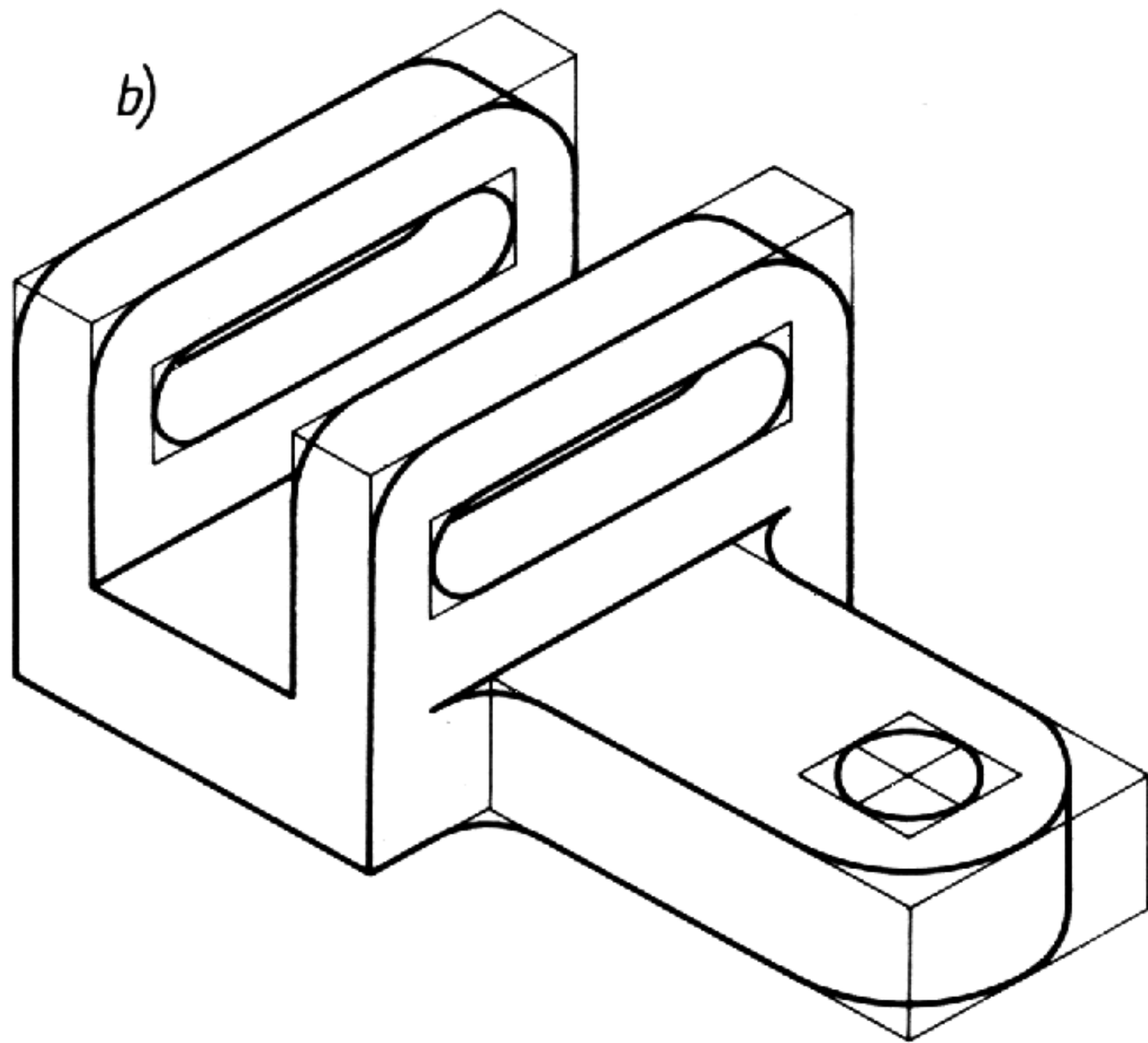
Małe osie są równoległe do odpowiedniej osi głównej

Rysunek izometryczny (1:1) i rzuty prostokątne



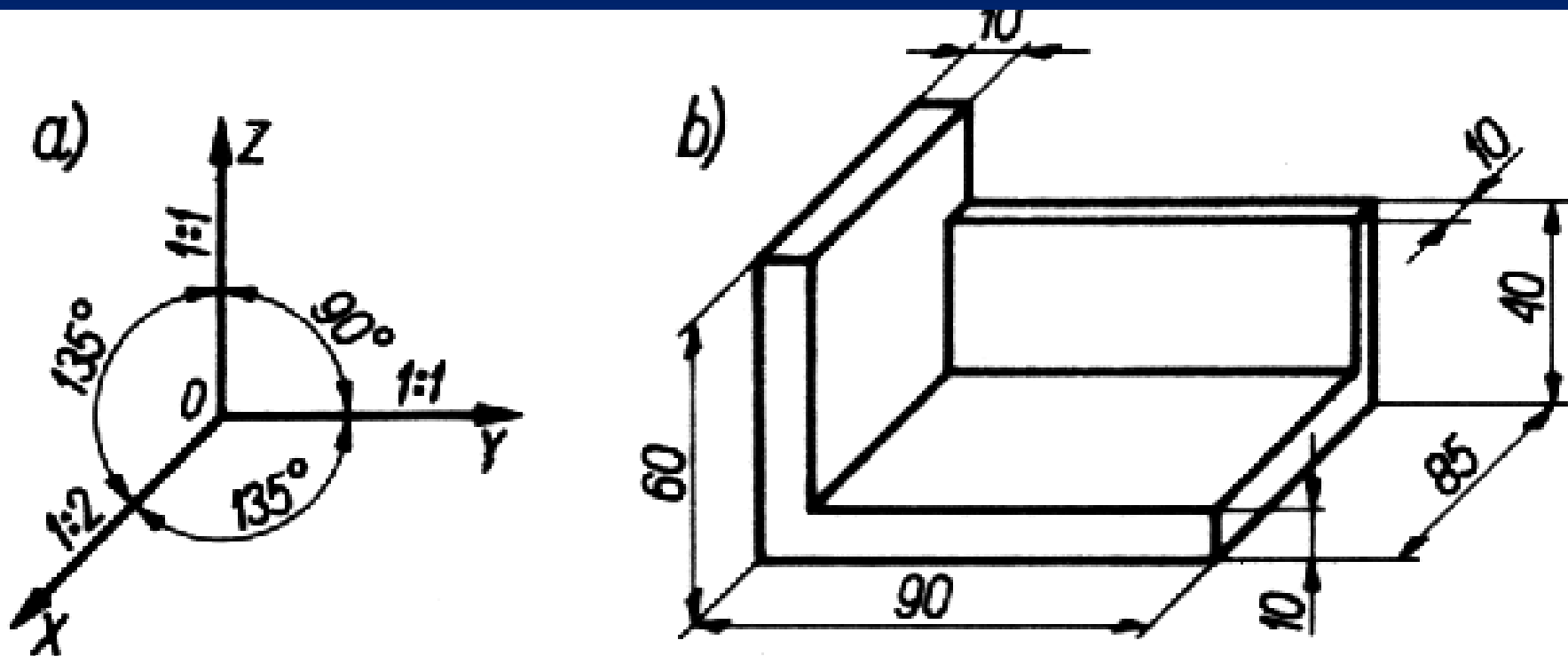
d)



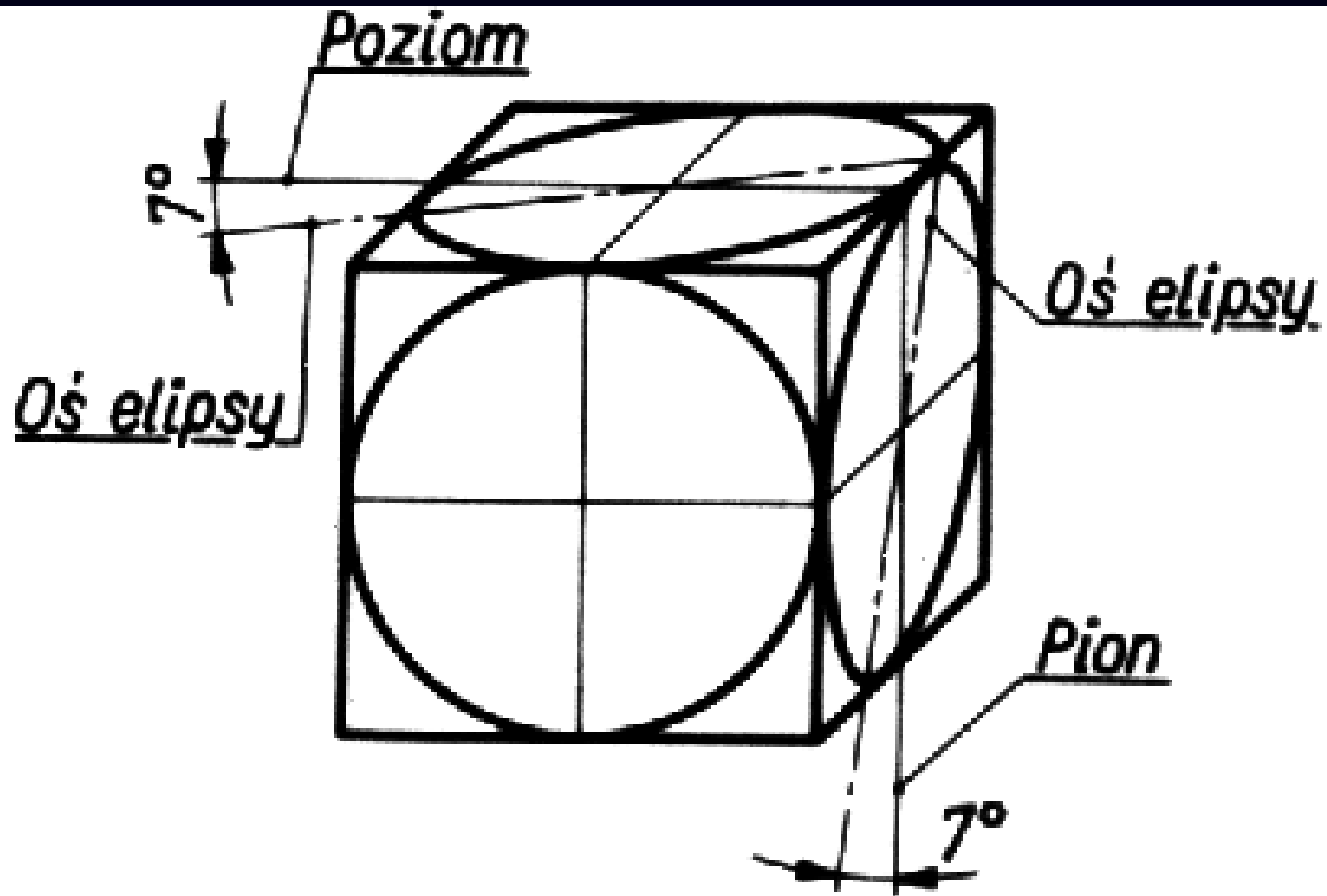


Rys. 17.3. Przedmiot w rzucie izometrycznym

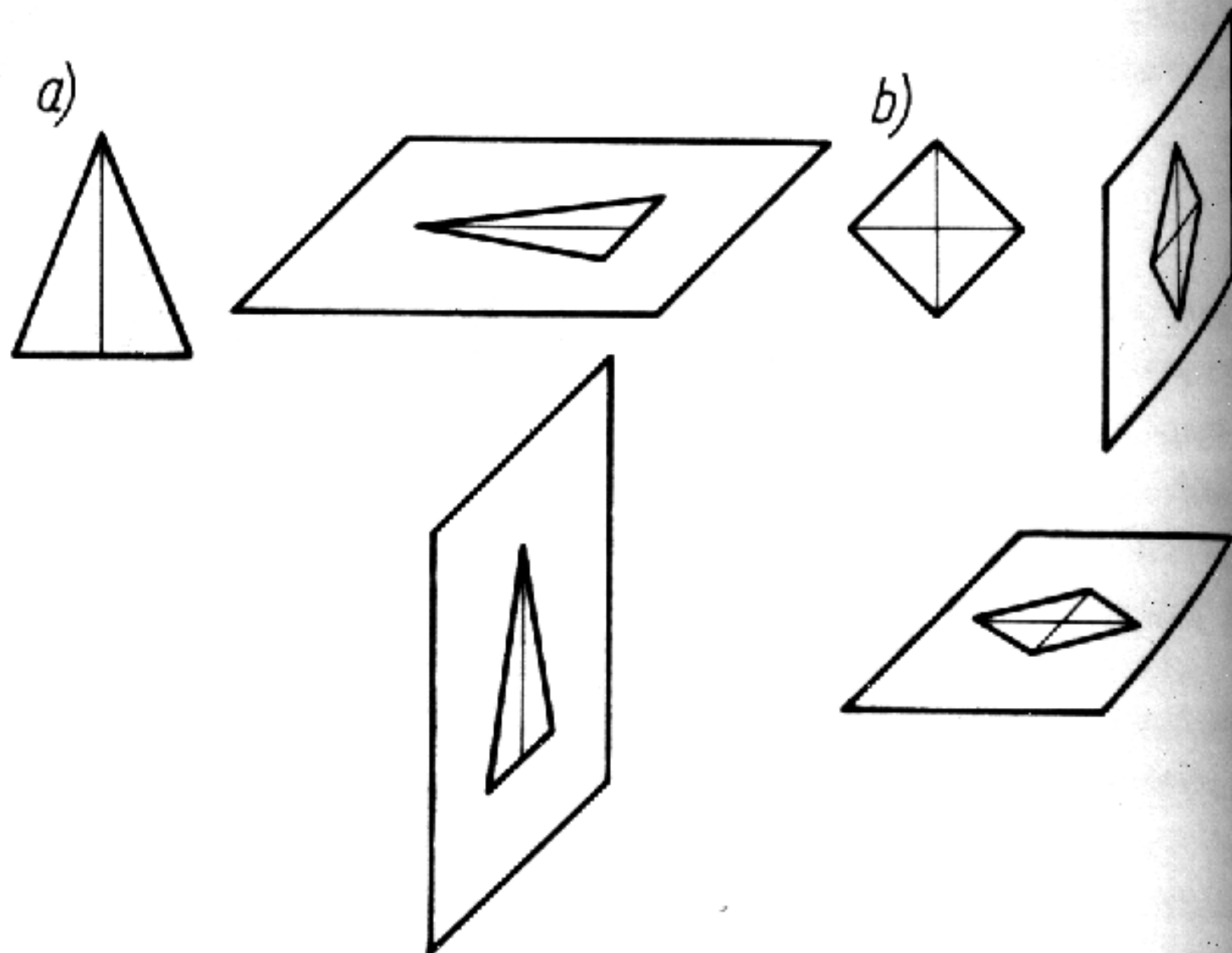
Rysunek dimetryczny ukośny



Rys. 17.4. Rzut dimetryczny ukośny: a) układ osi współrzędnych b) przedmiot w rzucie dimetrycznym ukośnym

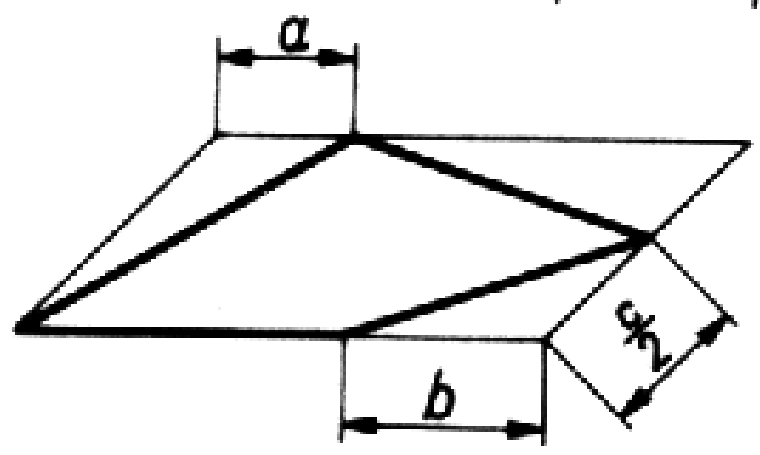
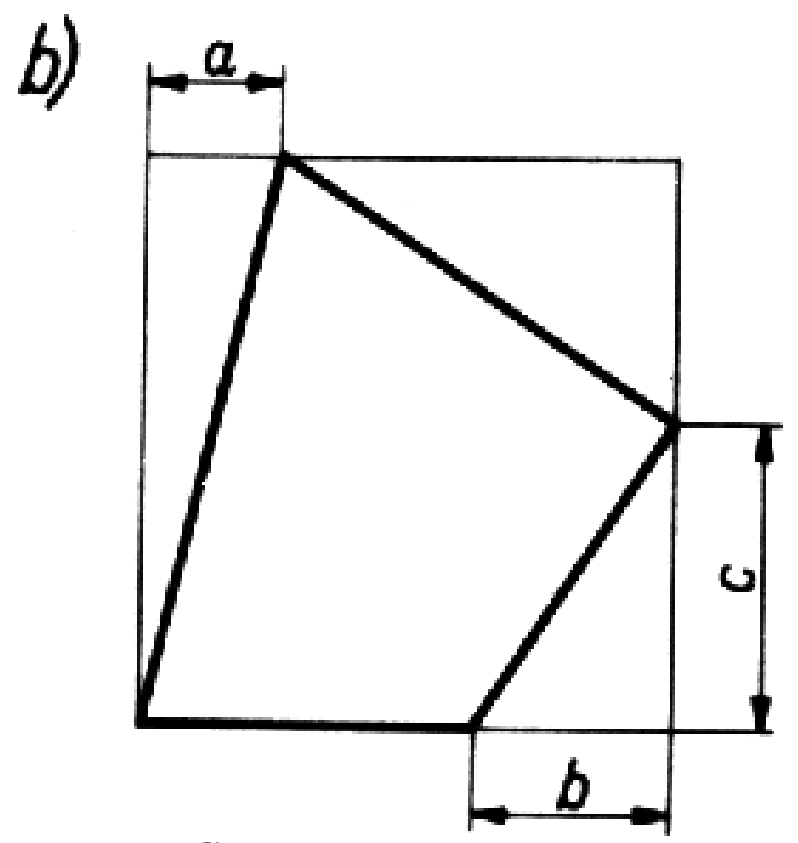
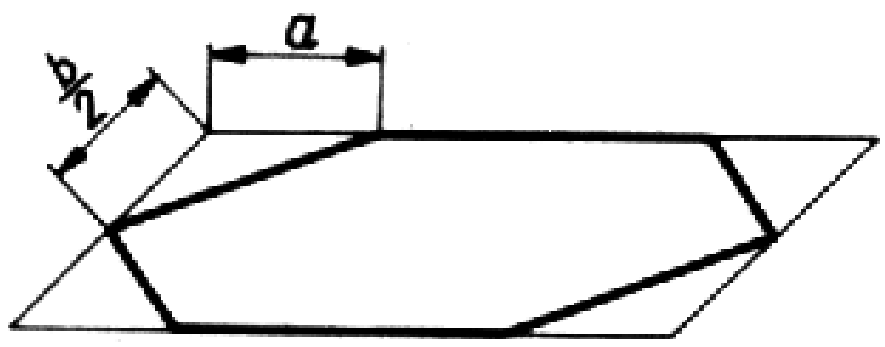
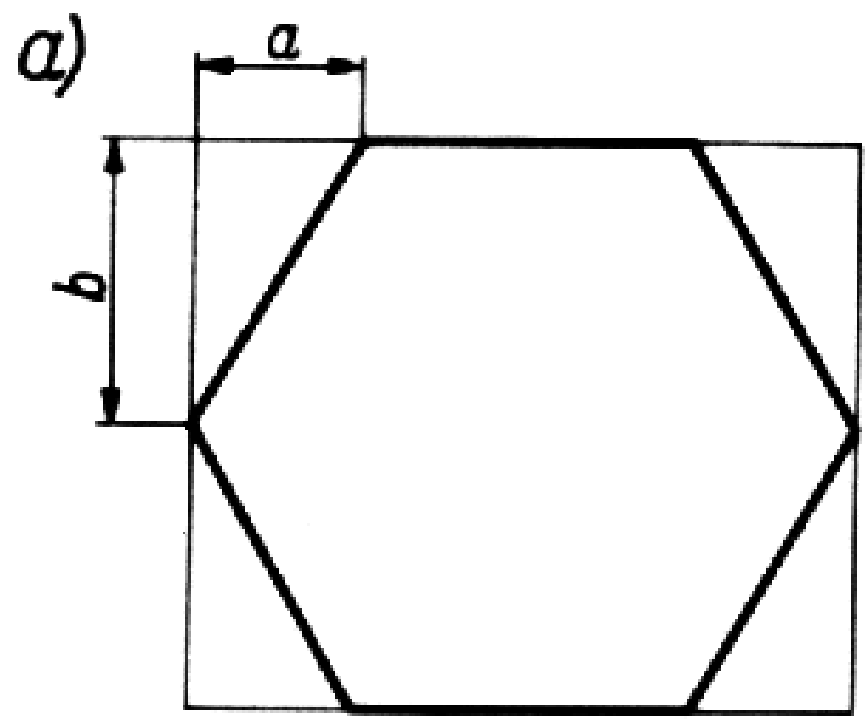


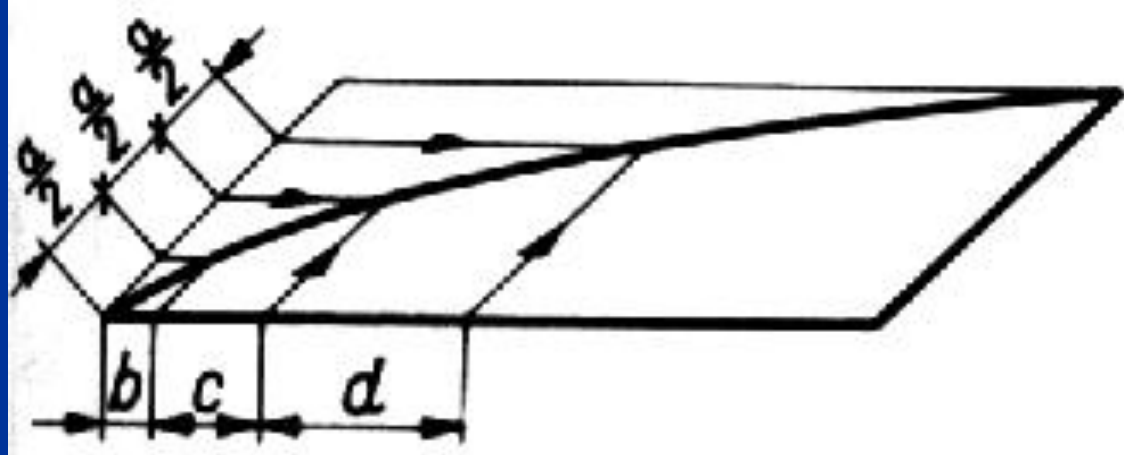
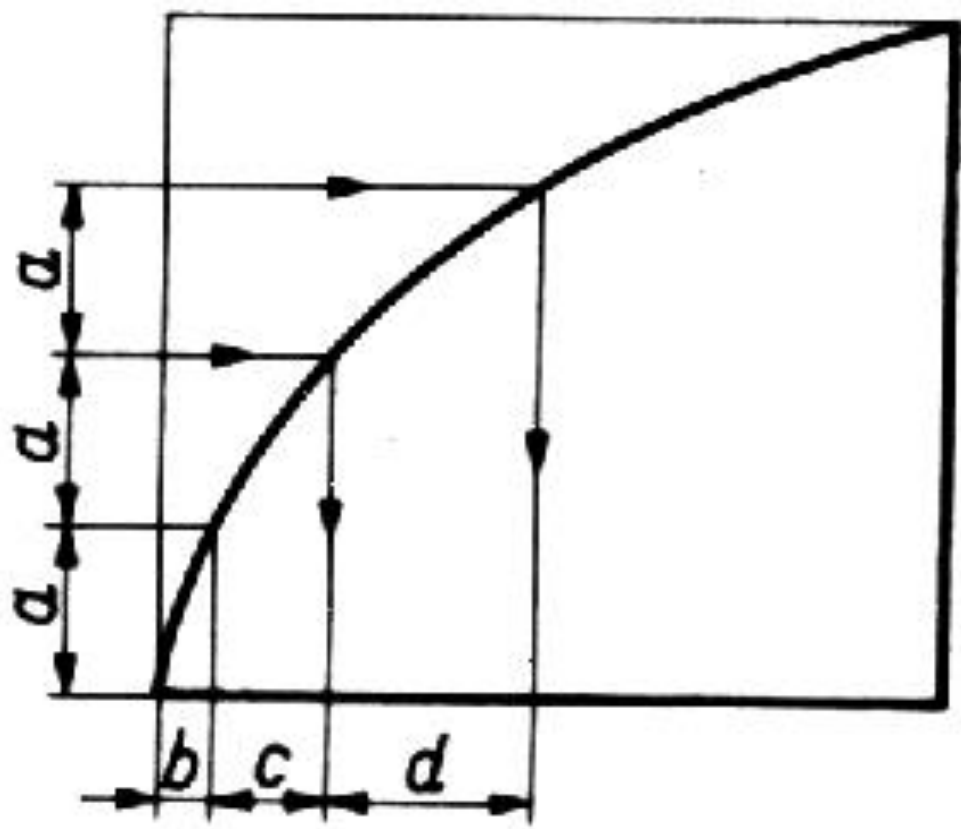
Osie są odchylone od poziomu i pionu o 7°

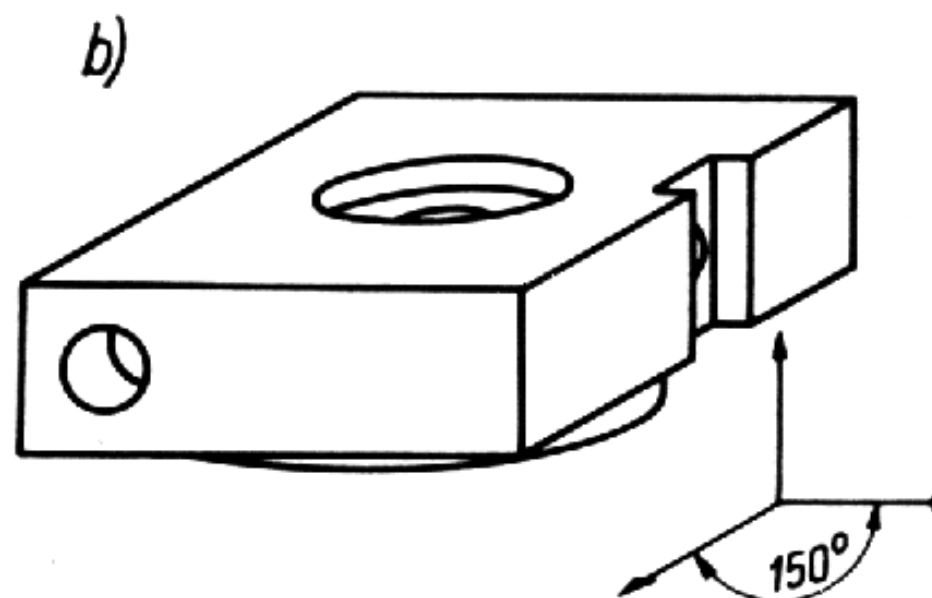
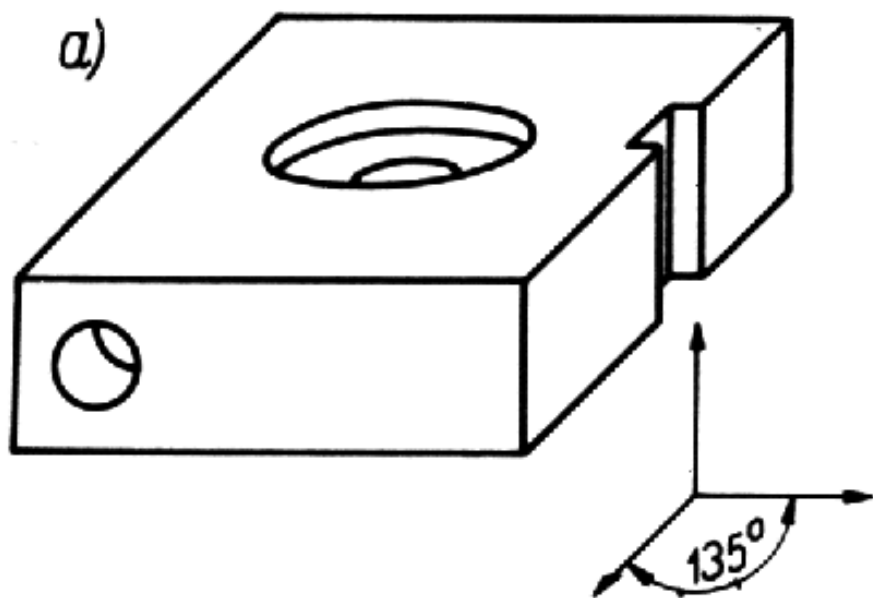


Rys. 17.5. Rysowanie w rzucie dimetrycznym ukośnym figur płaskich przy wykorzystaniu ich elementów równoległych do osi układu (elementy te wykreślono na rysunku cienkimi liniami)

Konstrukcje pomocnicze

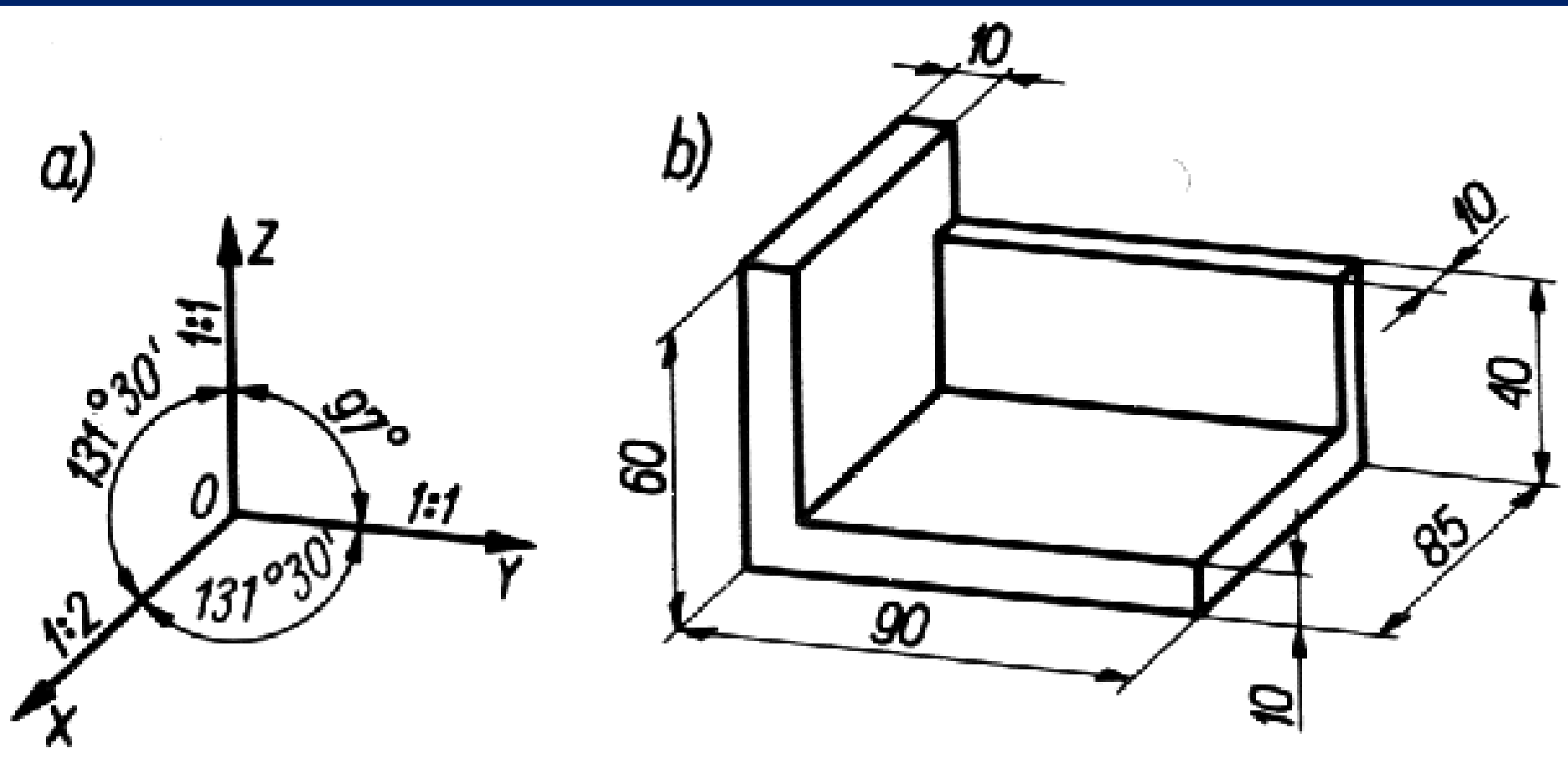


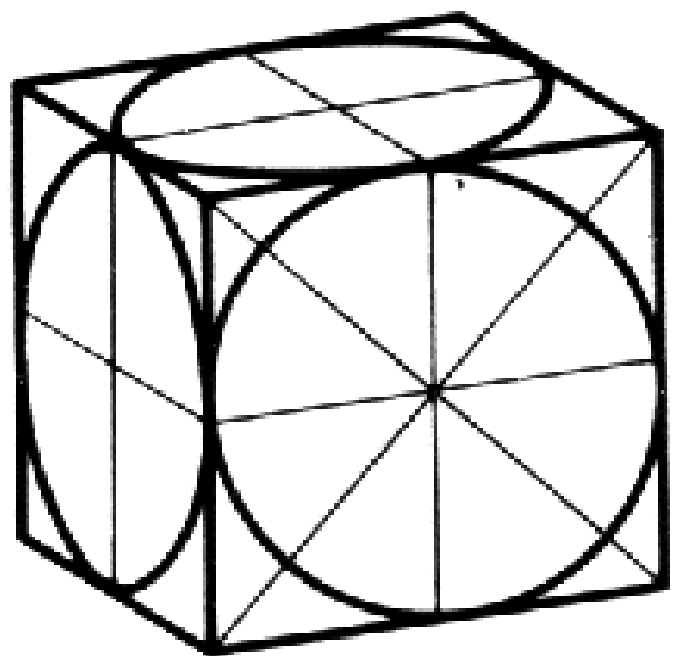




Rys. 17.10. Rzuty dimetryczne ukośne przedmiotu w układzie o kątach między osiami

Rysunek dimetryczny prostokątny





Rys. 17.12. Okręgi w rzucie dimetrycznym prostokąta

WYKŁAD III

Przekroje i kłady

1. Jak powstaje przekrój?

2. Rodzaje przekrojów:

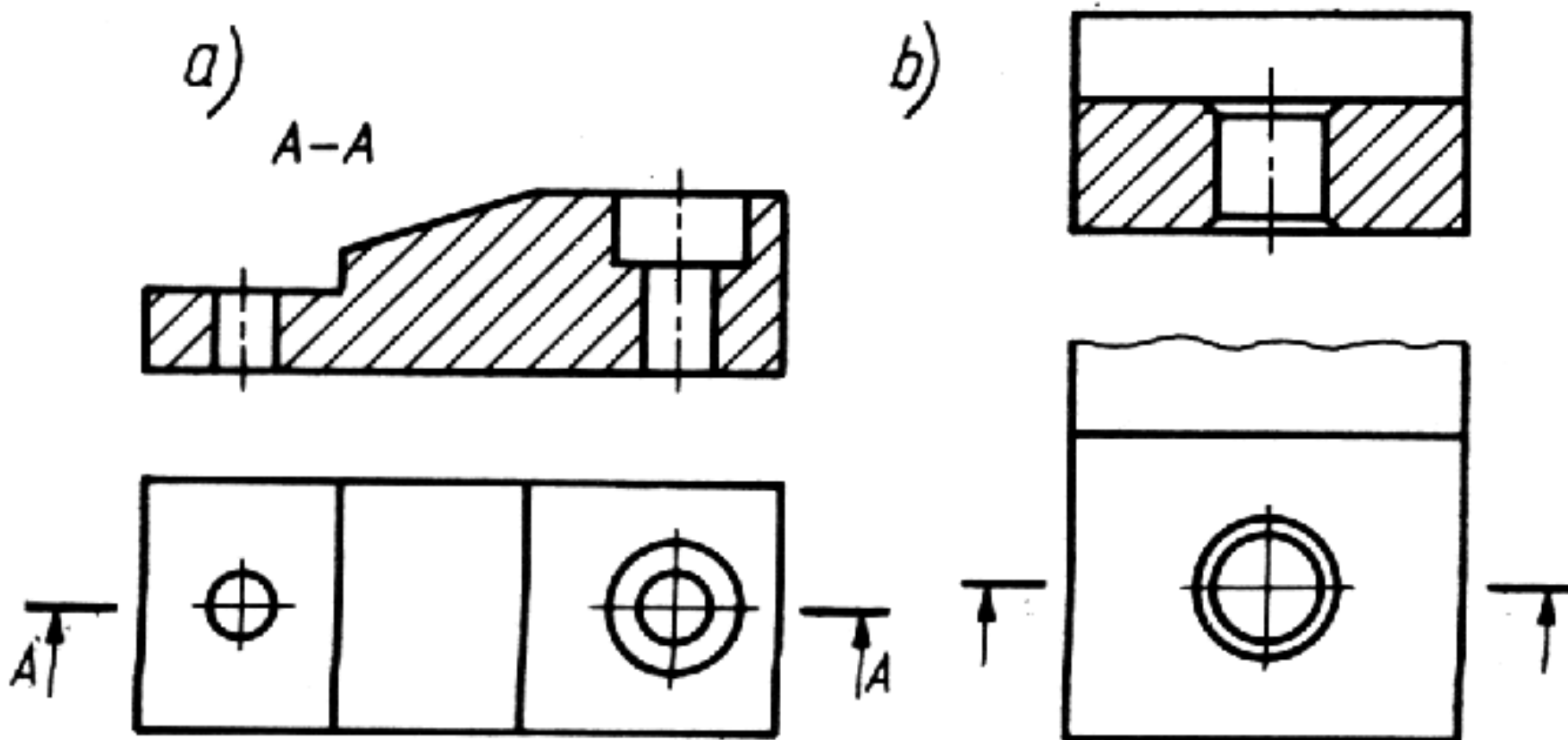
- przekroje proste,
- złożone (stopniowe i łamane)
- cząstkowe (wyrwania)
- podział mniej techniczny: pionowy, poziomy, ukośny, wzdłużny, poprzeczny

Oznaczenia przekrojów

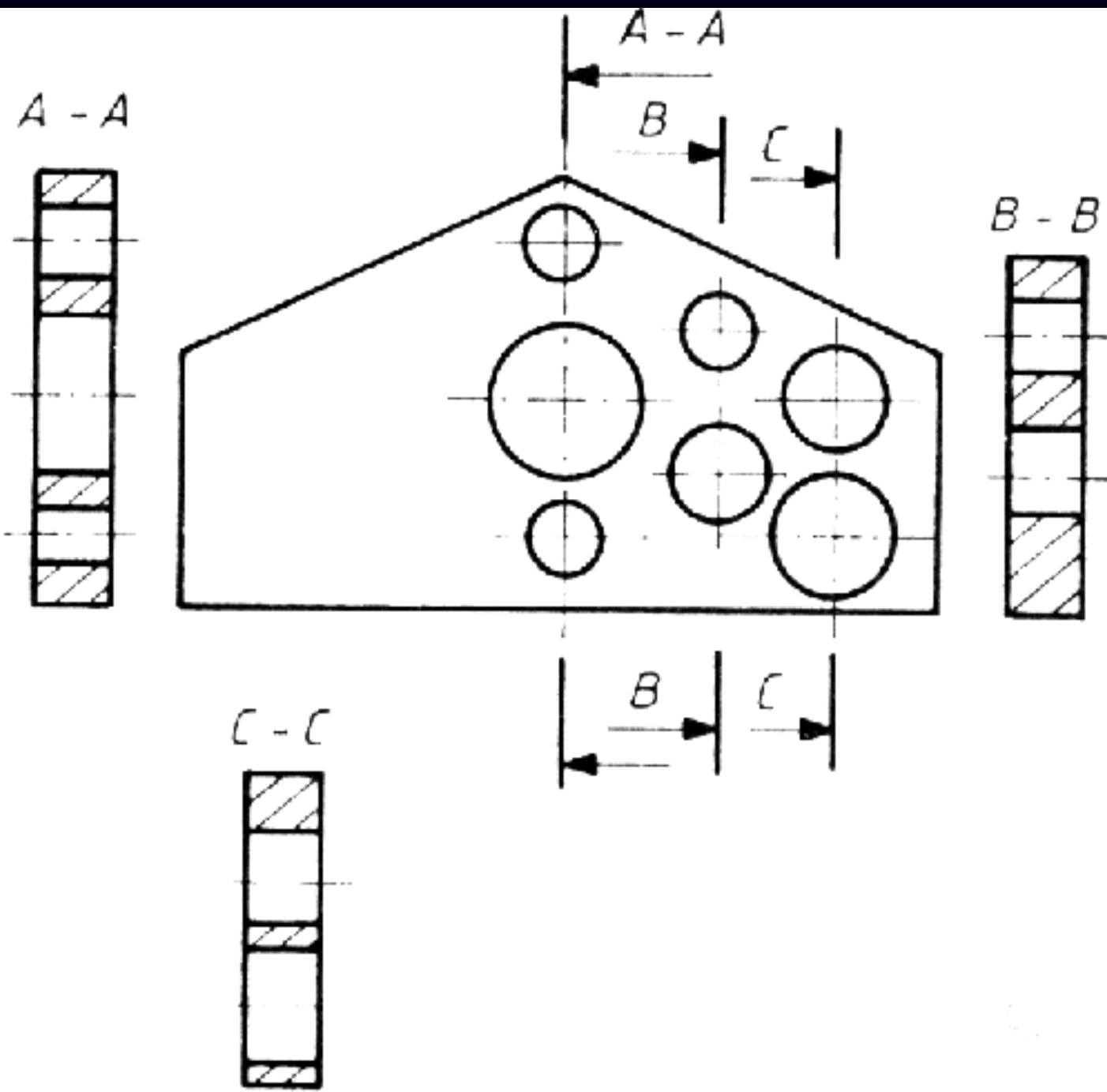
Kreskowanie pola przekroju

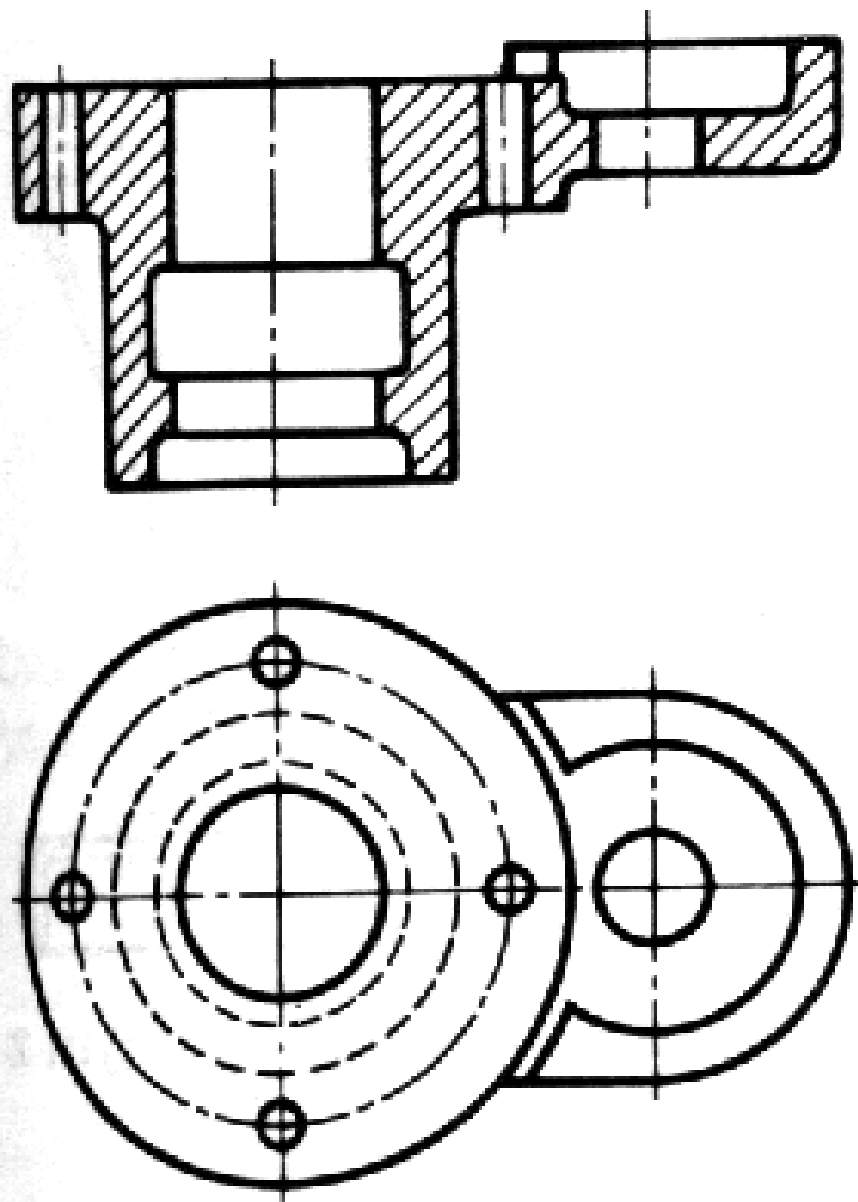
Linie przenikania otworów

Przekrój prosty



Rys. 5.12. Oznaczanie śladu płaszczyzny przekroju

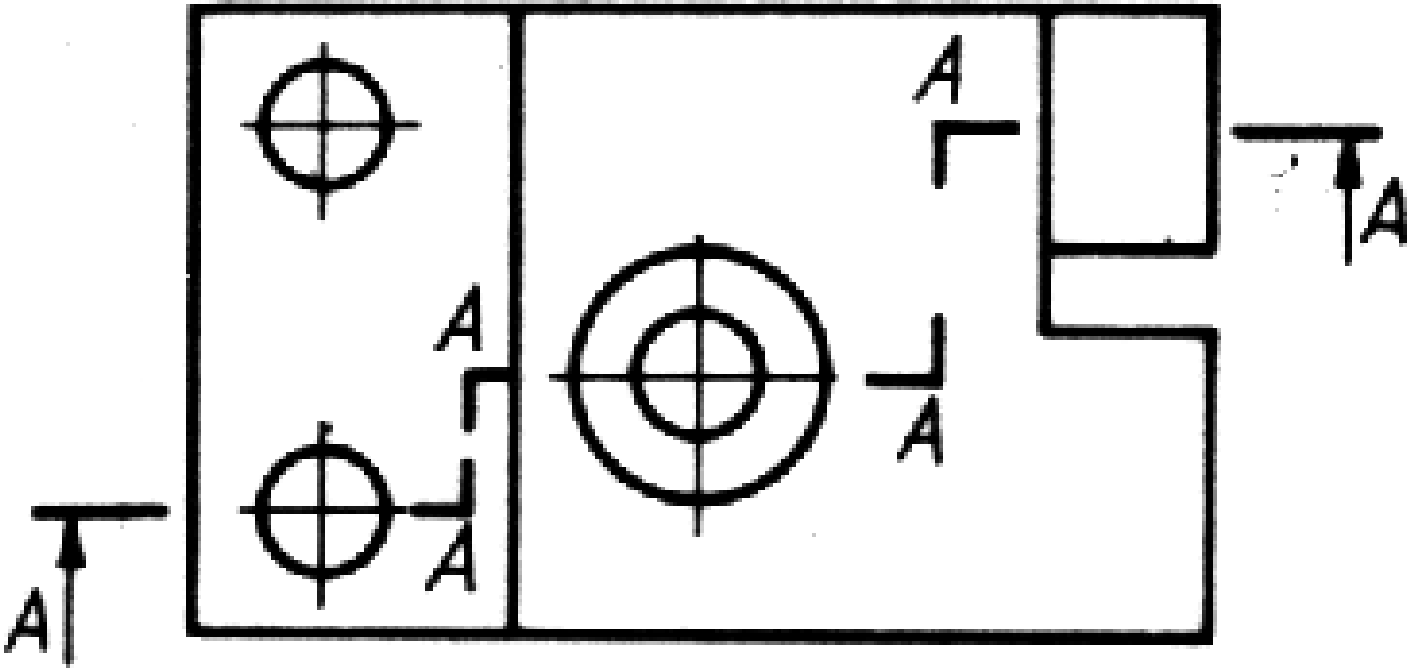
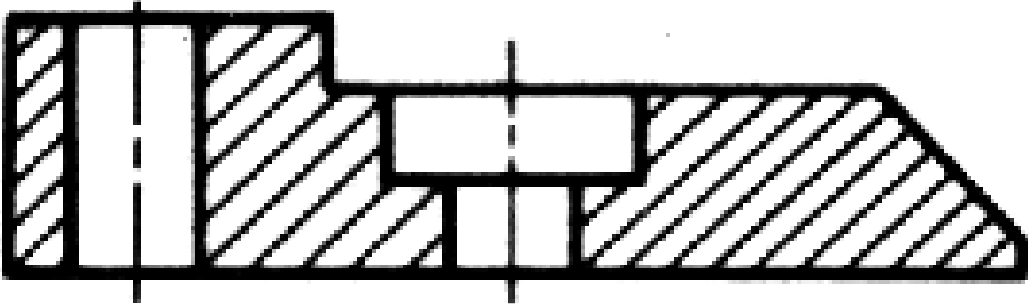


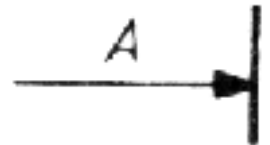
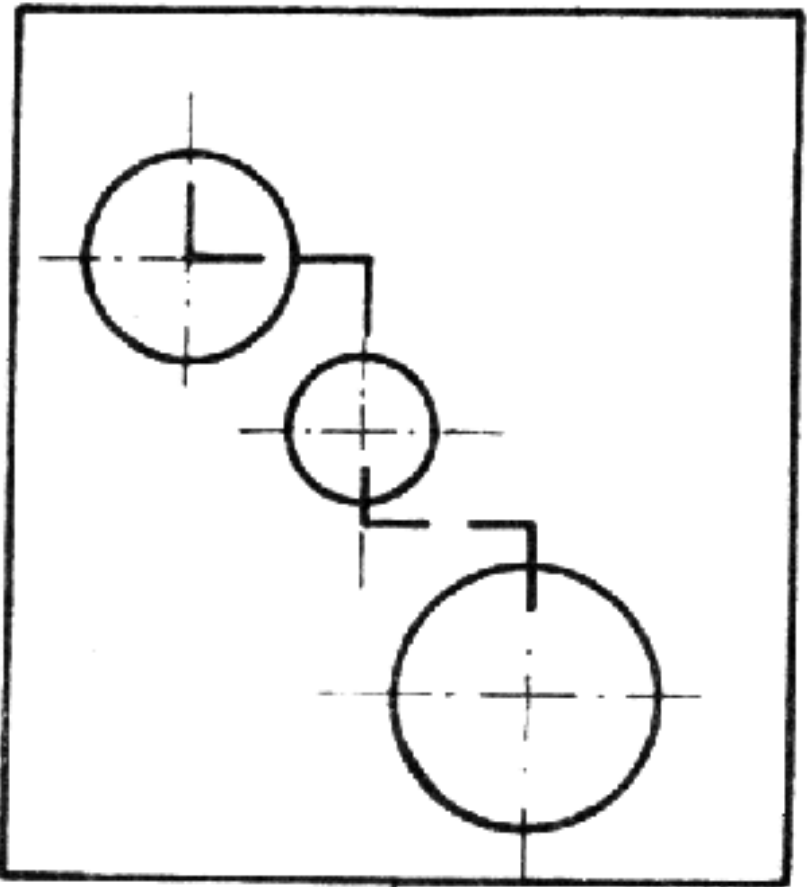
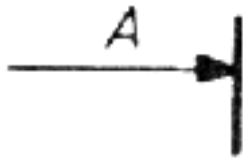


Rys. 5.1. Widok i przekrój przedmiotu

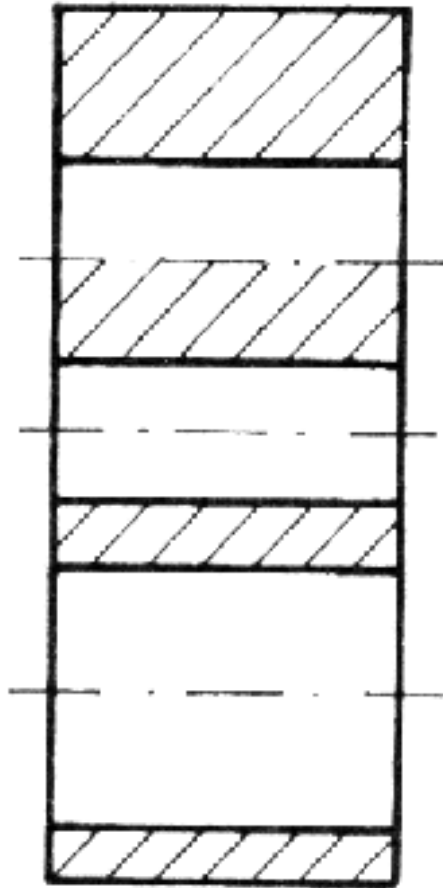
Przekrój stopniowy

A-A

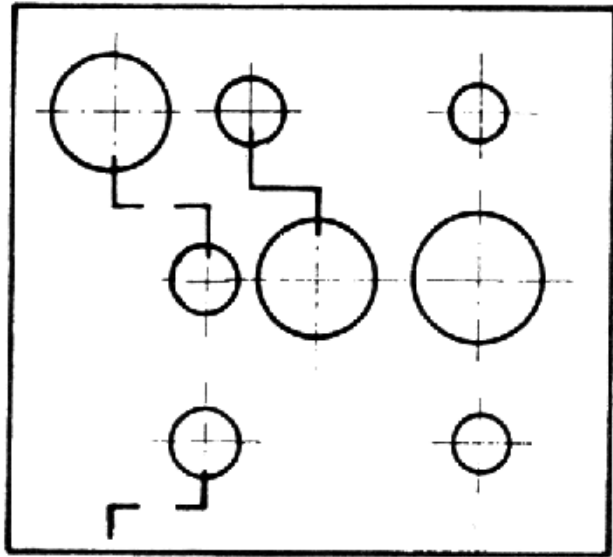
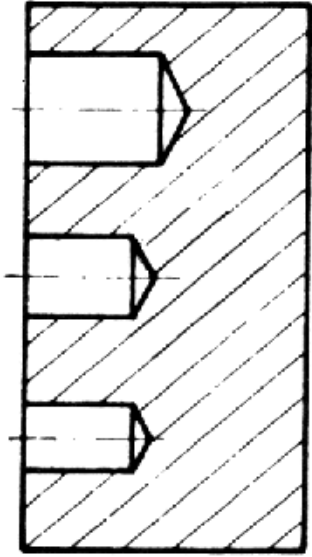




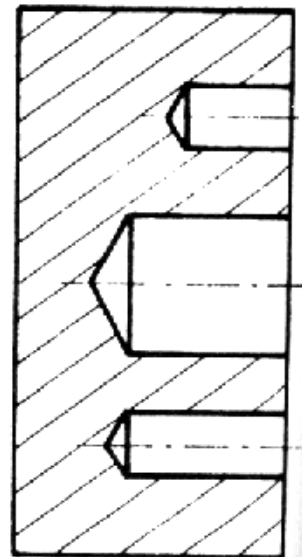
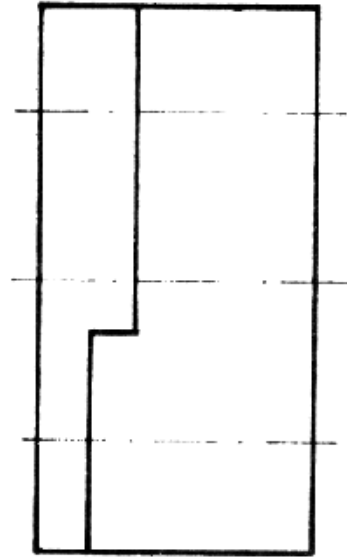
A - A



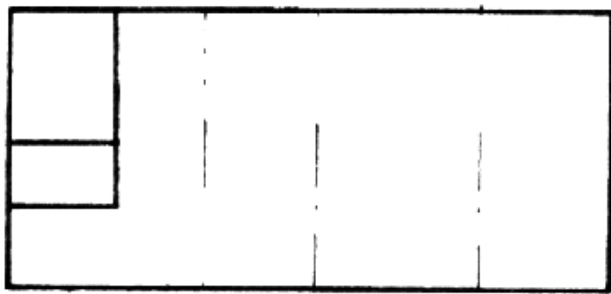
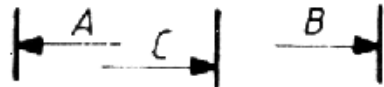
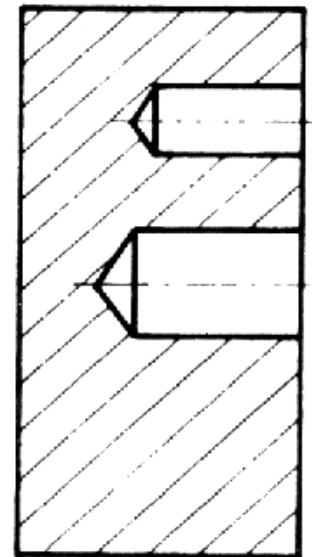
A - A



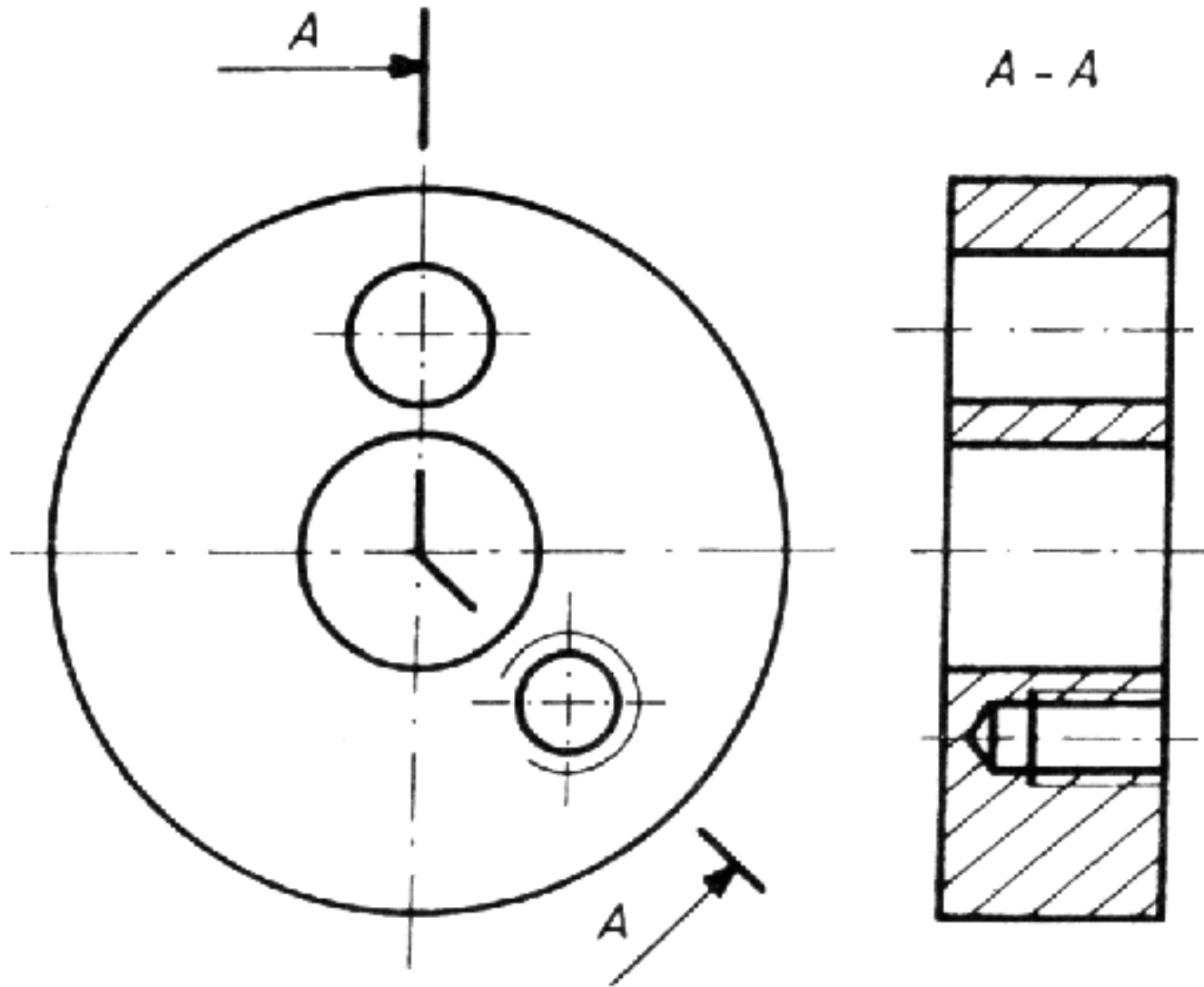
B - B

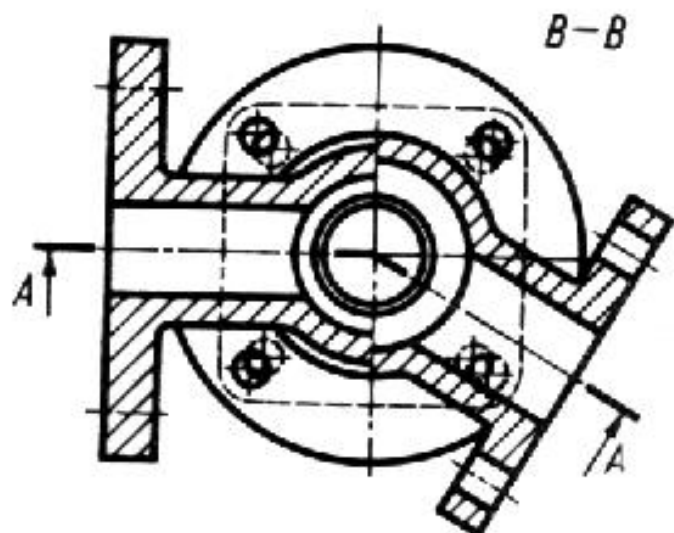
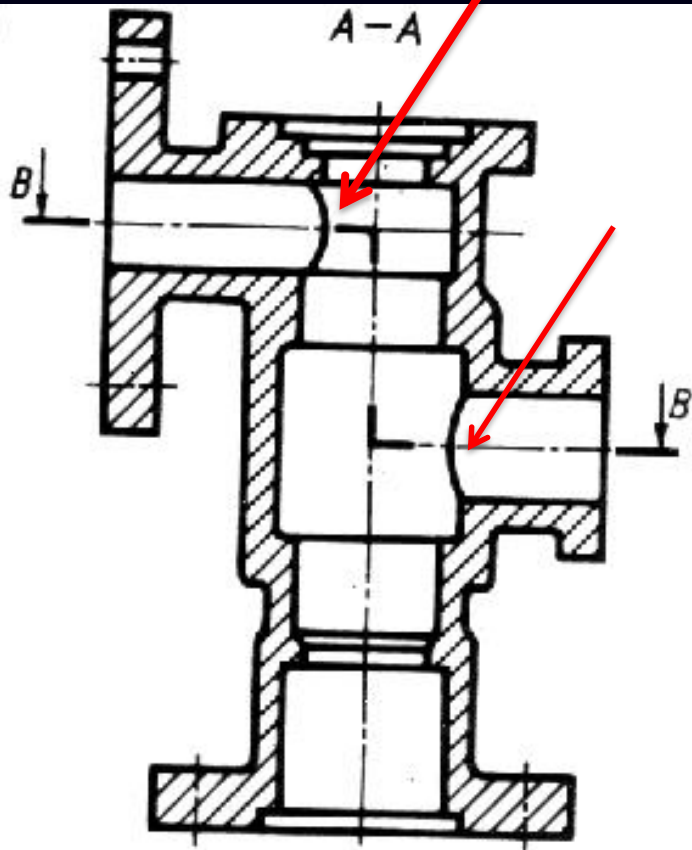


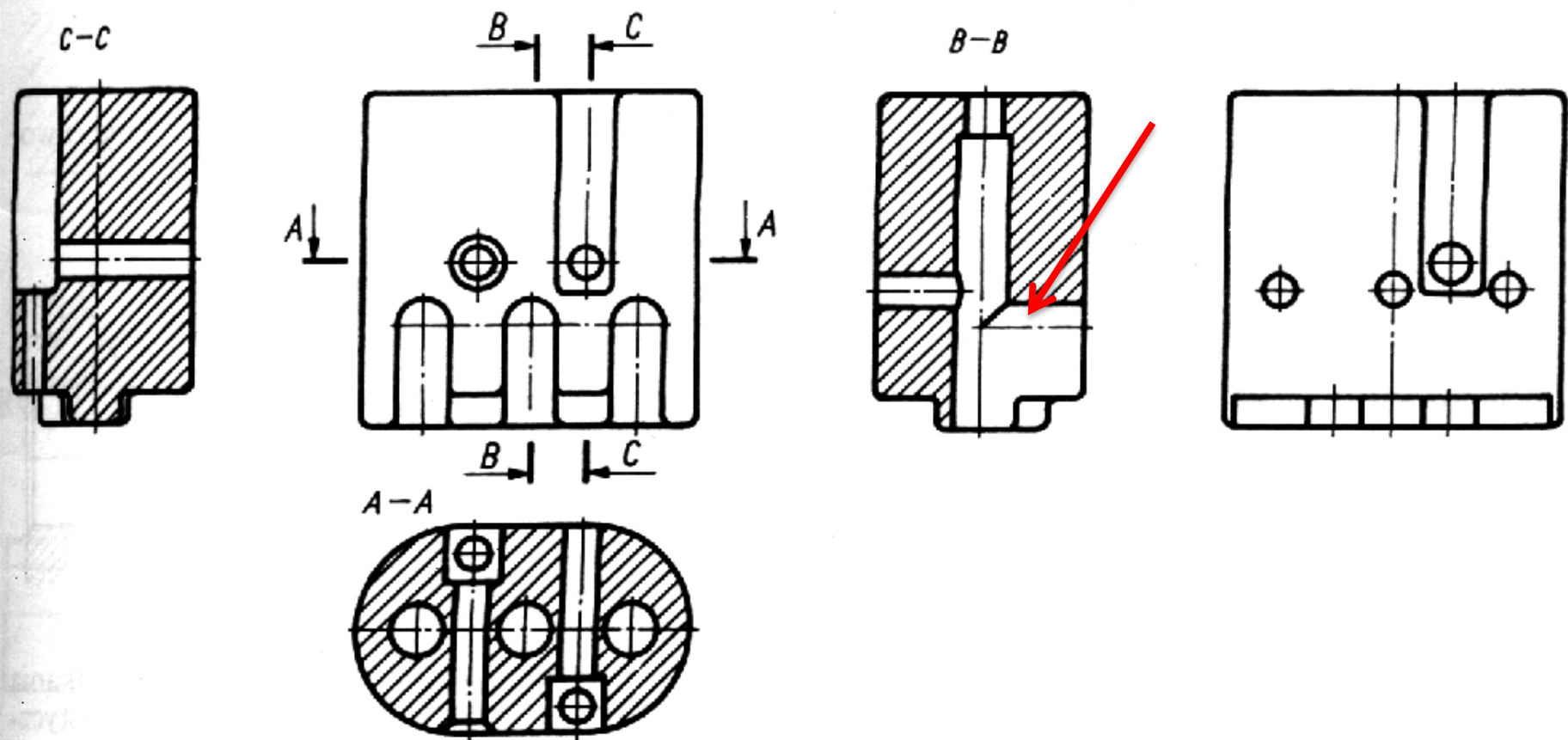
C - C



Przekrój łamany



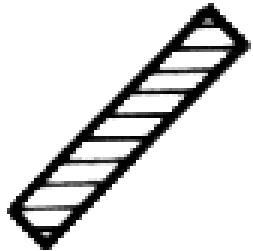




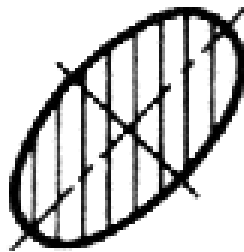
Rys. 5.2. Przedmiot w sześciu rzutach (wg metody rzutowania E)

Zasady kreskowania przekrojów

a)



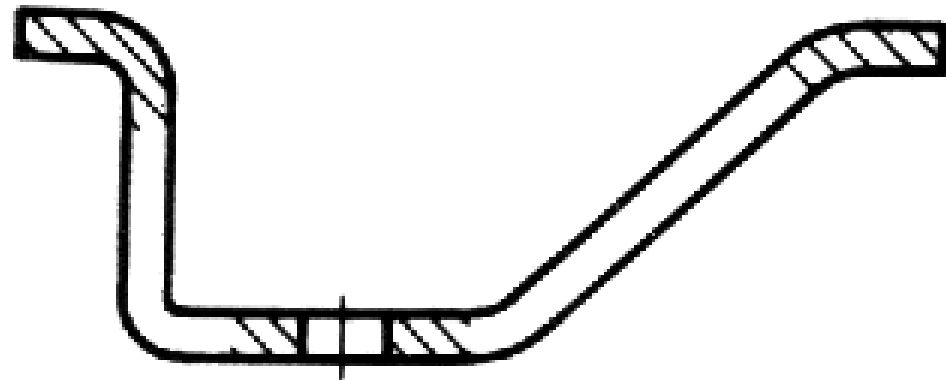
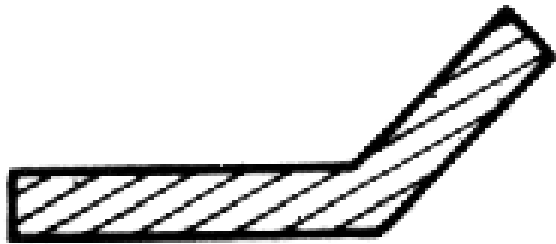
b)



c)

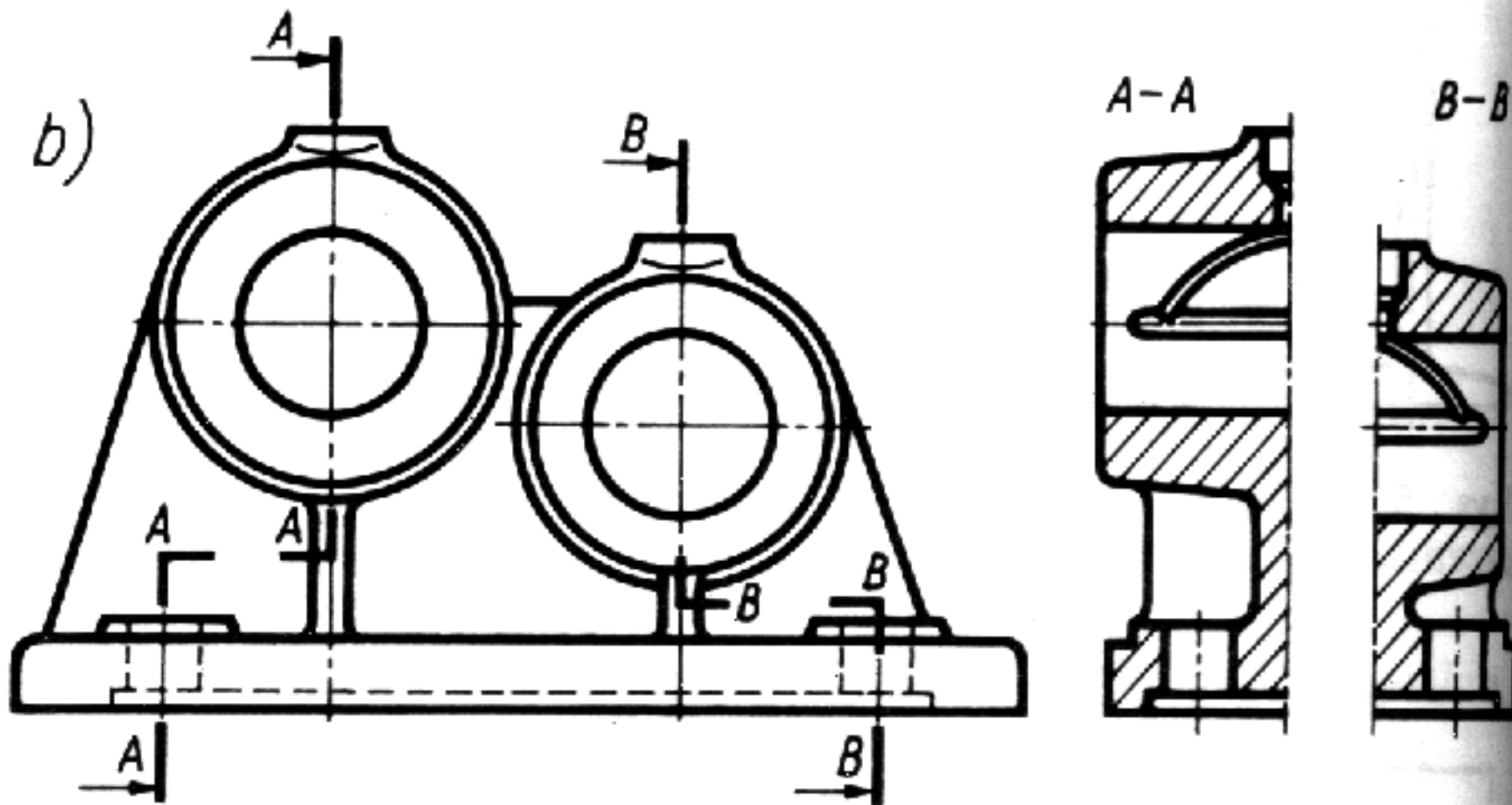


d)

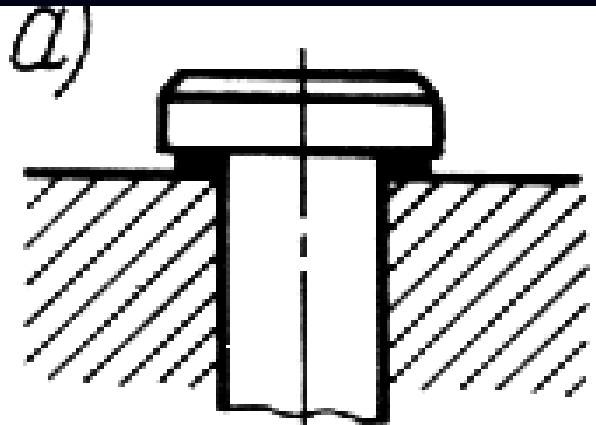


Rys. 5.13. Kierunki kreskowania przekrojów

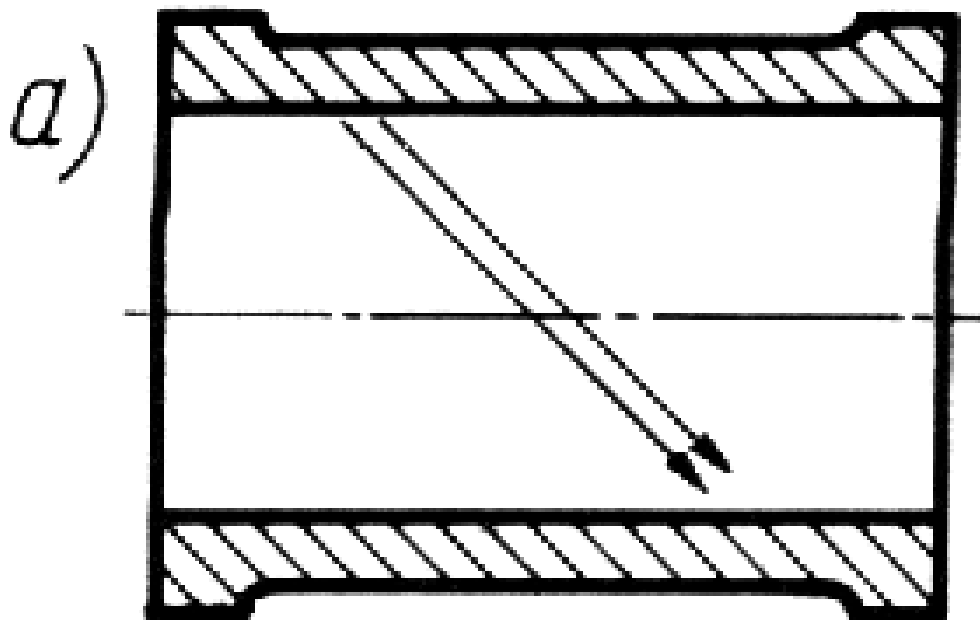
Zasady kreskowania przekrojów



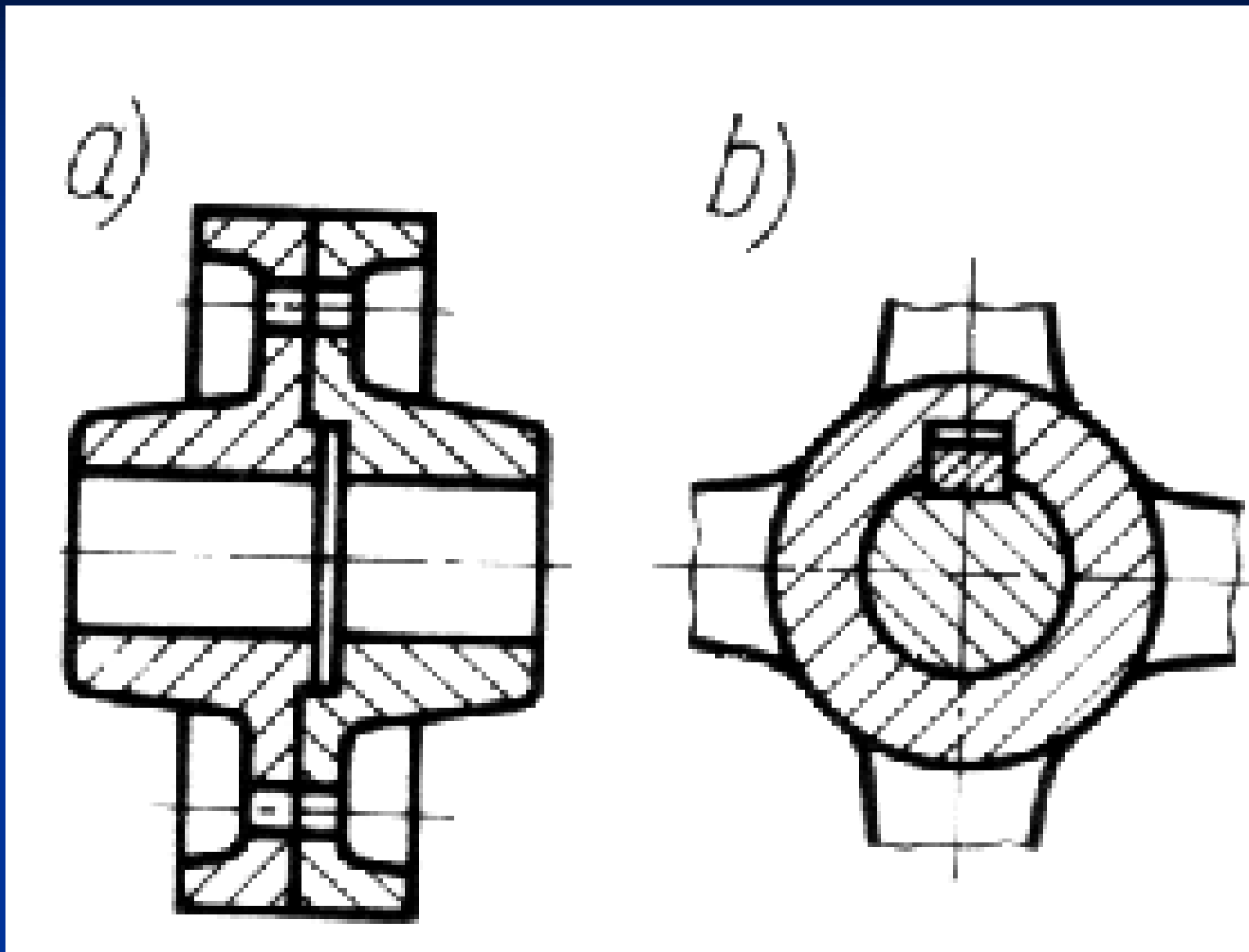
Rys. 5.15. Kreskowanie pól: a) tego samego przekroju, b) dwóch stykających się półprzekrojów



Rys. 5.14. Przekroje zaczniane

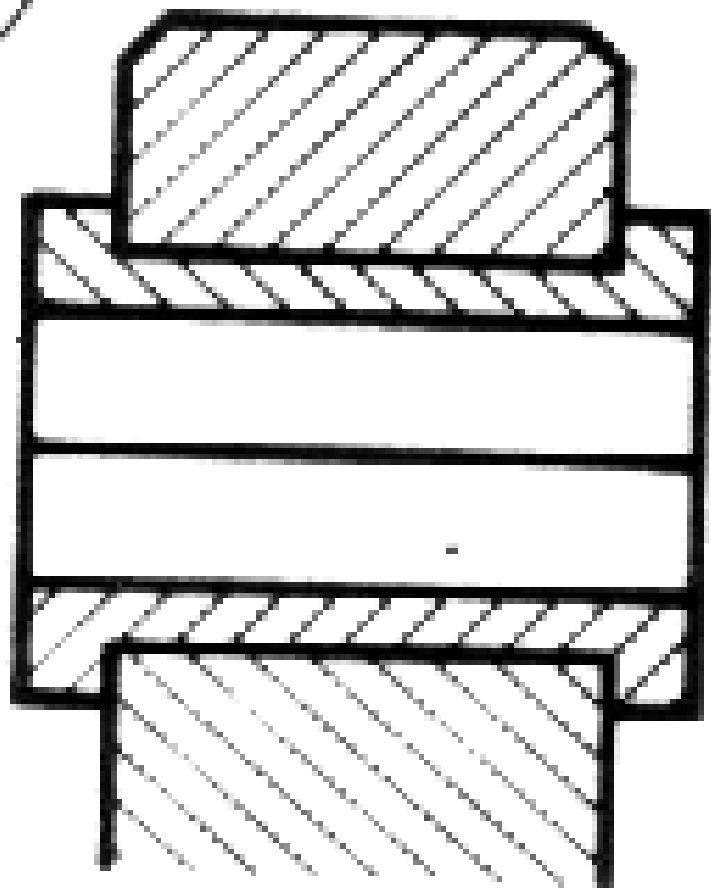


Kreskowanie dwu i trzech stykających się części

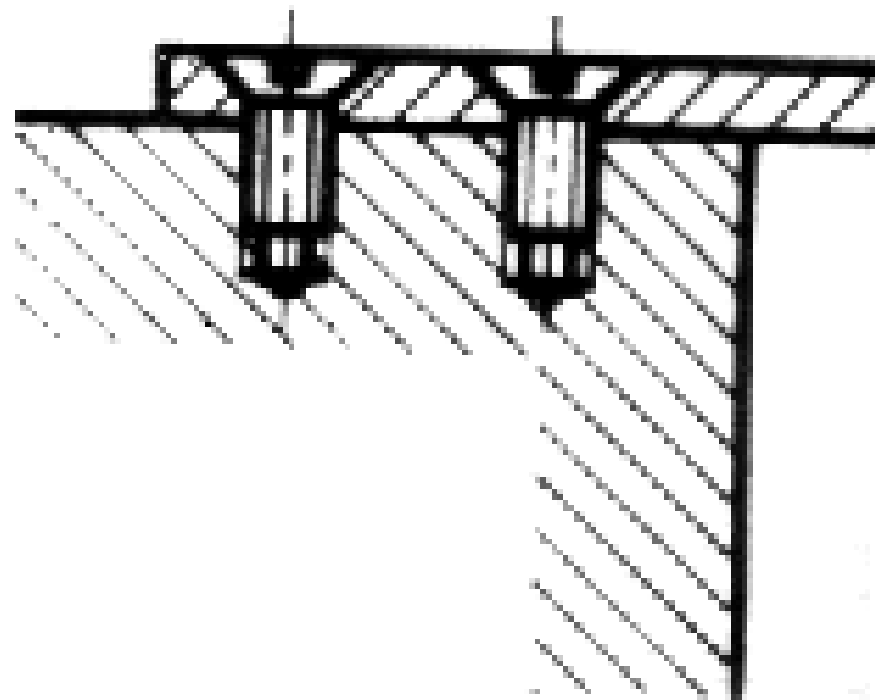


Kreskowanie części dwudzielnych i dużych pól przekrojów

c)

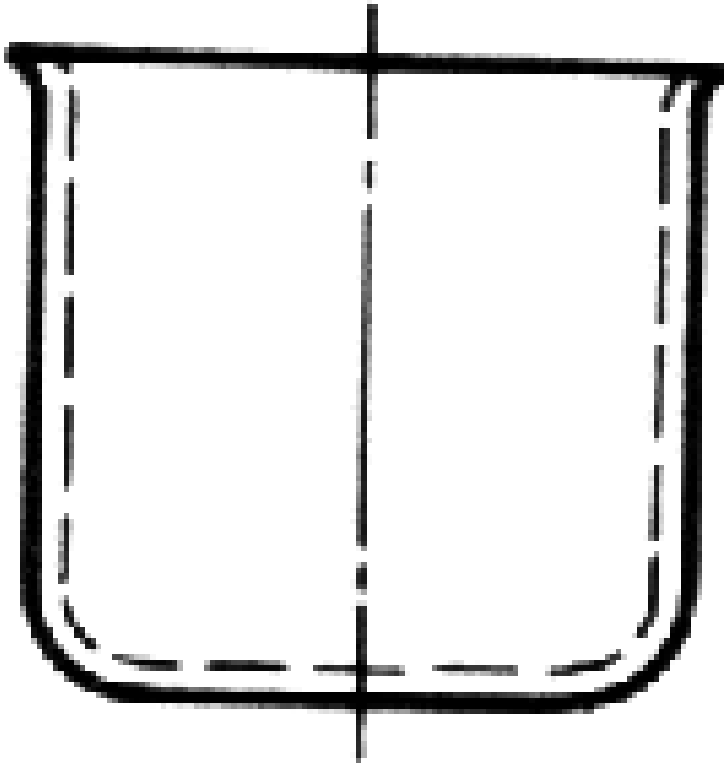


d)

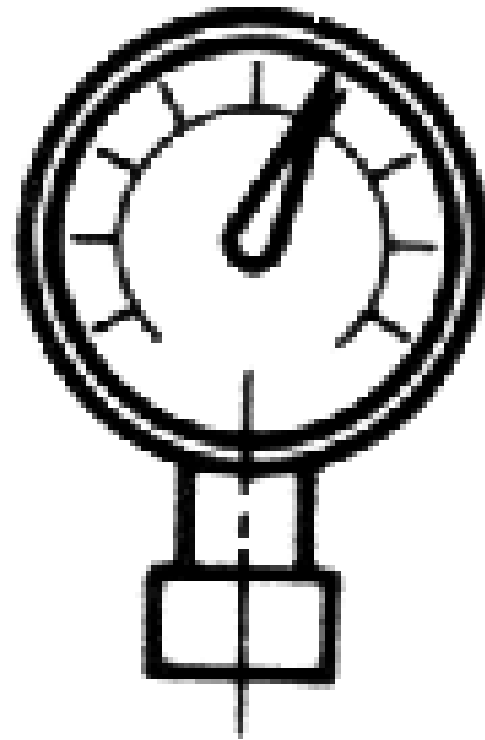


Rysowanie przedmiotów z materiałów przezroczystych

a)

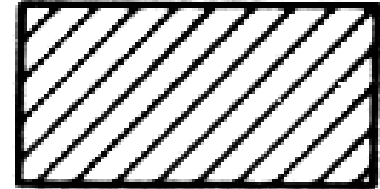


b)

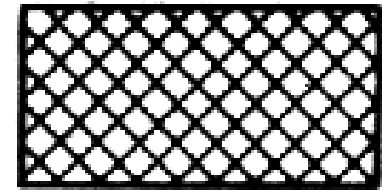


Oznaczenia materiałów na rysunkach technicznych

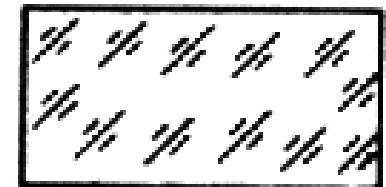
Metale



Masy plastyczne, guma



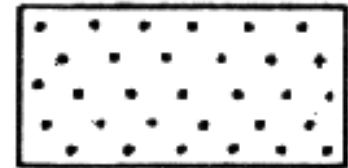
Szkło i materiały przezroczyste w stanie stałym



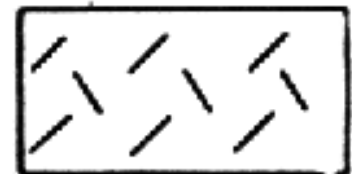
Izolacja przeciwwilgociowa



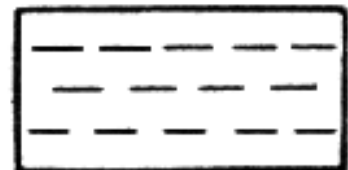
Tynk, gips, azbestocement







Materiały sypkie



Płyny¹⁾

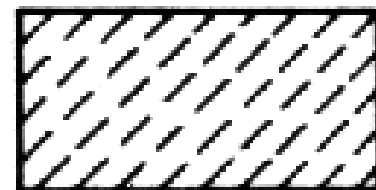


Beton	
Beton zbrojony (żelbet)	
Drewno w przekroju poprzecznym	
Drewno w przekroju wzdłużnym	

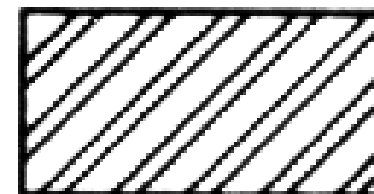
Grunt naturalny



Kamień naturalny

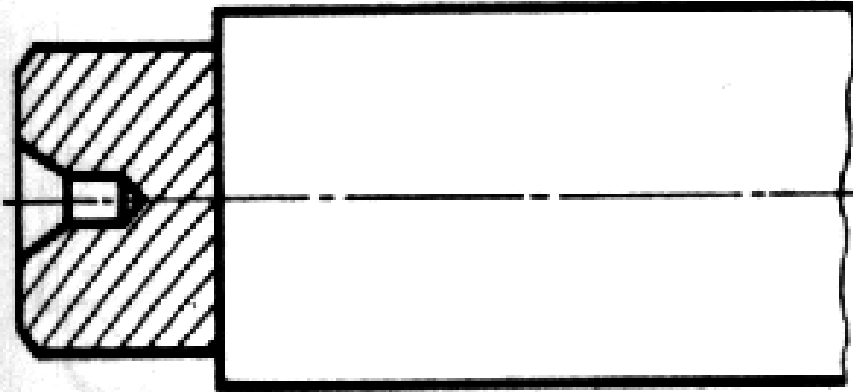


Ceramika i materiały ceramiczne

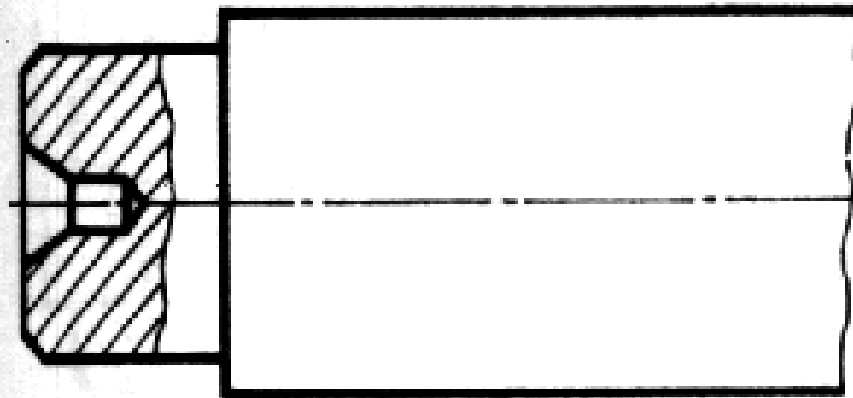


Przekroje cząstkowe (wyrwania)

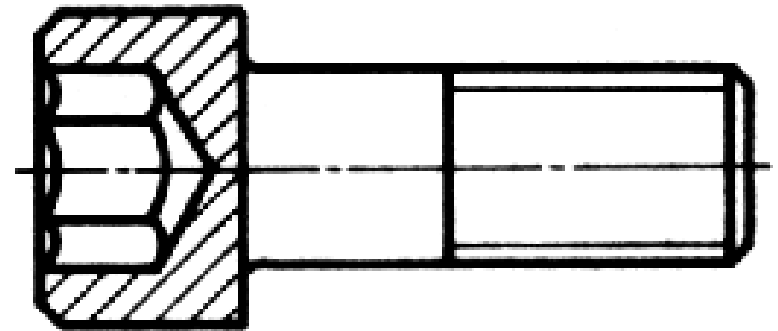
a) źle



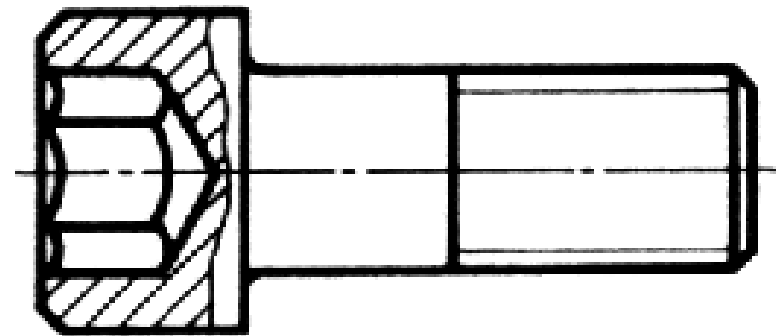
Dobrze

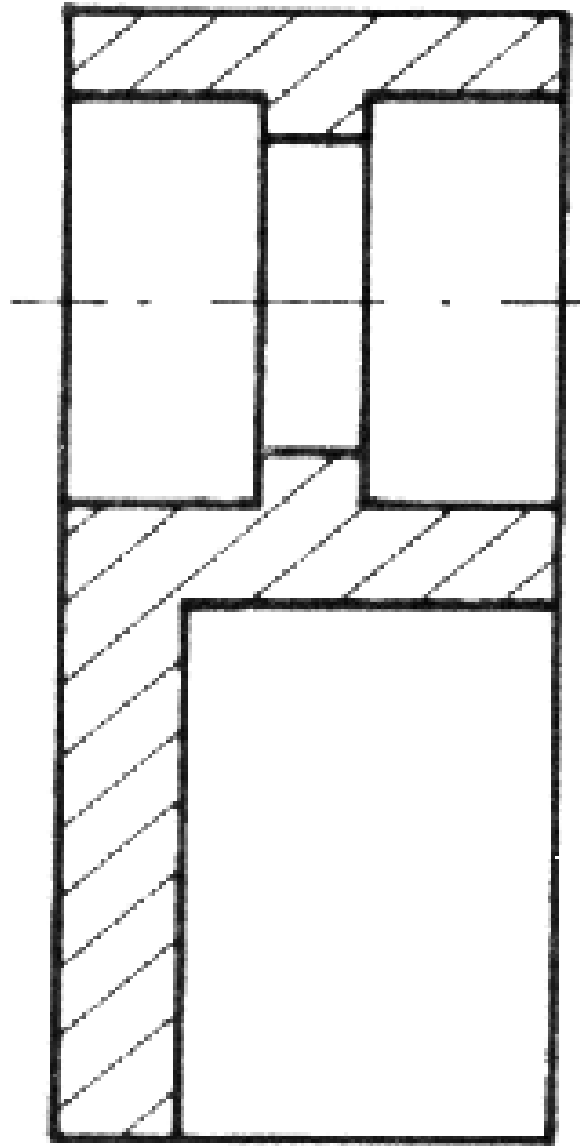
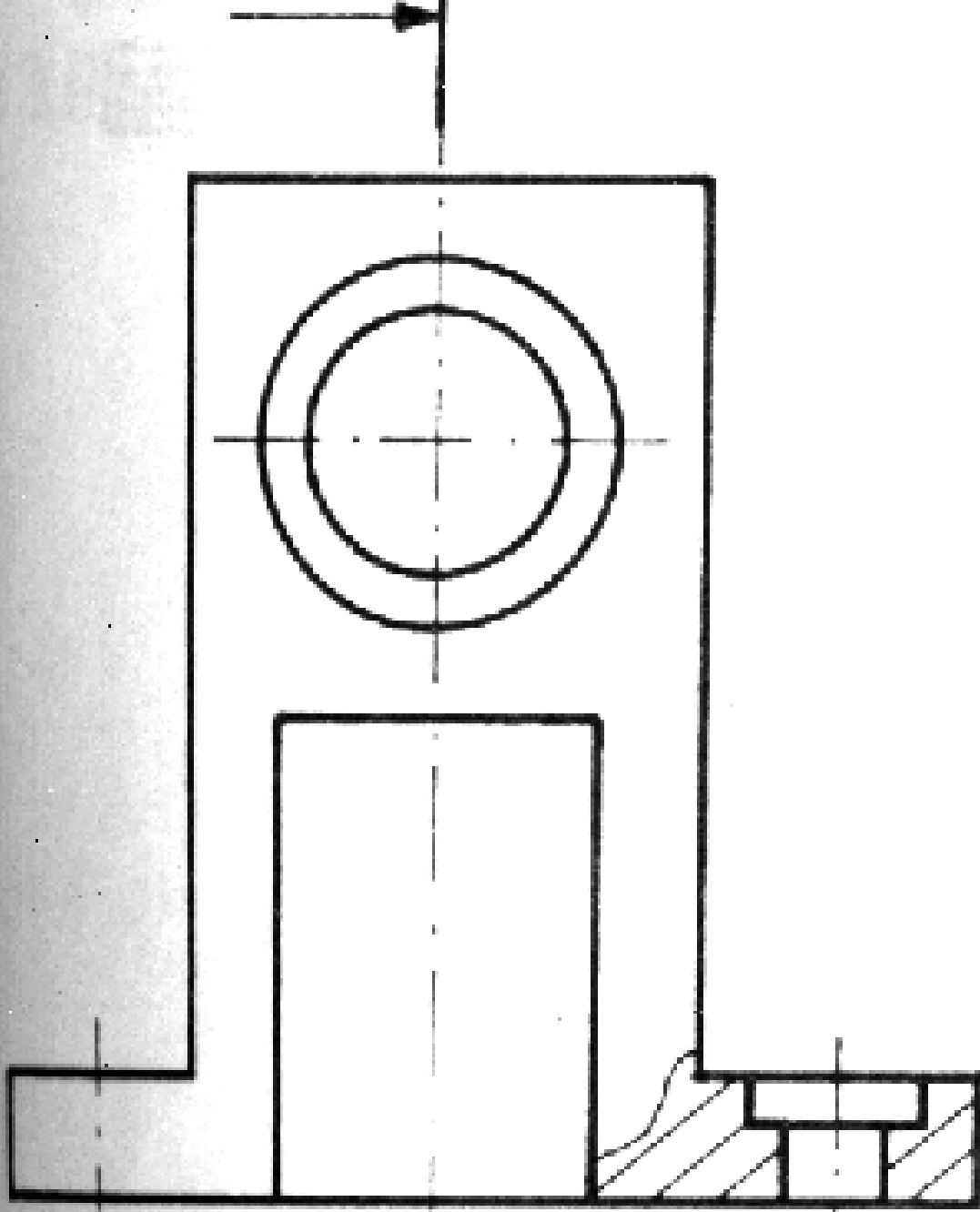


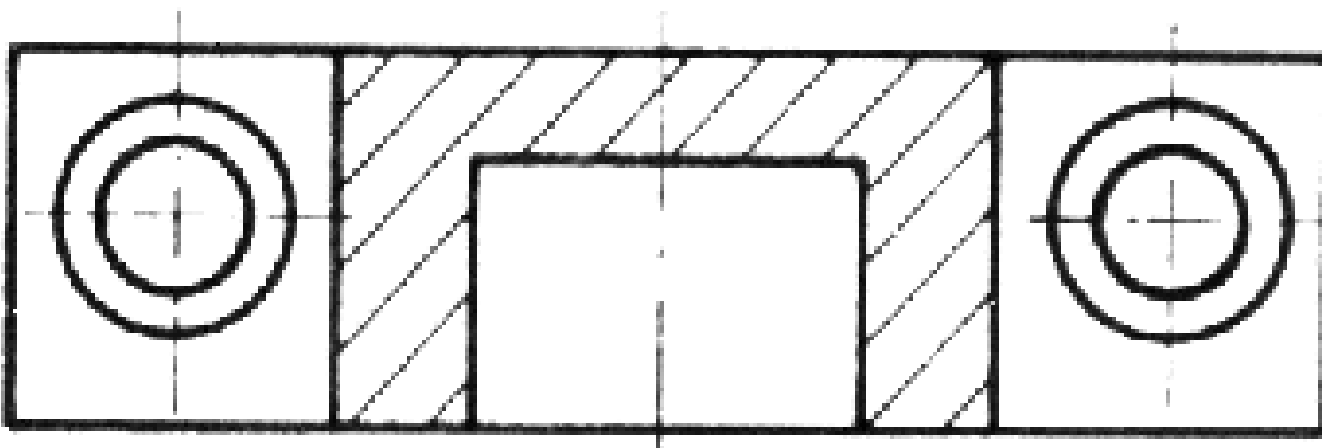
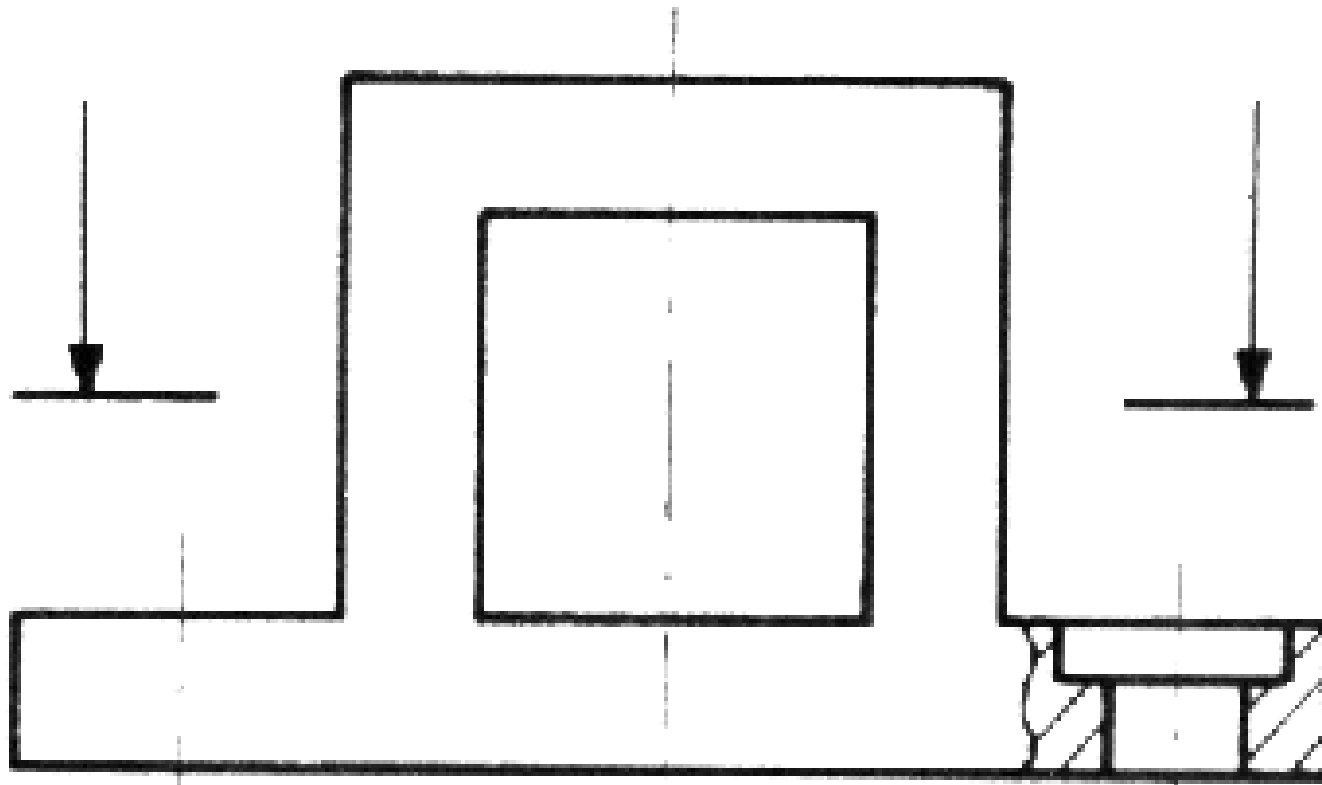
b) źle

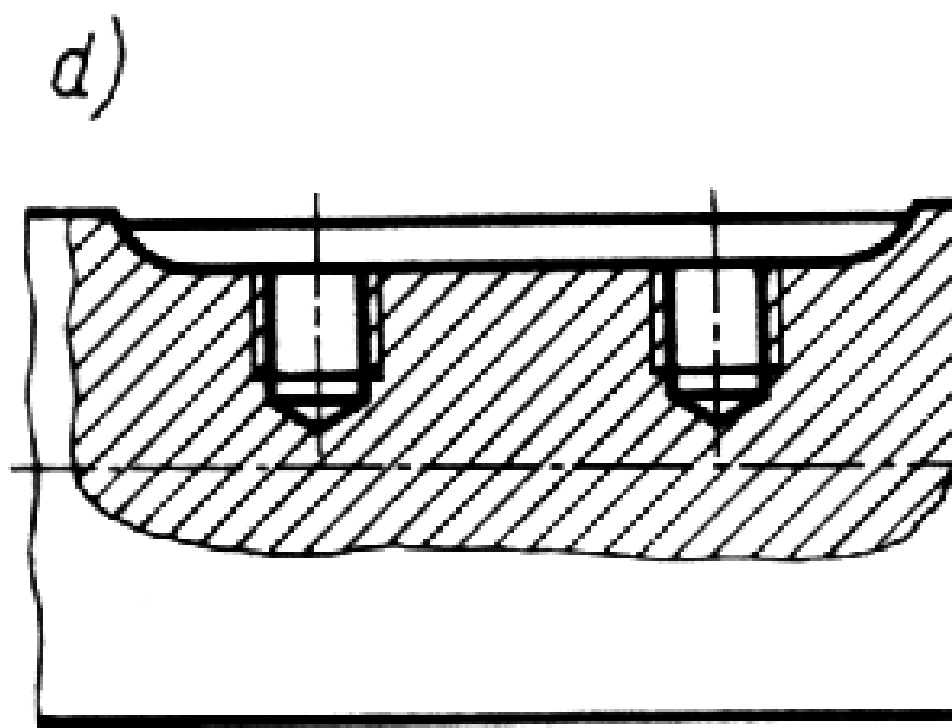
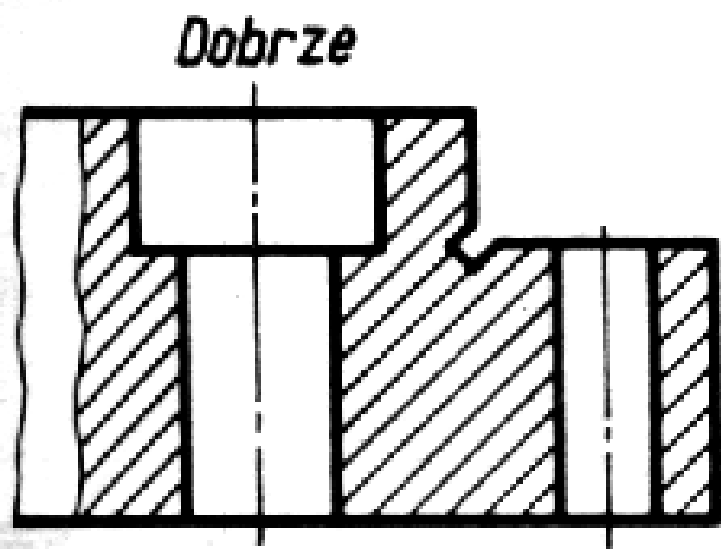
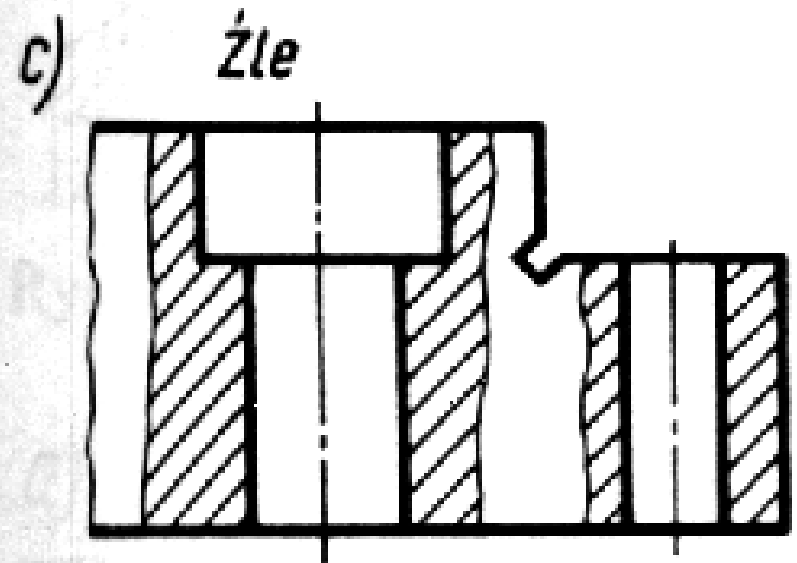


Dobrze

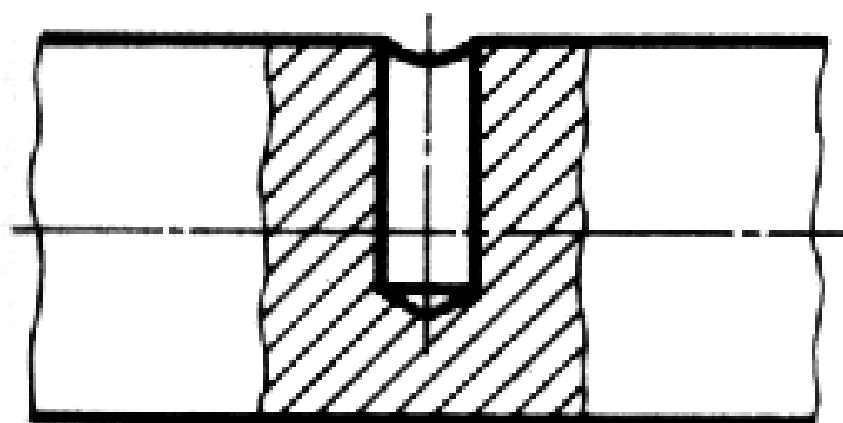




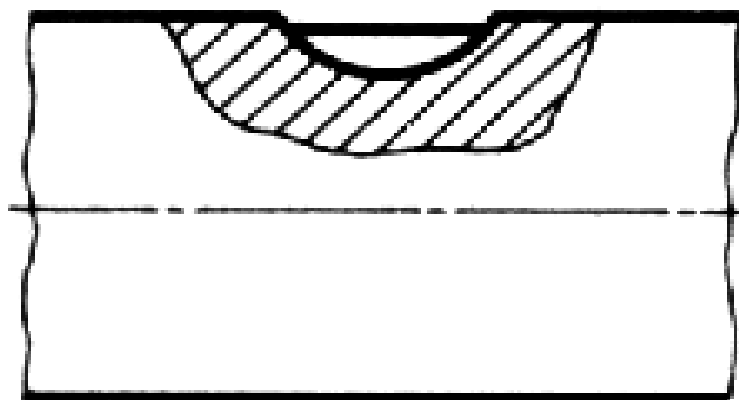




e)

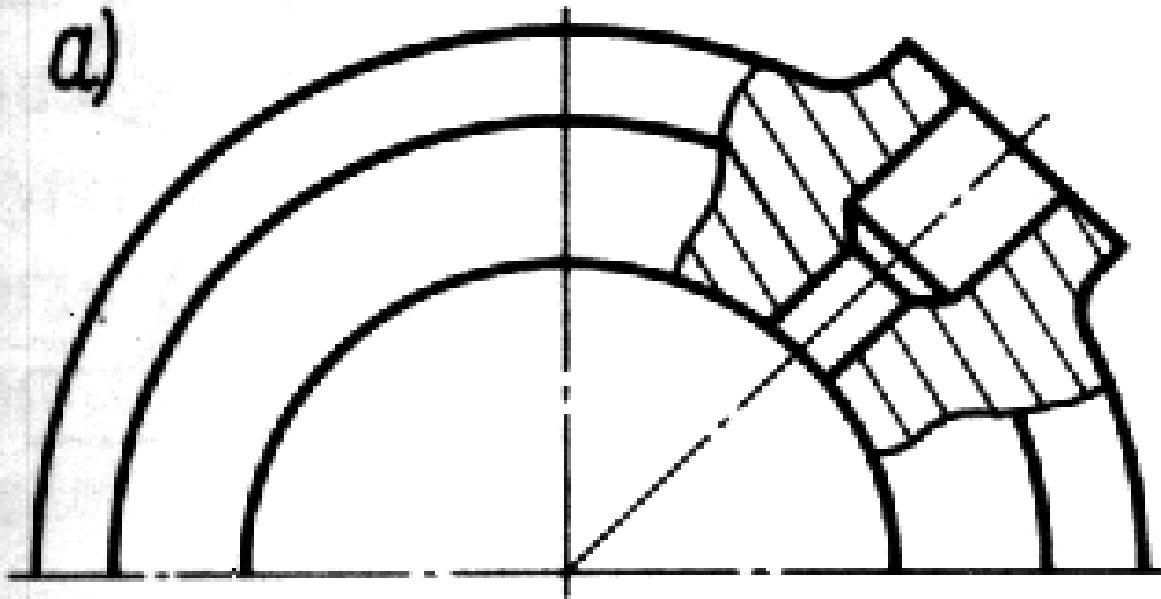


f)

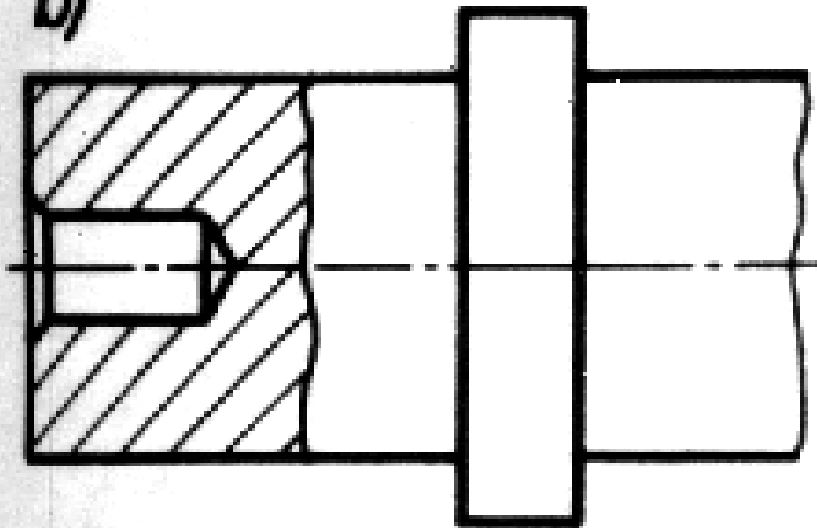


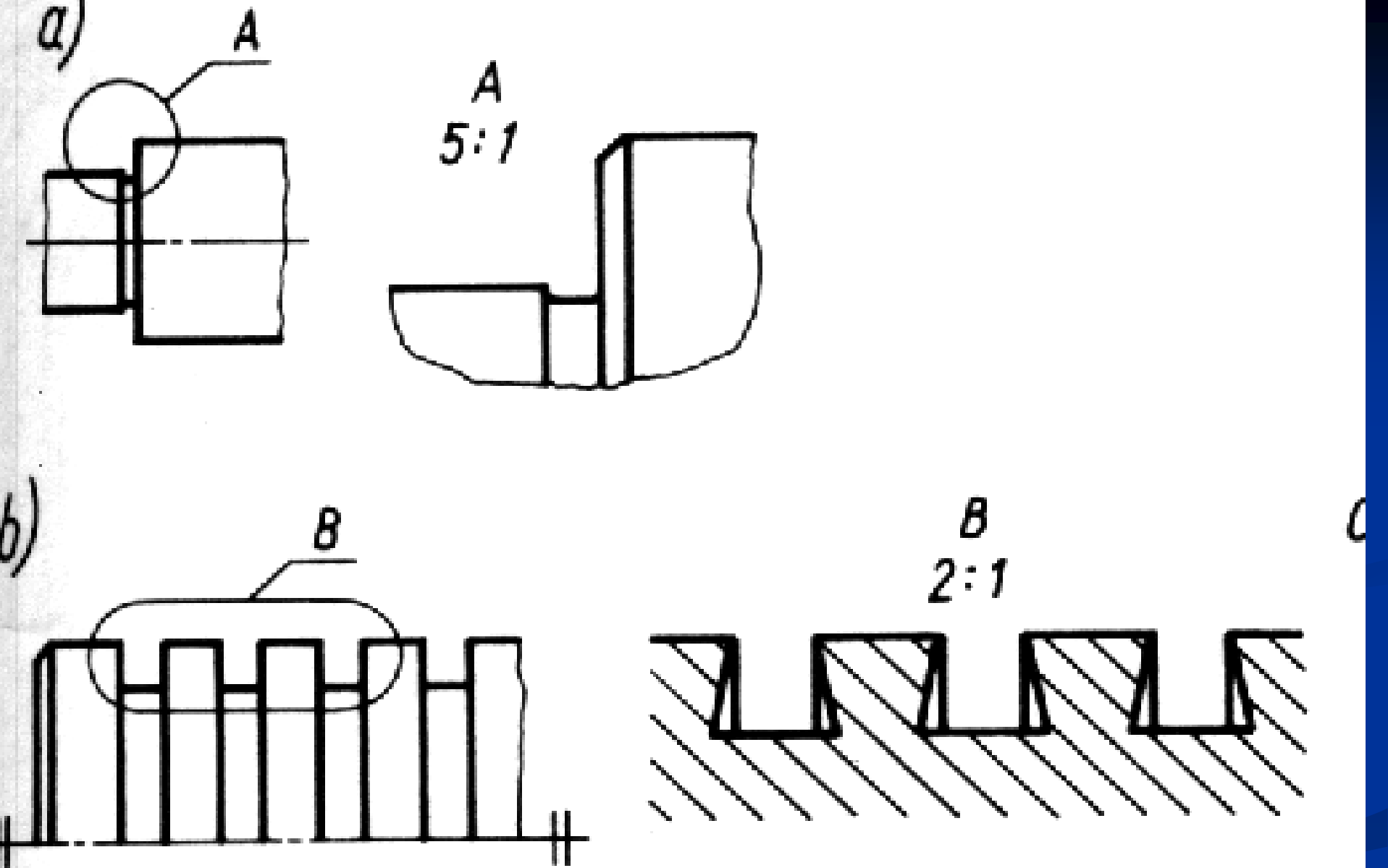
Rys. 5.23. Przekroje cząstkowe (wyrwania)

a)



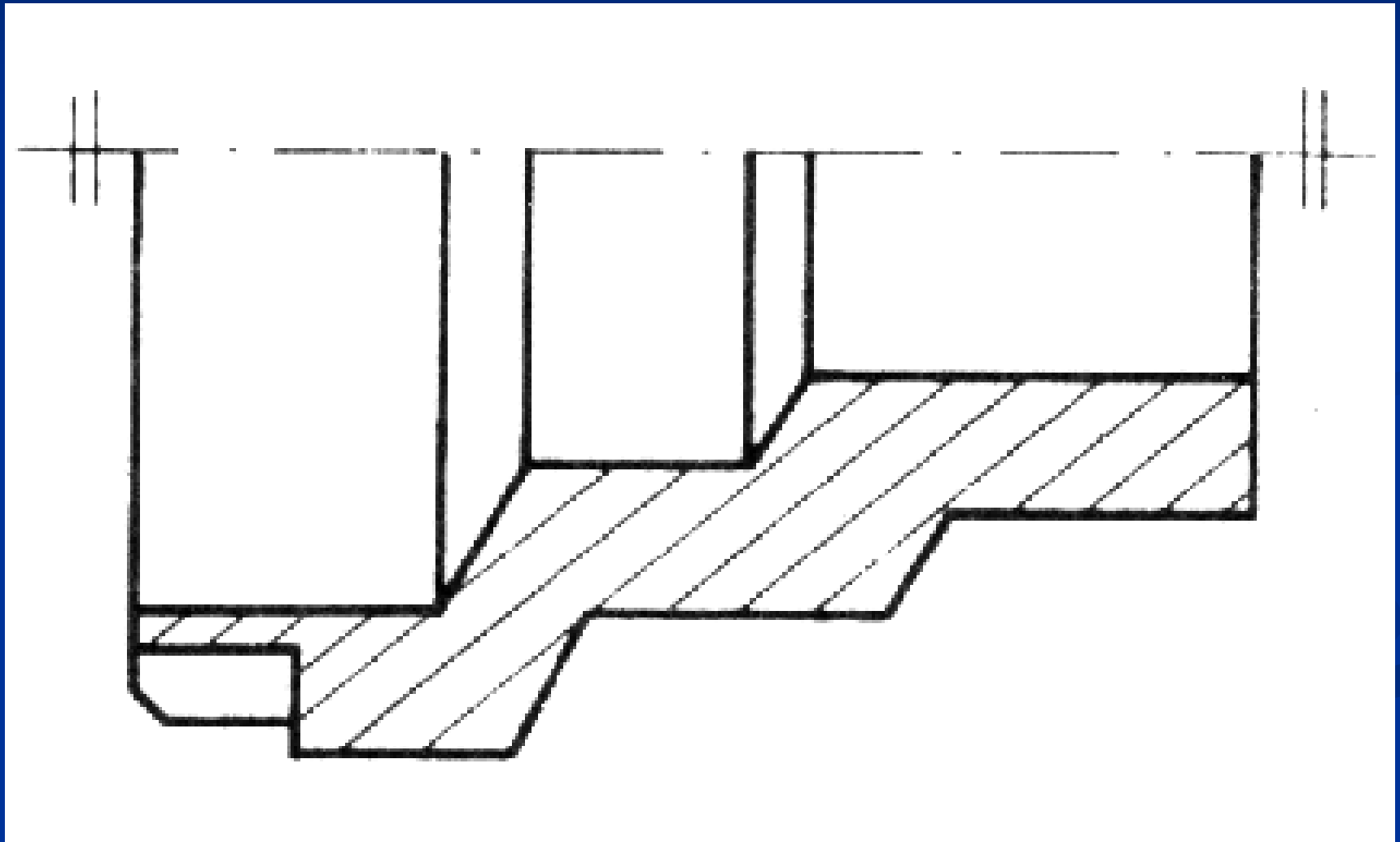
b)



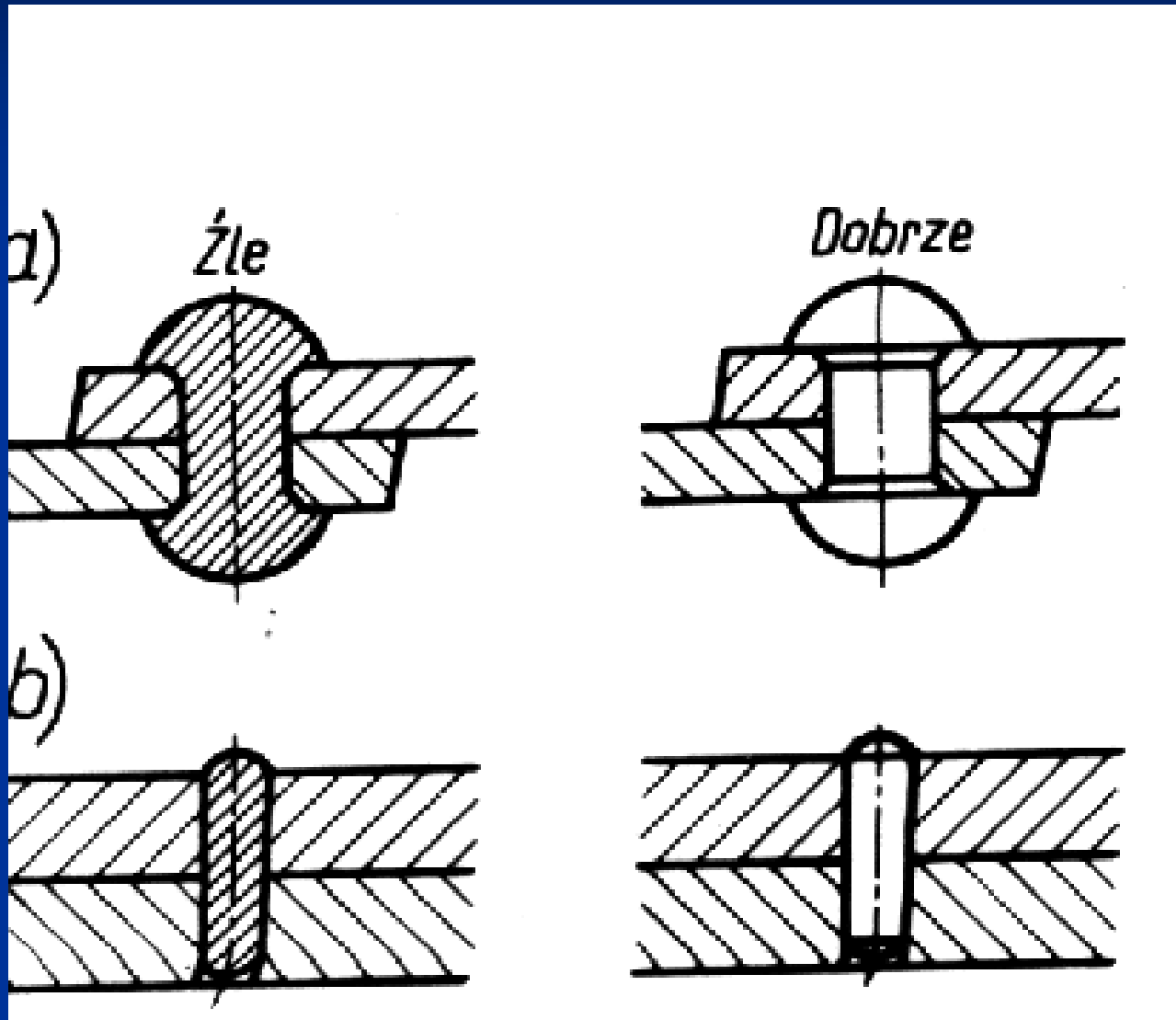


rys. 5.25. Szczegóły budowy przedmiotów w powiększeniu

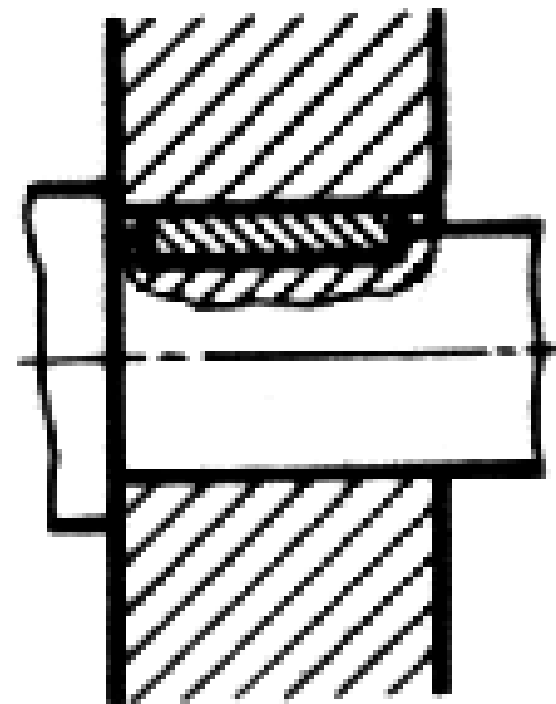
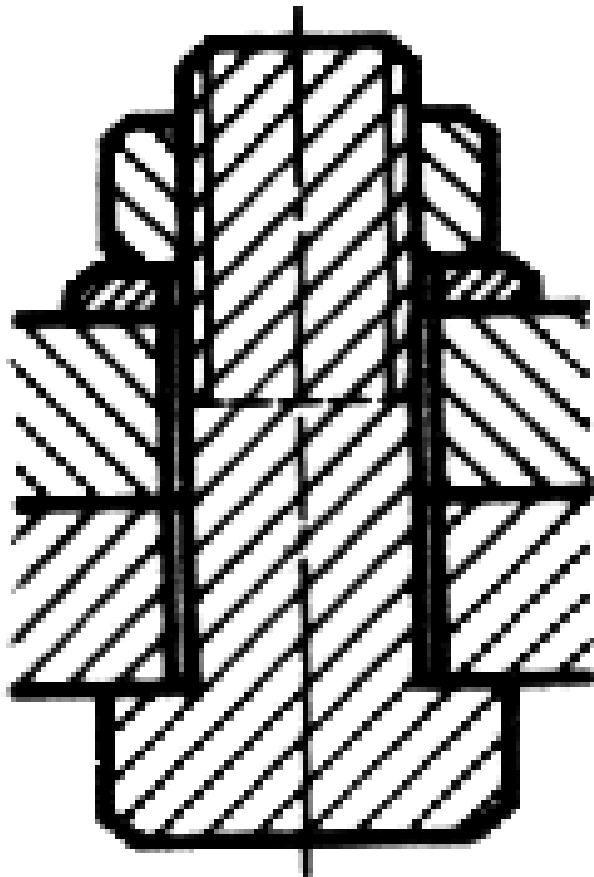
Półwidoki, półprzekroje



Elementów znormalizowanych w przekrojach nie kreskujemy.

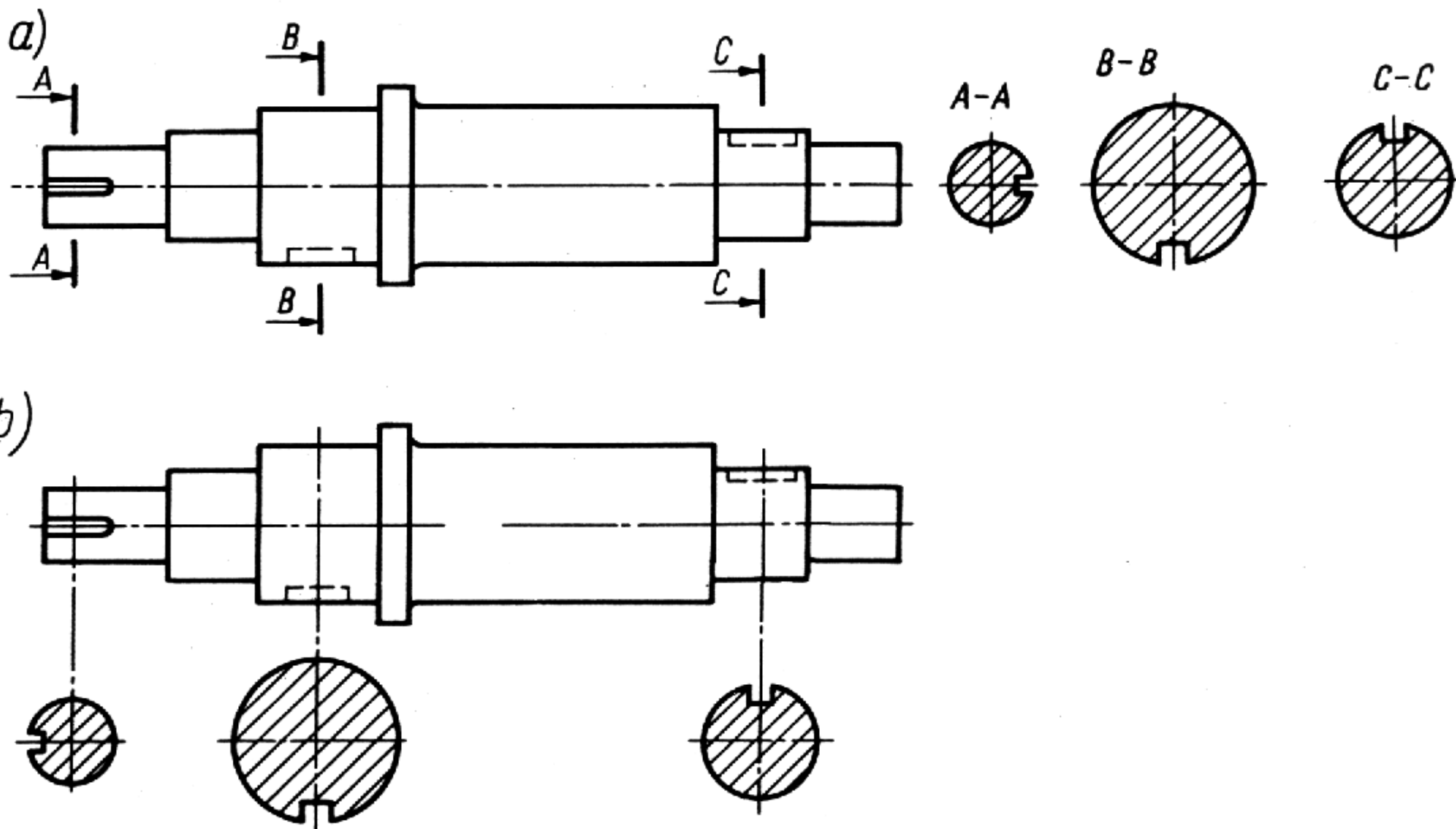


žle

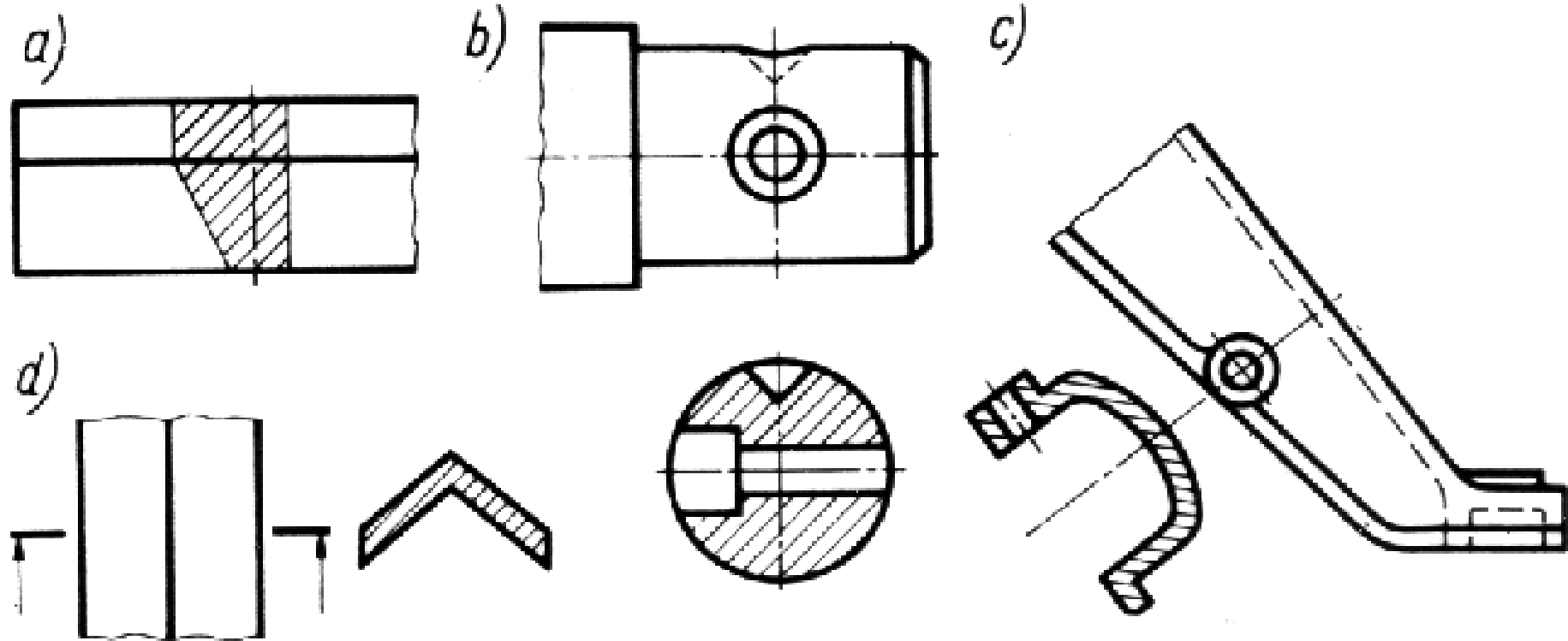


**Co to jest kład i jaka jest różnica
pomiędzy kładem a przekrojem?**

Kłady (miejscowe i przesunięte)

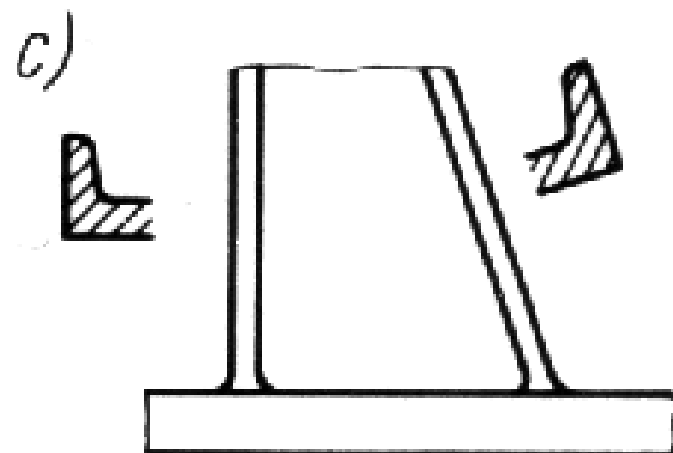
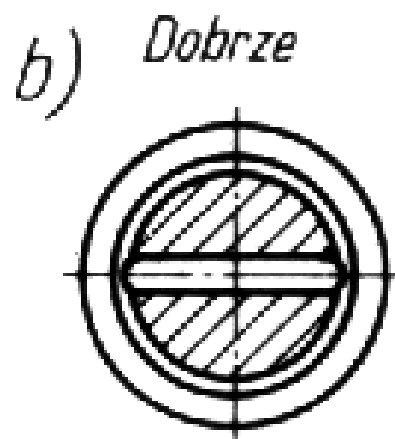
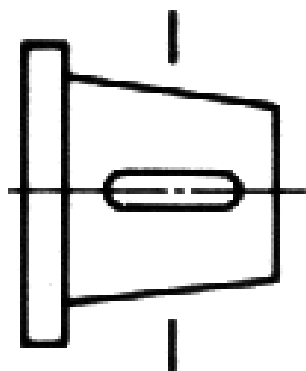
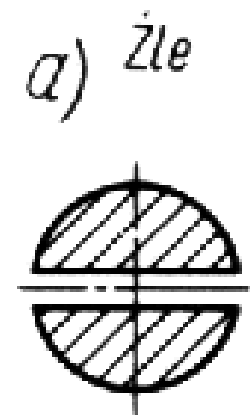


Rys. 5.31. Kilka kładow jednego przedmiotu

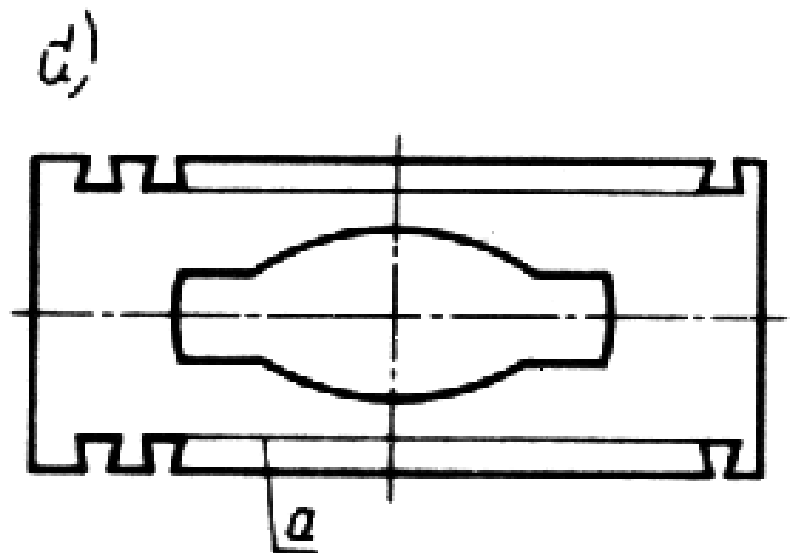
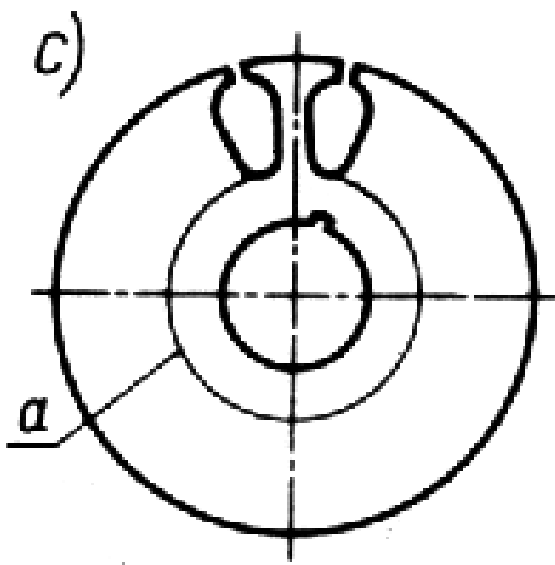
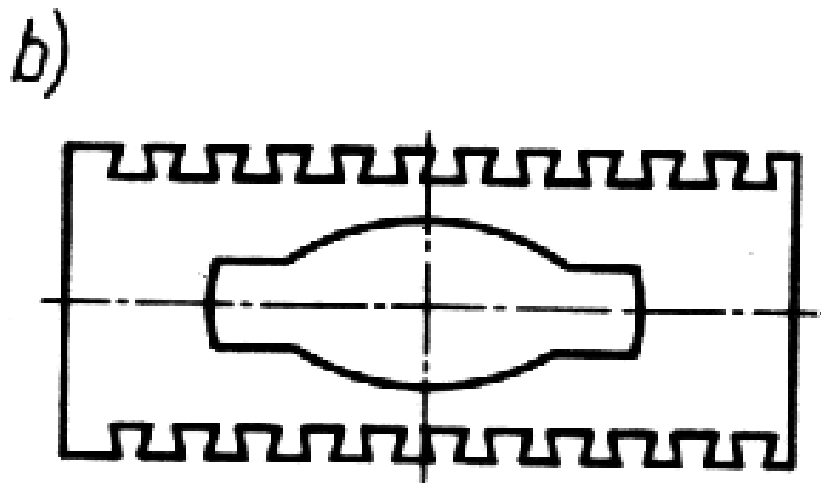
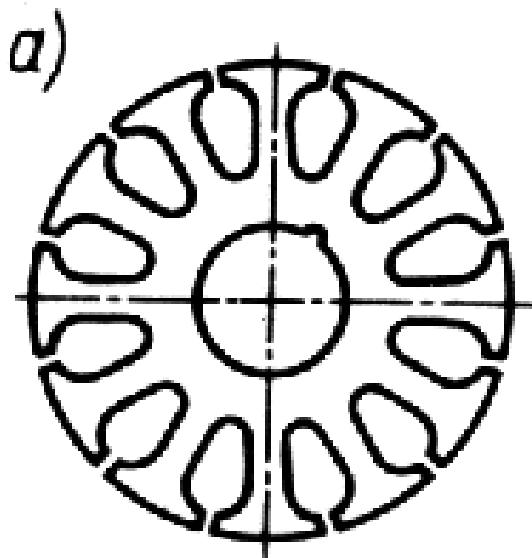


Rys. 5.29. Kłady miejscowe i przesunięte

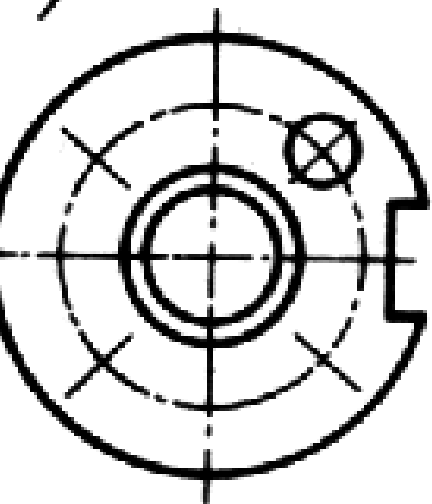
Nie rysować kładów, tylko przekroje, gdy płaszczyzna przekroju przechodzi przez otwory i szczeliny przelotowe



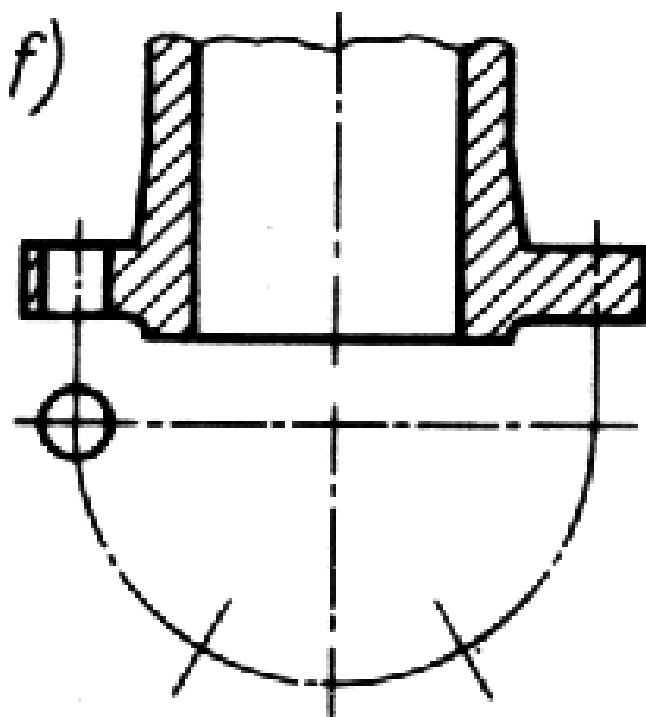
Rysowanie przedmiotów o powtarzających się elementach



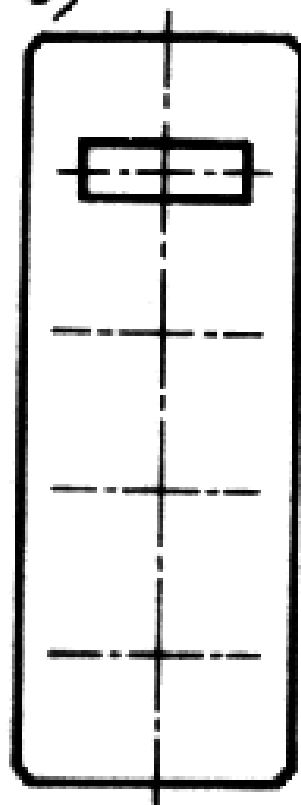
e)



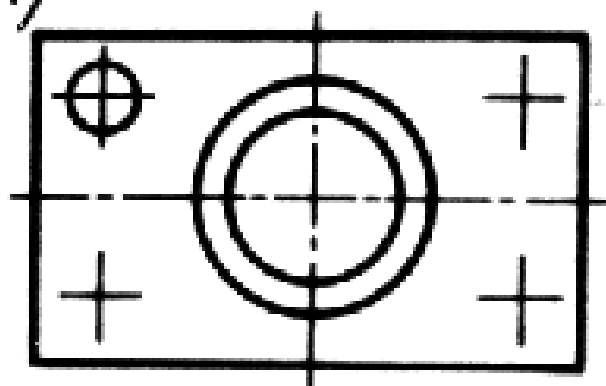
f)



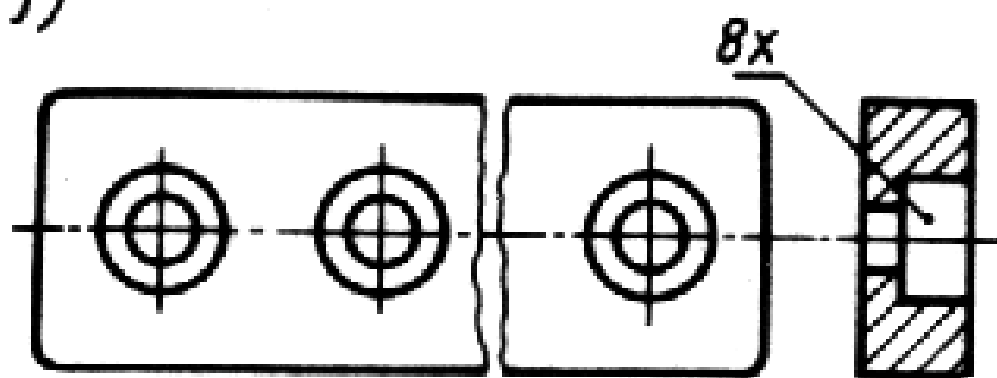
g)



h)

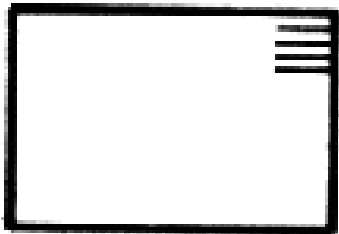


i)

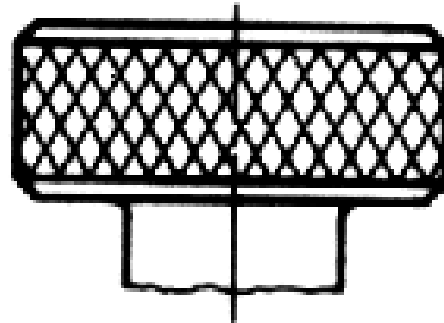


Oznaczanie szczególnych cech określonych powierzchni przedmiotu

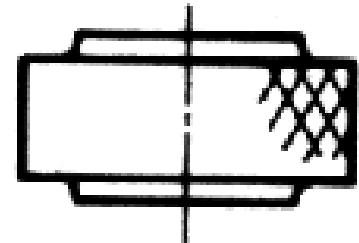
a)



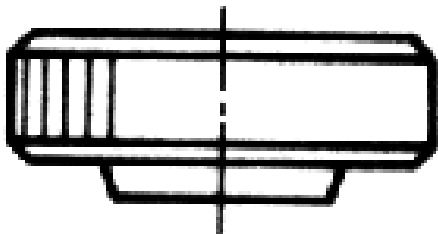
b)



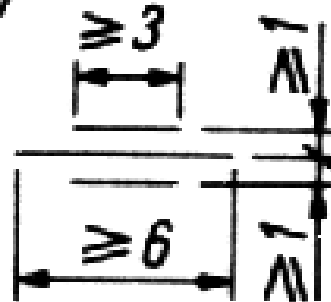
c)



d)



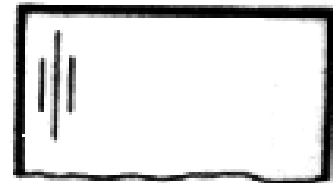
e)



f)



g)



WYKŁAD IV

Wymiarowanie

Zasady wymiarowania:

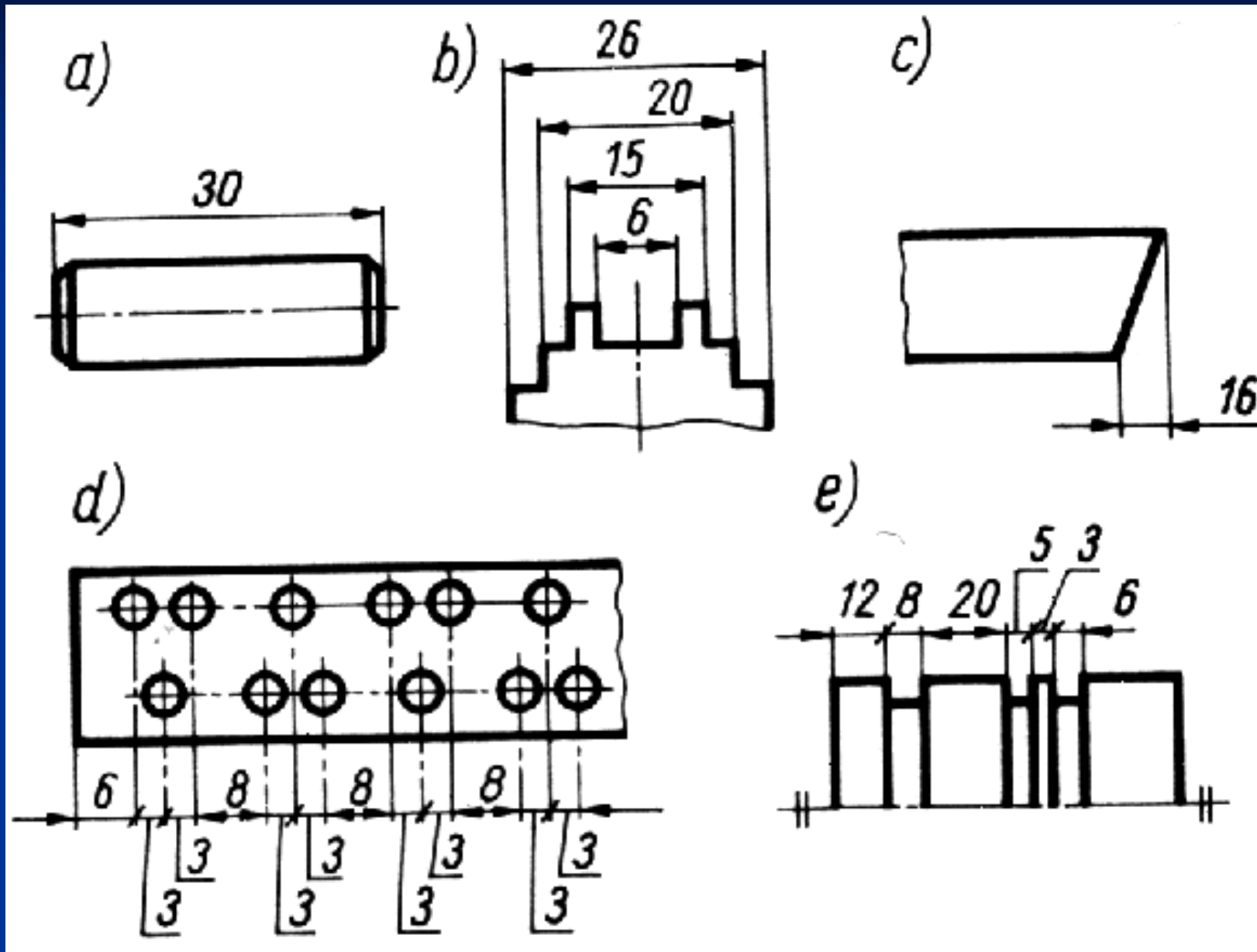
1. Zasada niepowtarzania wymiarów – podać tyle wymiarów i takie, które są niezbędne do jednoznacznego określenia przedmiotu – **nic więcej!!**

Każdy wymiar ma być podany tylko raz, niezależnie od tego czy element wykonany jest w jednym, czy kilku rzutach, na jednym czy kilku arkuszach, jako odrębna część czy też w zespole.

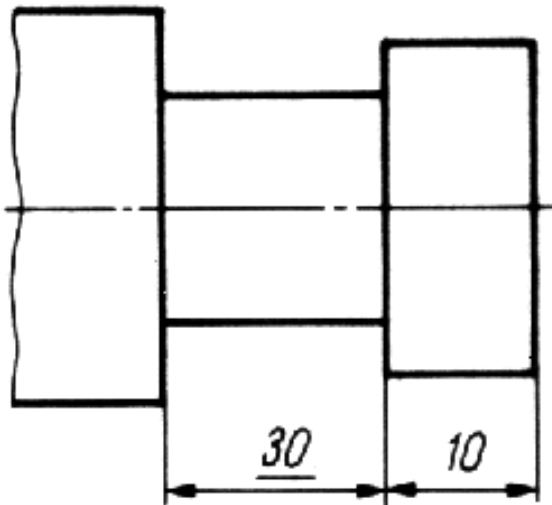
2. Zasada podawania wymiarów koniecznych (niezamykania łańcucha wymiarowego)

3. Zasada pomijania wymiarów oczywistych (np. kąt pomiędzy liniami prostopadłymi czy równoległymi, promień półokręgu między prostymi równoległymi – jak w rowkach wpustowych)

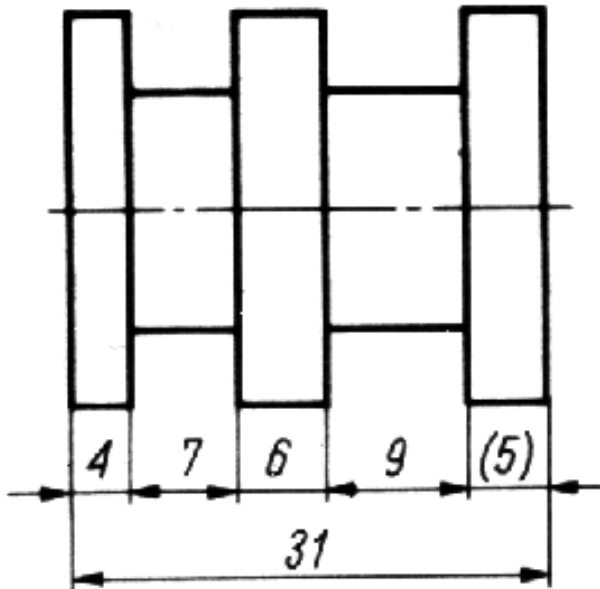
Liczby wymiarowe, linie wymiarowe, pomocnicze linie wymiarowe



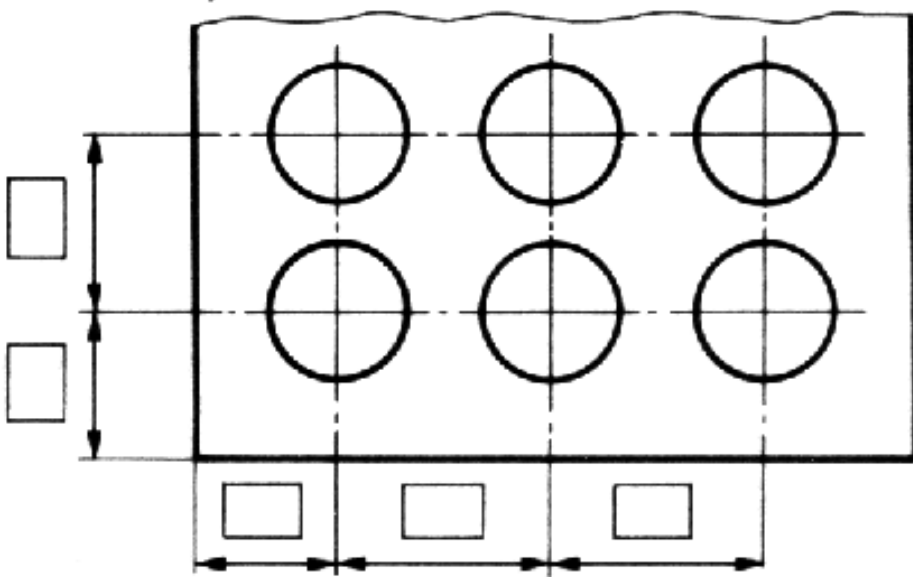
a)



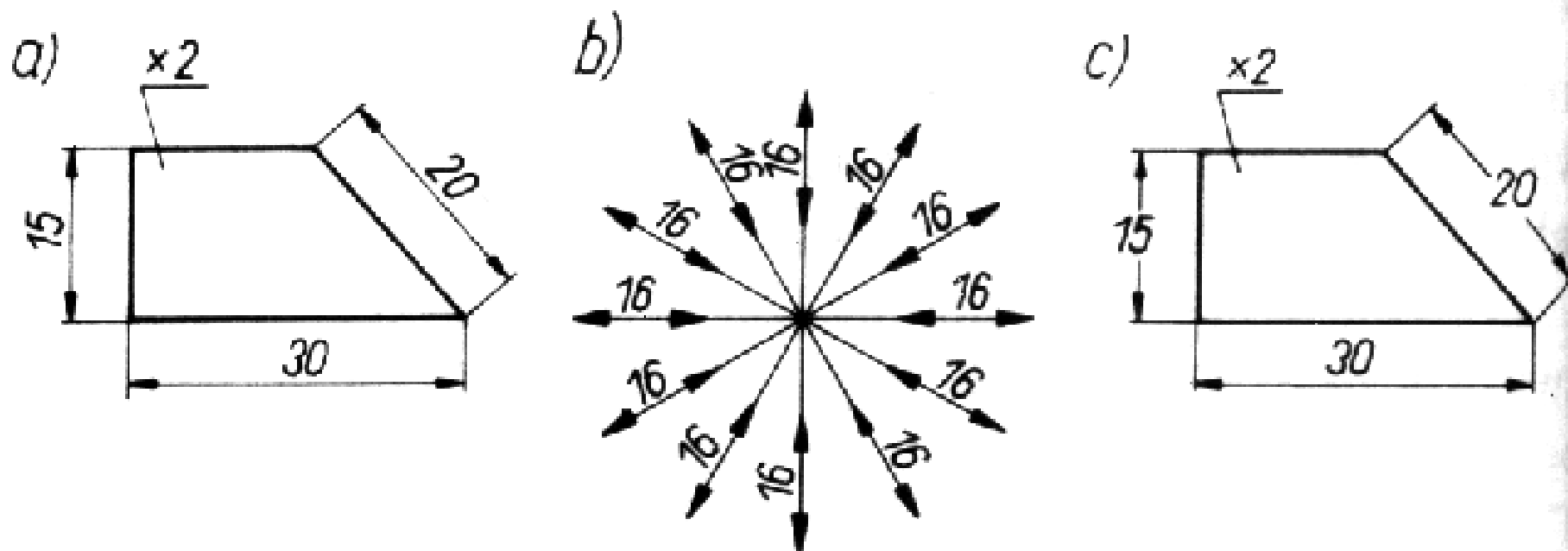
b)



c)



Koło wymiarów



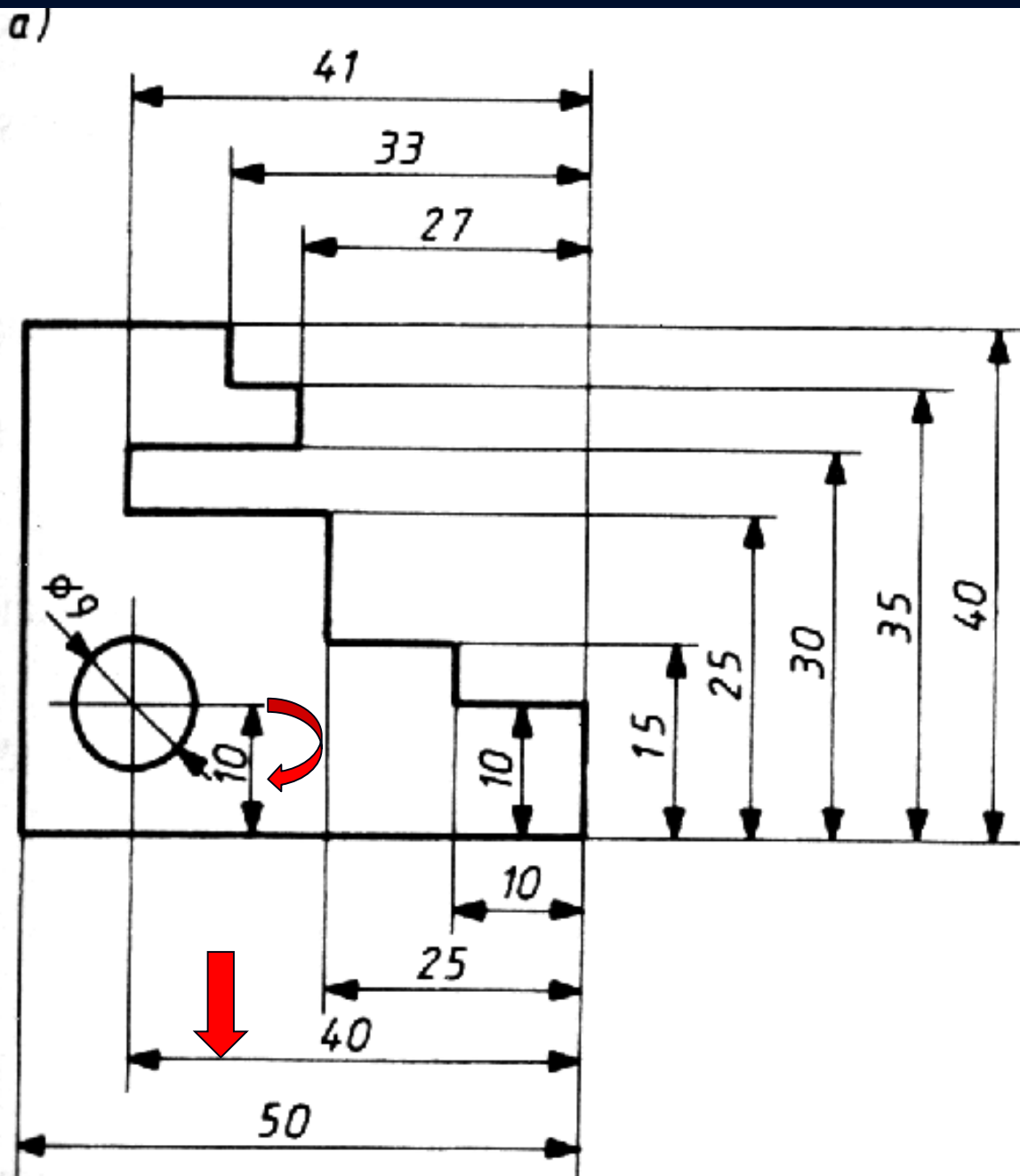
Rys. 6.7. Kierunki umieszczania wymiarów liniowych: a) metoda 1, b) koło wymiarów, c) metoda 2

Sposoby wymiarowania:

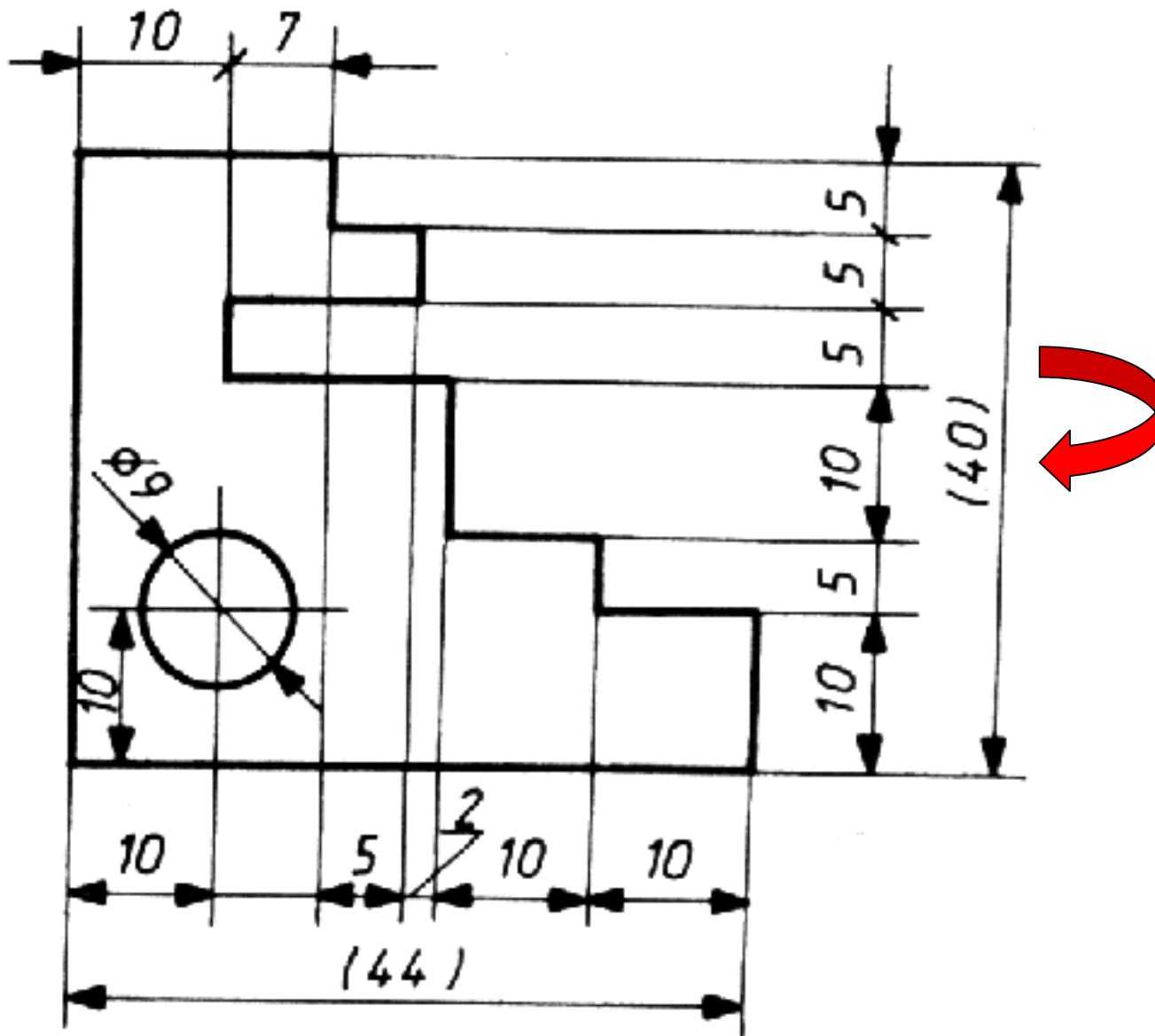
- Równoległe
- Szeregowo
- mieszane

Wybór po analizie, które wymiary są ważne ze względu na przyszłe działanie urządzenia, czy sposób obróbki.

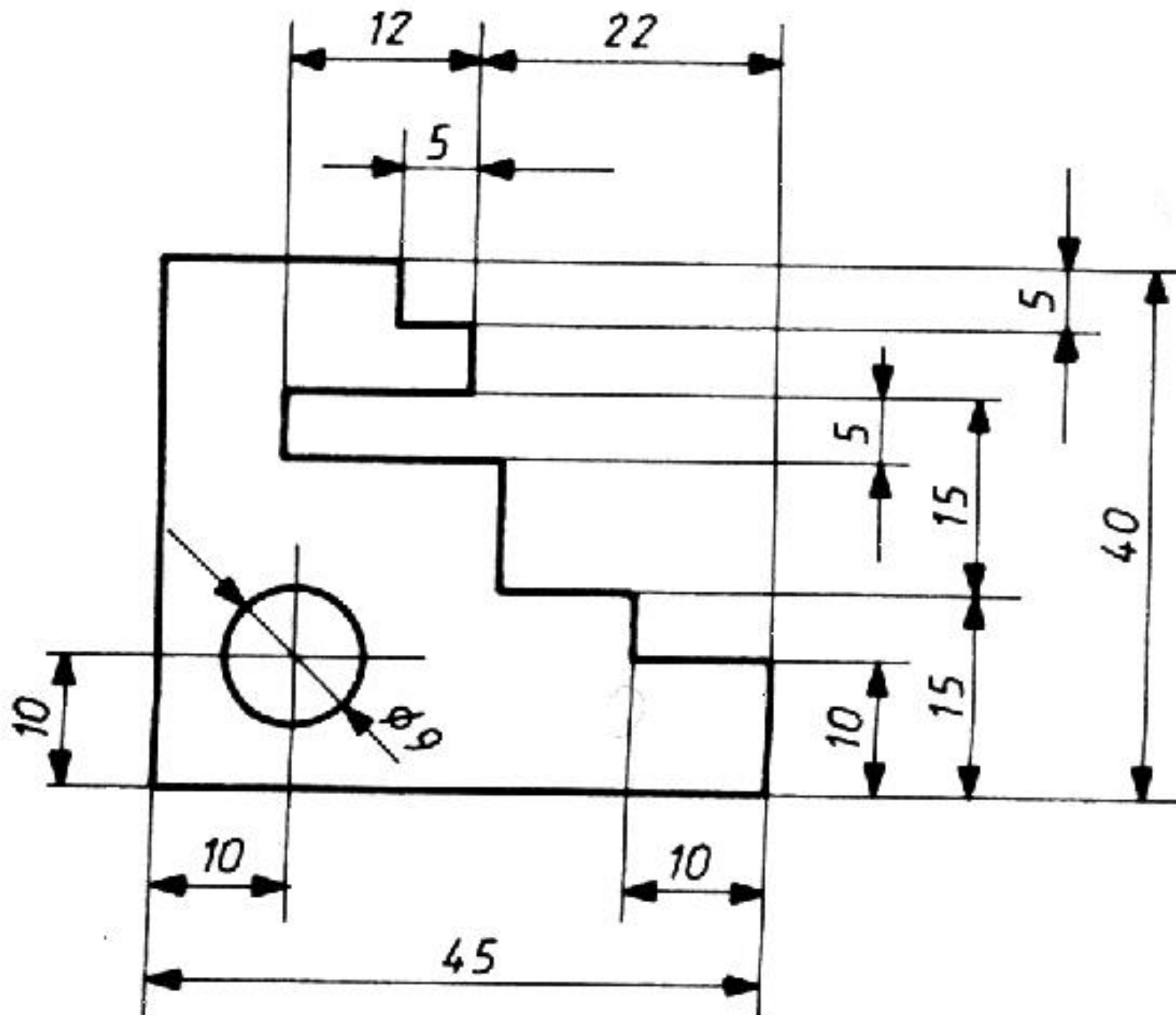
Wymiarowanie równoległe (od wspólnej bazy)



Wymiarowanie szeregowe (łańcuch wymiarowy)



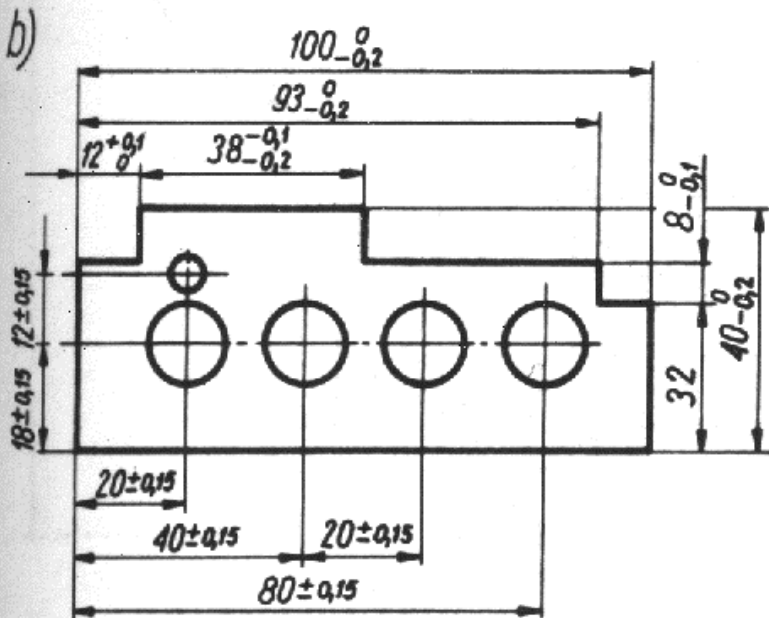
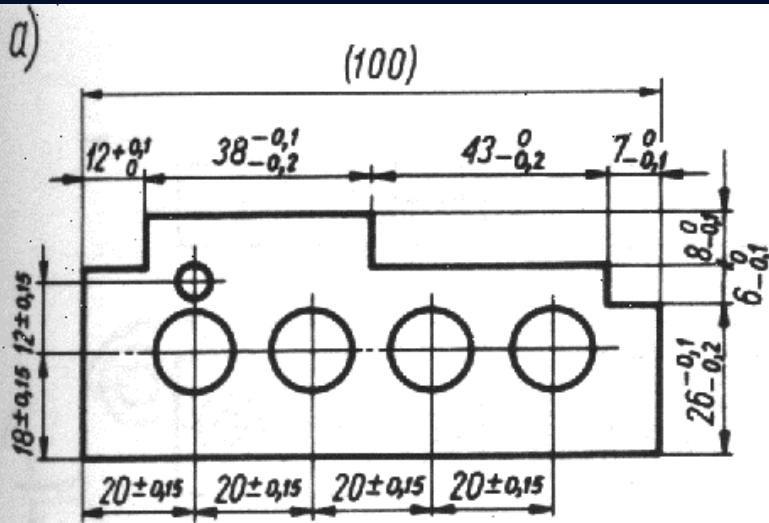
Wymiarowanie mieszane

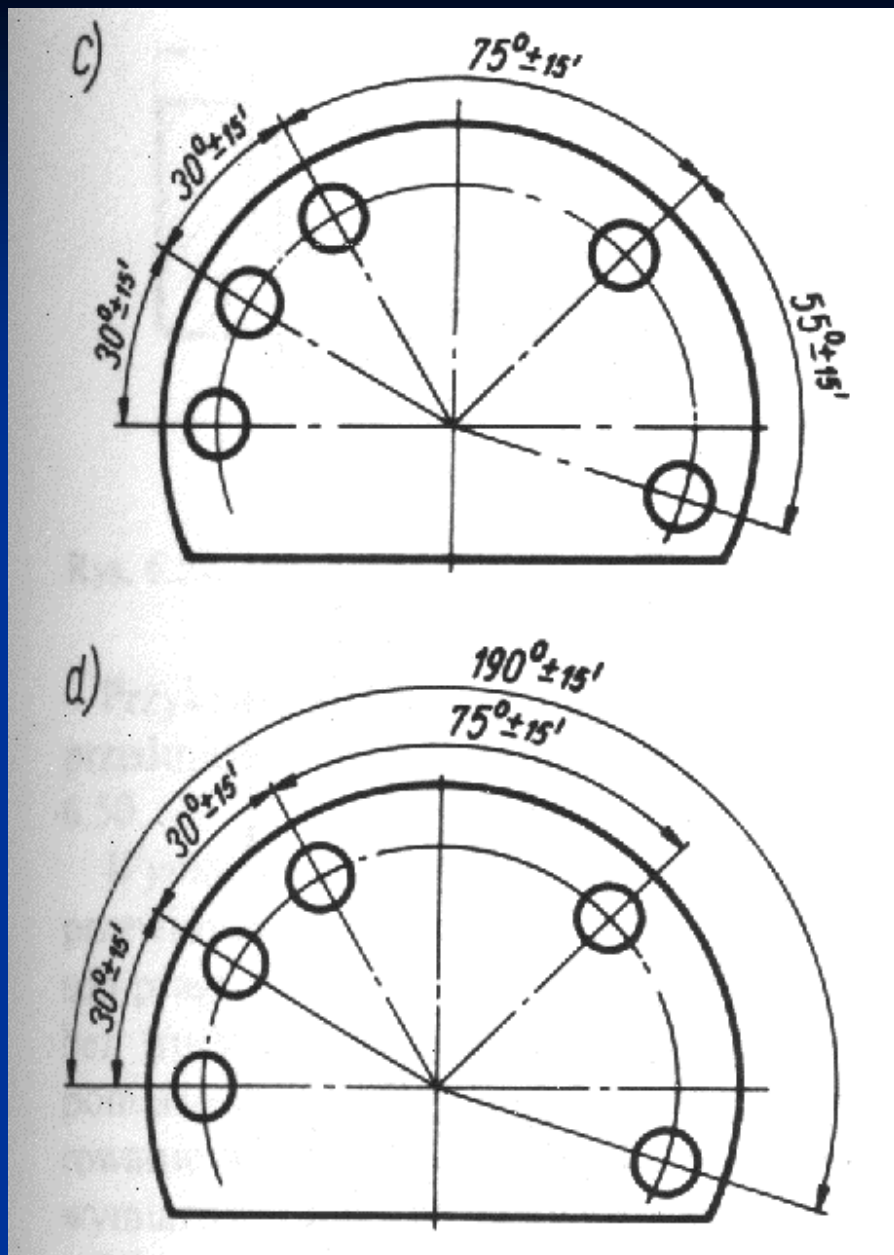


Wymiarowanie:

- szeregowo

- równoległe

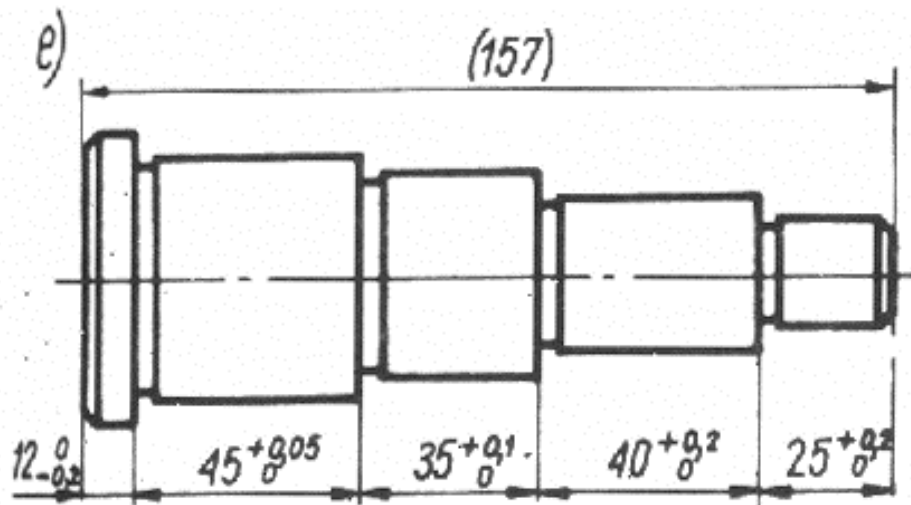




Wymiarowanie:

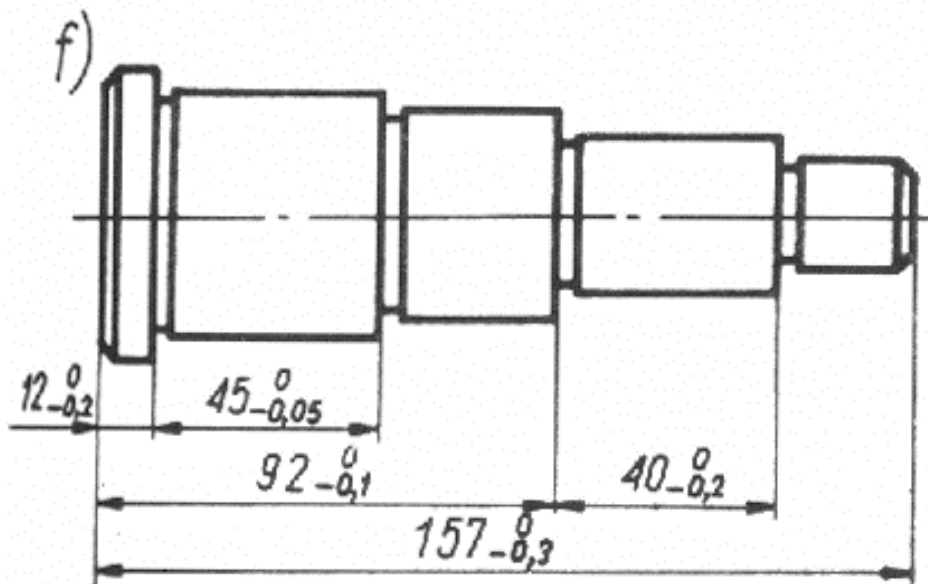
- szeregowo

- równoległe



Wymiarowanie:

- szeregowe

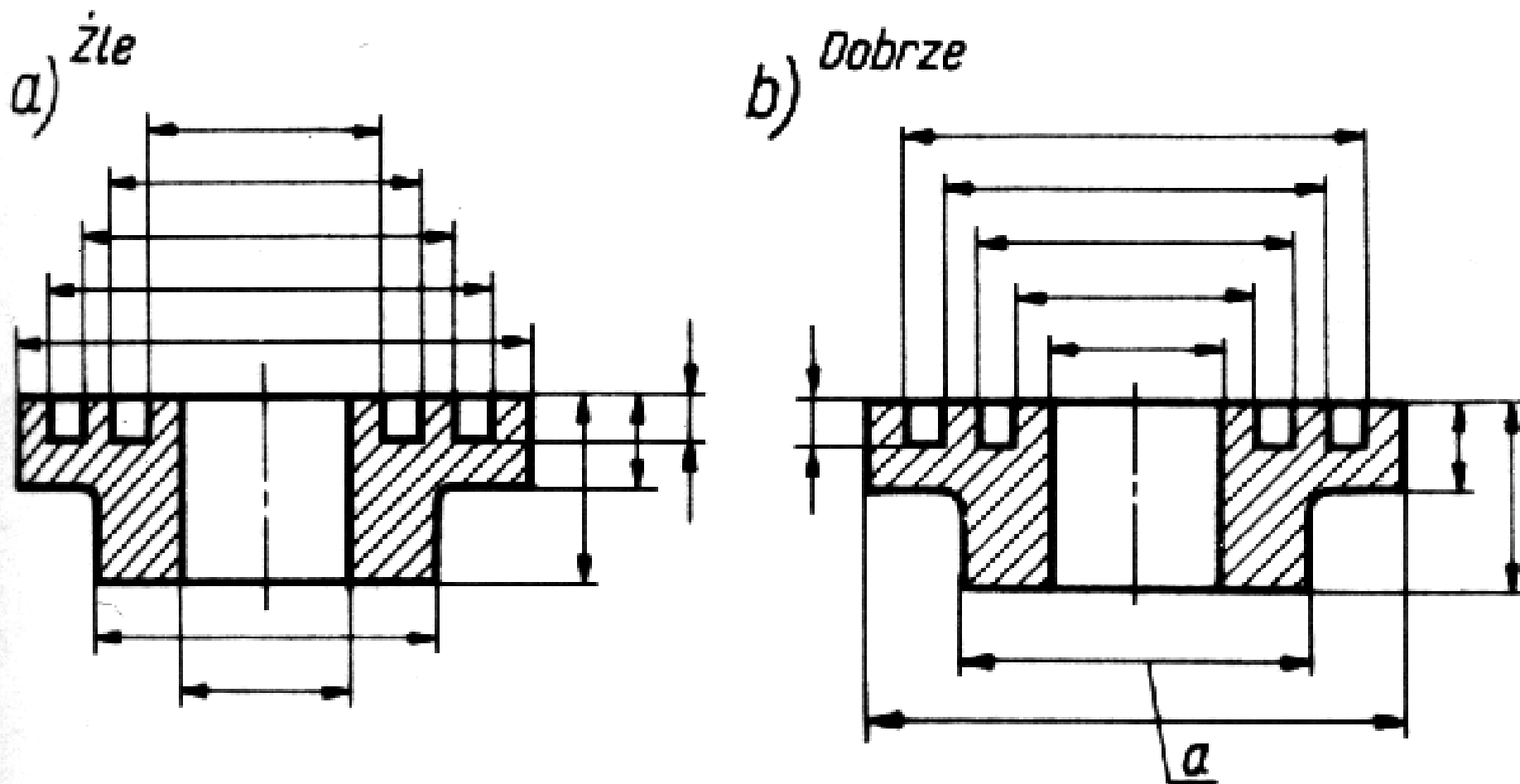


- mieszane

Jak wymiarować - ogólne wskazówki

- **Rozmieszczać** wymiary tak, aby najwięcej można było odczytać patrząc od dołu i od prawej strony.
- Pożądane jest, by porządkować wymiary: zewnętrzne po jednej stronie, a wewnętrzne po drugiej stronie rysunku.

- Starać się, aby nie przecinać linii wymiarowych pomocniczymi liniami wymiarowymi

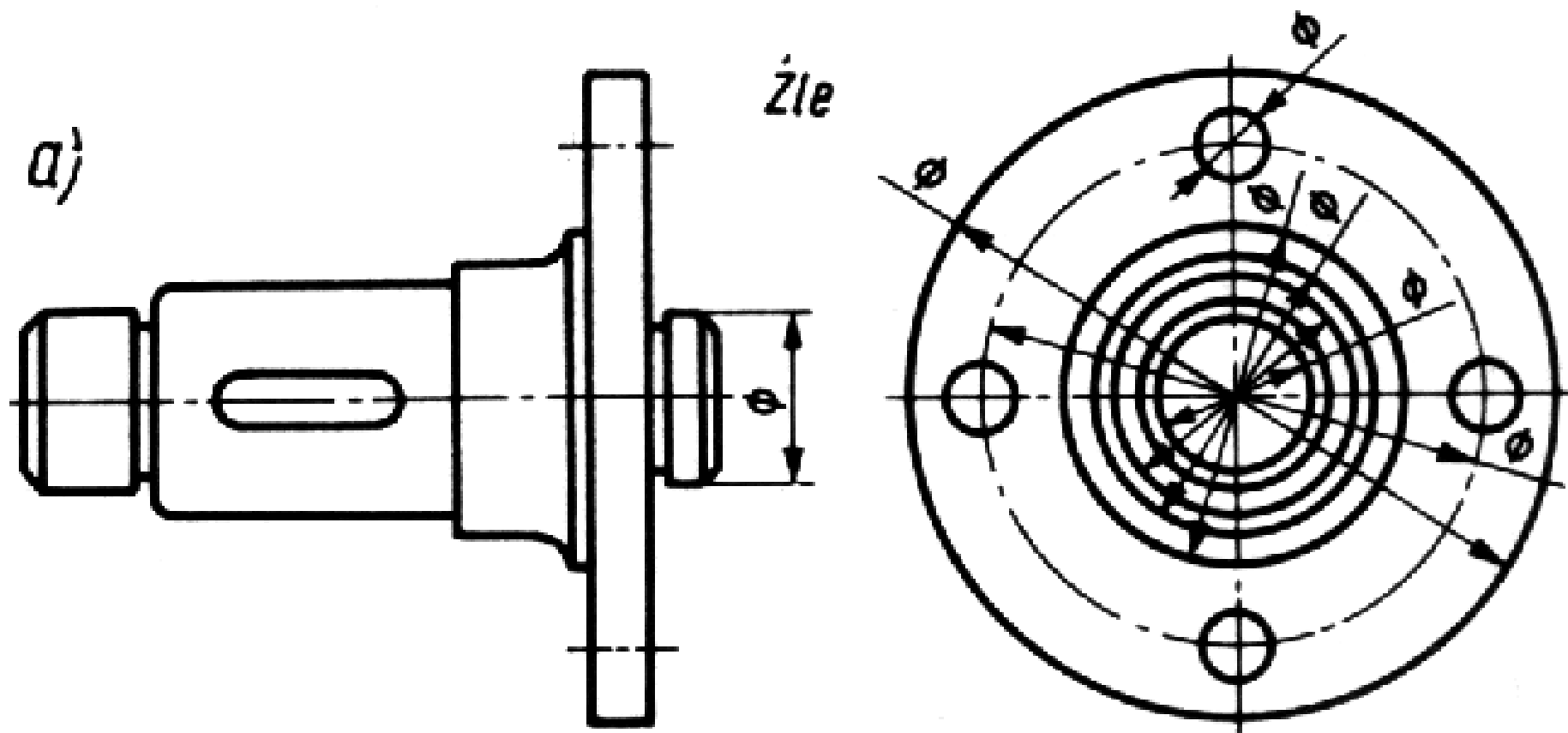


Rys. 6.8. Rozmieszczanie wymiarów równoległych: a) błędne, b) prawidłowe

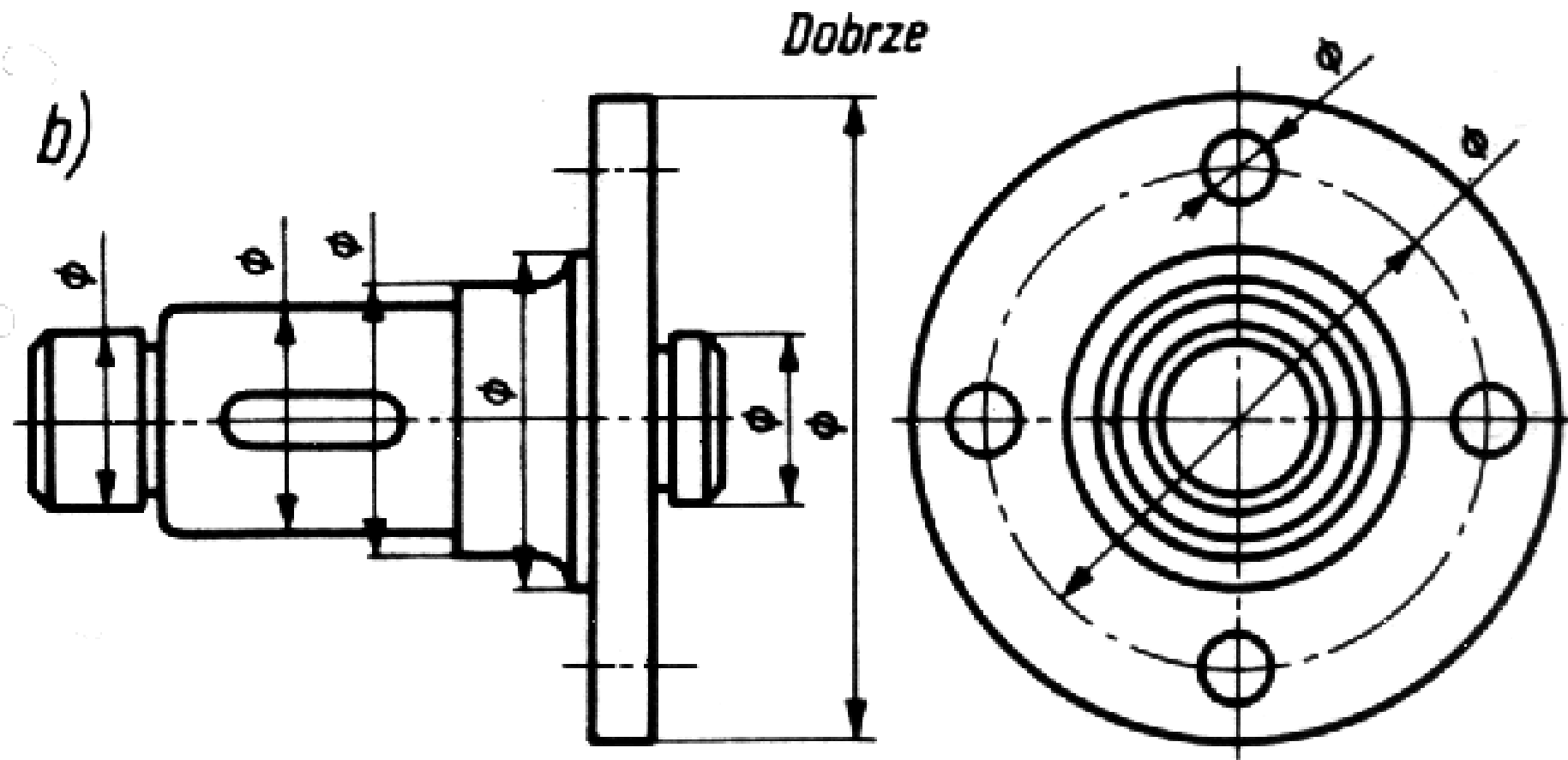
▪ Nie wolno używać pomocniczych linii wymiarowych, ani ich przedłużeń, jako linii wymiarowych

▪ wymiarować na tych rzutach, gdzie wymiarowane elementy przedstawione są najdokładniej (raczej przekroje a nie widoki)

- Przedmioty o kształtach obrotowych wymiarować na rzutach na płaszczyznę równoległą do ich osi podłużnych.

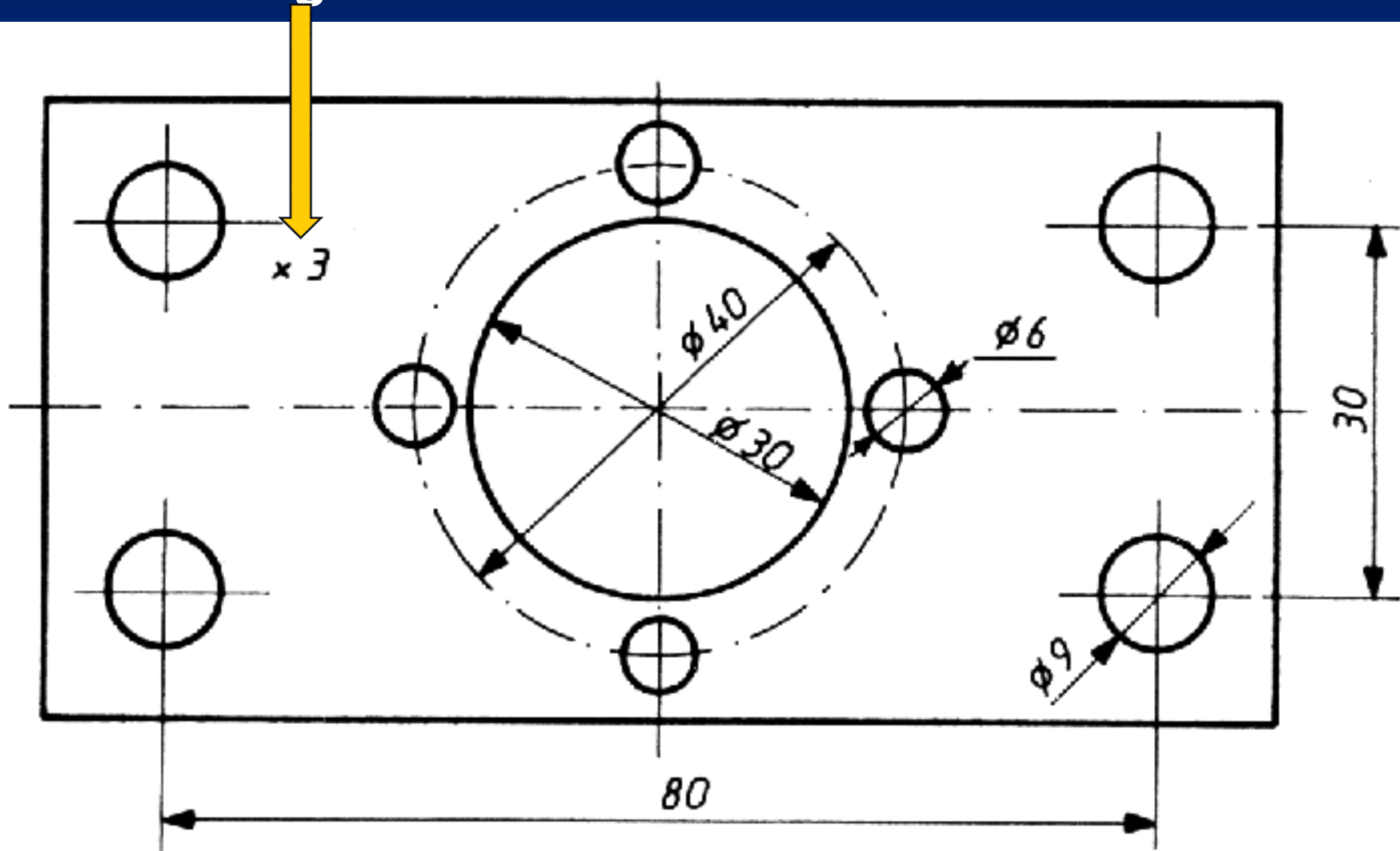


- Linie wymiarowe nie mogą się przecinać. **Jest jeden wyjątek!!**

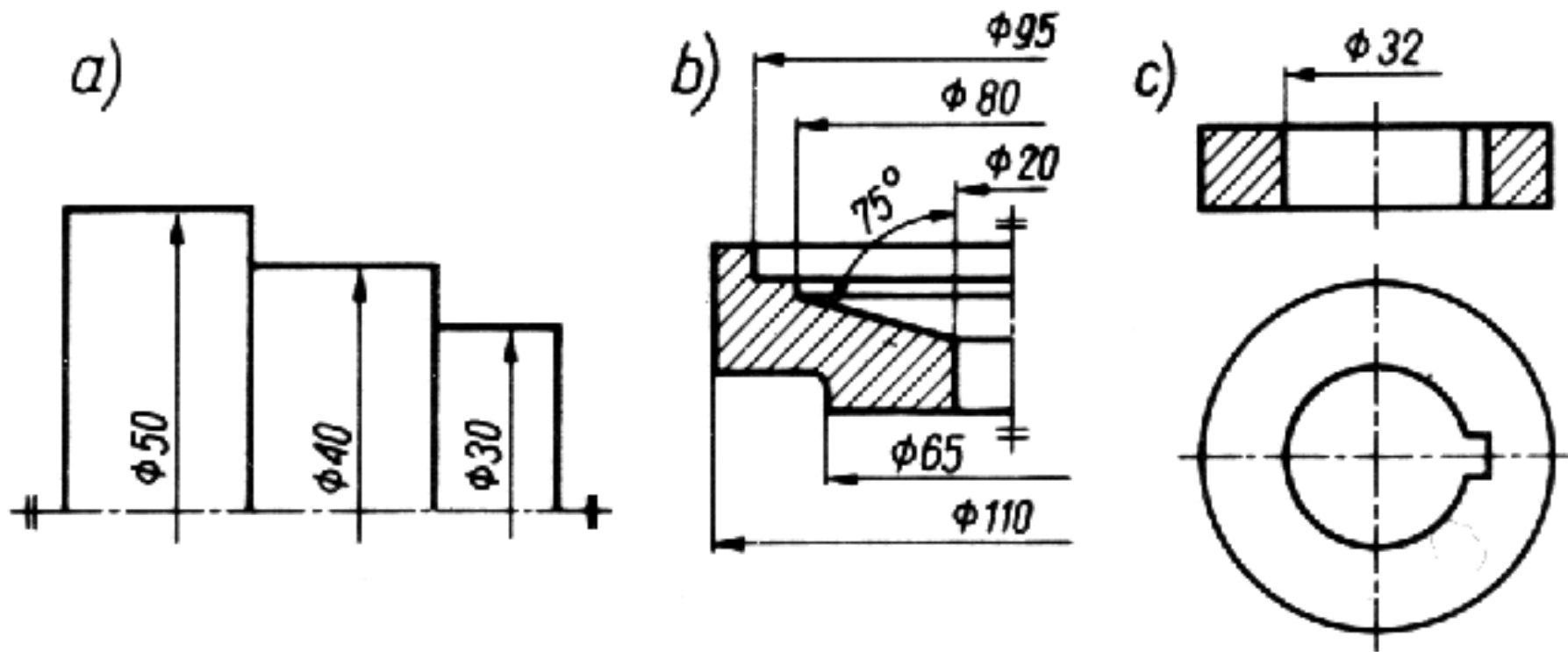


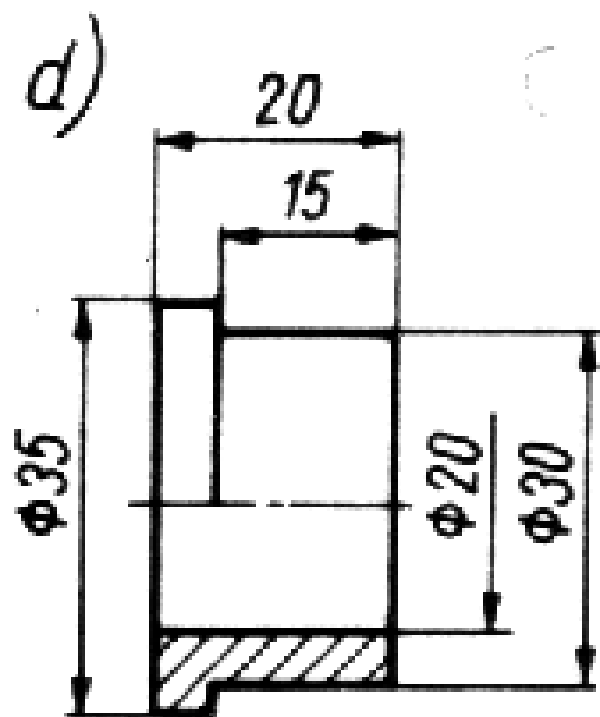
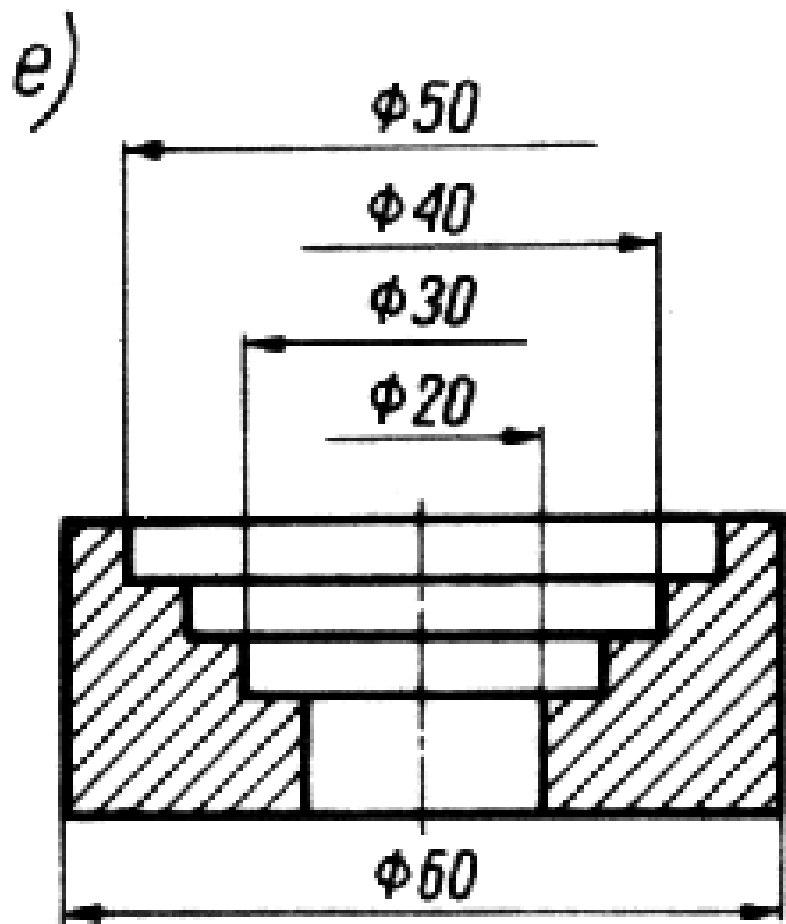
Rys. 6.11. Wymiarowanie przedmiotów o kształtach obrotowych w rzucie na płaszczyznę: a) prostopadłą do osi, b) równoległą do osi

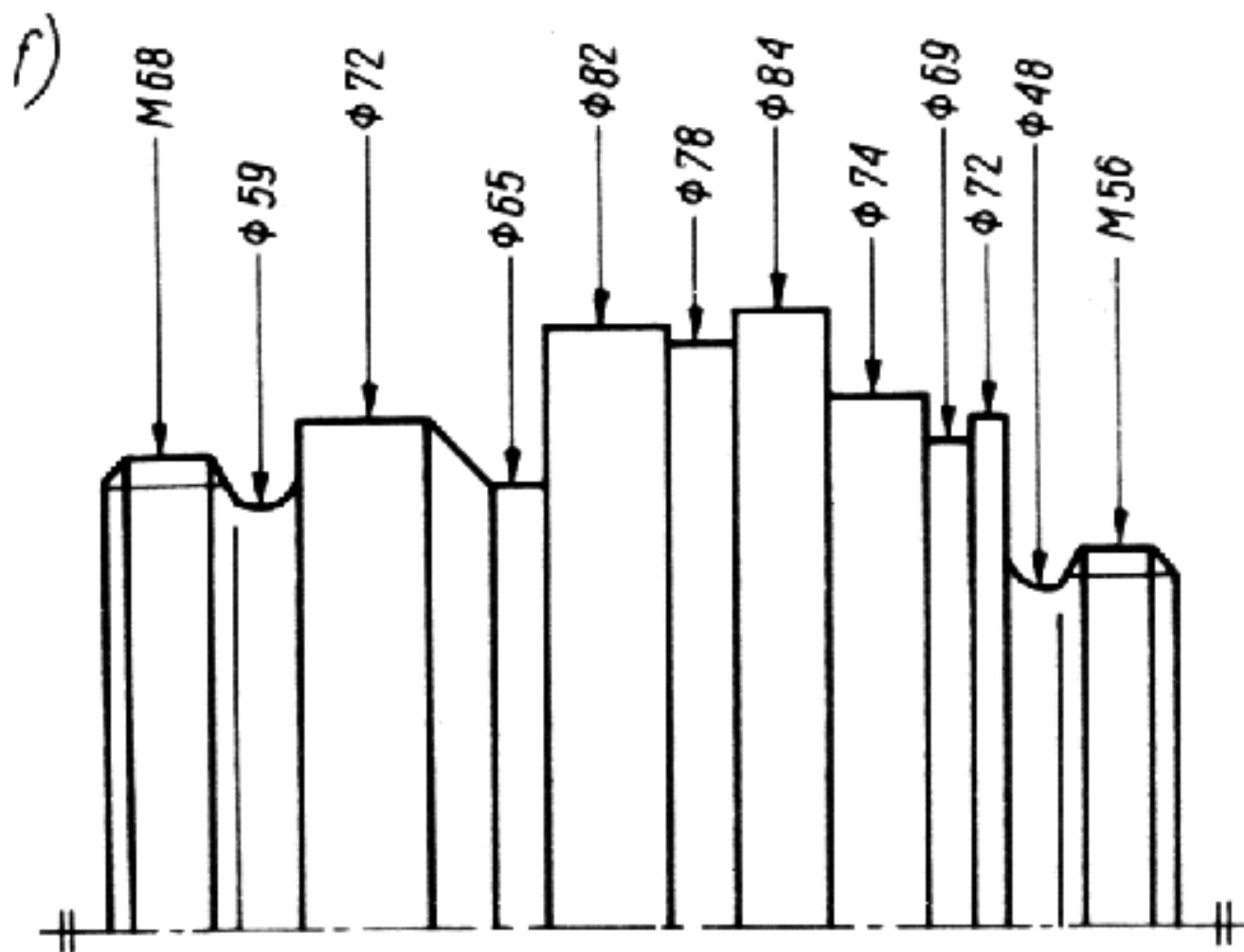
- Można podać jeden wymiar (grubość) na rzucie, lub nad linią odniesienia, bez rysowania dodatkowego rzutu



- Można wymiarować średnice, stosując linię wymiarową z jedną strzałką, gdy jest tylko półwidok lub półprzekrój, albo wymiaruje się wiele średnic.

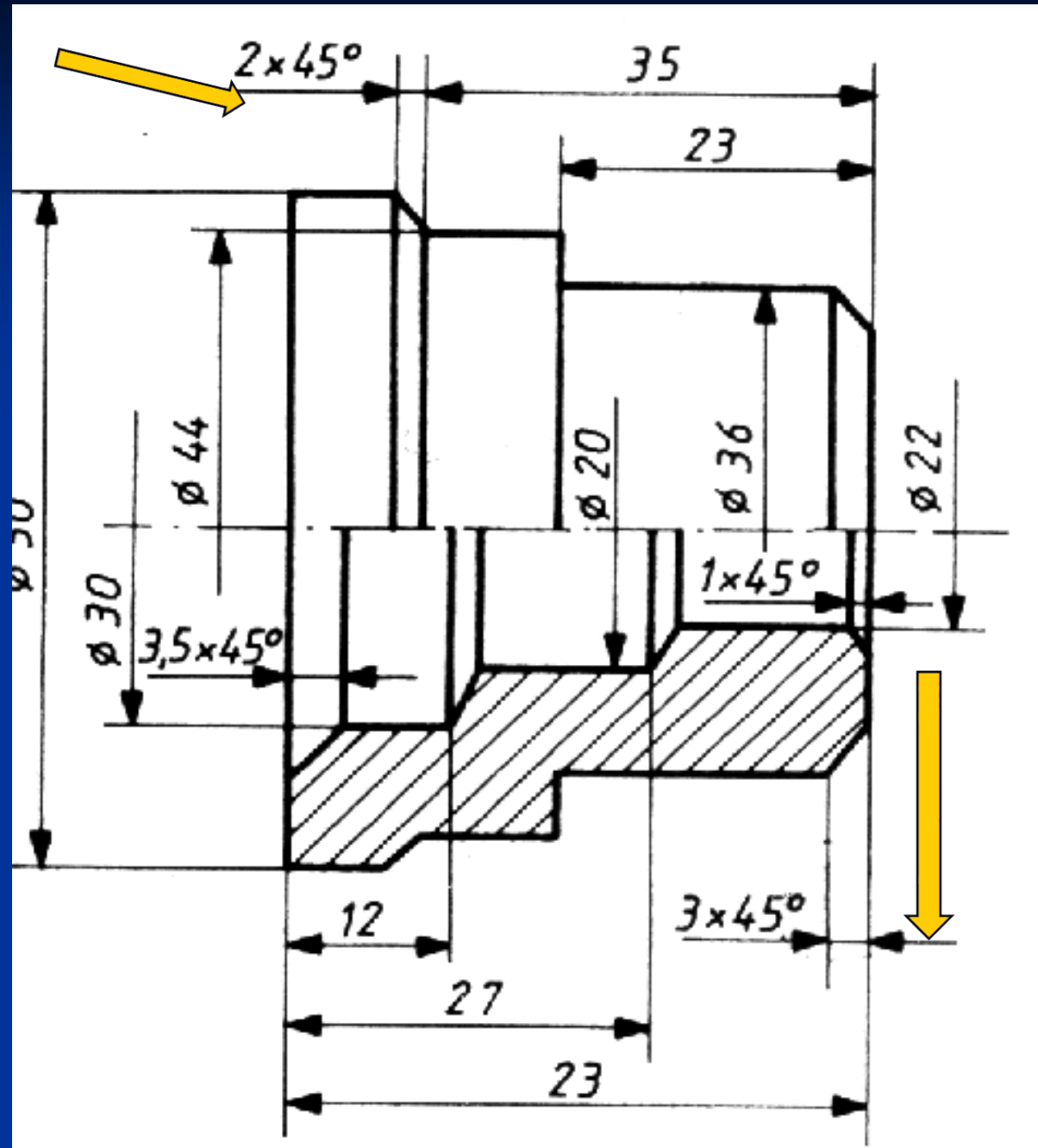






Rys. 6.15. Wymiarowanie średnic przy użyciu linii wymiarowych z jedną strzałką

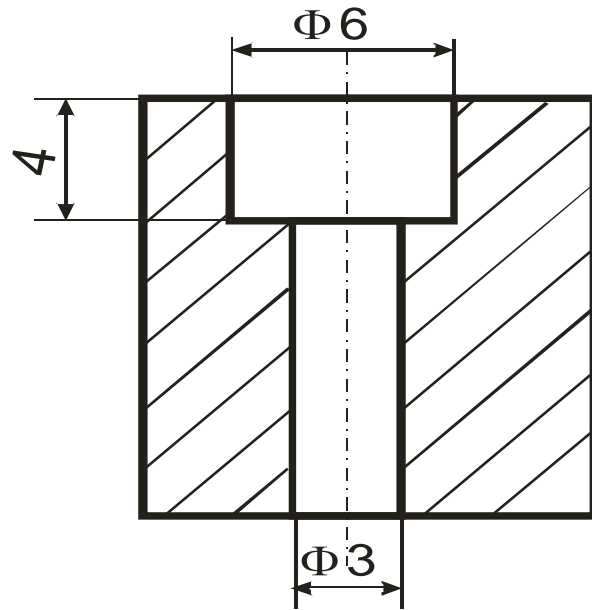
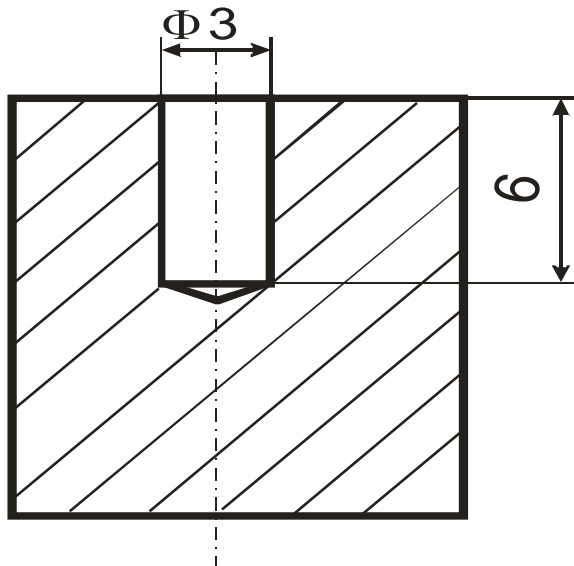
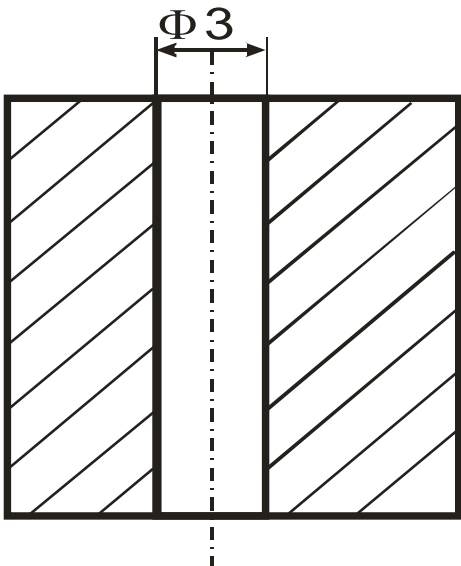
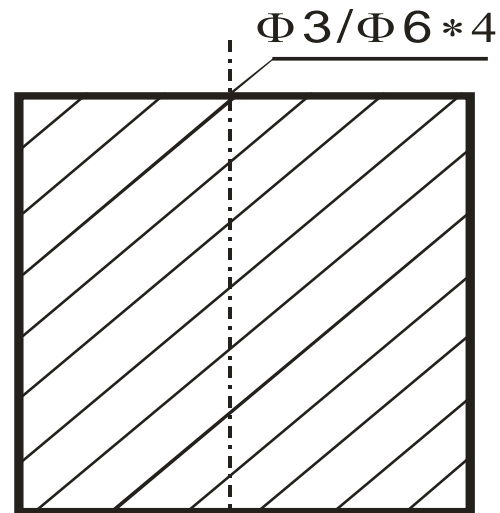
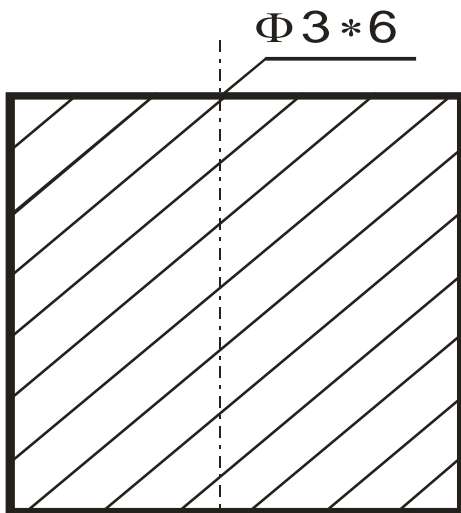
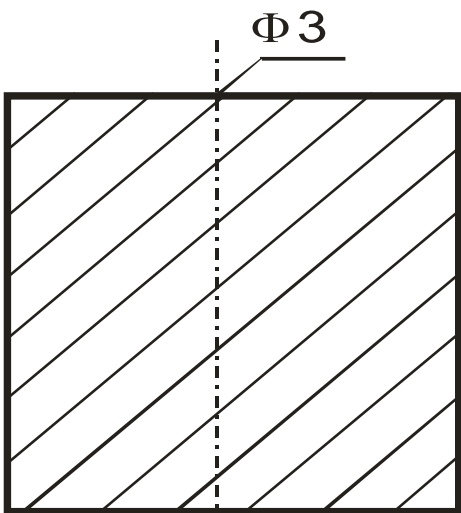
▪Powierzchnie symetryczne wymiarować tylko z jednej strony osi symetrii



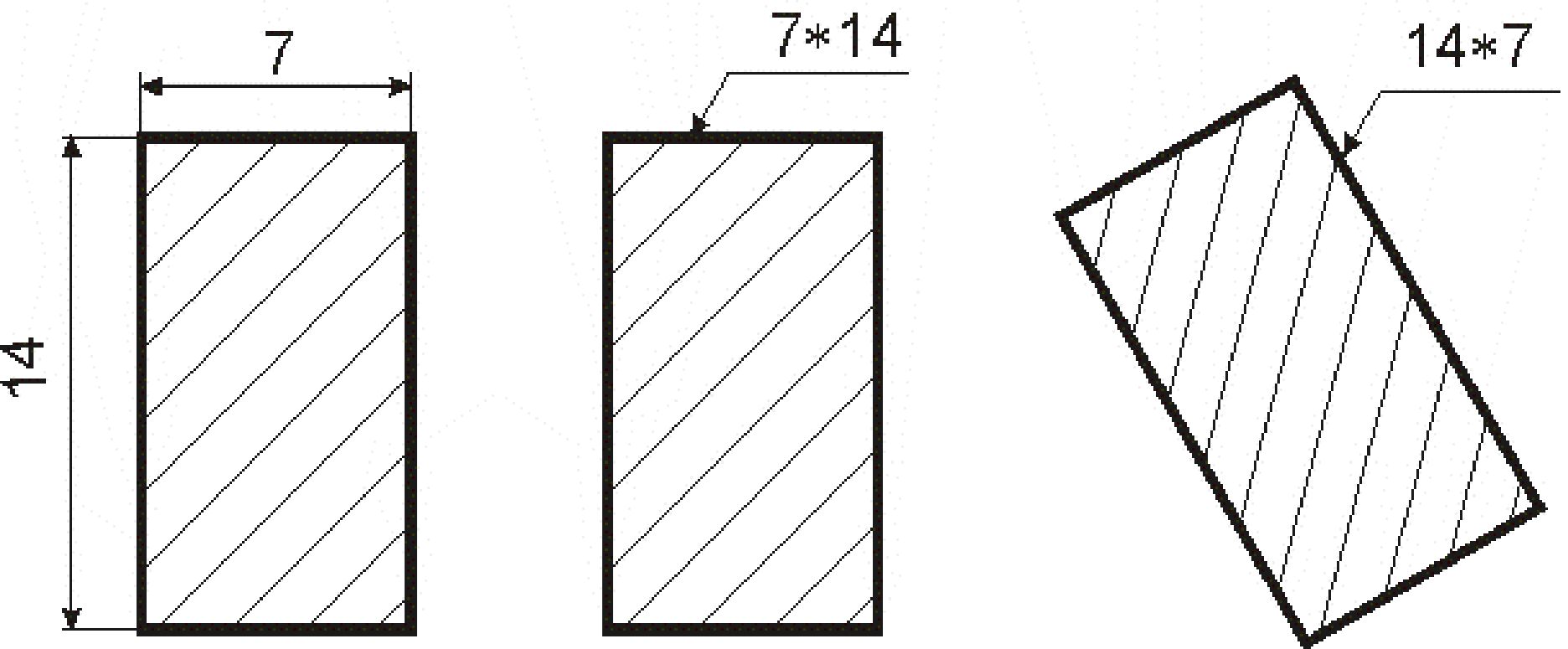
Szczegółowe przypadki wymiarowania

Wymiarowanie średnic

Uprozczone wymiarowanie otworów przedstawianych w sposób umowny

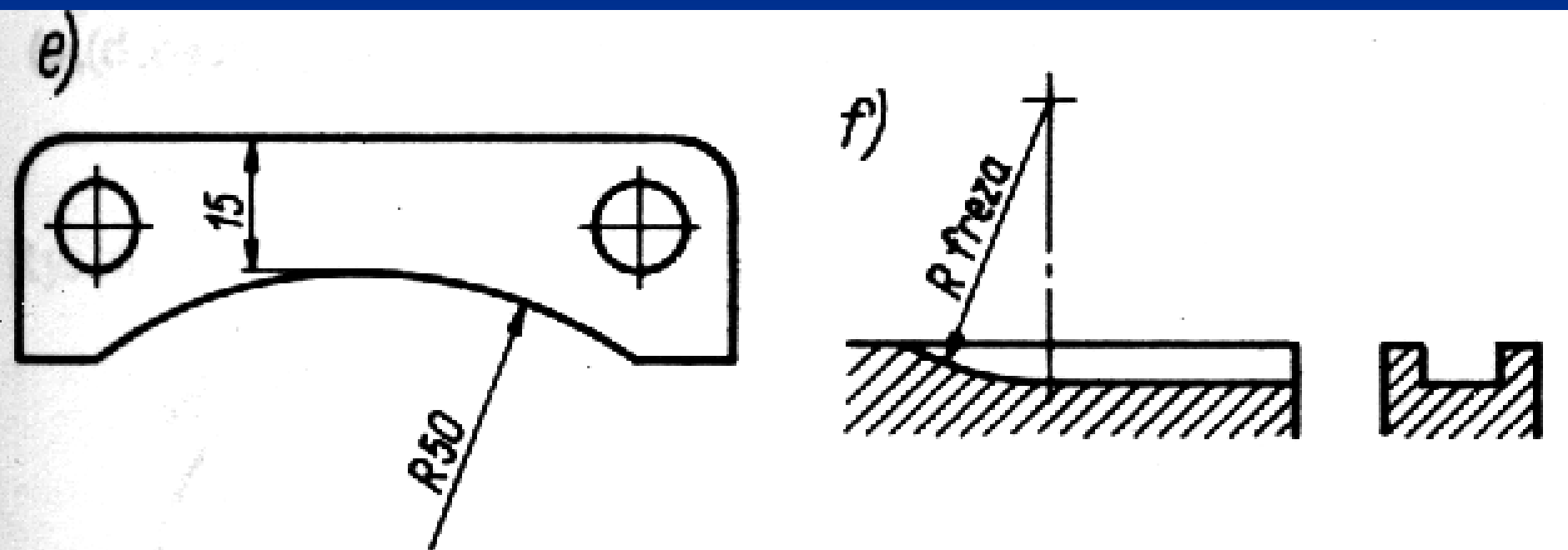


Uprozczone wymiarowanie przekrojów o kształcie prostokąta

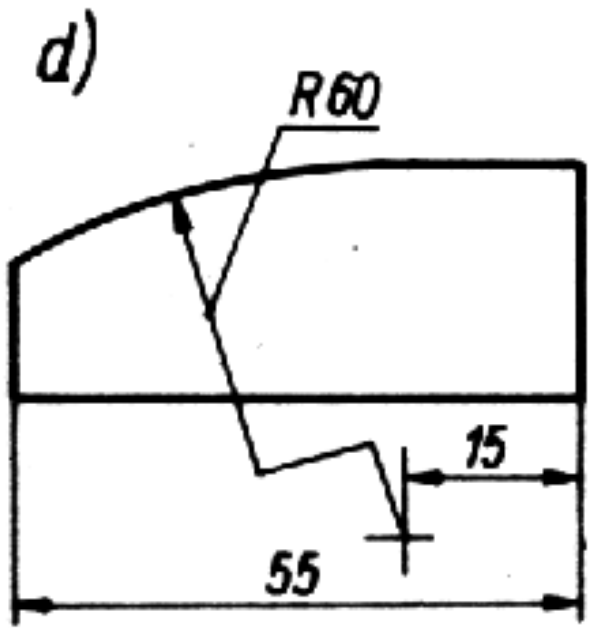
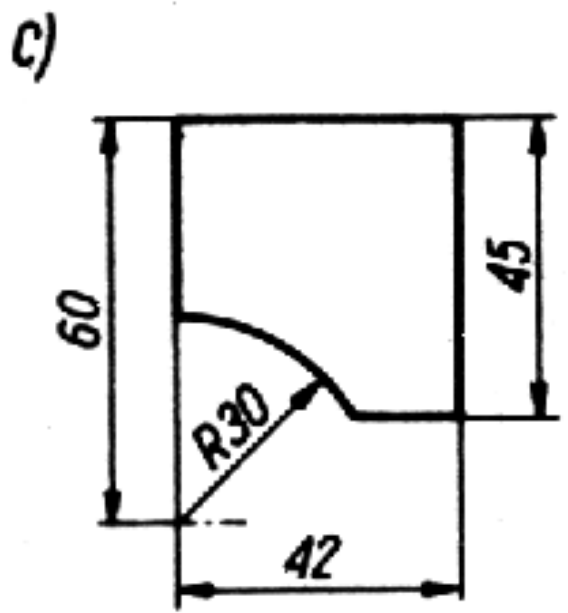
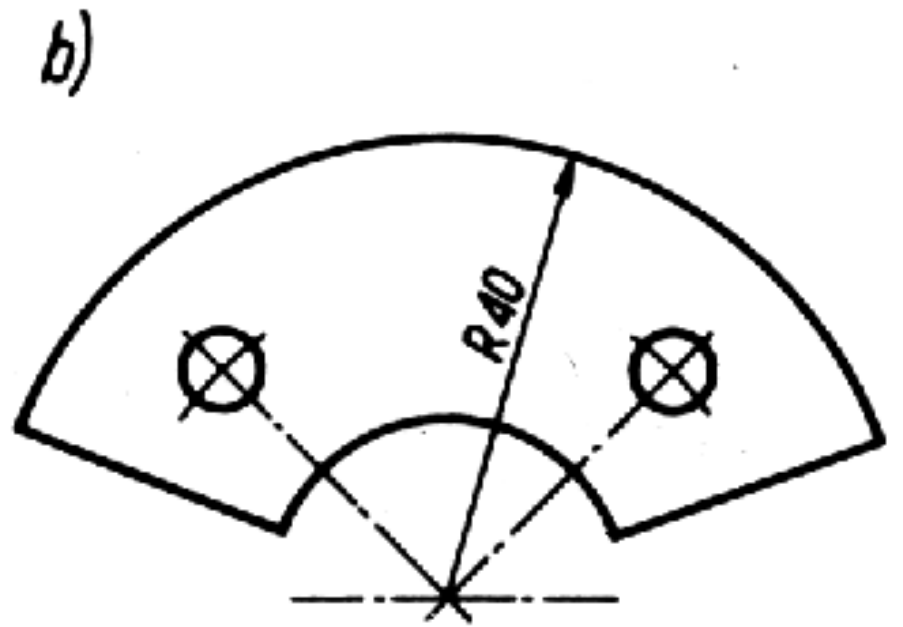
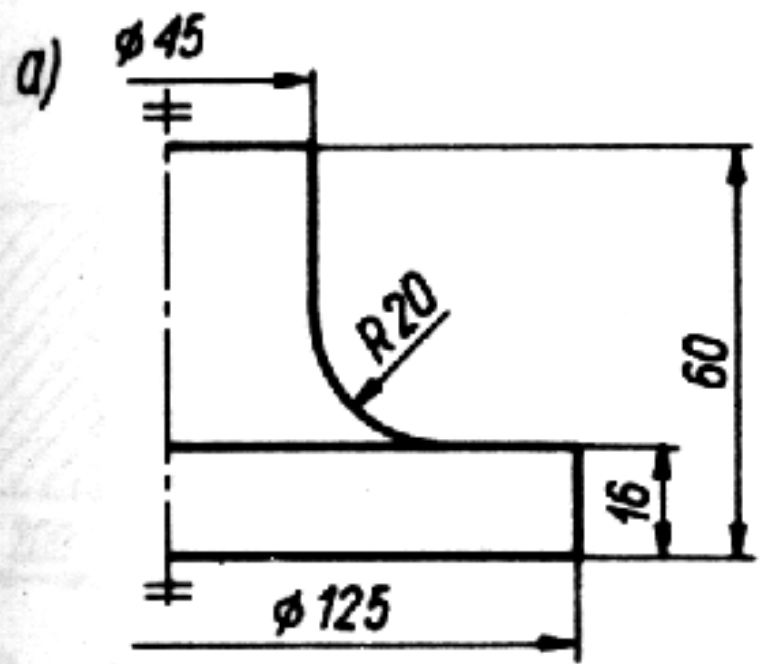


Wymiarowanie długości i promieni łuków

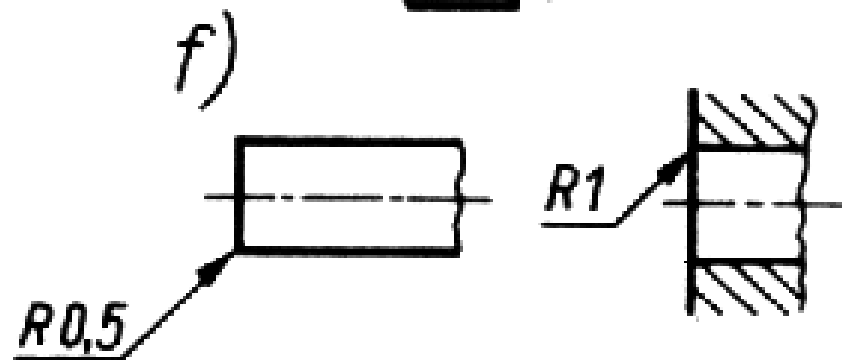
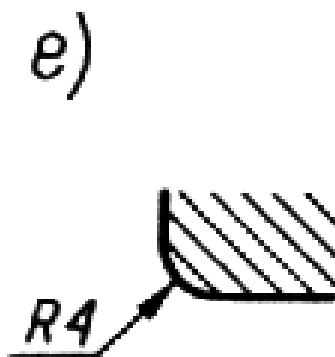
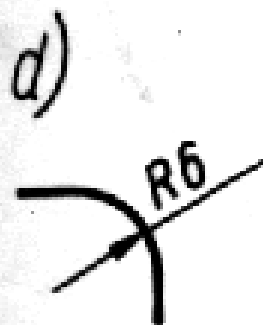
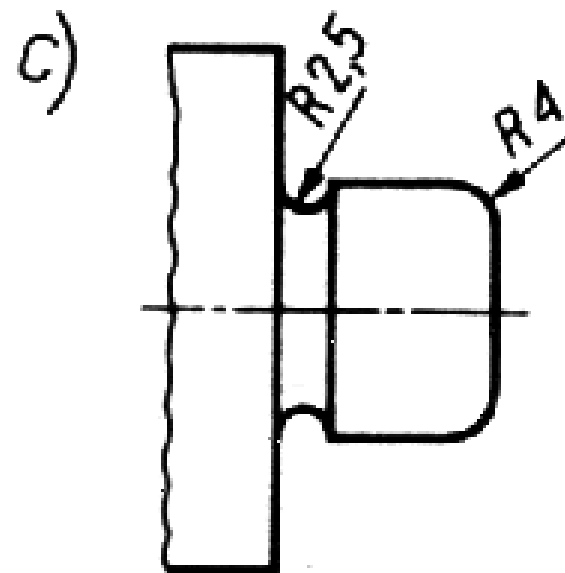
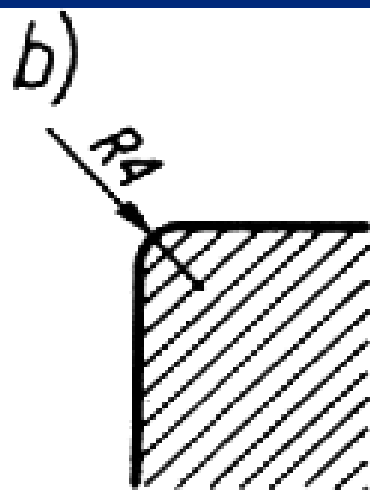
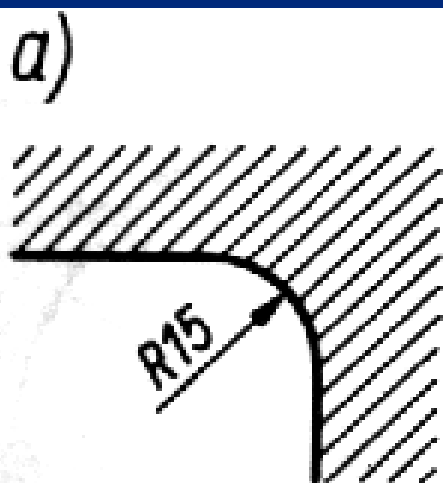
a) Wymiarowanie promieni łuków



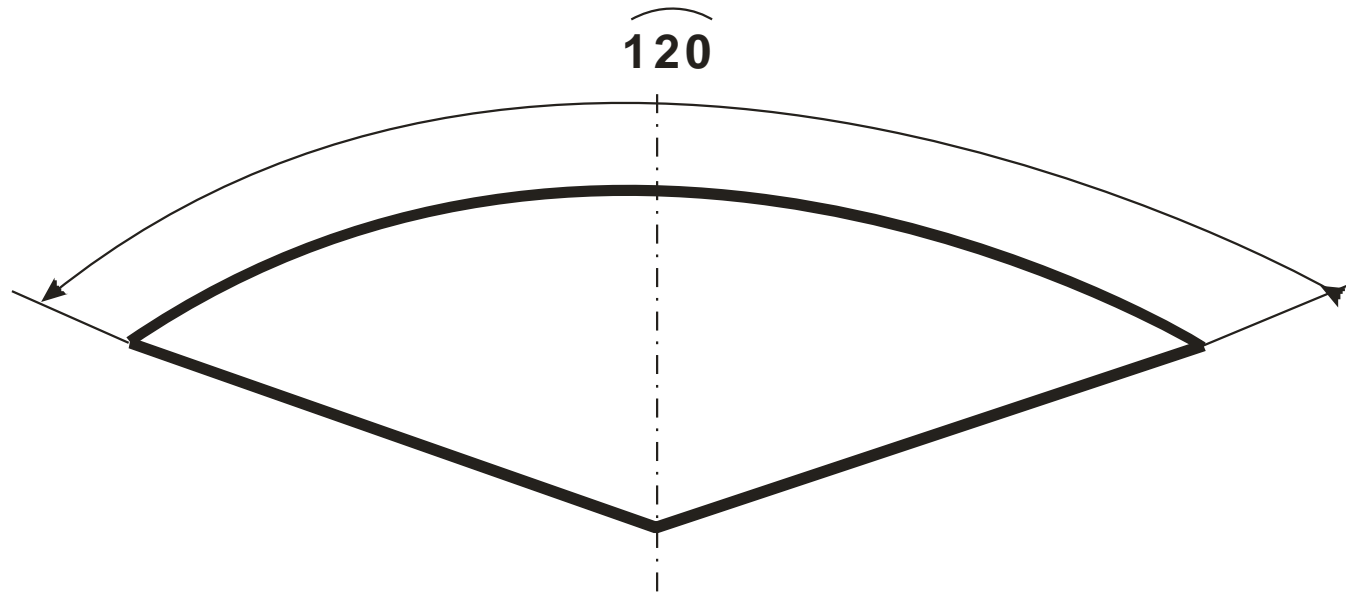
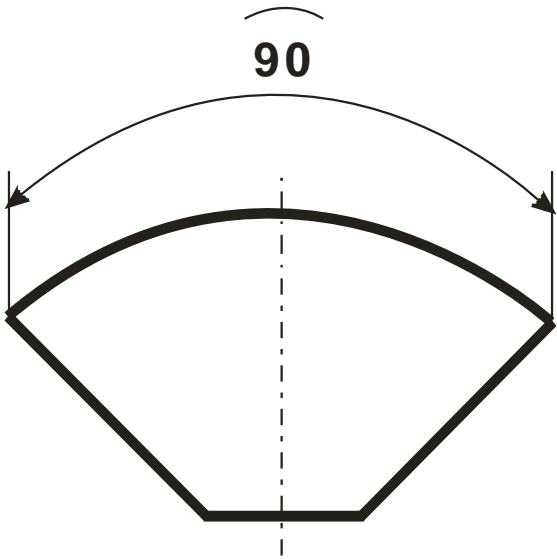
Rys. 6.18. Wymiarowanie promieni

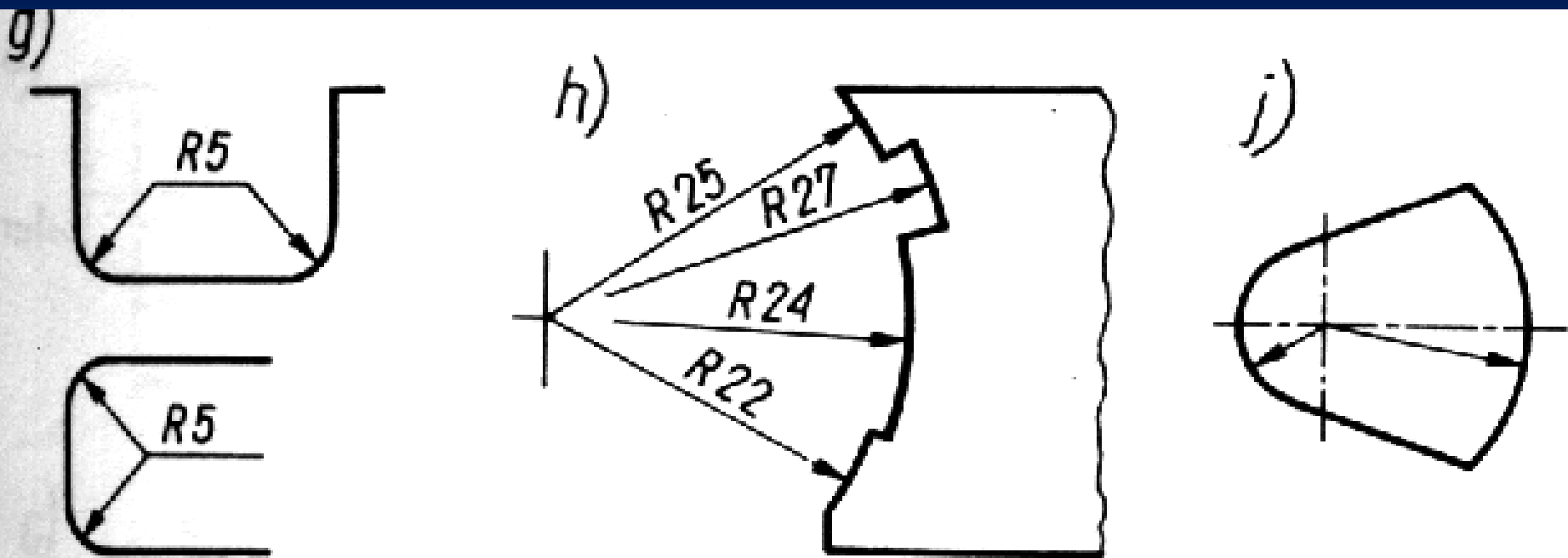


Wymiarowanie małych promieni łuków



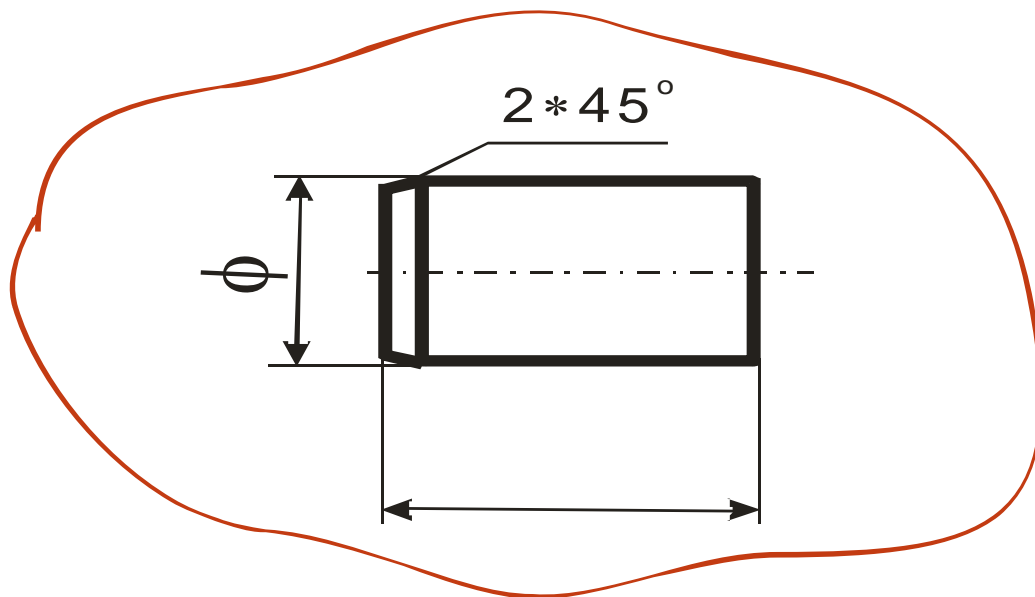
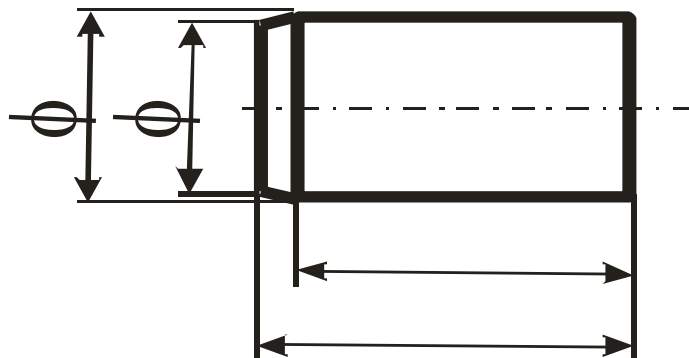
Wymiarowanie długości łuku



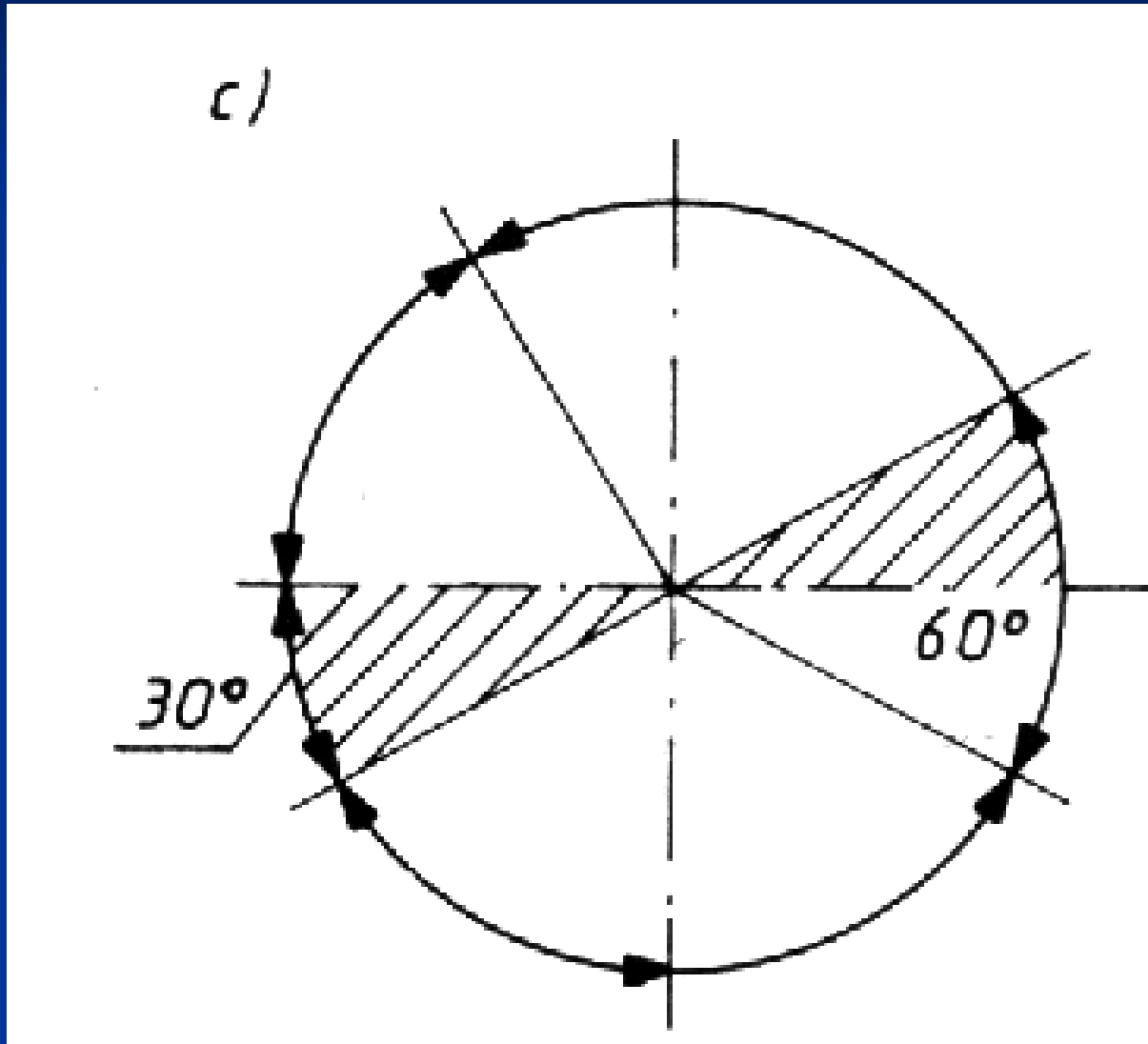


Rys. 6.19. Wymiarowanie małych promieni i promieni o wspólnym środku

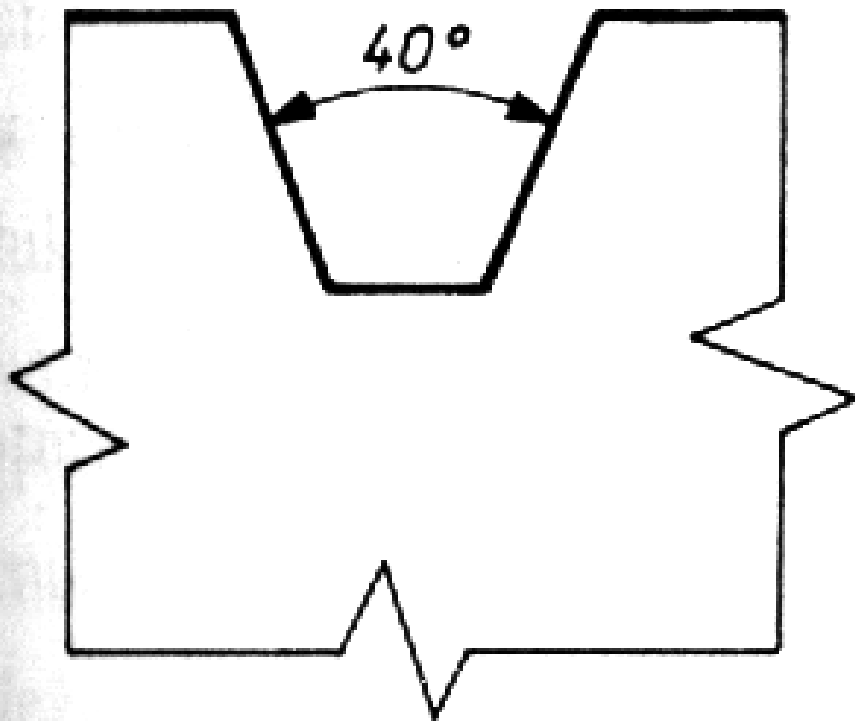
Wymiarowanie sfazowania i zaokrąglenia krawędzi



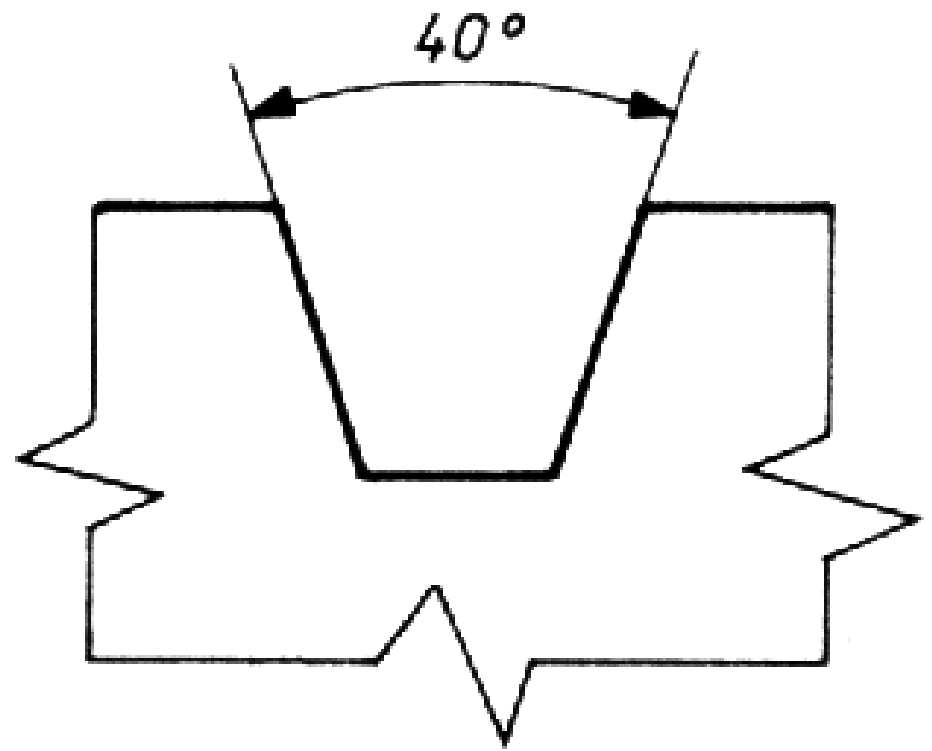
Wymiarowanie kątów

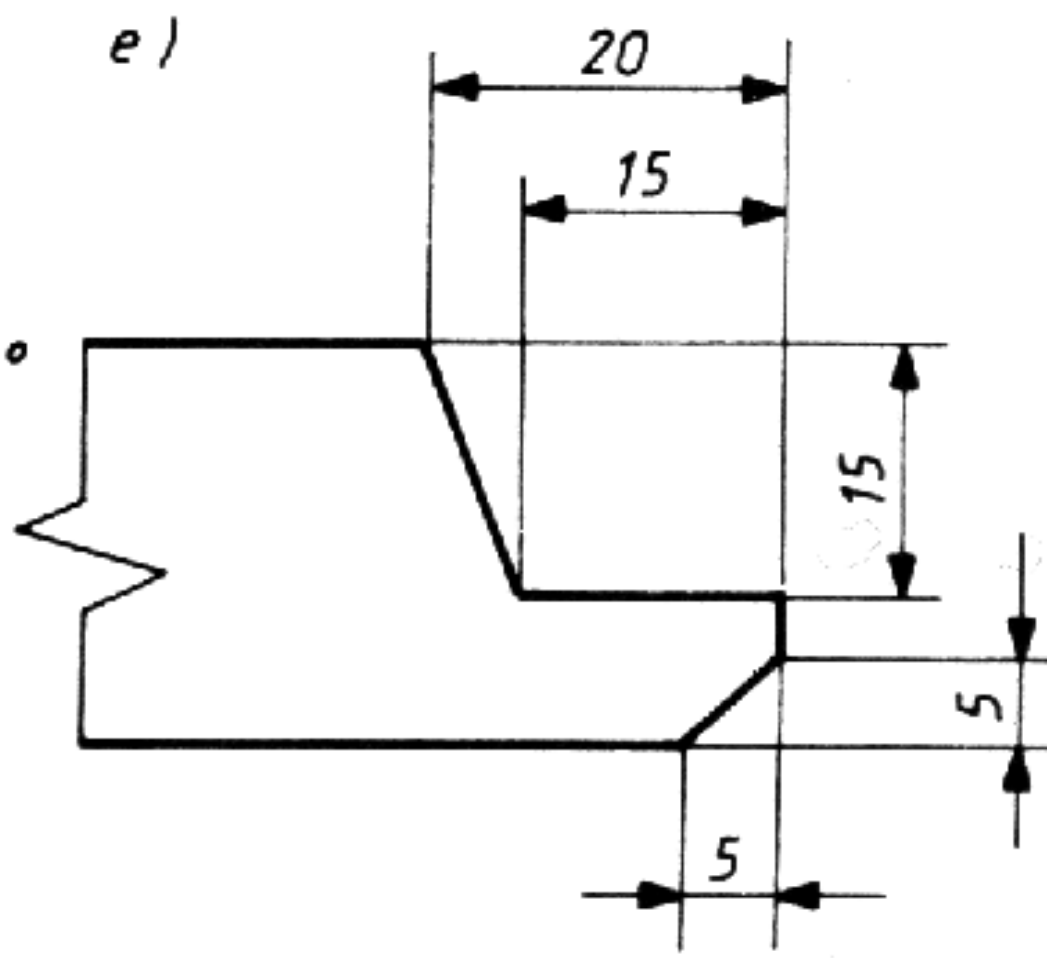
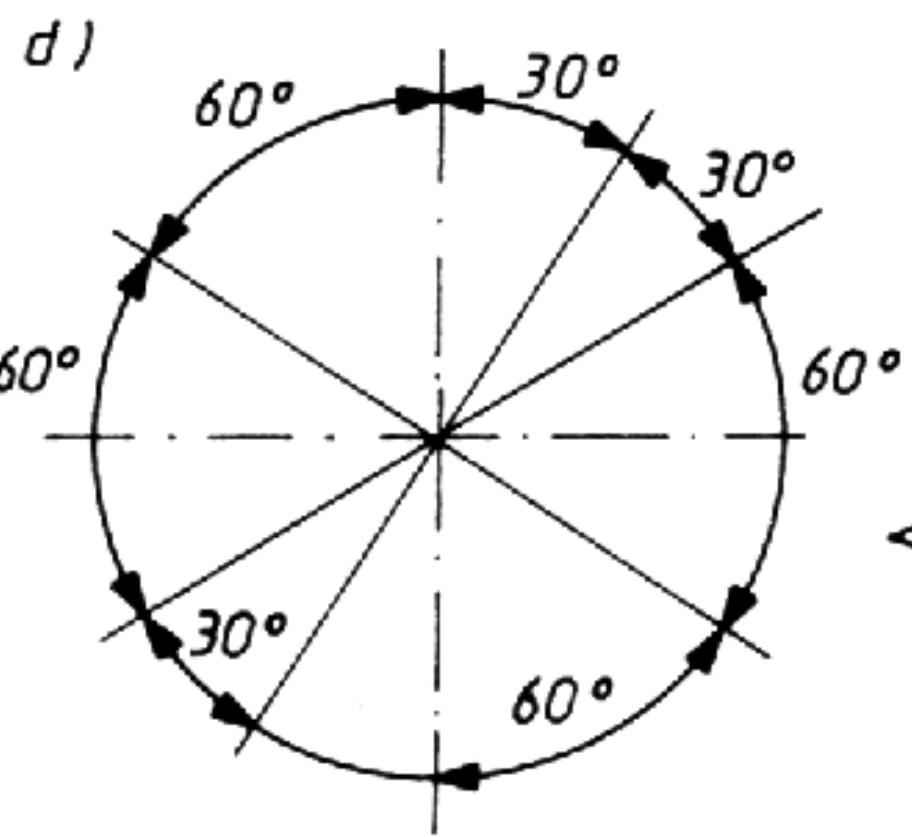


a)



b)



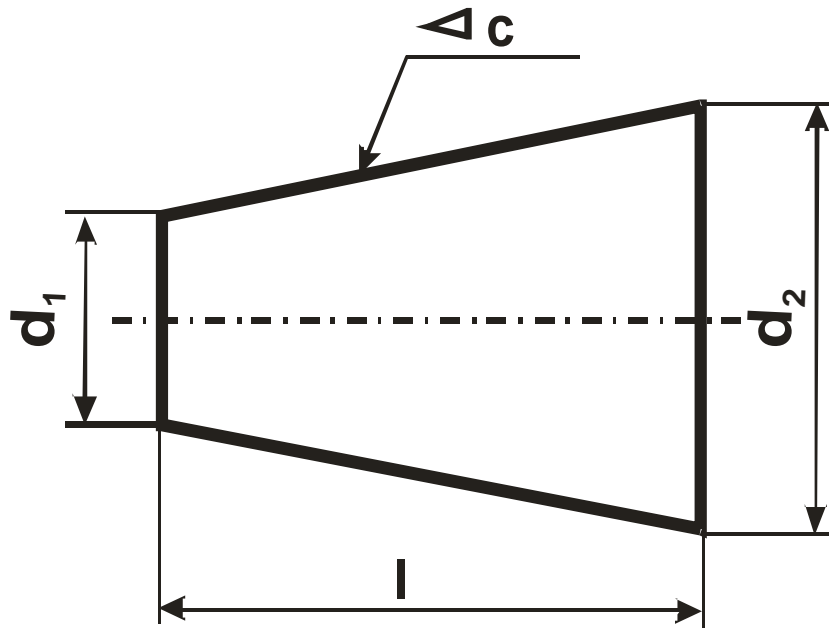


Pochylenie i zbieżność (zastępuje podanie wymiaru kąta)

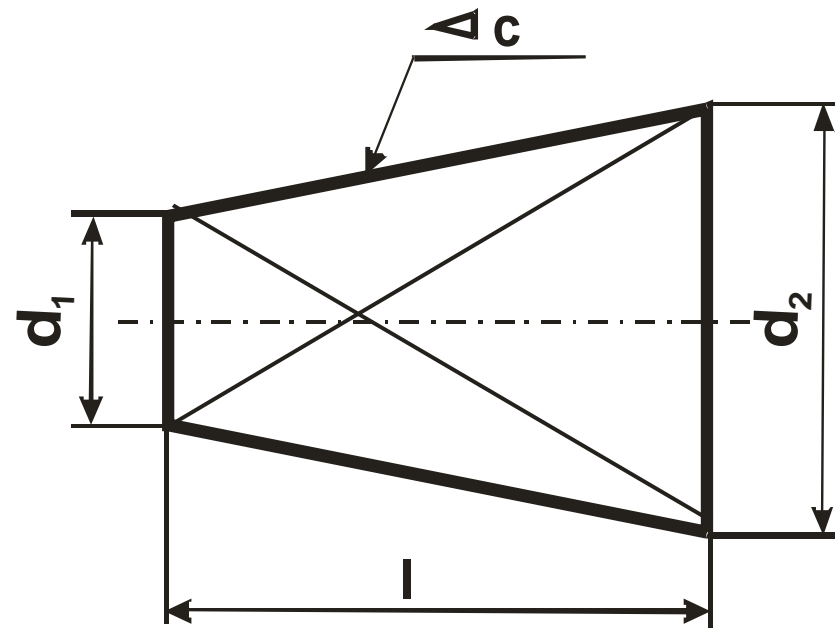
a) zbieżność

$$c = \frac{d_2 - d_1}{l} = 2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

Stożek ścięty



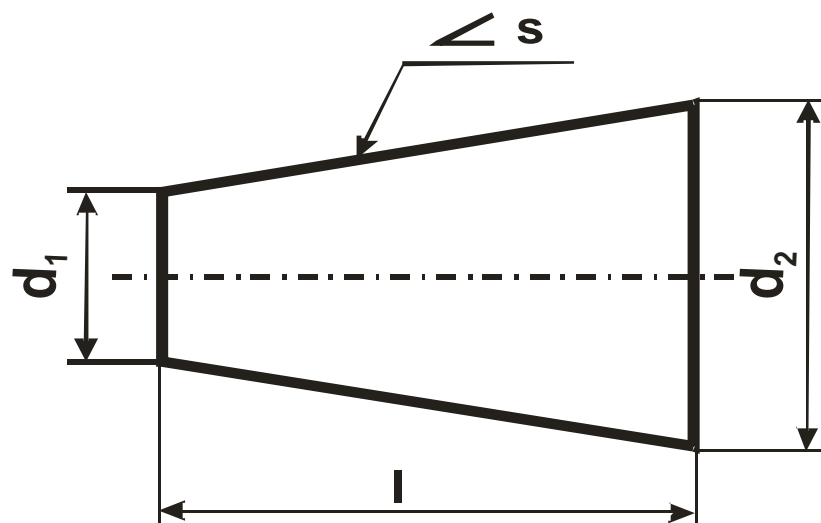
Ostrosłup



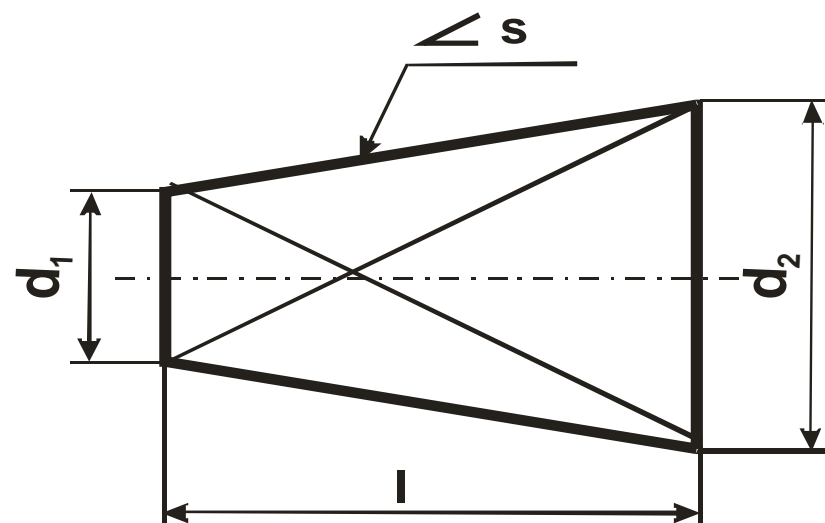
b) pochylenie

$$s = \frac{d_2 - d_1}{2l} = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

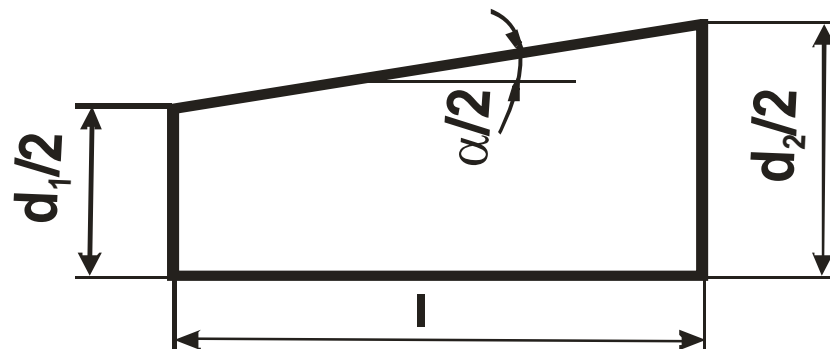
Stożek ścięty



Ostrosłup prawidłowy



Klin niesymetryczny



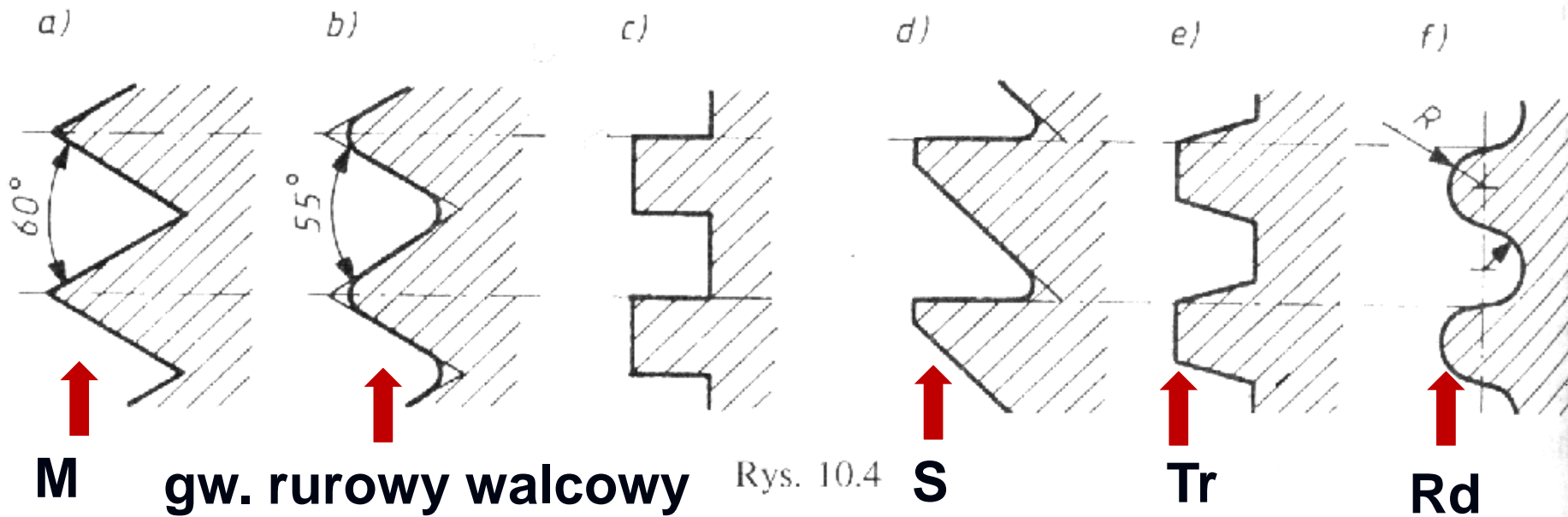
WYKŁAD V

Połączenia rozłączne i nierozłączne

Połączenia rozłączne (**gwintowe**, klinowe wpustowe, wielowypustowe, wtlaczone)

Rodzaje gwintów:

1. Ze względu na zarys naciętego gwintu



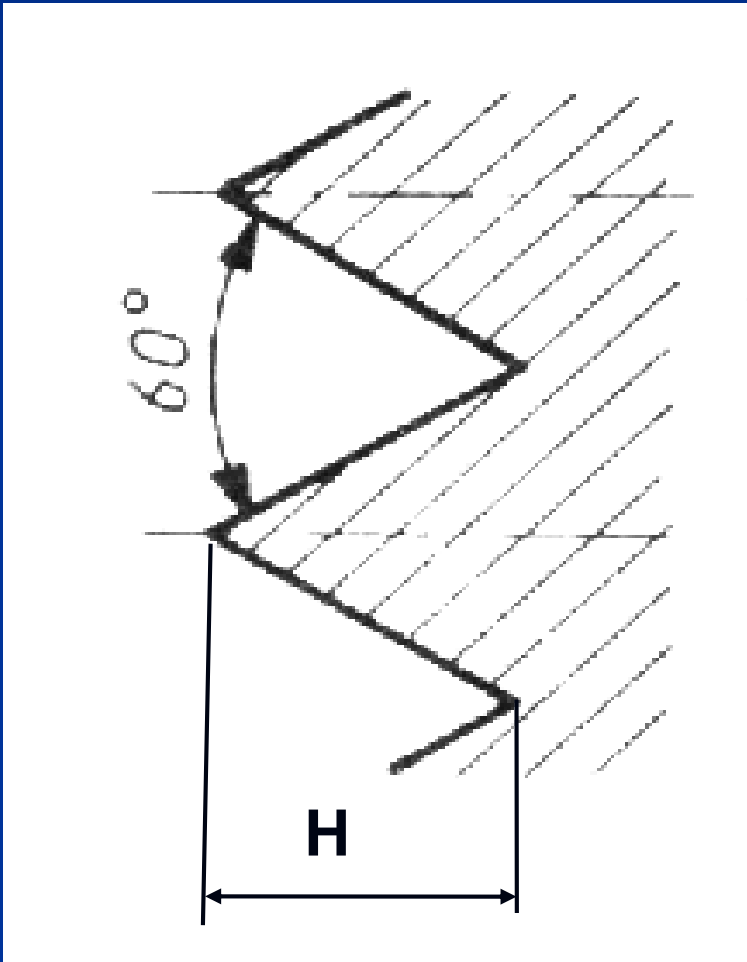
St – stożkowy metryczny (do butli gazowych)

2. W zależności od stosunku nominalnych średnic gwintu do skoku gwintu wyróżniamy gwinty:

- zwykłe,
- drobnozwojowe (**M20*1,5**),
- grubozwojowe

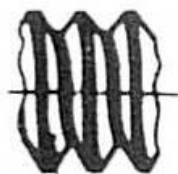
Przykładowo, z norm dla gwintu zwykłego M20:
skok $p=2,5$ mm

Dla $p=2,5$ mm wysokość gwintu $H=2,16$ mm
(rysować nie mniej niż $0,8$ mm)

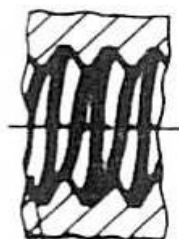


Dokładne rysowanie gwintów

l)

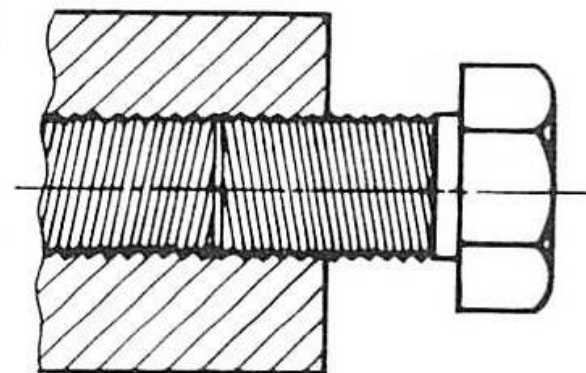


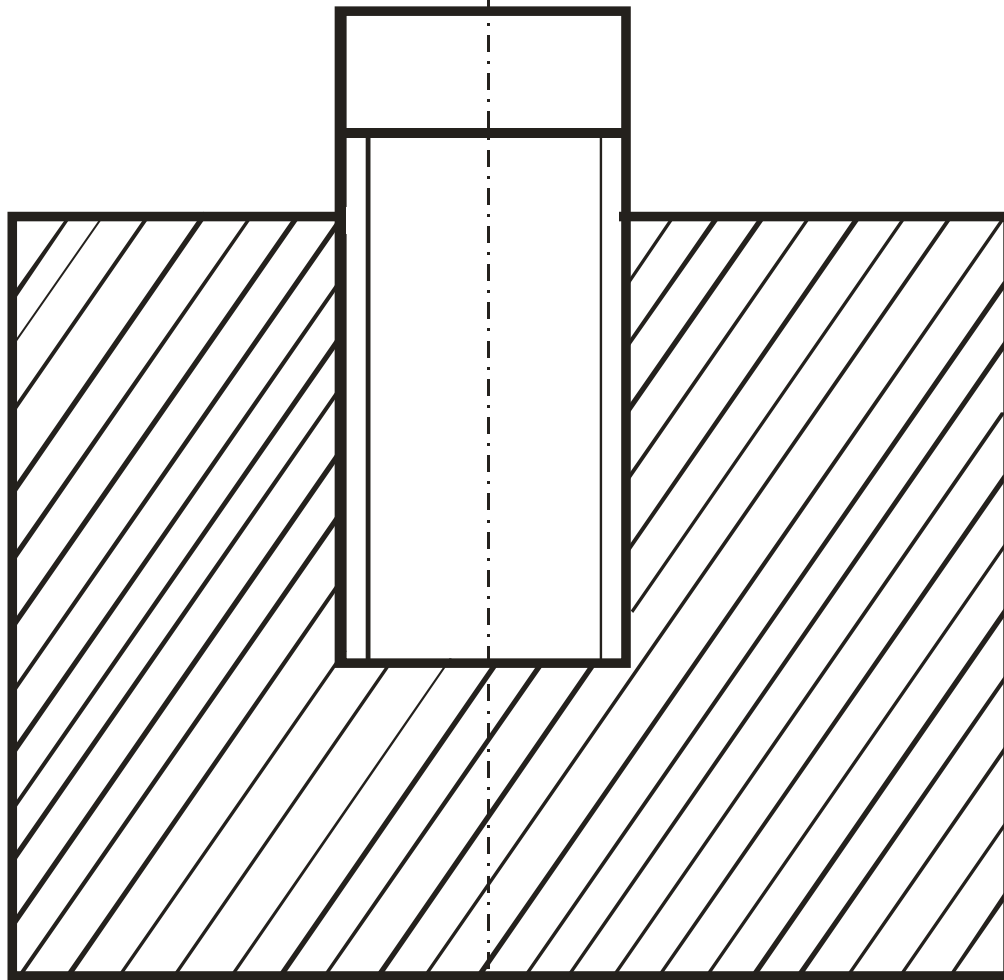
Gwint zewnętrzny



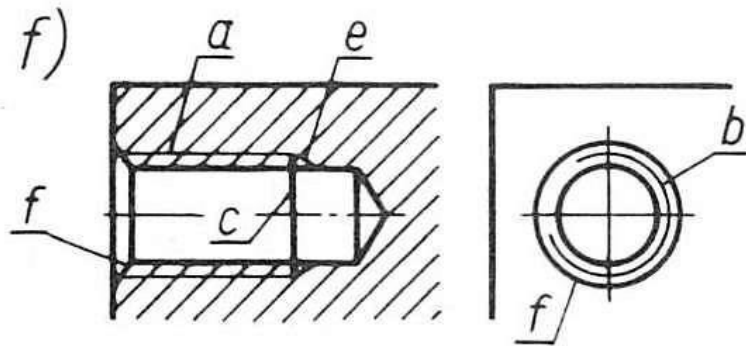
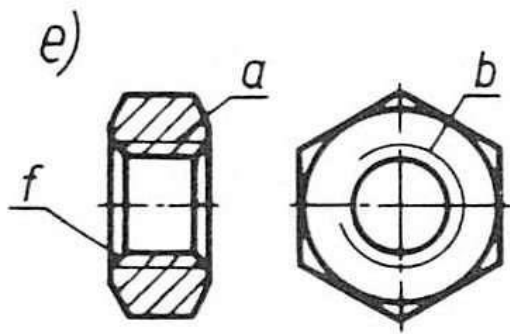
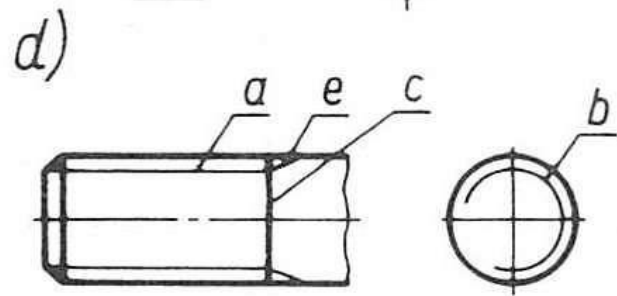
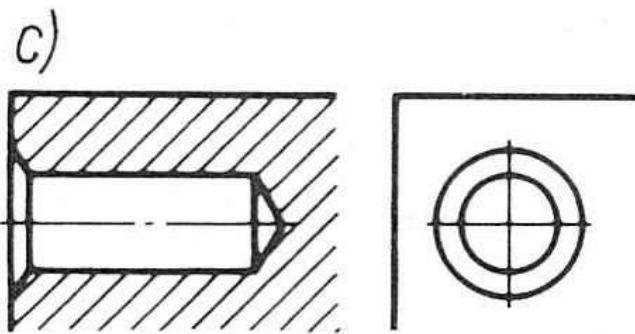
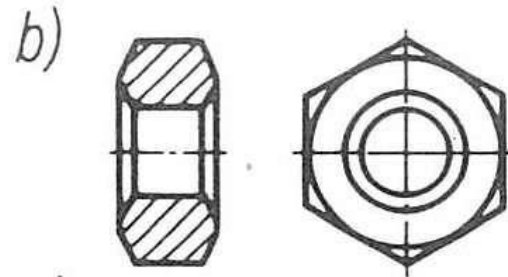
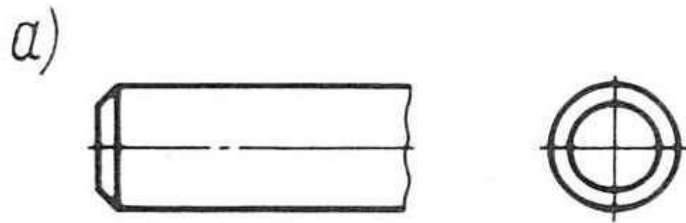
Gwint wewnętrzny

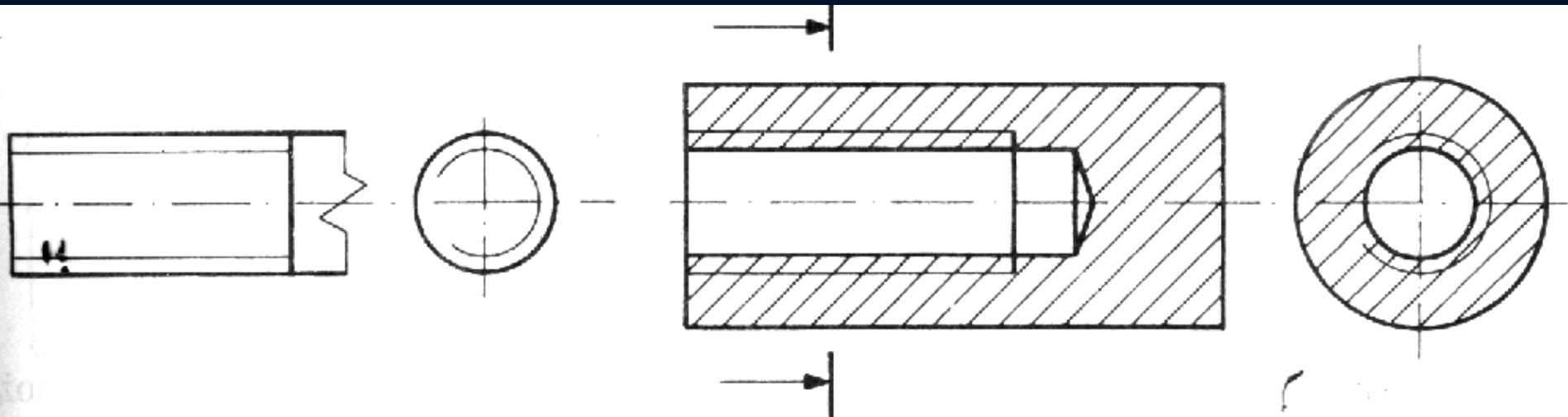
m)



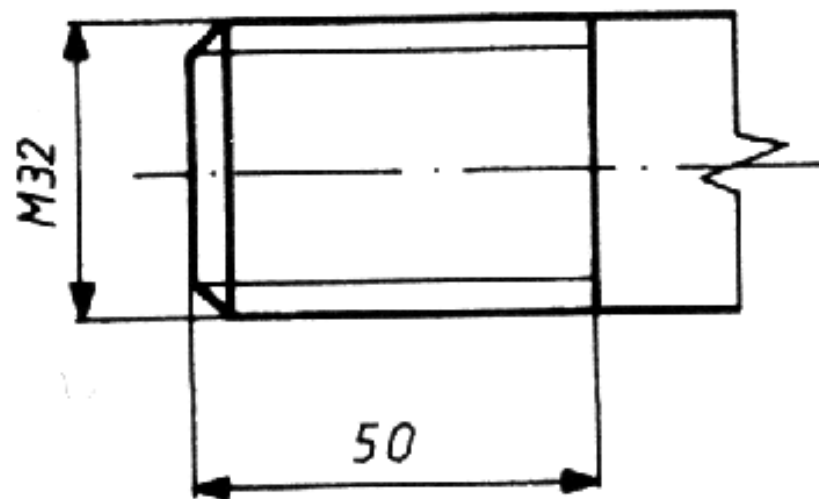


W II stopniu uproszczenia wykorzystuje się symbole graficzne poszczególnych części połączenia.

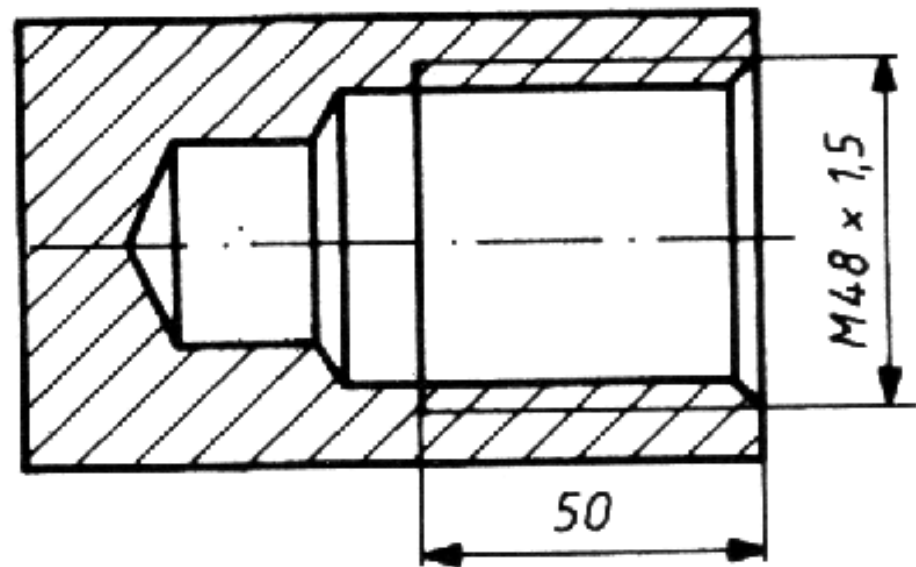




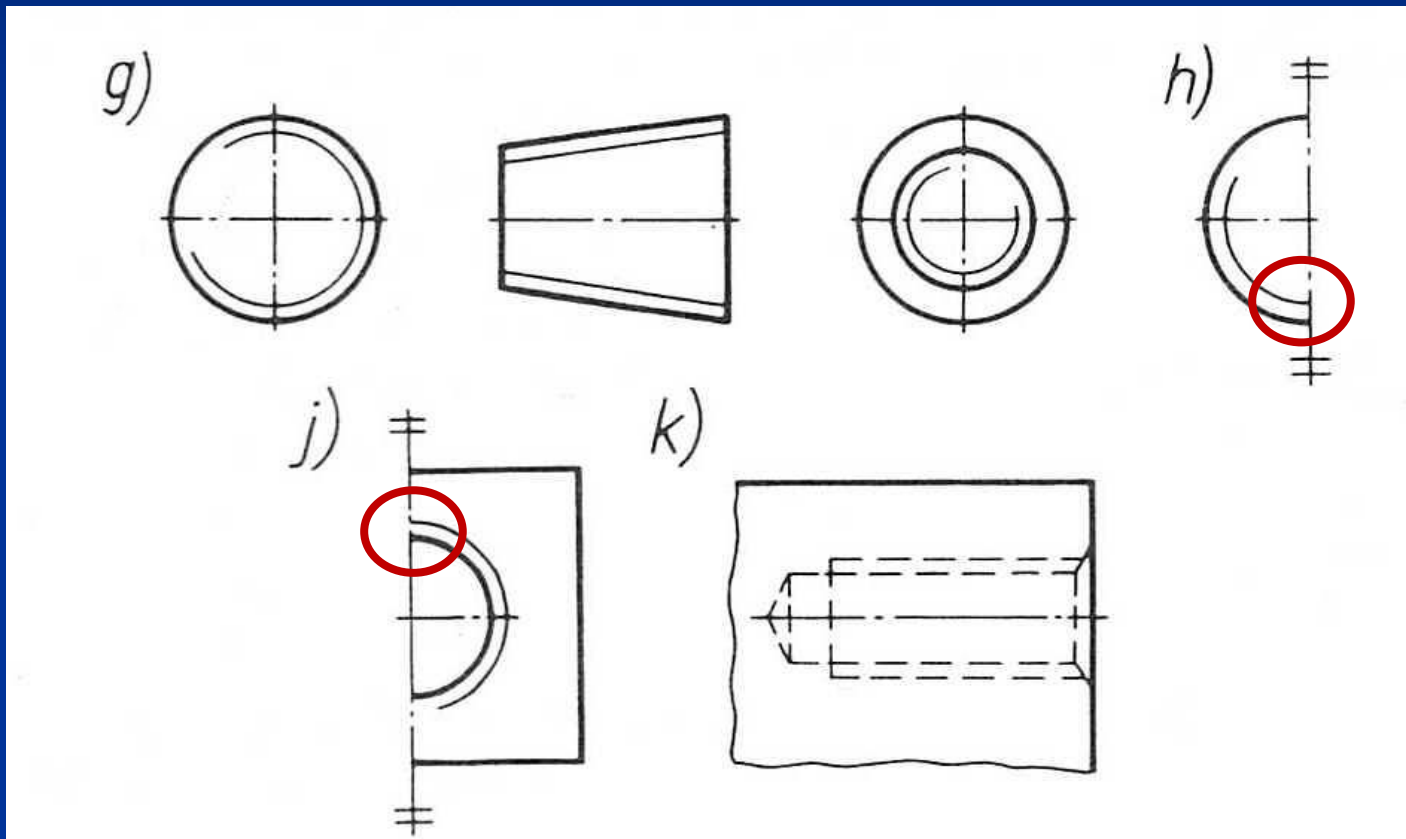
a)

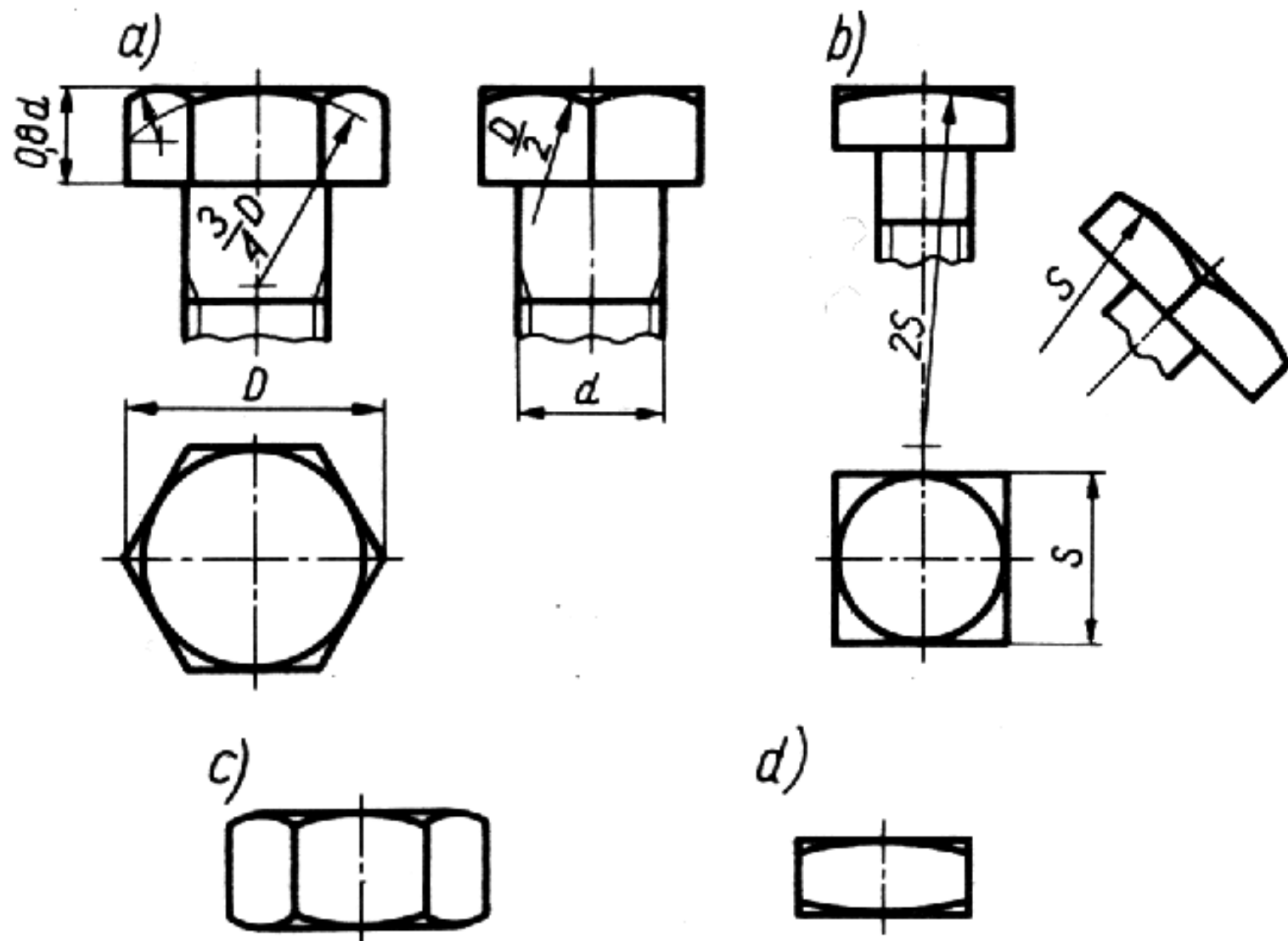


b)



Rysowanie gwintu w półwidoku





Rys. 10.23. Rysowanie uszczegółowione łbów śrub oraz nakrętek sześciokątnych i czworokątnych

Połączenia **gwintowe**: rysunek uszczegółowiony i dwa stopnie uproszczenia

W I stopniu uproszczenia, pomija się, **dla części złącznych**: łuki, sfazowania, wyjścia rowków gwintu;

Dla innych elementów złącza: luzy pomiędzy częściami łączonymi, a złącznymi, gwinty w otworach nieprzelotowych oraz wyjścia rowków gwintu.

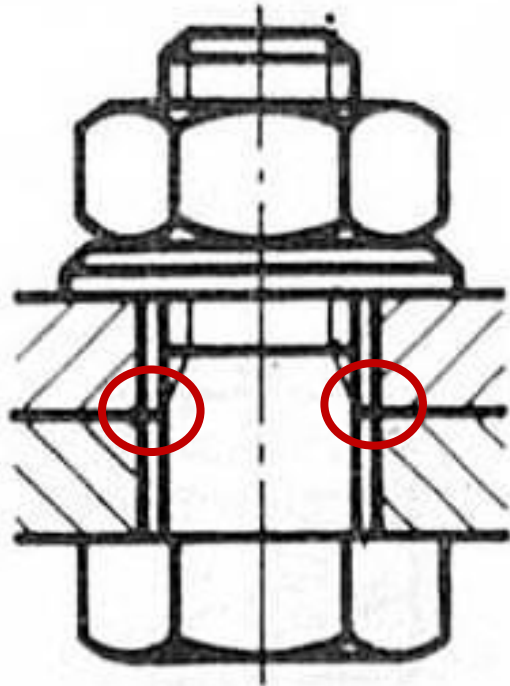
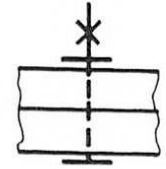
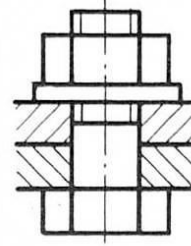
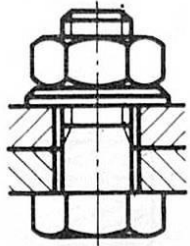
Rysunek uszczegółowiony połączenia

uproszczone

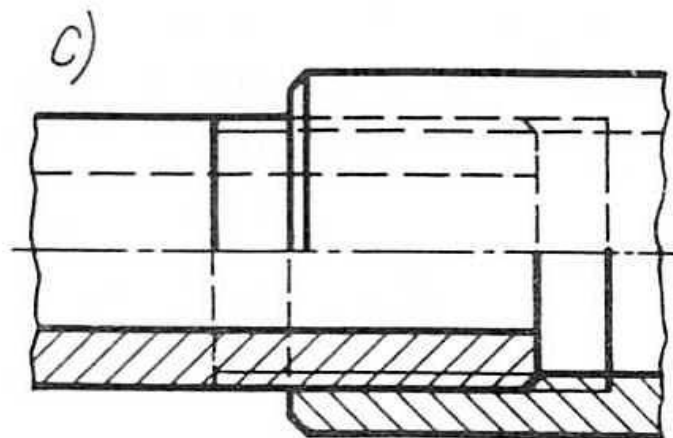
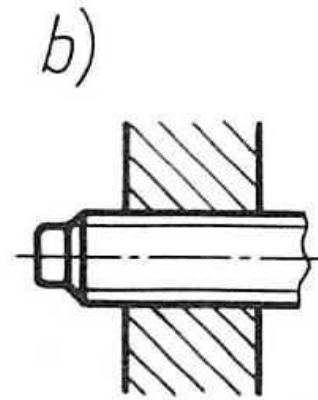
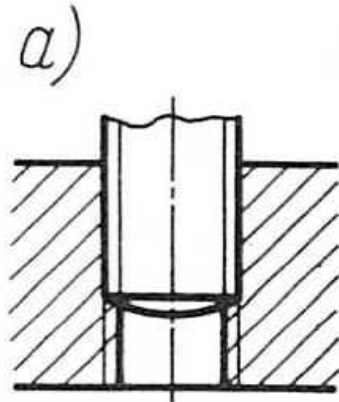
umowne

w przekroju

w widoku



Przenikanie gwintów



Połączenia nierozłączne (**spawane**, nitowane, zgrzewane, lutowane, skurczowe, wtlaczane)

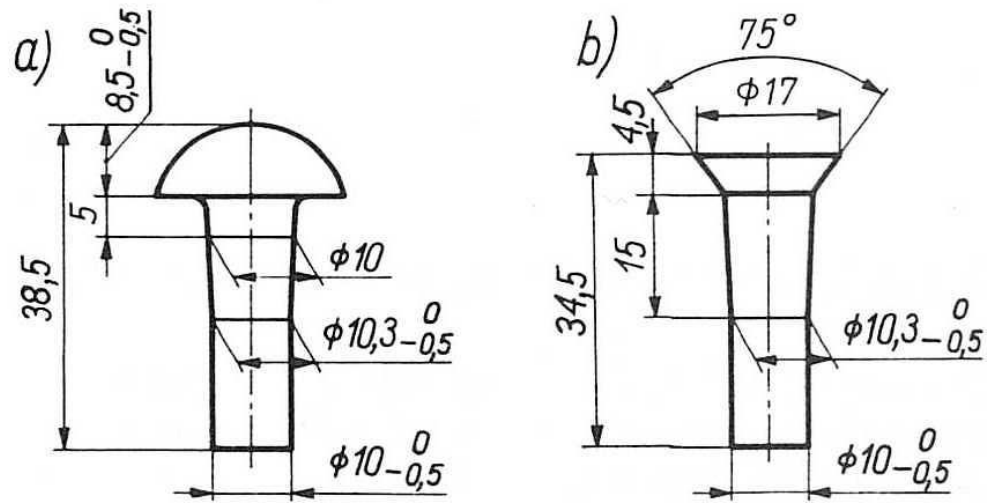
Rodzaje spoin:

- Czołowe,
- Pachwinowe (kątowe – **narożne teowe, krzyżowe**)

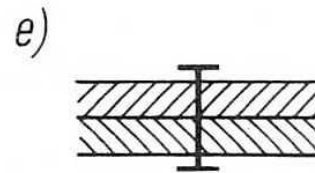
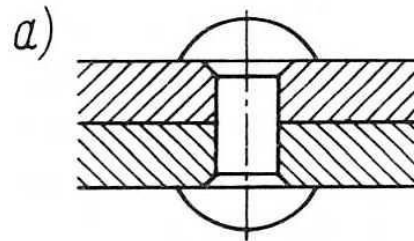
Są symbole każdej z tych spoin.

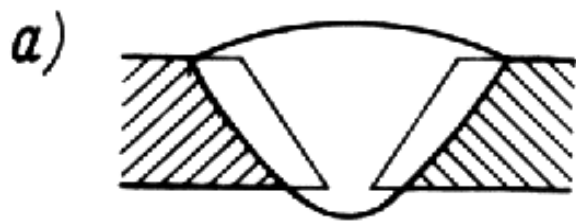
Polska norma przewiduje dwa stopnie uproszczeń stosowanych w rysowaniu połączeń spawanych (**przedstawienie uproszczone i umowne**). Stopień uproszczenia przyjmuje się w zależności od podziałki i charakteru rysunku (dla zwiększenia czytelności rysunku złożeniowego)

NITY

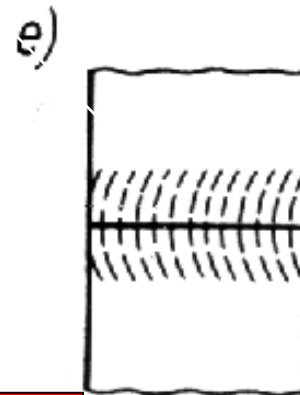
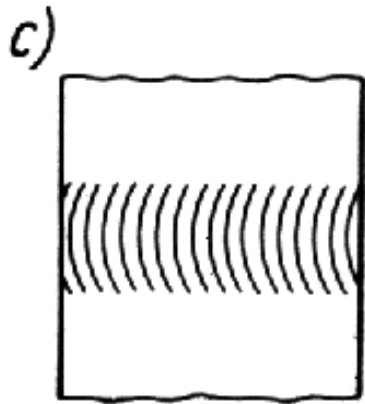


Rys. 10.1. Nity: a) kulisty zwykły, b) płaski

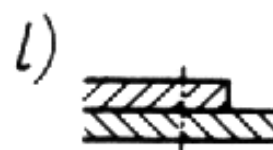
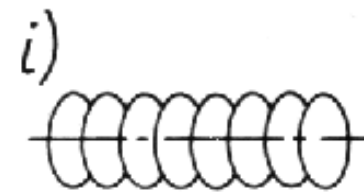
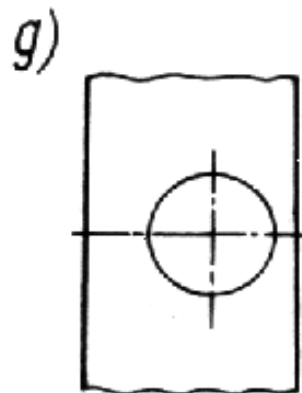
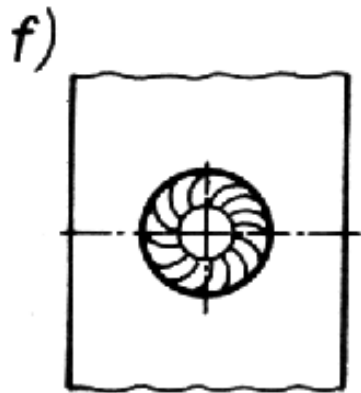




Rysunek dokładny w przekroju

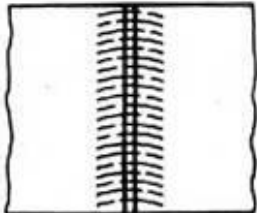
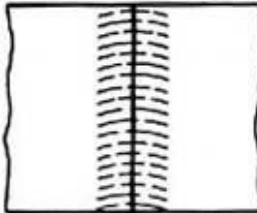
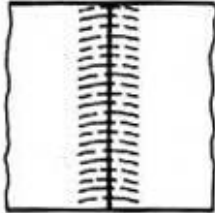
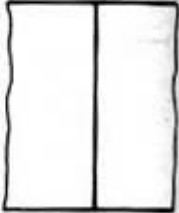




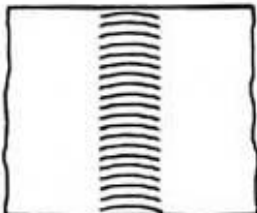
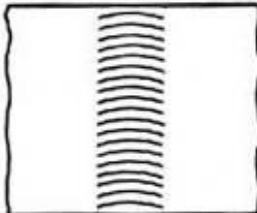
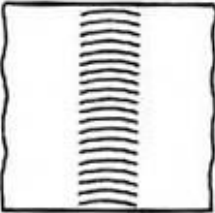
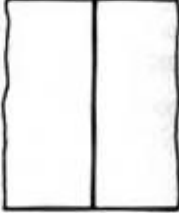


Rysunek dokładny w widoku



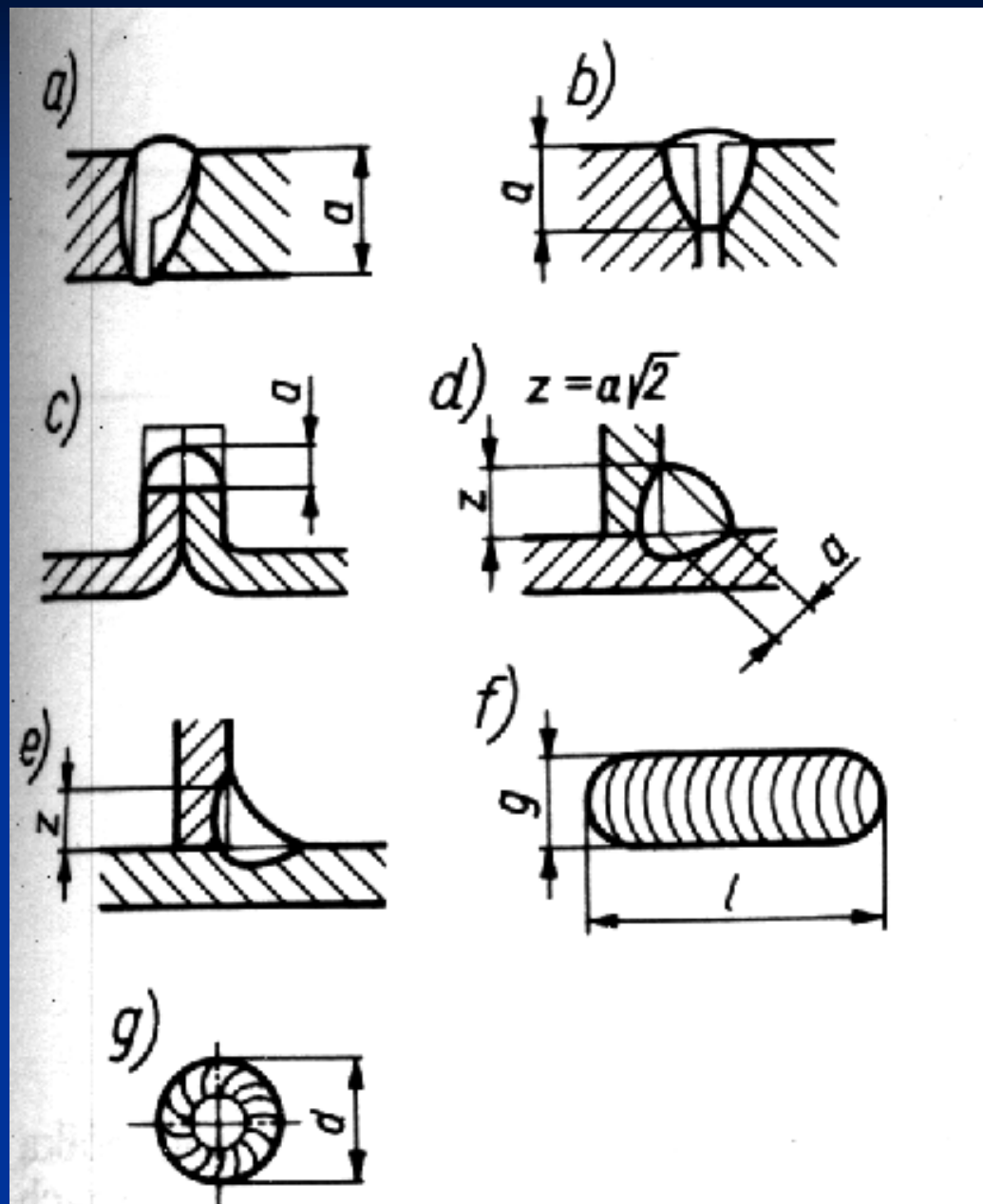
Połączenia spawane: uproszczenia

Tablica 10.1. Przedstawianie połączeń spawanych w uproszczeniu i w sposób umowny

Rodzaj rzutu	Uproszczenie			Rysunek umowny
Widok od strony przeciwnej do lica spoiny				
Przekrój				
Widok od strony lica spoiny				

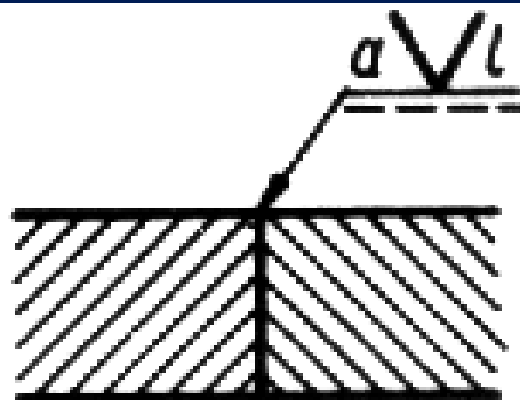
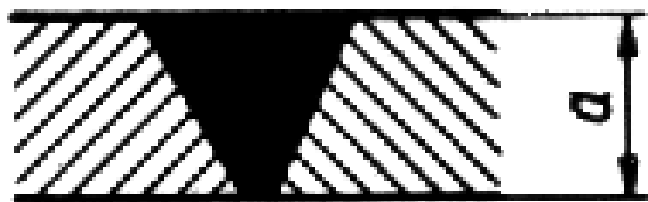
Nie trzeba rysować spoiny na całej długości

Wymiarowanie spoin (grubość, długość)

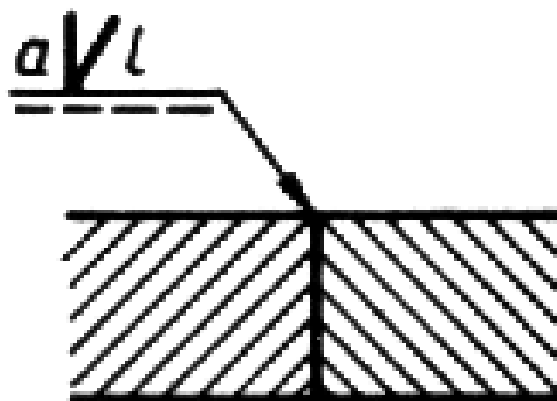
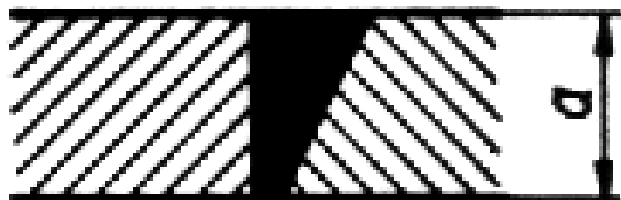


Wymiarowanie spoin pojedynczych

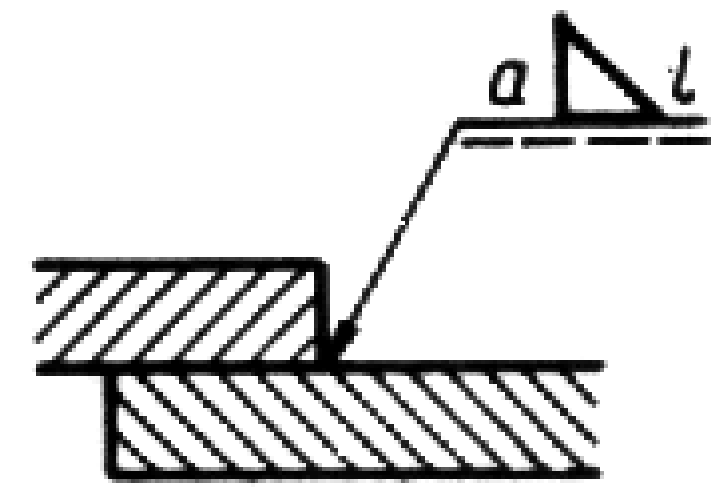
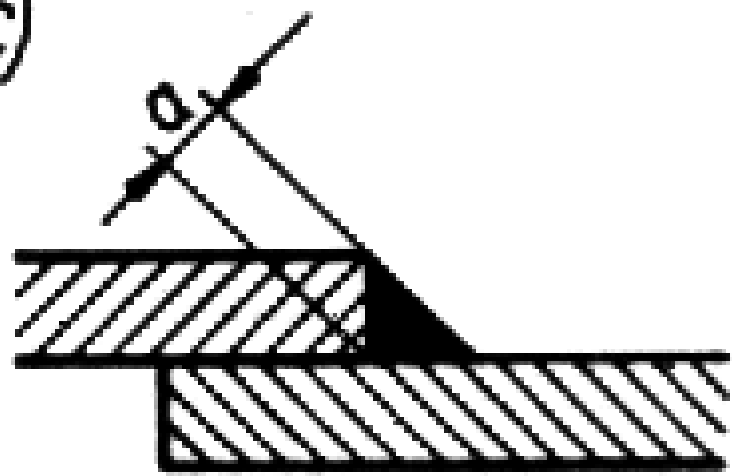
a)



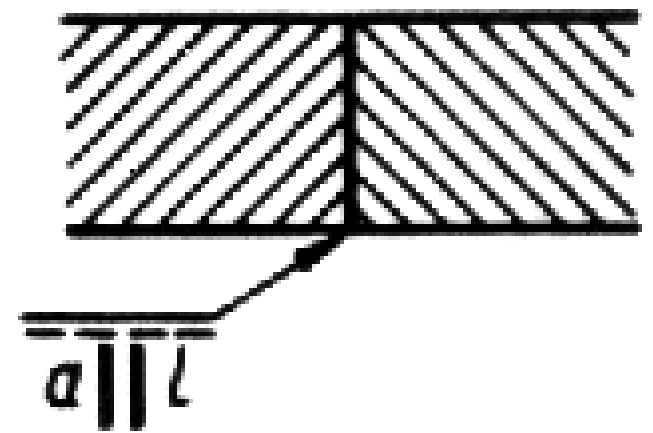
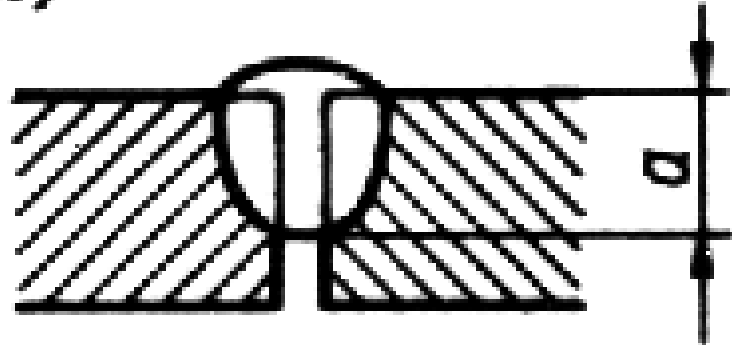
b)



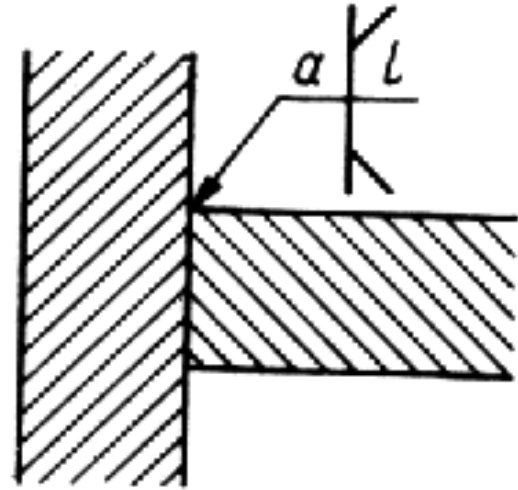
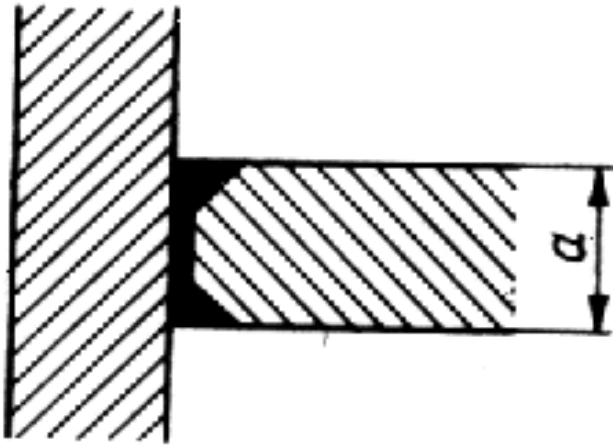
c)



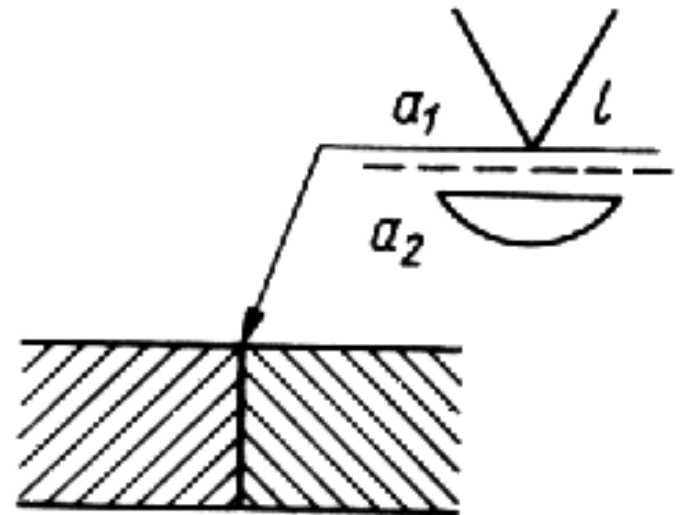
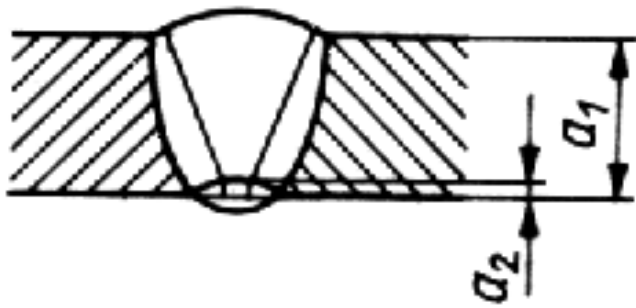
d)



a)

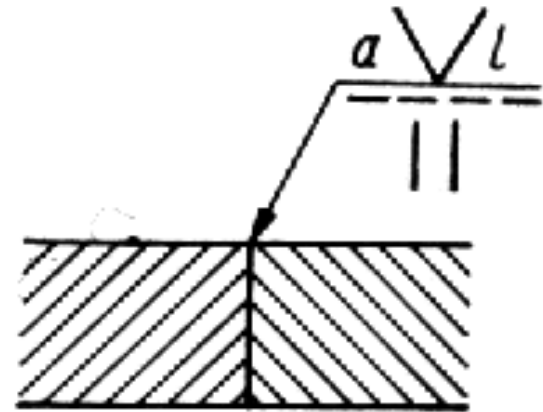
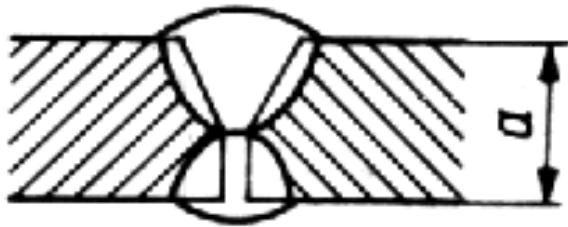


b)



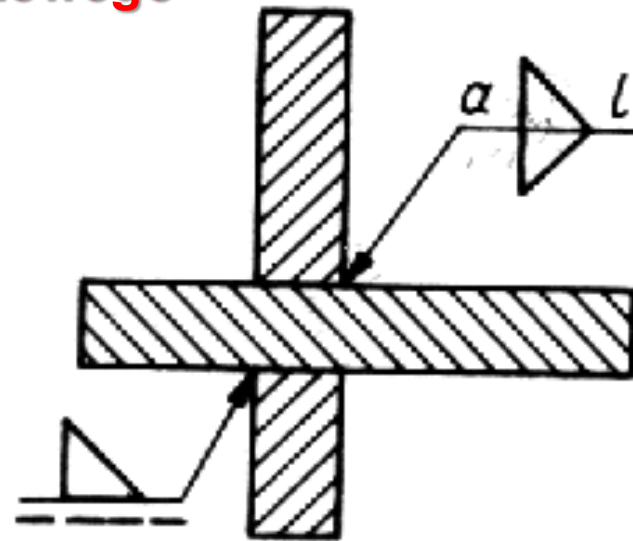
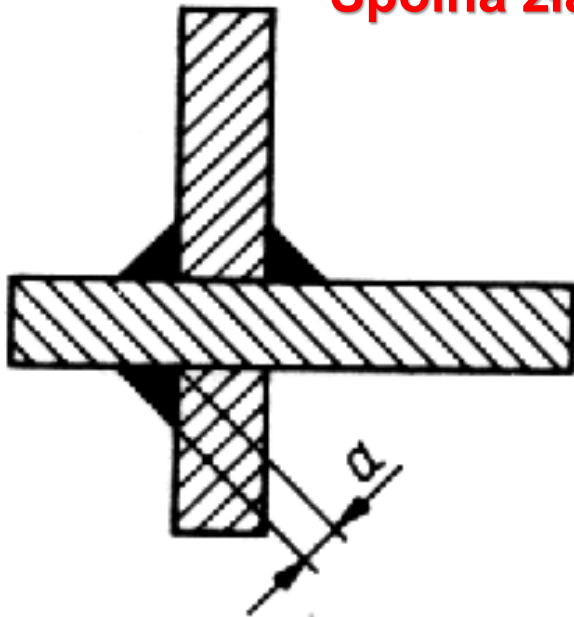
Spoina podwójna

c)



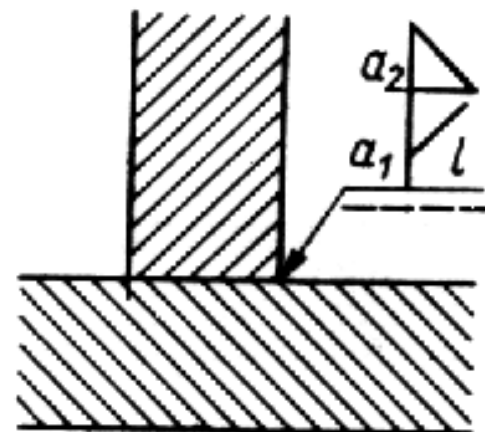
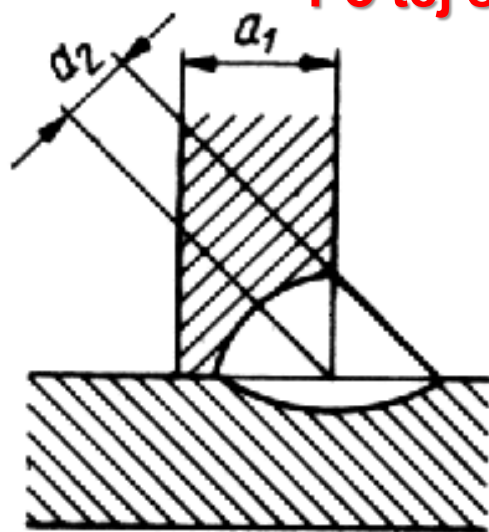
Spoina złącza krzyżowego

d)

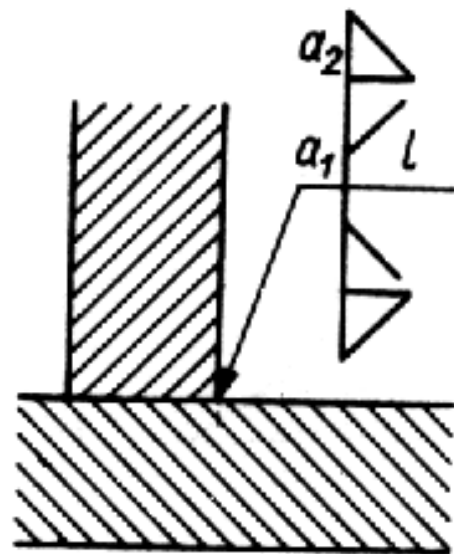
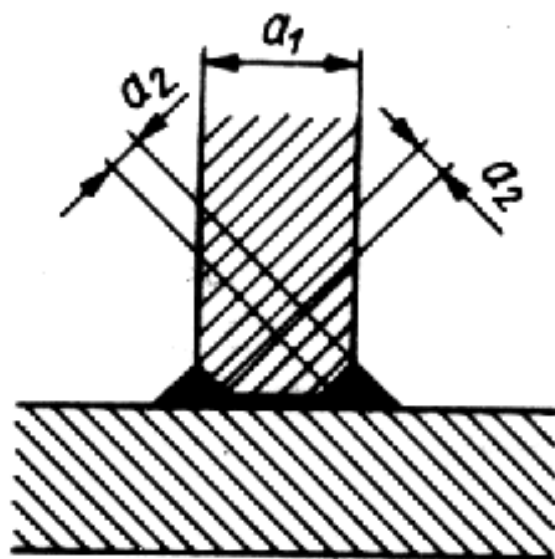


Po tej samej stronie dwie kolejno ułożone spoiny

e)

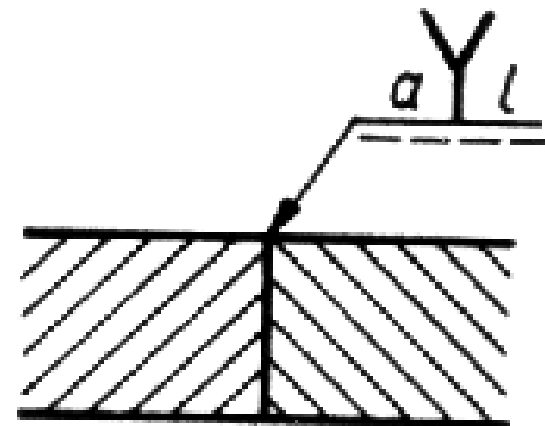
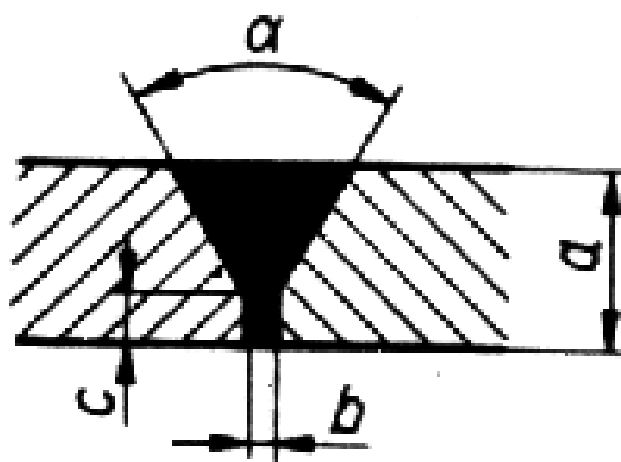


f)

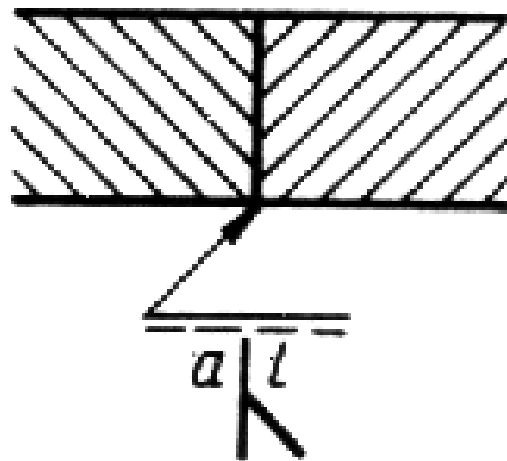
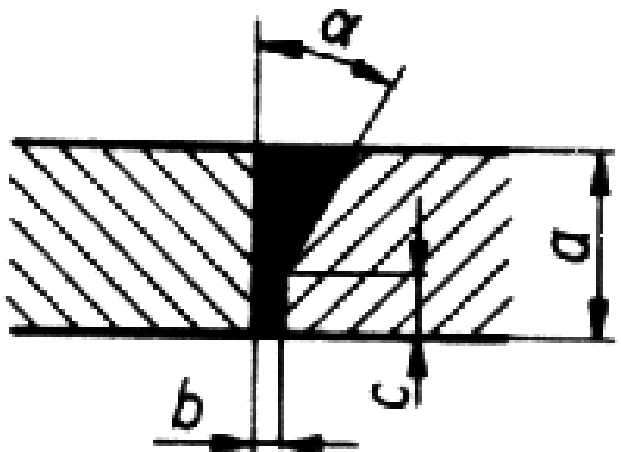


Rys. 10.12 Oznaczanie spoin podwójnych (dwustronnych)

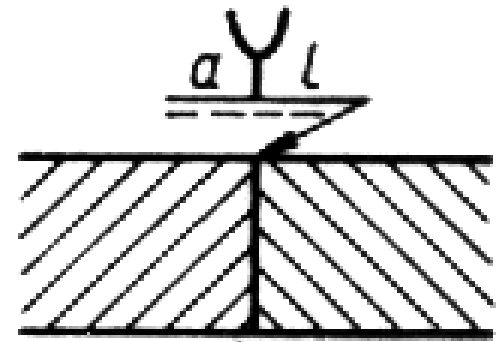
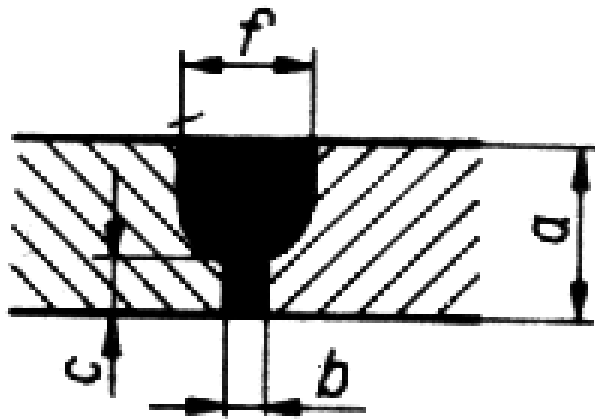
Oznaczenie dodatkowych wymiarów spoin



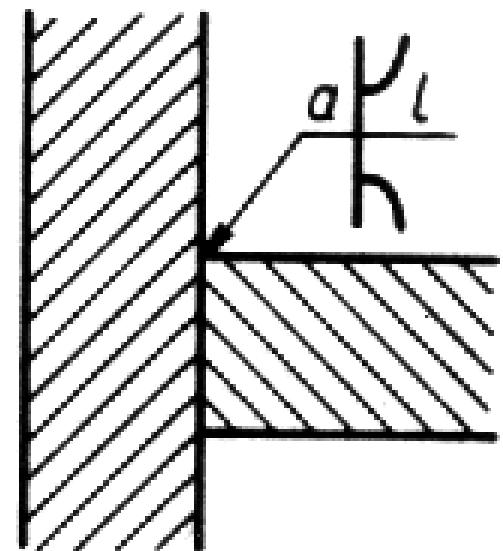
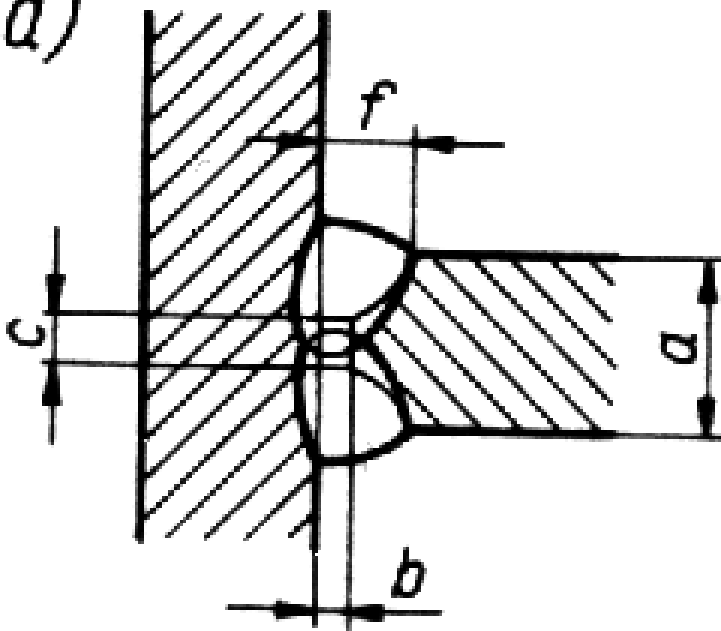
b)




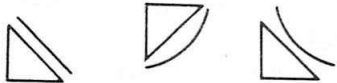



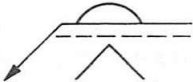
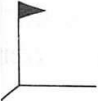
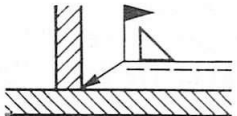
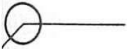
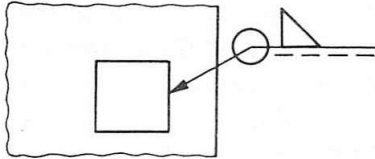

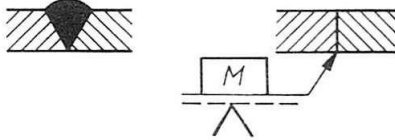

c)



d)



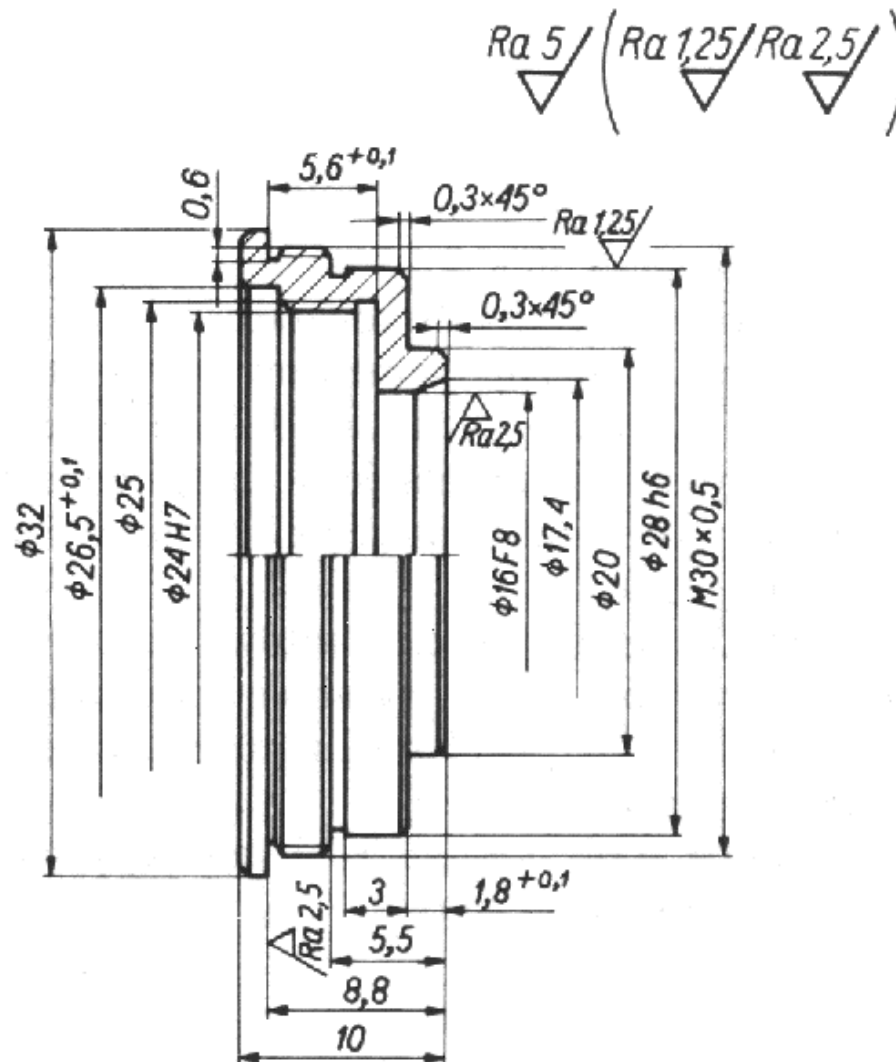
a 10.3. Dodatkowe znaki używane w oznaczeniach spoin

Znak	Objaśnienie	Przykład zastosowania
	Kreska prosta, wklęsła lub wypukła nad znakiem spoiny oznacza, że lico spoiny powinno być płaskie, wklęsłe lub wypukłe w stanie surowym	
	Kotwica nad znakiem spoiny oznacza, że podtopienia i inne karby należy usunąć przez obróbkę skrawaniem, uzyskując łagodne przejście do metalu rodzimego	
	Półkoło oznacza pełny przetop w obszarze gardzieli rowka uzyskany przez wykonanie podspoiny lub spoiny podkładowej. Znak umieszcza się po przeciwnej stronie znaku umownego (rys. 10.12b)	
	Linia odniesienia mająca chorągiewkę na załamaniu oznacza, że spoina powinna być wykonana przy montażu	
	Okrąg na załamaniu linii odniesienia oznacza ciągłość spoiny na całym obwodzie złącza	
	Prostokąt otwarty wraz z literami MR oznacza spawanie na podkładce spawalniczej, usuwanej po wykonaniu spoiny. Znak umieszcza się po przeciwnej stronie znaku umownego	
	Spawanie na stałej podkładce spawalniczej	

WYKŁAD VII

**Rysunek złożeniowy i rysunki
wykonawcze części**

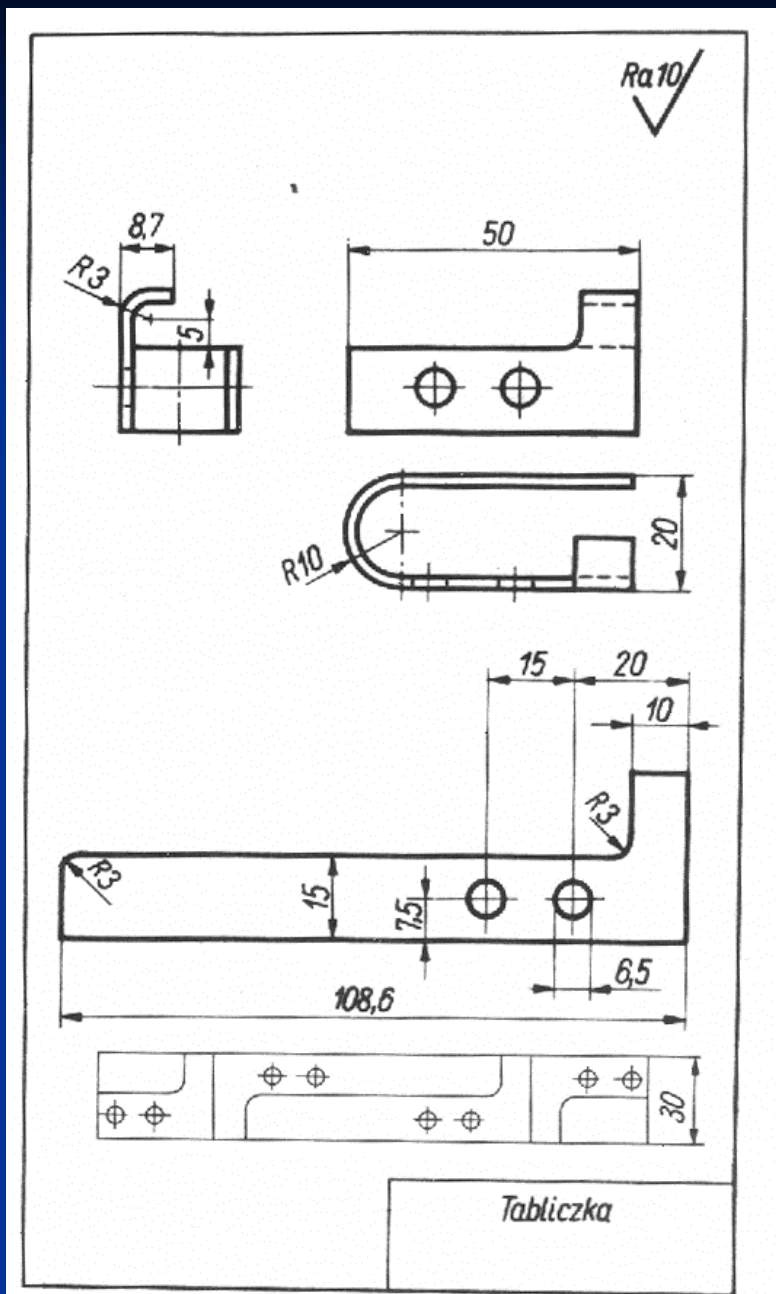
Rysunek wykonawczy części

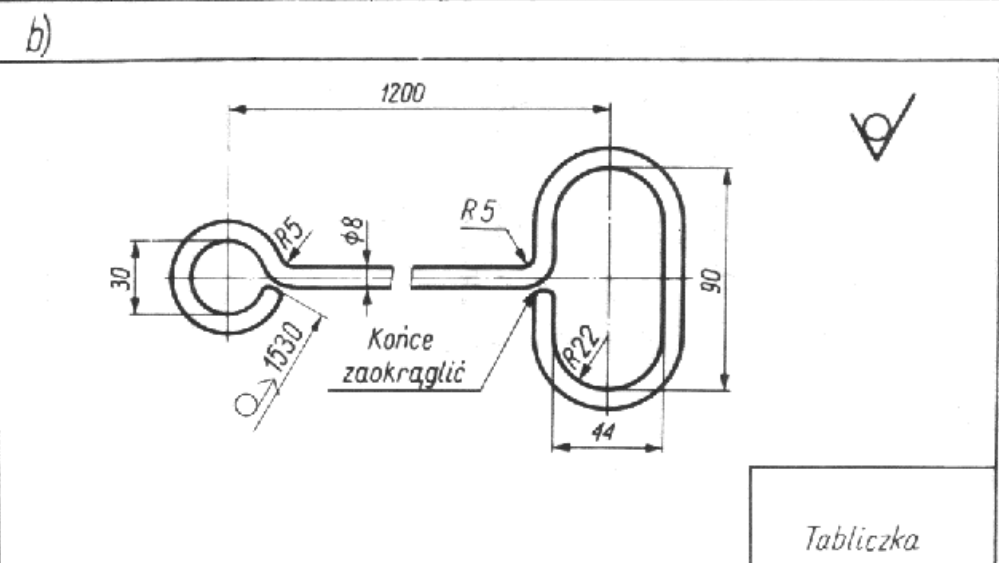
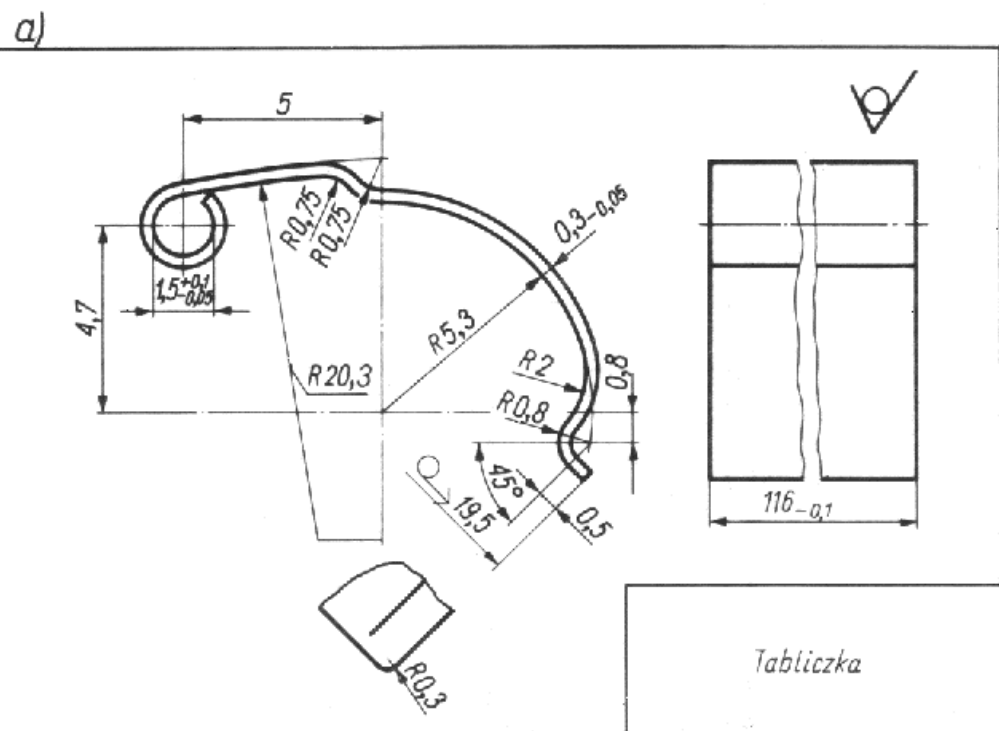


Rysunek części wyciętej z blachy i wygiętej.

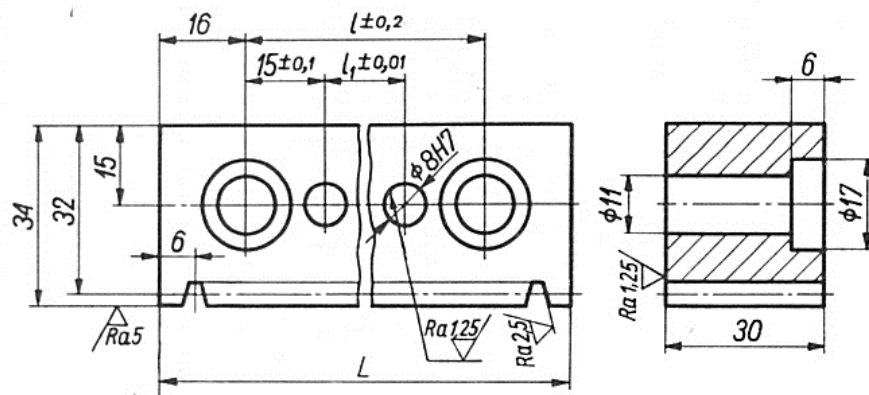
Wymiary są podzielone:

- Wymiary uzyskane w wyniku wygięcia blachy
- Wymiary uzyskane w wyniku wycięcia i obróbki blachy





Rysunek wykonawczy części wyciętej z blachy i wygiętej z drutu (podana jest potrzebna długość paska blachy oraz drutu przed wygięciem)

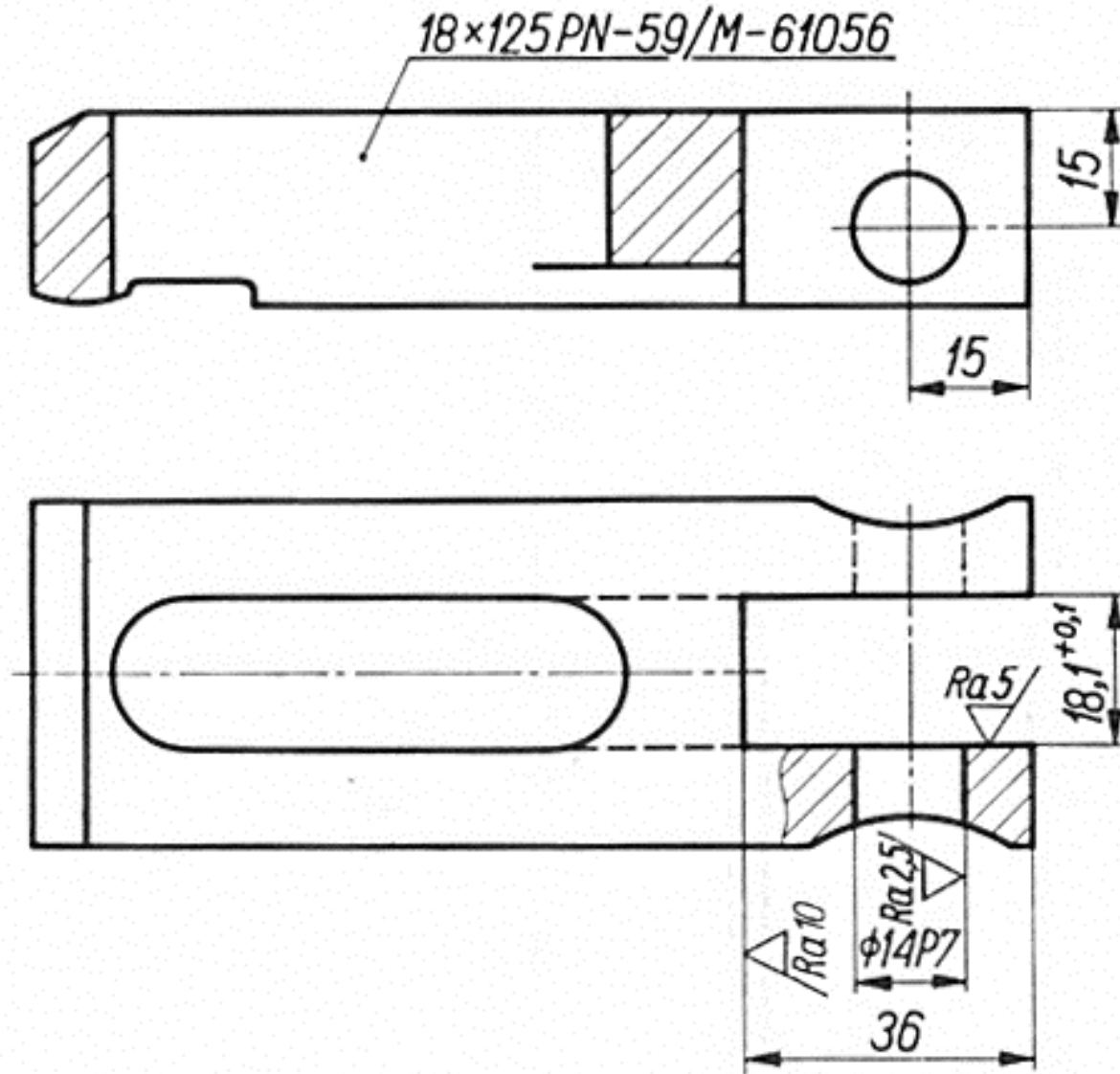


$Ra 10 / (Ra 1,25 / Ra 2,5 / Ra 5)$

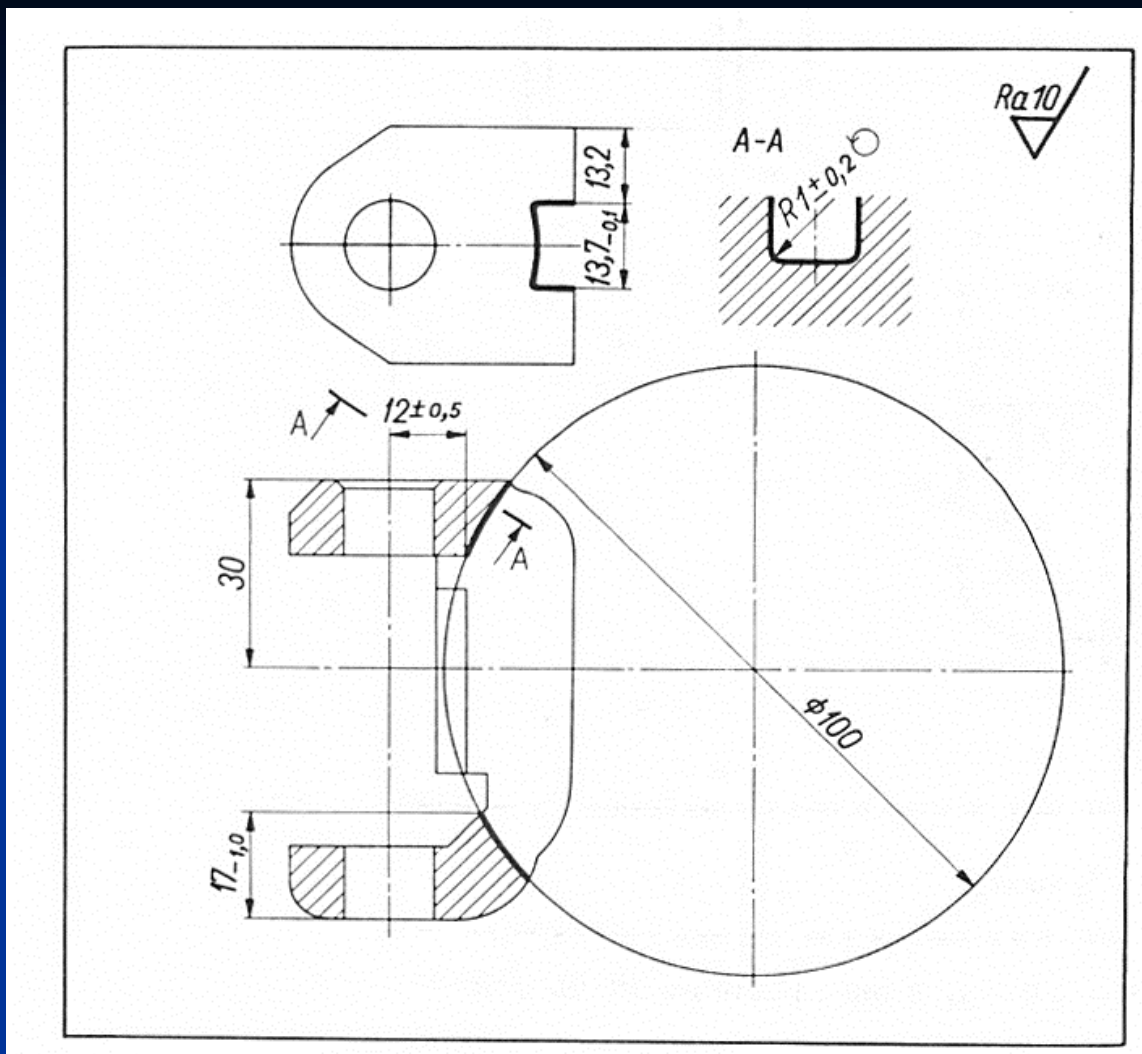
		Nr	1	2	3
Liczba zębów		z	30	41	62
Moduł normalny		m_n	2		
Zarys odniesienia	kąt zarysu	α	15°		
	luz wierzchołkowy	c	0,4		
Kąt pochylenia linii zęba		β	-		
Współczynnik przesunięcia zarysu		x	-		
Dokładność wykonania			4		
Długość wzdłuż wspólnej normalnej przez 10 zębów		W	65,94 ^{-0,02} _{-0,04}		
Wysokość zęba		h	4,4		
Koło współpracujące	numer rysunku		2.15.01		
	liczba zębów	z	30		
	średnica podziałowa	d	60		
Długość	L	200	263	400	
	l	168	231	368	
	l ₁	138	201	330	

Tabliczka

Rysunek kilku części różniących się tylko niektórymi wymiarami

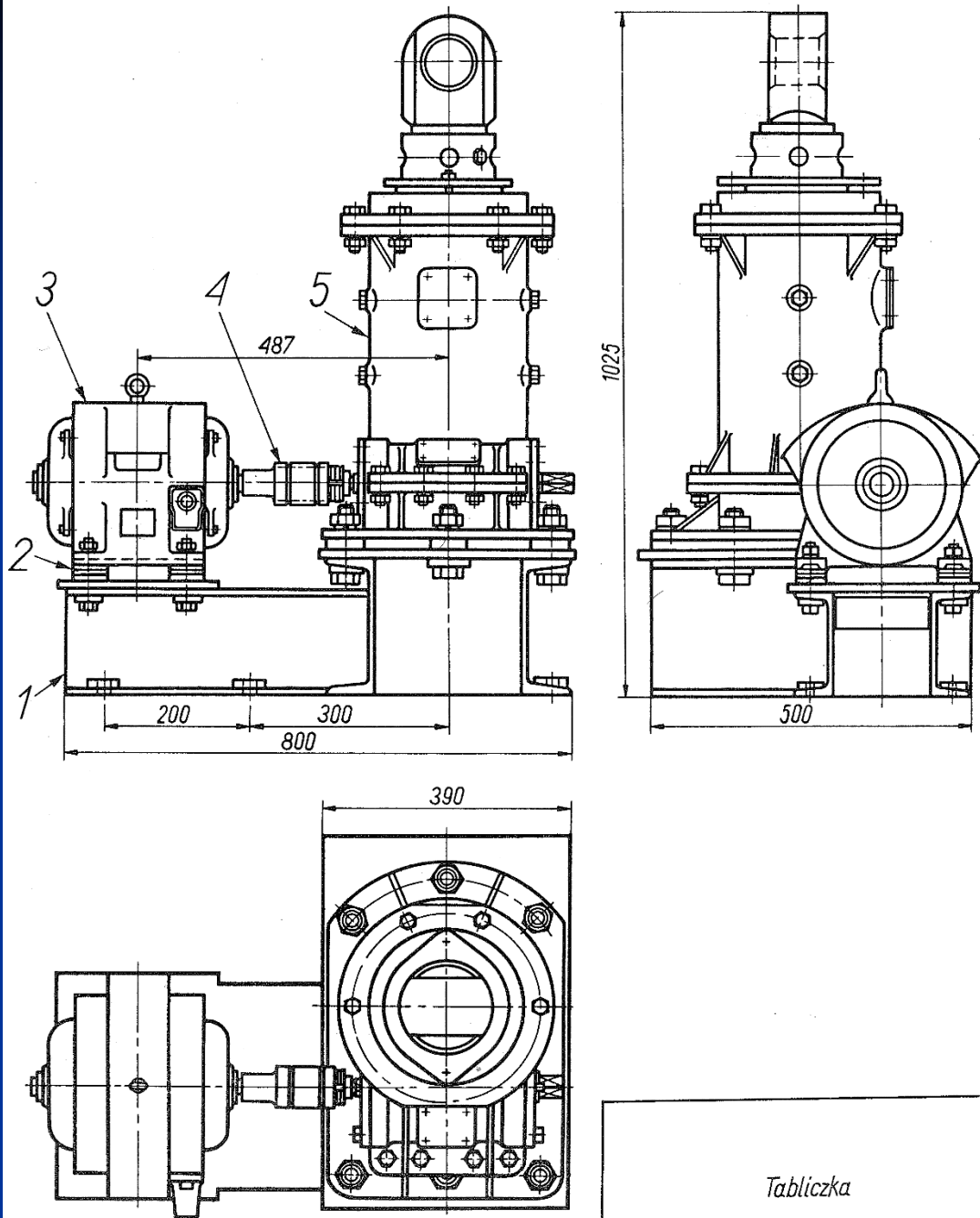


Rysunek obróbki części znormalizowanej (łapy) - tylko dodatkowe informacje odnośnie obróbki.

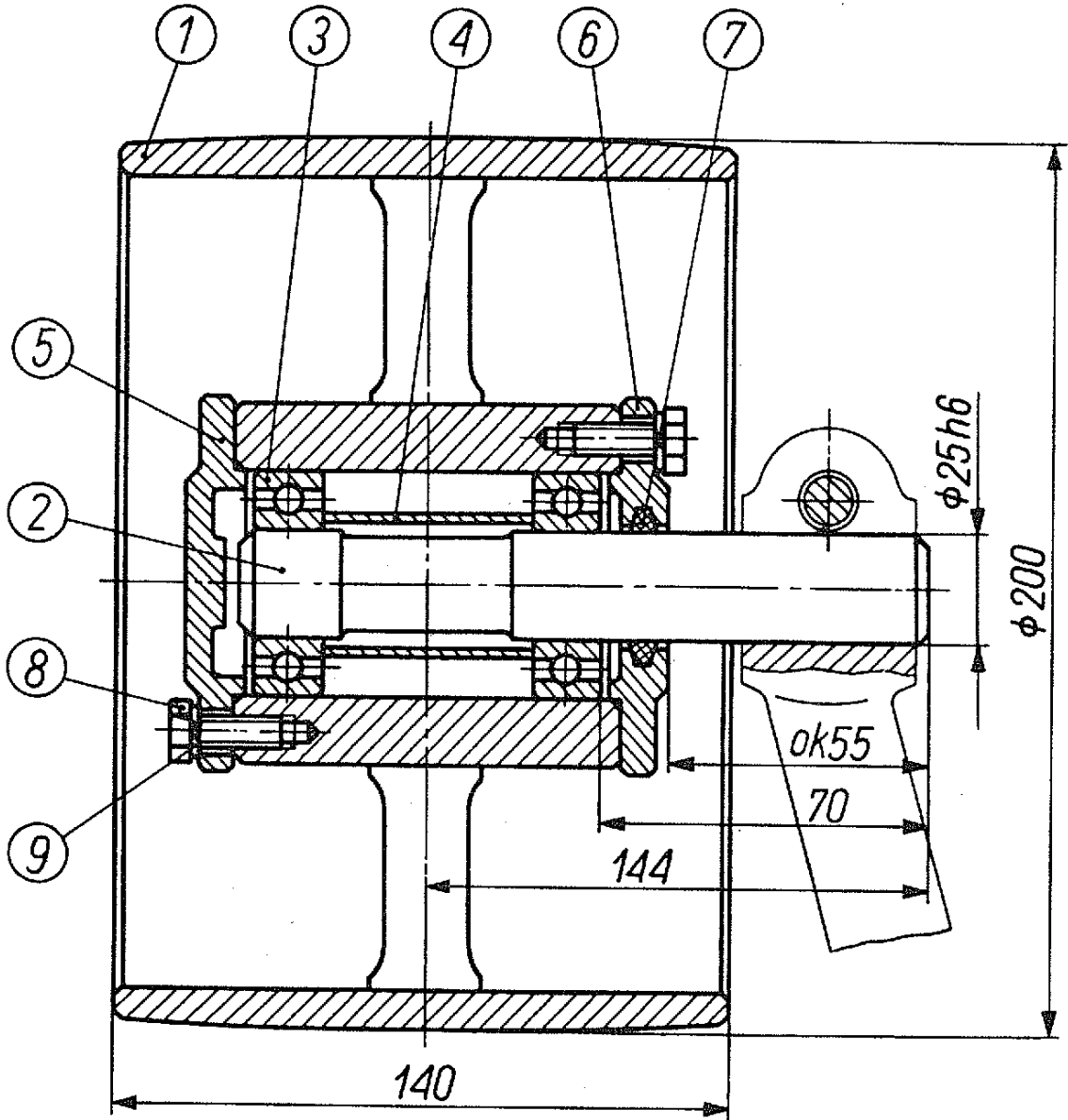


Rysunek operacyjny – grubą linią zaznaczone są tylko te powierzchnie, które są w tej operacji obrabiane.

Rysunek złożeniowy (numerowane tylko zespoły)



Tabliczka



Rysunek złożeniowy
(numerowane części)

6	Podkładka 7	9	PN/M-82008		
6	Sruba M6x20	8	PN/M-82110		
1	Uszczelka 40x25x8	7	file		
1	Pokrywa	6	L 450	NP 20.14.06	
1	Pokrywa	5	L 450	P 20.14.05	
1	Tuleja dystansowa	4	St 5		
2	łożysko toczne 6205	3	PN/M-86102		
1	Oś	2	35		
1	Koło pasowe	1	L 450	NP 20.14.01	

ILOŚĆ SZTUK	NAZWA CZĘŚCI	NR CZĘŚCI	MATERIAŁ LUB NORMA	NR MODELU LUB FOREMNIKA	UWAGI
-------------	--------------	-----------	--------------------	-------------------------	-------

NR.ZMIANY	IL.ZMIAN	TREŚĆ ZMIANY	PODPIS	DATA
-----------	----------	--------------	--------	------

KONSTR.	<i>[Signature]</i>	16.II	Znak i nazwa wytwórni	NP 20.14
KREŚLIŁ	<i>[Signature]</i>	30.II		
SPRAWDZ.	<i>[Signature]</i>			
ZATWIERDZ	<i>[Signature]</i>			

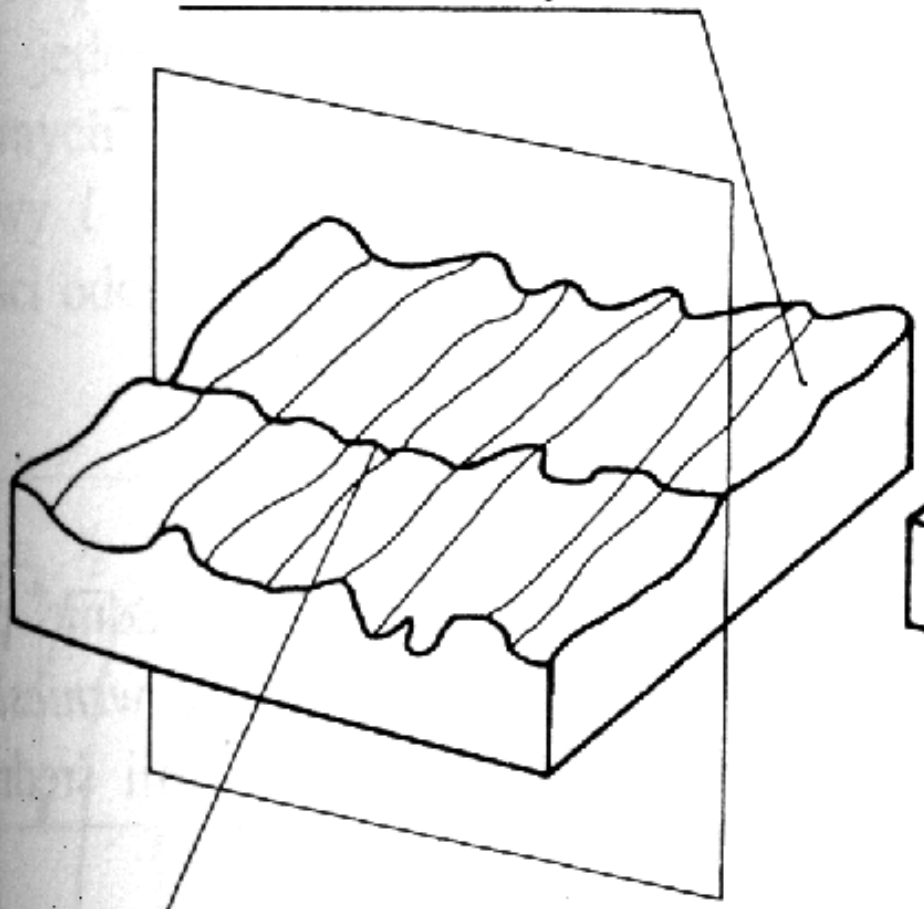
PODZIAŁKA 1:1	Naprężacz pasa	ZASTĘPUJE RYS.	ARKUSZY 1
		ZAST.PREZ RYS.	ARKUSZ 1

WYKŁAD VI

**tolerowanie wymiarów liniowych
tolerowanie kształtu i położenia,
stan powierzchni (chropowatość i
falistość)**

a)

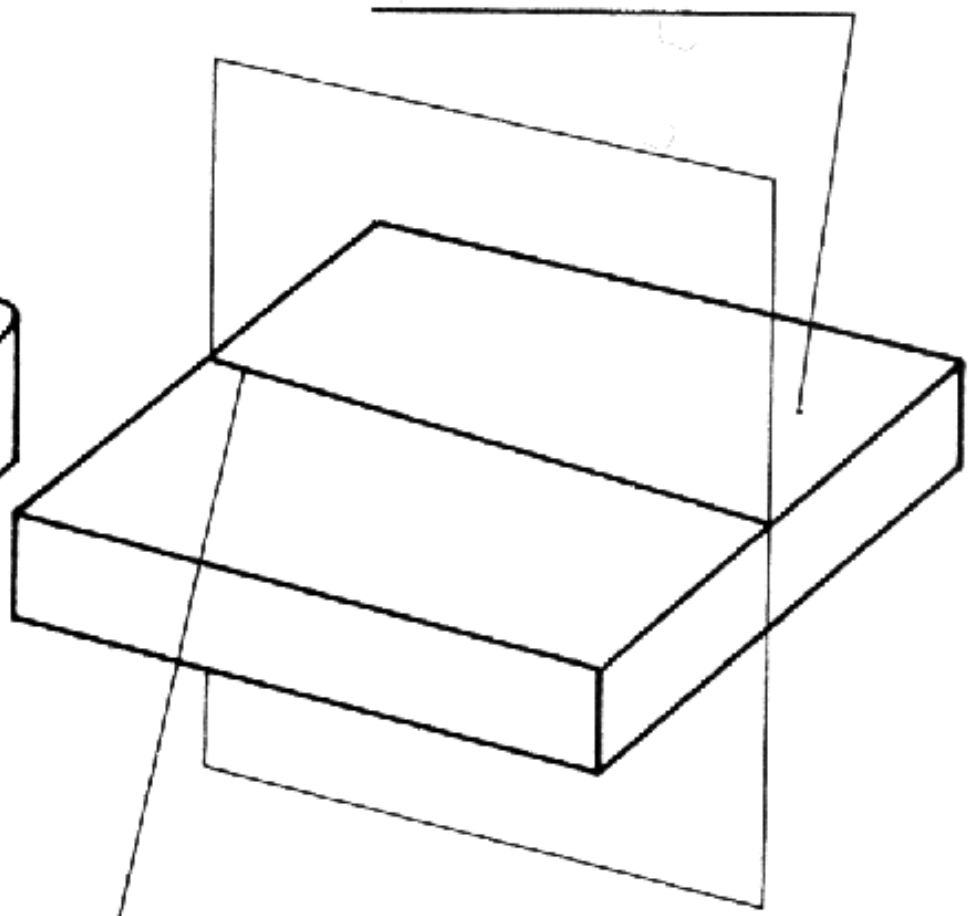
Powierzchnia rzeczywista



Profil rzeczywisty

b)

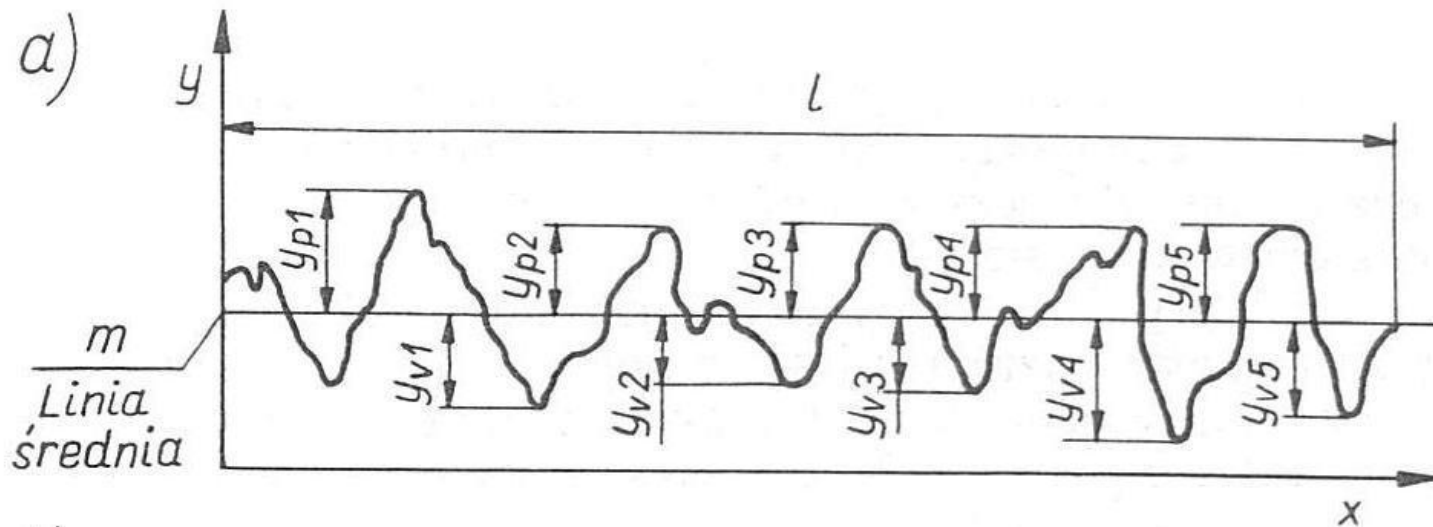
Powierzchnia nominalna

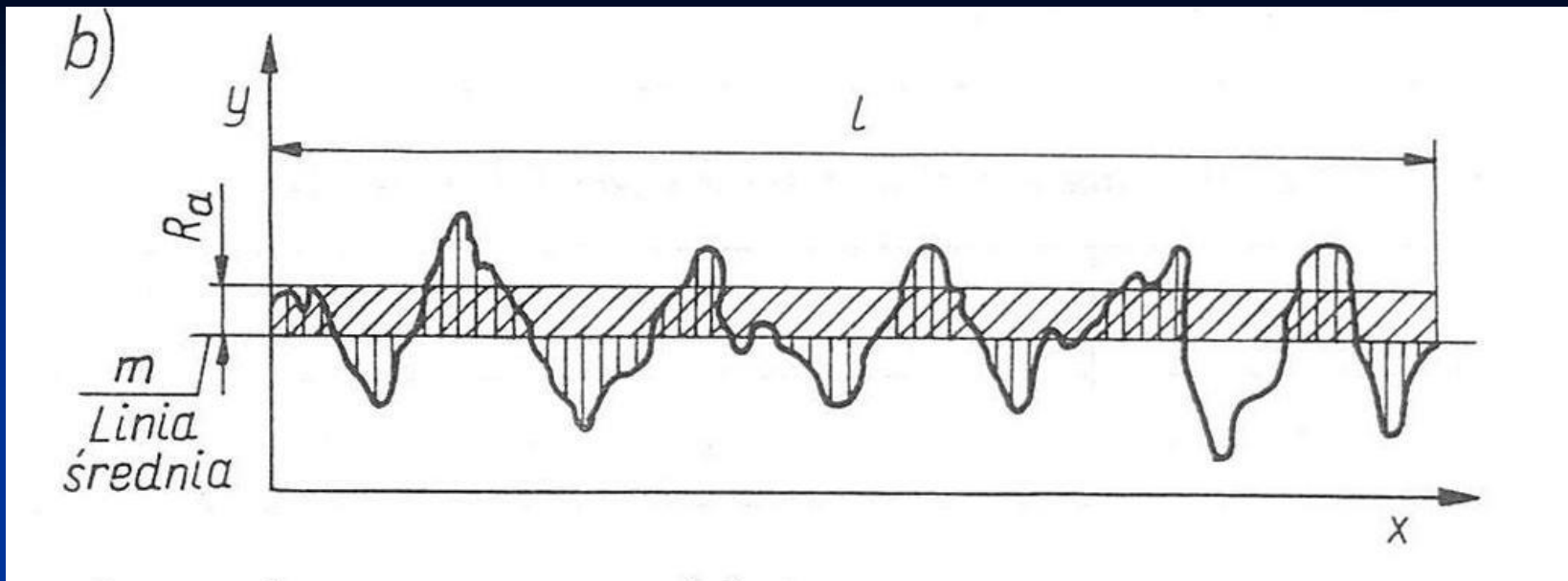


Profil nominalny

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vi}|}{5}$$

gdzie: y_{pi} – wysokość i -tego wzniesienia profilu, y_{vi} – głębokość i -tego wgłębienia profilu,





b) *średnie arytmetyczne odchylenie profilu chropowatości* R_a – średnia arytmetyczna wartości bezwzględnych odchyżeń profilu y od linii średniej m w przedziale odcinka elementarnego l (rys. 8.12b)

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx$$

gdzie $y(x)$ – równanie profilu chropowatości, lub w przybliżeniu

$$R_a \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

gdzie: y_i – odchylenie i -tego punktu profilu, n – liczba punktów podziału odcinka elementarnego.

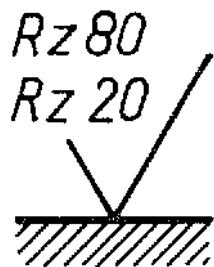
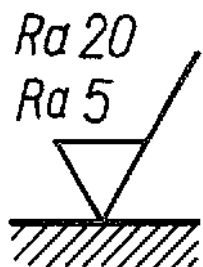
Odcinek elementarny l – jest to długość linii odniesienia przyjęta do wyznaczania nierówności, charakteryzująca chropowatość powierzchni.

Linia średnia profilu chropowatości m – jest to linia odniesienia dzieląca profil chropowatości tak, że w przedziale odcinka elementarnego l suma kwadratów odchyżeń profilu y od tej linii jest minimalna.

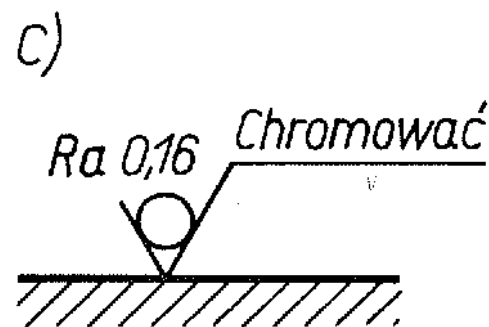
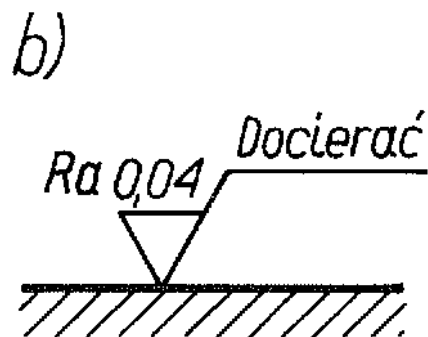
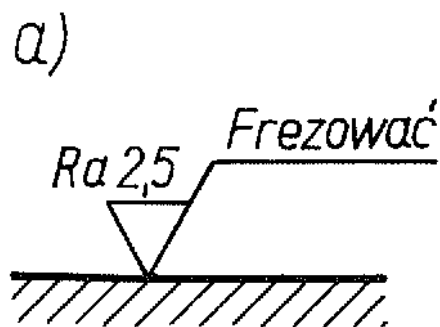
a) $Ra\ 1,25$

b) $Ra\ 2,5$

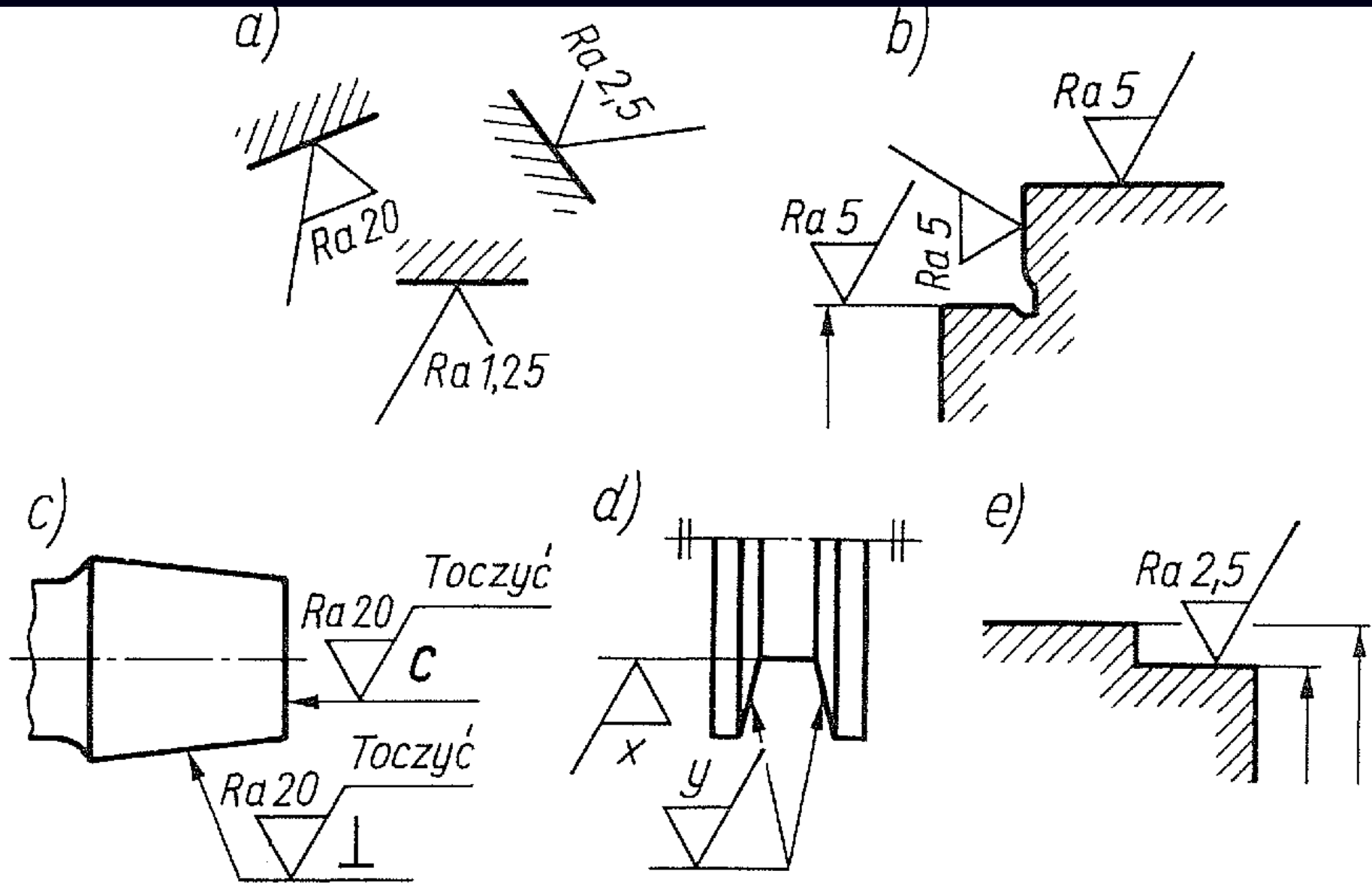
c) $Rz\ 10$



Rys. 8.4. Oznaczenia najmniejszej i największej dopuszczalnej chropowatości


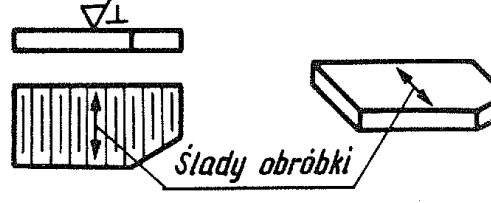
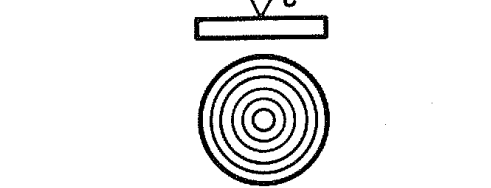
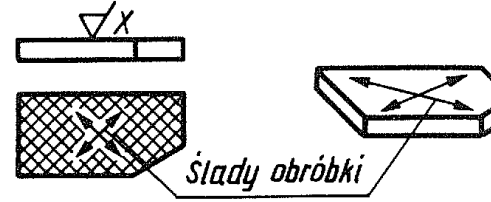


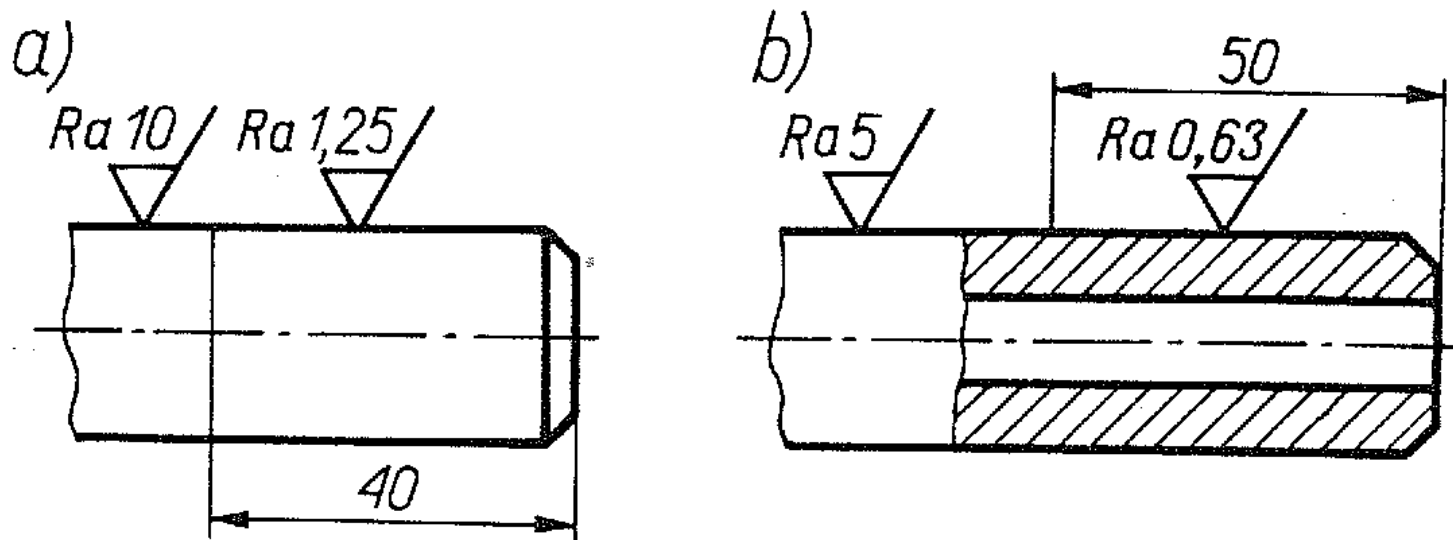
Rys. 8.5. Oznaczenia chropowatości oraz: a), b) sposobu obróbki, c) powłoki na powierzchni



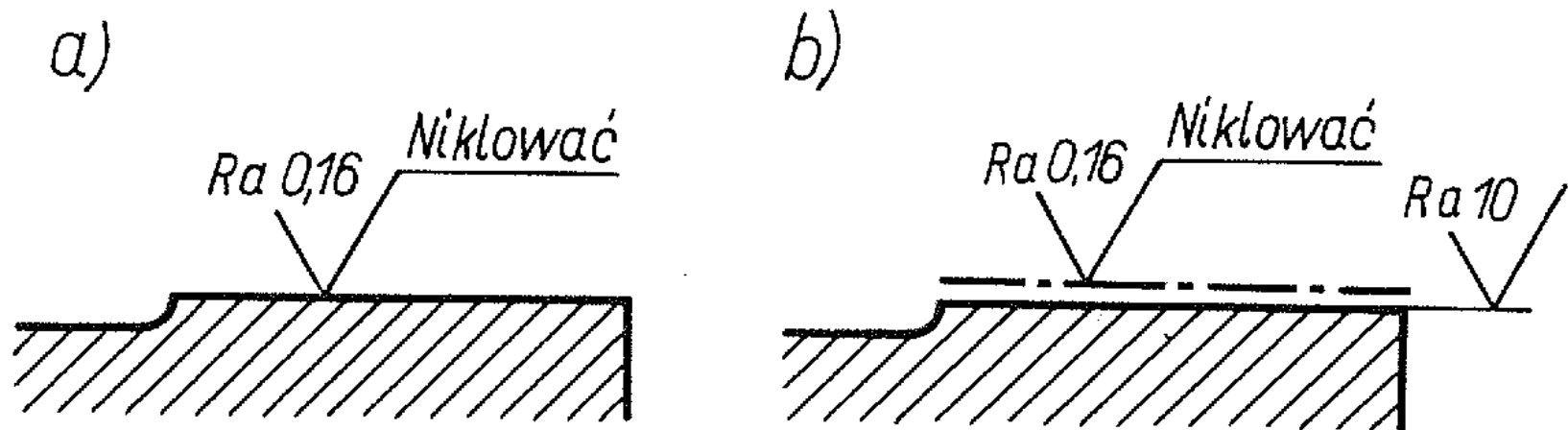
Rys. 8.7. Sposoby umieszczania oznaczeń chropowatości na rysunkach

Tablica 8.2. Symbole kierunkowości struktury powierzchni

Rodzaj kierunkowości	Odmiana kierunkowości	Przykłady sposobu obróbki	Symbol	Szkic
Jednokierunkowa	Równoległa (do krawędzi powierzchni w rzucie, na którym podano symbol)	Struganie Dłutowanie	=	
	Prostopadła (do krawędzi powierzchni w rzucie, na którym podano symbol)	Toczenie wzdłużne Struganie Dłutowanie	⊥	
	Współśrodkowa (w przybliżeniu — względem środka powierzchni)	Toczenie czołowe Frezowanie czołowe	C	
	Skrzyżowana (w dwóch kierunkach ukośnych względem krawędzi powierzchni w rzucie, na którym podano symbol)	Frezowanie czołowe Dogładzanie	X	

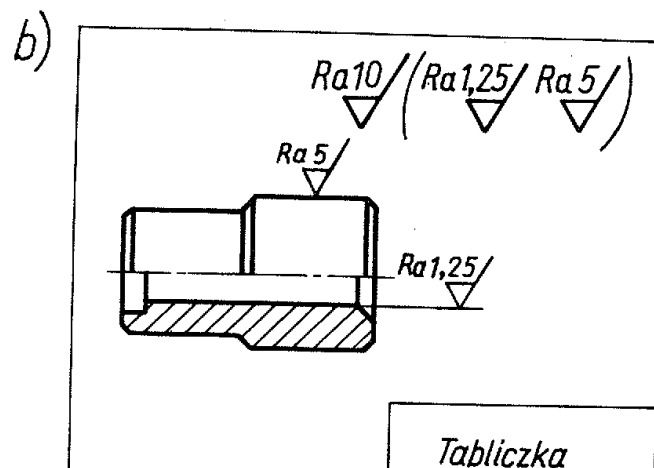
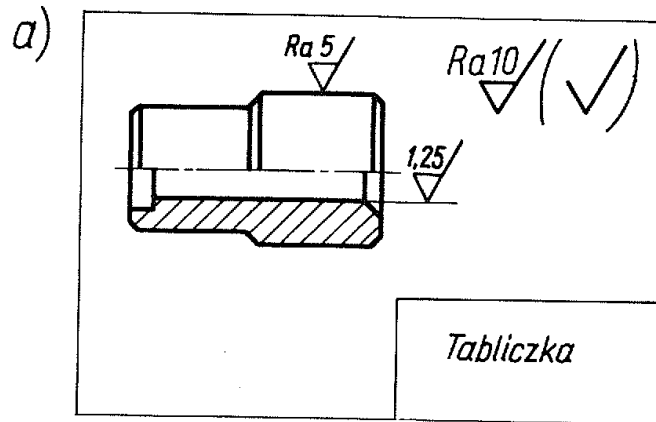


Rys. 8.9. Oznaczanie różnych chropowatości części tej samej powierzchni

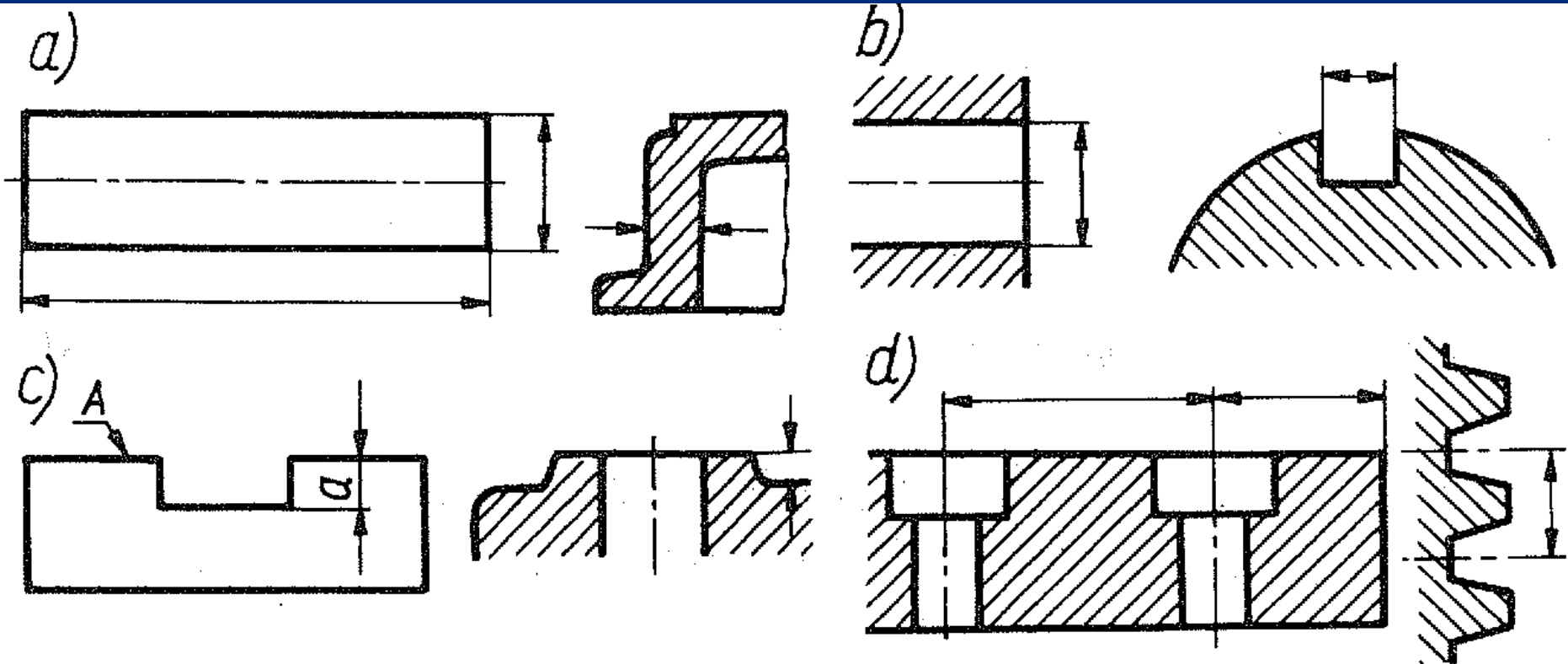


Rys. 8.11. Przykłady oznaczeń dopuszczalnej chropowatości powierzchni powlekanych

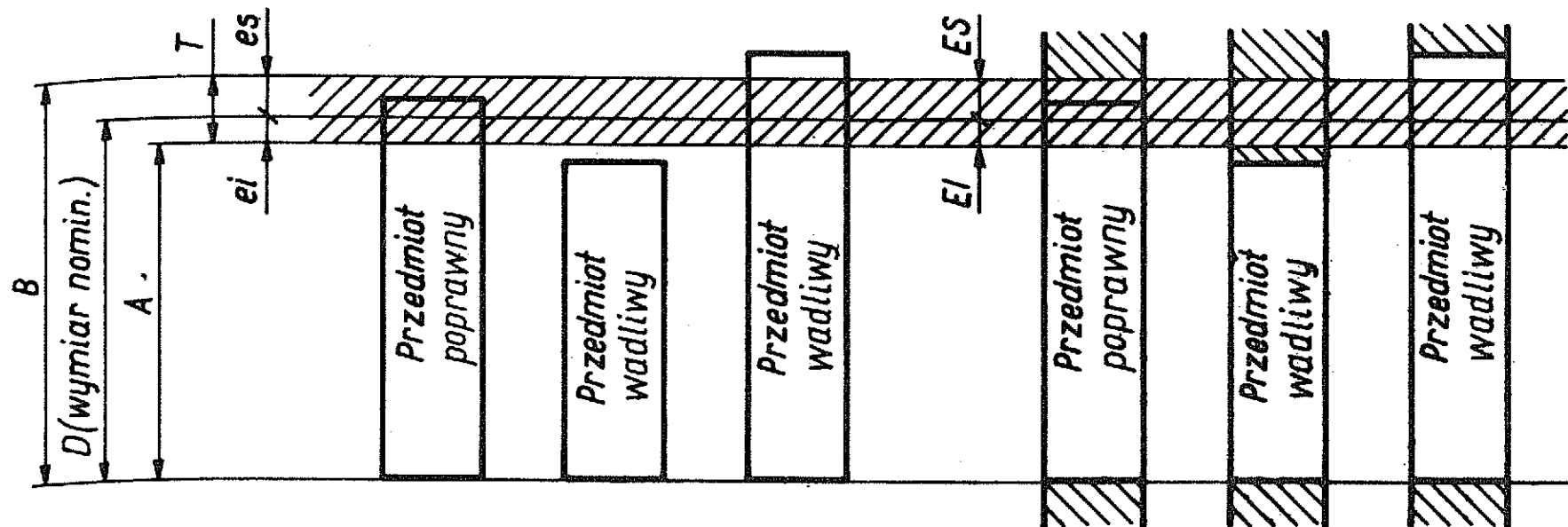
Gdy jedno z kilku oznaczeń chropowatości powierzchni ma powtórzyć na rysunku więcej razy niż inne oznaczenia



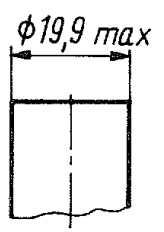
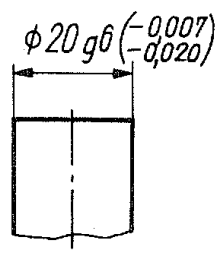
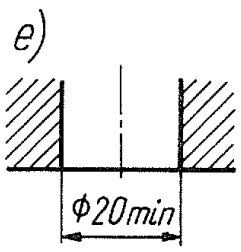
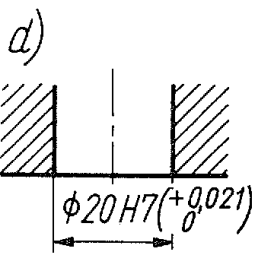
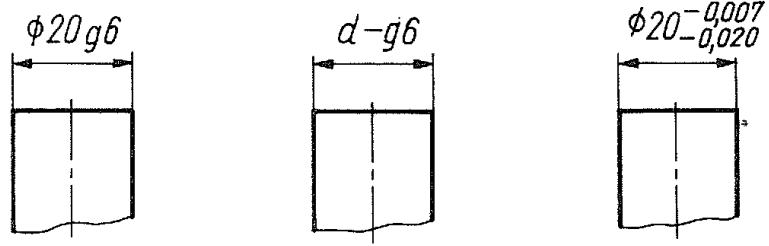
Tolerowanie wymiarów liniowych



Rys. 7.1. Wymiary liniowe: a) zewnętrzne, b) wewnętrzne, c) mieszane, d) pośrednie

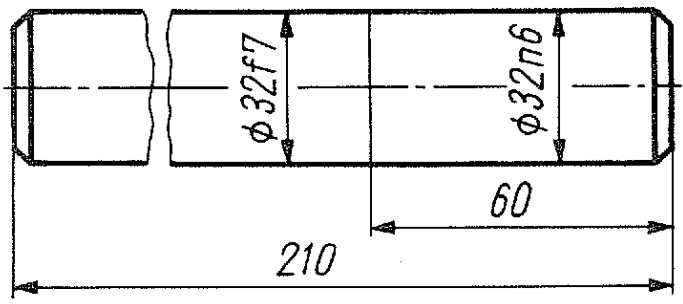


Rys. 7.2. Wymiary: nominalny i graniczne, tolerancja wymiaru i odchyłki



Tolerowanie mieszane – wymiary stolerowane mogą być sprawdzane sprawdzianami różnicowymi jak również mierzone uniwersalnymi narzędziami pomiarowymi.

Rys. 7.5. Tolerowanie wymiarów za pomocą: a), b) z normy PN-EN 20286-2:1996, c) odchyłek liczbowych symboli i odchyłek, e) wymiaru granicznego

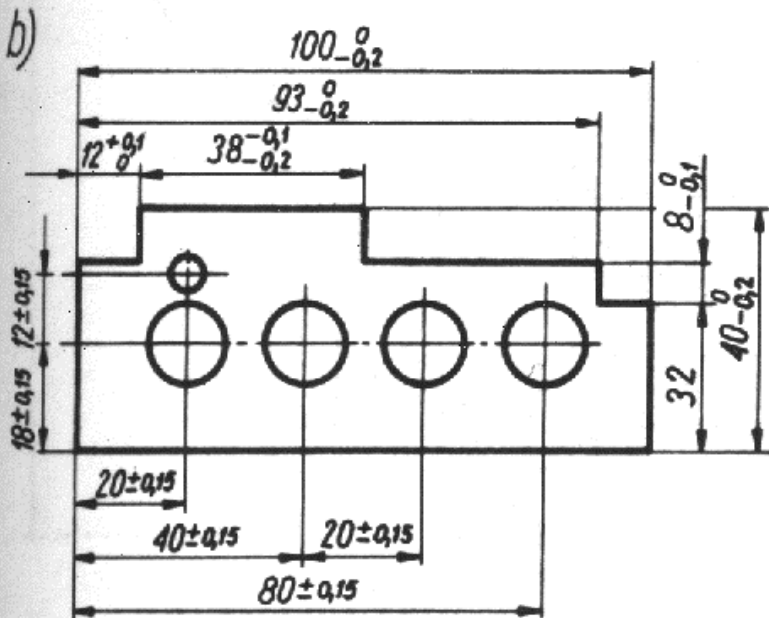
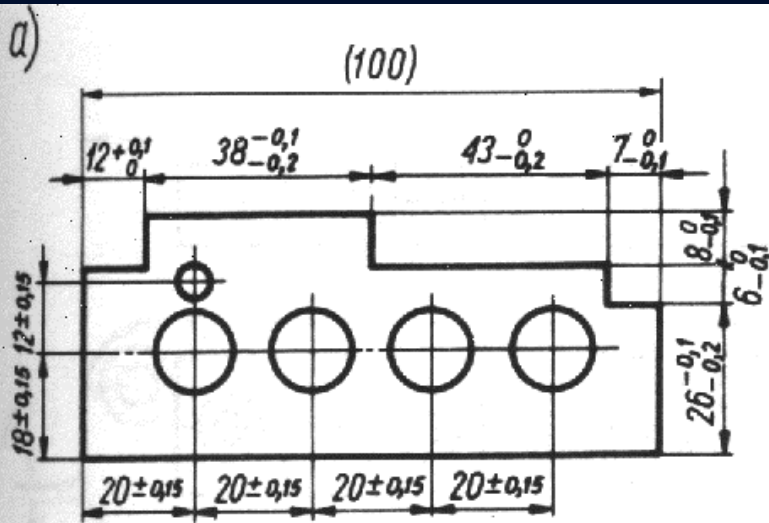


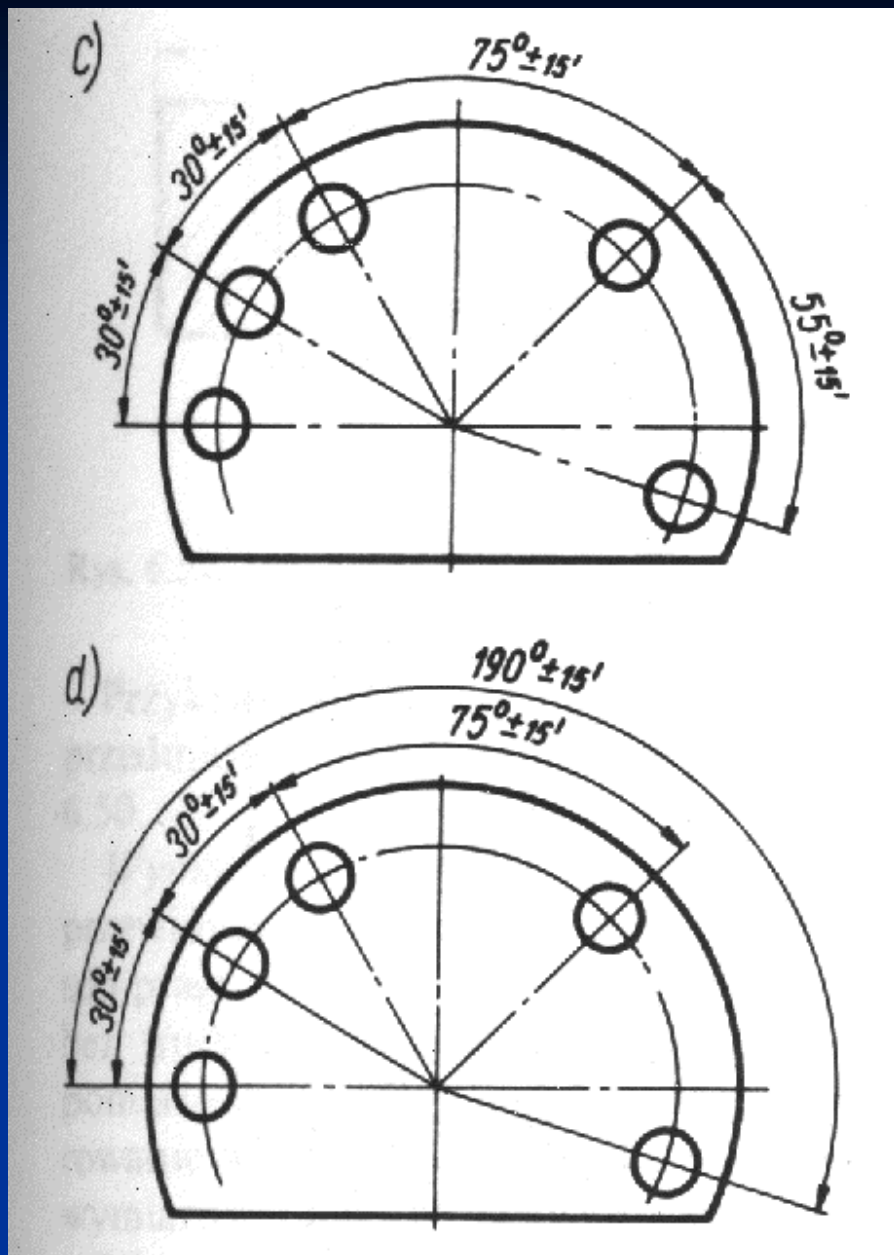
Rys. 7.6. Wymiarowanie wałka o jednakowej średnicy nominalnej i różnych jej tolerancjach

Wymiarowanie:

- szeregowe

- mieszane

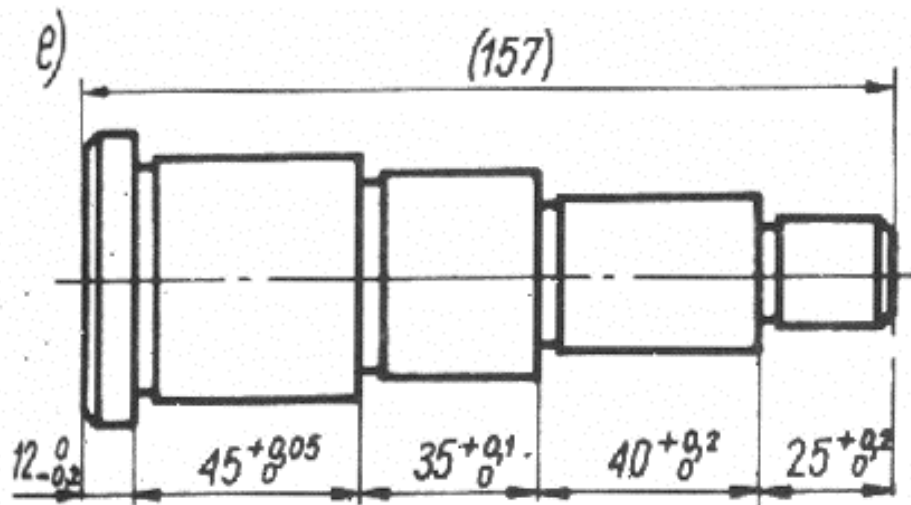




Wymiarowanie:

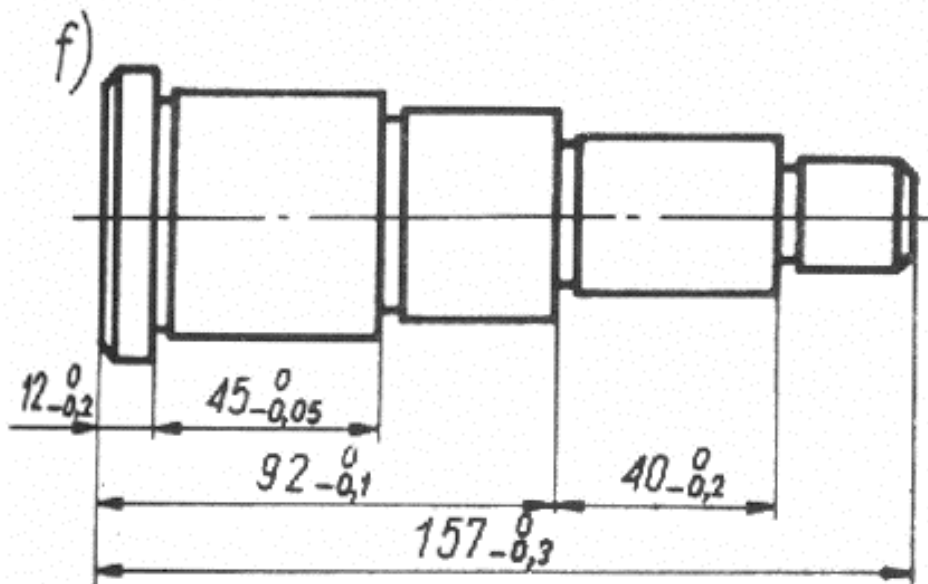
- szeregowo

- równoległe






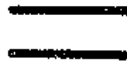
Wymiarowanie:

- szeregowe



- mieszane

Tolerancja kształtu i położenia

	Rodzaje tolerancji	Znak
Tolerancje kształtu	Tolerancja prostoliniowości	—
	Tolerancja płaskości	
	Tolerancja okrągłości	
	Tolerancja walcowości	
	Tolerancja zarysu przekroju wzdłużnego	

Tolerancje położenia

Tolerancja równoległości



Tolerancja prostokątności



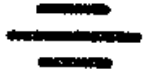
Tolerancja nachylenia



Tolerancja współosiowości



Tolerancja symetrii



Tolerancja pozycji



Tolerancja przecinania się osi



Tolerancje złożone
położenia i kształtu

Tolerancja bicia promieniowego
Tolerancja bicia osiowego
Tolerancja bicia w wyznaczonym kierunku

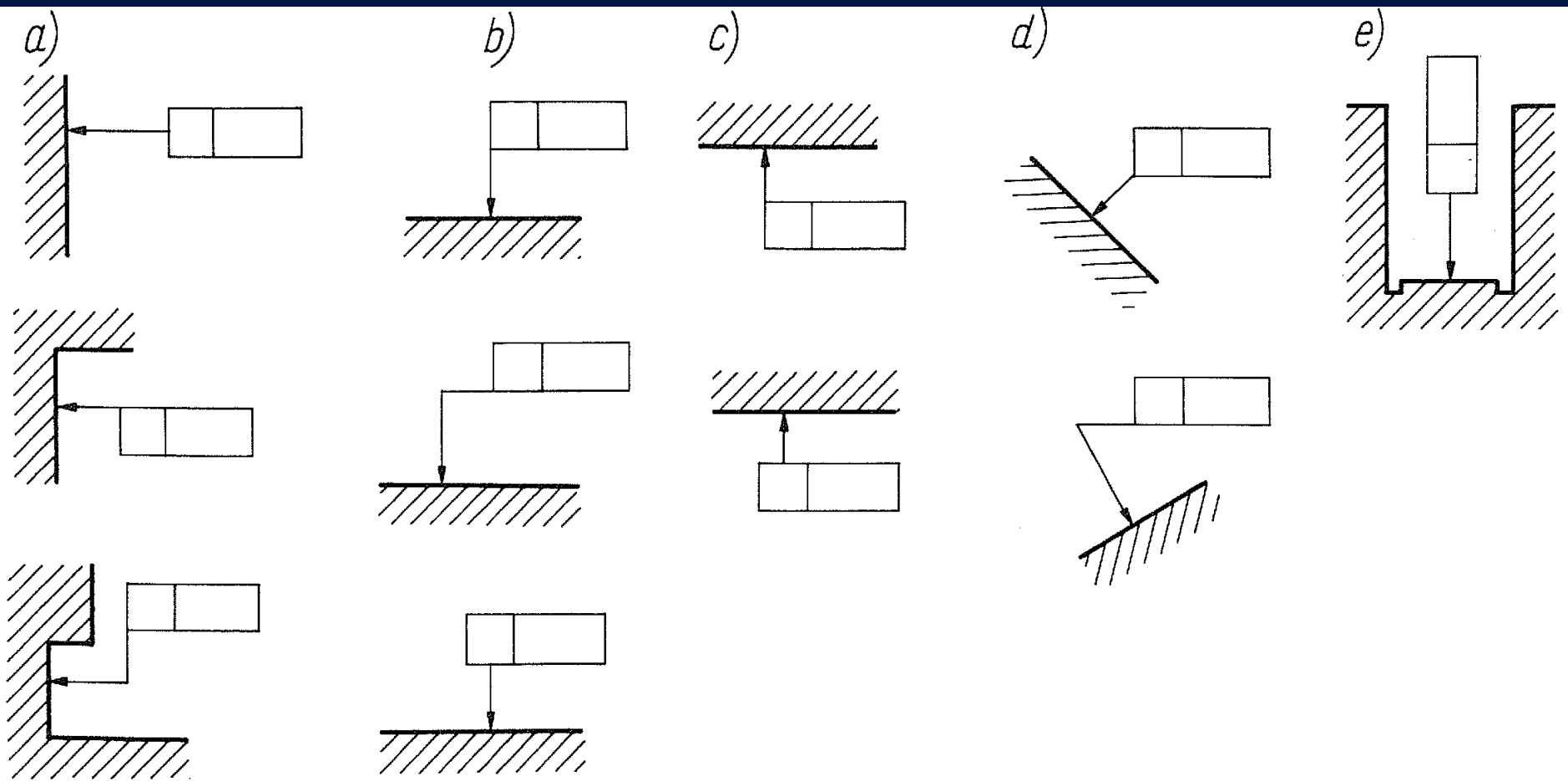


Tolerancja bicia promieniowego całkowitego
Tolerancja bicia osiowego całkowitego

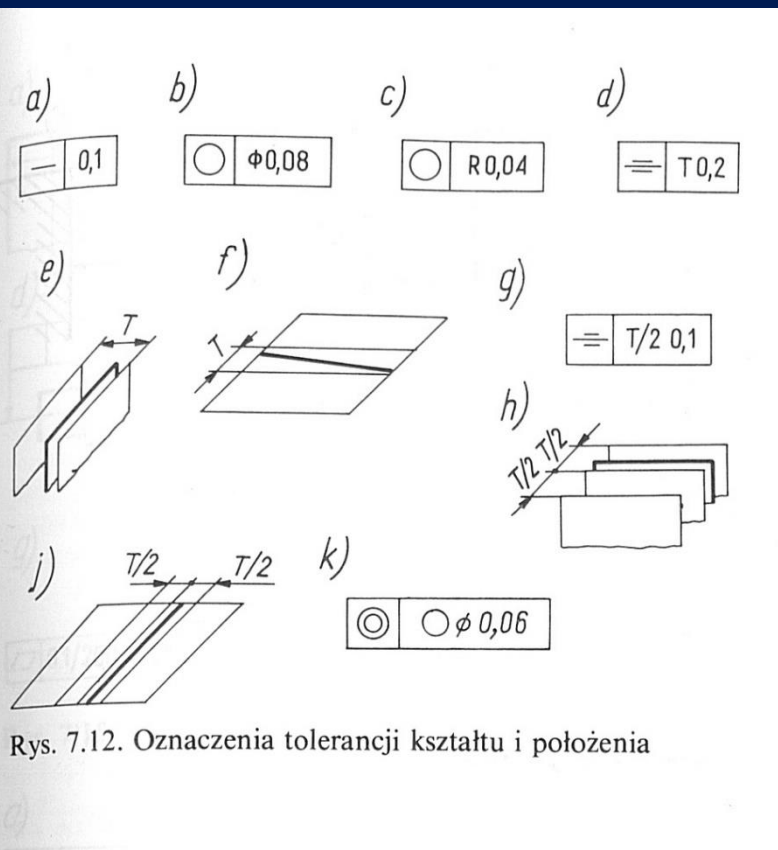


Tolerancja kształtu wyznaczonego zarysu
Tolerancja kształtu wyznaczonej powierzchni



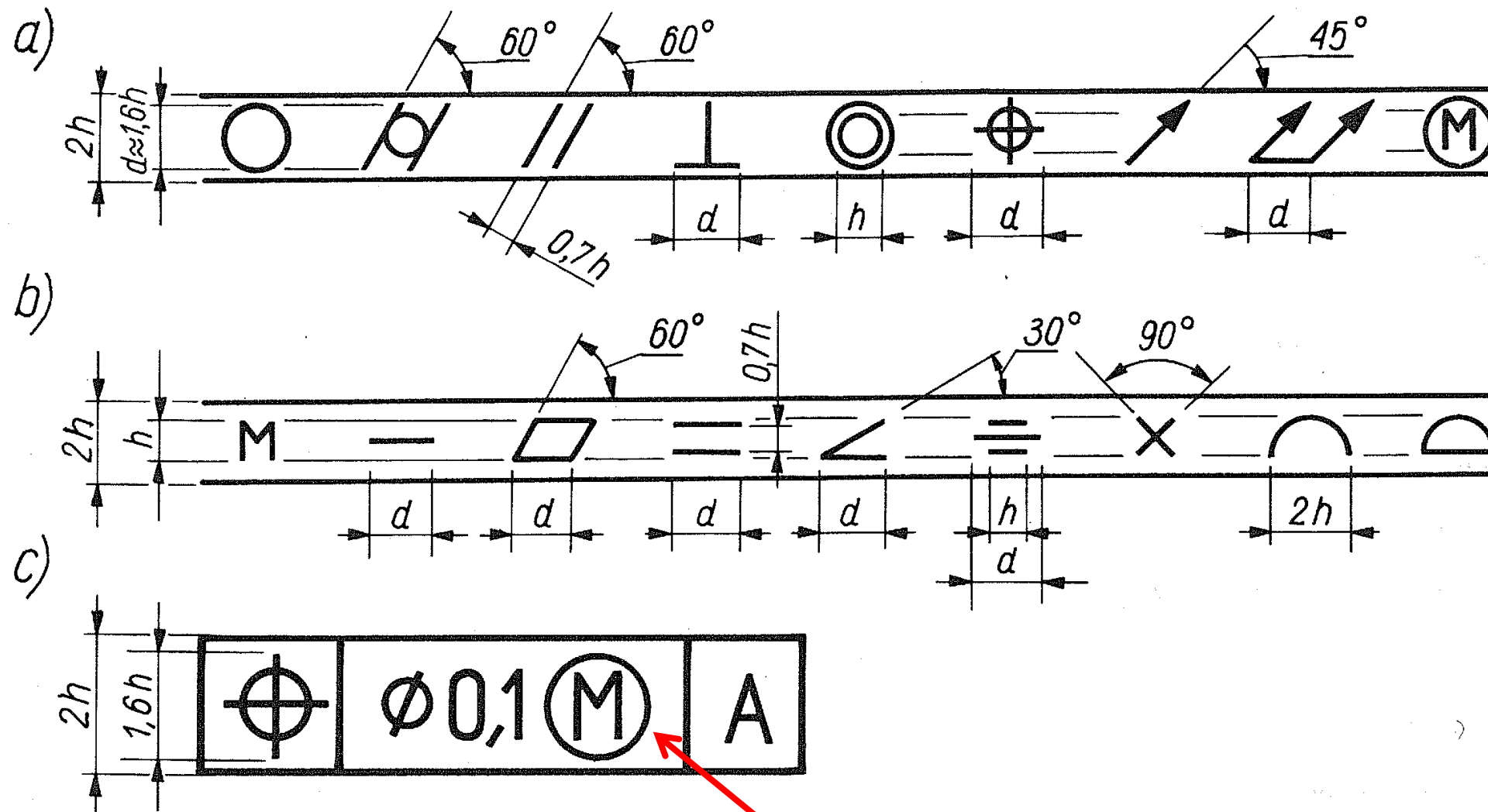


Rys. 7.13. Sposoby umieszczania ramek oznaczeń względem tolerowanych elementów przedmiotów



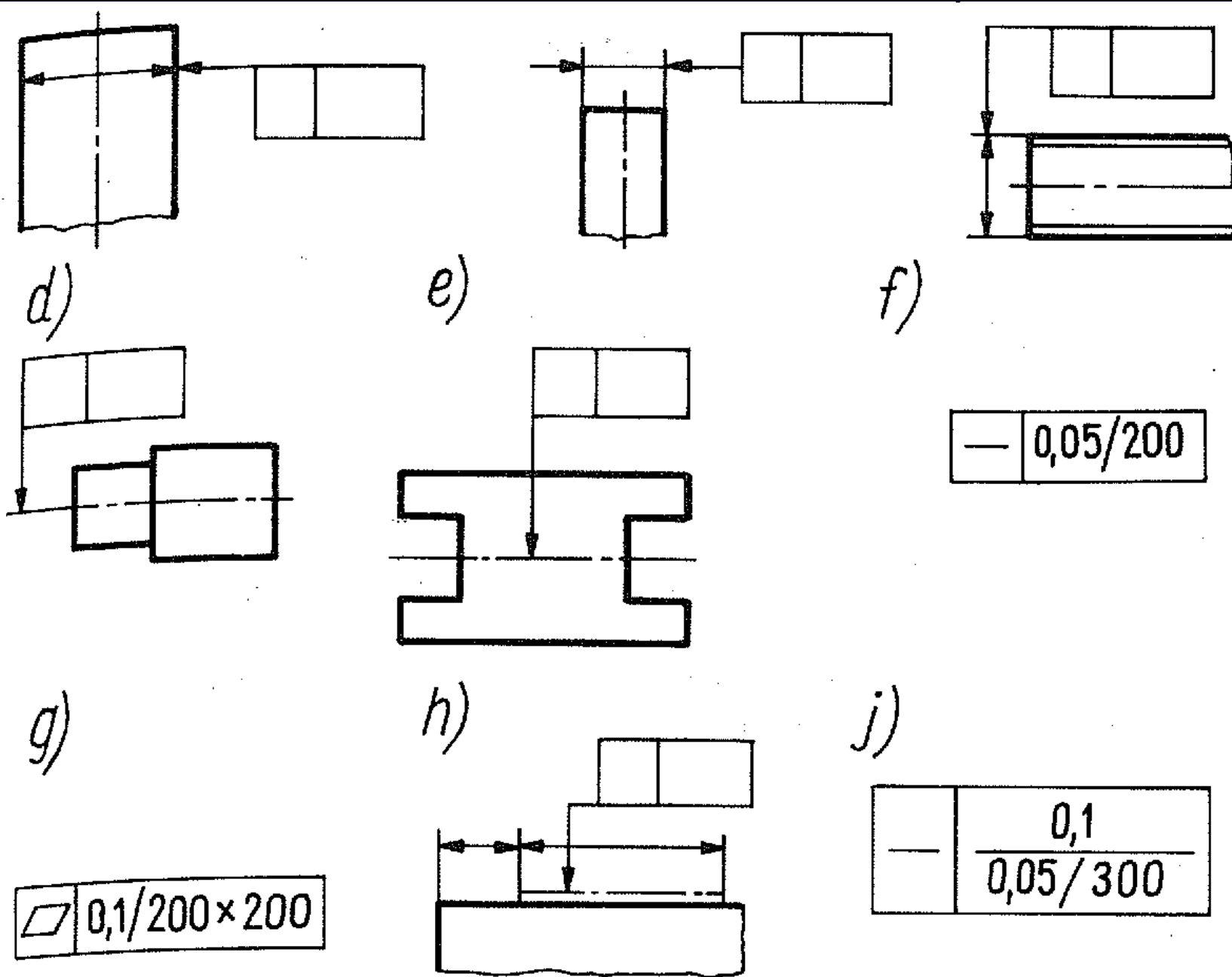
Rys. 7.12. Oznaczenia tolerancji kształtu i położenia

- Φ - jeżeli wartość liczbowa jest średnicą walcowego lub kołowego pola tolerancji
- R - jeżeli wartość liczbowa jest promieniem walcowego lub kołowego pola tolerancji
- T - jeżeli wartość liczbowa jest odległością między dwiema równoległymi płaszczyznami ograniczającymi obszar tolerancji
- T/2 - jeżeli wartość liczbowa jest odległością między jedną z dwóch płaszczyzn równoległych ograniczających obszar tolerancji i ich płaszczyzną symetrii
- Znak koła – jeżeli obszar tolerancji jest kulisty



Rys. 7.14. Wzory znaków stosowanych w oznaczeniach tolerancji kształtu i położenia

Znak stosowany w przypadku tolerancji zależnej czyli gdy jej wartość może zmieniać się w zależności od rozmiaru przedmiotu. Tolerancja ta odnosi się do wymiarów maksymalnych.

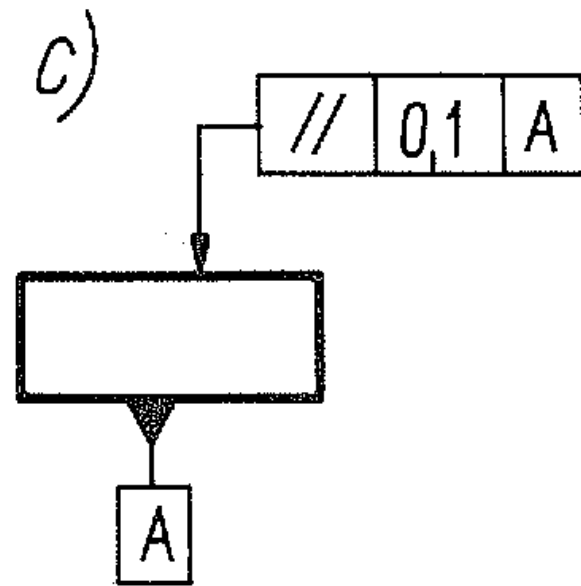
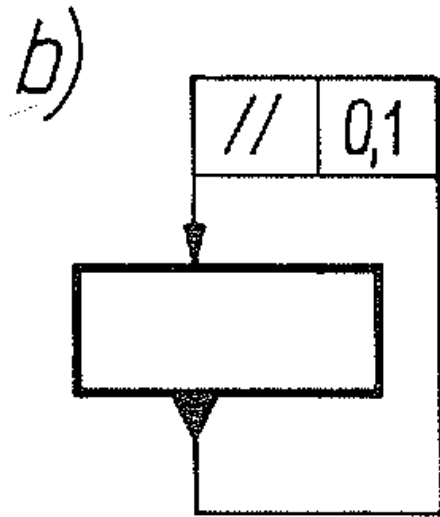
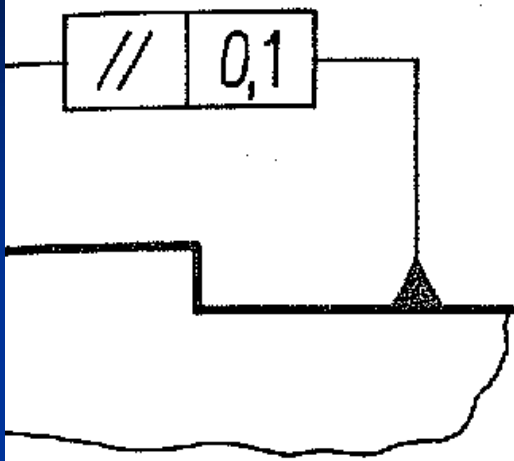


—	0,05/200
---	----------

\square	0,1/200×200
-----------	-------------

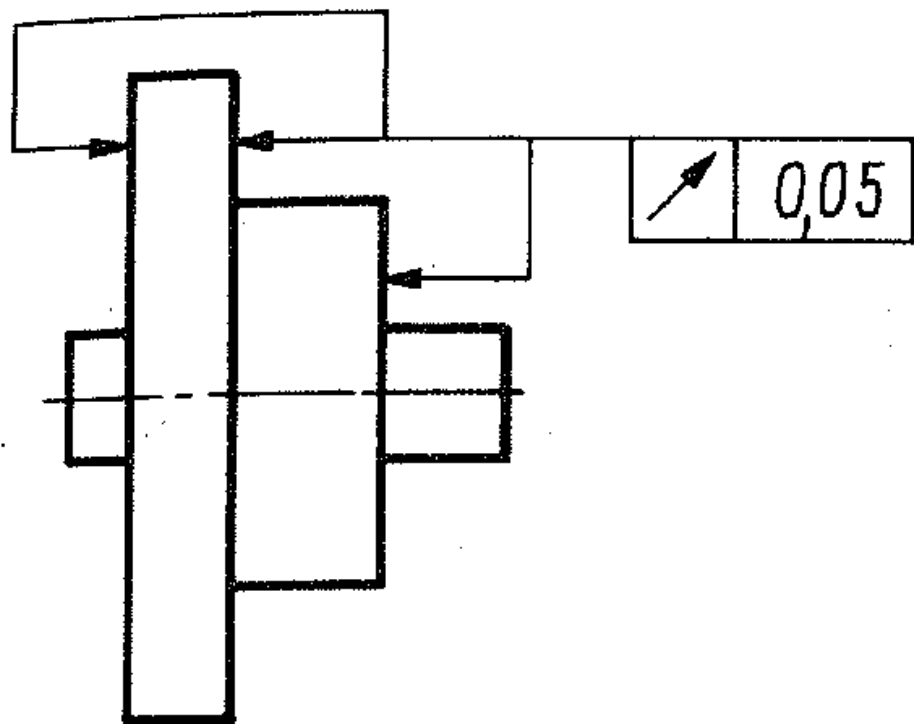
—	$\frac{0,1}{0,05/300}$
---	------------------------

Rys. 7.15. Różne przypadki tolerowania kształtu i położen

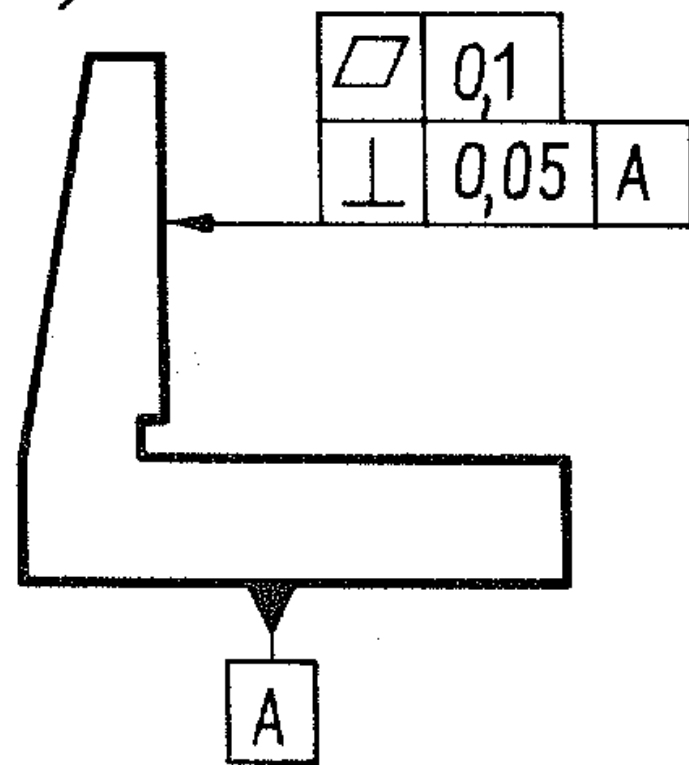


7.17. Oznaczenia tolerancji położenia elementu tolerowanego względem elementu odniesienia (bazy pomiarowej)

a)



b)

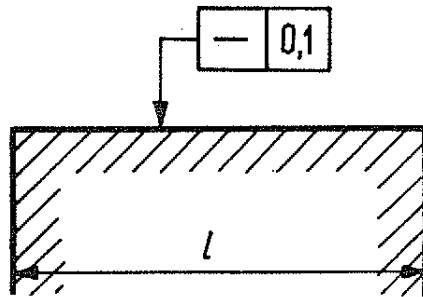


Rys. 7.16. Tolerowanie równoczesne: a) kilku powierzchni jednakowej tolerancji, b) kształtu i położenia jednej powierzchni

Tablica 7.7. Oznaczenie tolerancji kształtu

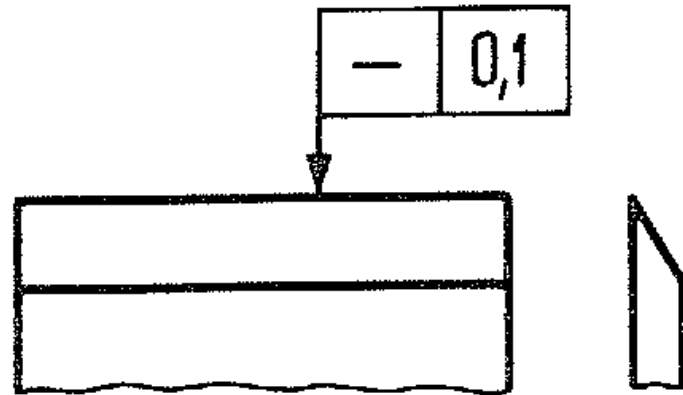
Tolerancja

Tolerancja prostoliniowości tworzących płaszczyzny

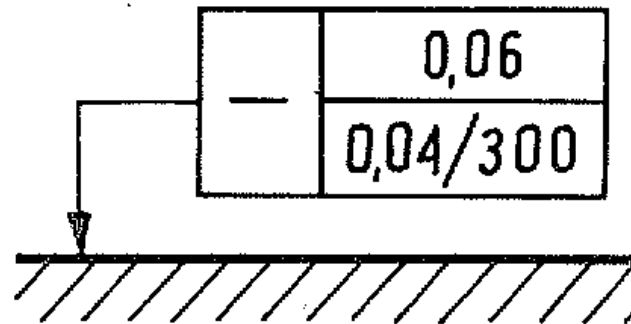


Odchyłka prostoliniowości (nieprostoliniowość) rzeczywistej tworzącej płaszczyzny, mierzona w kierunku strzałki w płaszczyznach równoległych do płaszczyzny rysunku, nie może przekroczyć 0,1 mm na całej długości l płaszczyzny, czyli rzeczywisty kształt tworzącej musi się znaleźć między dwiema prostymi równoległymi odległymi od siebie o 0,1 mm.

Tylko wklęsłość

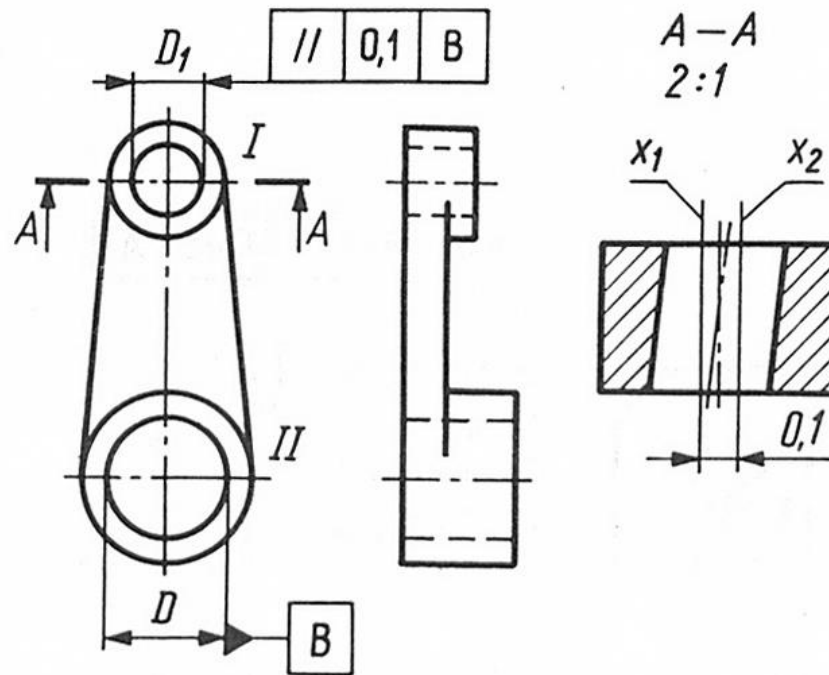


Odchyłka prostoliniowości krawędzi w płaszczyźnie rysunku nie może przekroczyć 0,1 mm, przy czym może to być tylko wklęsłość.



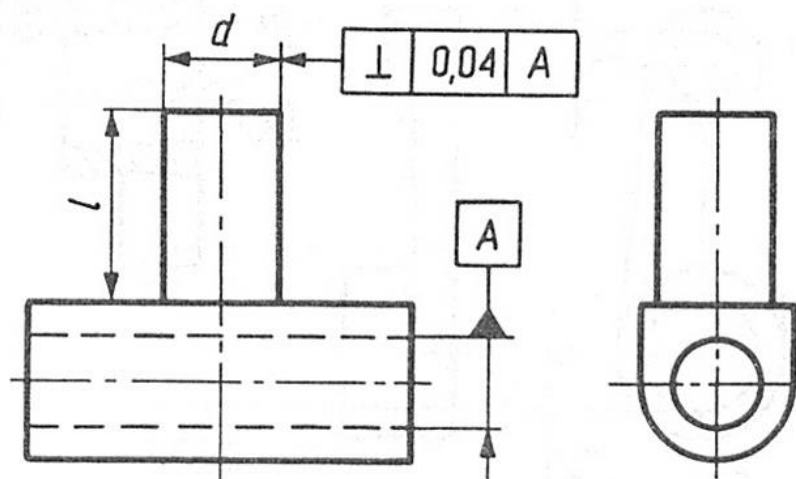
Odchyłka prostoliniowości tworzącej płaszczyzny nie może przekroczyć 0,06 mm na całej długości płaszczyzny i jednocześnie 0,04 mm na 300 mm w dowolnym miejscu na całej długości.

Tolerancja równoległości dwóch osi



Odchyłka równoległości (nierównoległość) osi otworu I względem osi otworu II (bazy) w płaszczyźnie $A-A$ nie może przekroczyć 0,1 mm na długości otworu I , czyli oś otworu I w przekroju $A-A$ musi znaleźć się między dwiema prostymi x_1 i x_2 odległymi od siebie o 0,1 mm.

Tolerancja prostopadłości dwóch osi



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 całej długości l czopa, czyli oś rzeczywista czopa musi się znaleźć między dwiema prostymi prostopadłymi do osi otworu i oddalonymi od siebie o $0,04$ mm.

