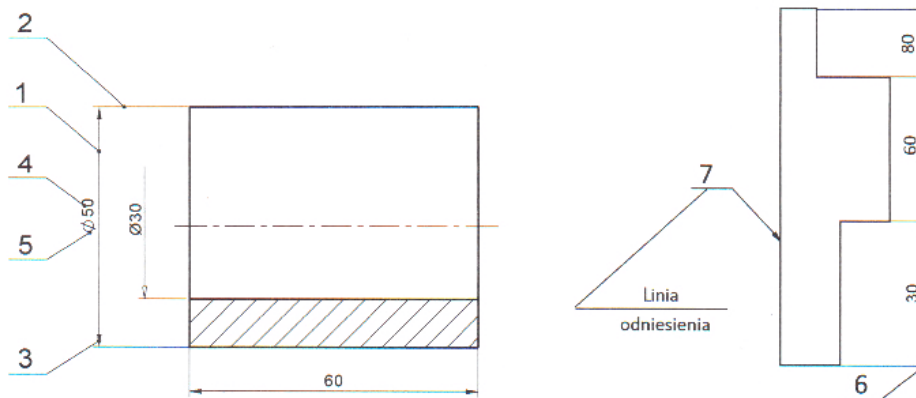


1.10 Wymiarowanie

Dopełniającą informacją do budowy i kształtu przedmiotu pokazanego na rysunku technicznym są jego wymiary, bez których jego wykonanie byłoby niemożliwe. Wymiar rysunkowy (rys. 1.47) składa się z kilku elementów graficznych, którymi są:

- linia wymiarowa,
- pomocnicze linie wymiarowe,
- znaki ograniczenia linii wymiarowej,
- liczba wymiarowa,
- znak wymiarowy,
- oznaczenie początku linii wymiarowej,
- linia odniesienia.



Rys. 1.47 Elementy składowe wymiaru rysunkowego

1 – linia wymiarowa, 2 – pomocnicza linia wymiarowa, 3 – znak ograniczenia linii wymiarowej, 4 – liczba wymiarowa, 5 – znak wymiarowy, 6 – oznaczenie początku linii wymiarowej, 7 – linia odniesienia

Linie wymiarowe, znaki ich ograniczenia i liczby wymiarowe

1.10.1

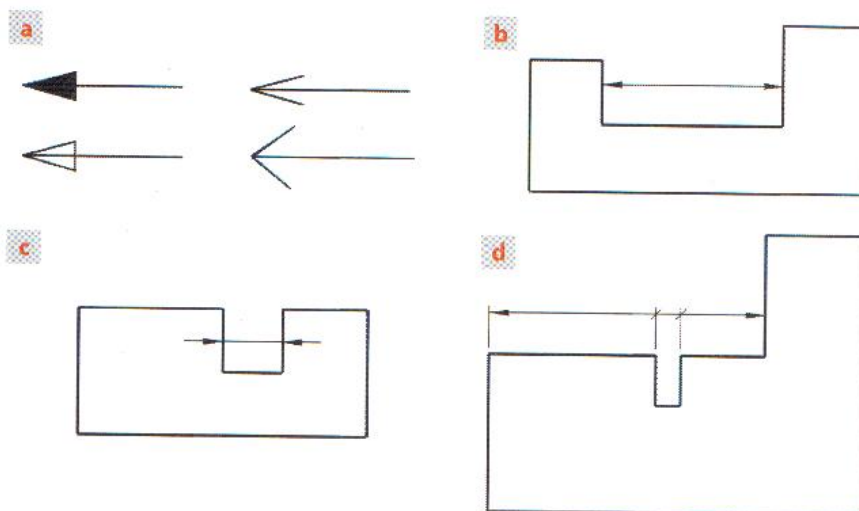
Linie wymiarowe

Linie wymiarowe rysuje się linią ciągłą cienką równoległą do wymiarowanego odcinka w odległości co najmniej 10 mm od zarysu przedmiotu i 7 mm od równoległej linii wymiarowej. Linie te są zakończone znakami ograniczenia, głównie grotami dotykającymi ostrzem krawędzi przedmiotu, pomocniczych linii wymiarowych lub osi symetrii. Innymi znakami ograniczenia linii wymiarowych mogą być ukośne kreski lub oznaczenia początków linii wymiarowych. Linie wymiarowe nie mogą się przecinać.

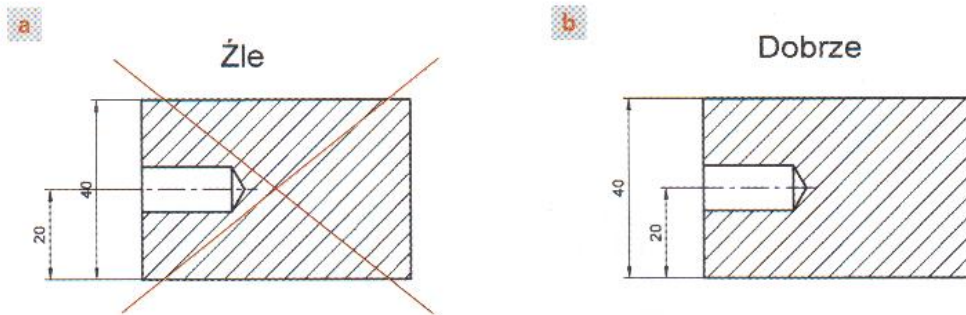
Pomocnicze linie wymiarowe są to linie ciągłe cienkie, będące przedłużeniami linii rysunku, przeciągnięte 2 do 4 mm poza odpowiadające im linie wymiarowe. Rysuje się je prostopadle do mierzonego odcinka. Pomocnicze linie wymiarowe mogą wprawdzie się przecinać, ale zaleca się tego unikać. Należy unikać także prowadzenia pomocniczych linii wymiarowych równoległe do linii kreskowania przekrojów.

Znaki ograniczenia linii wymiarowych

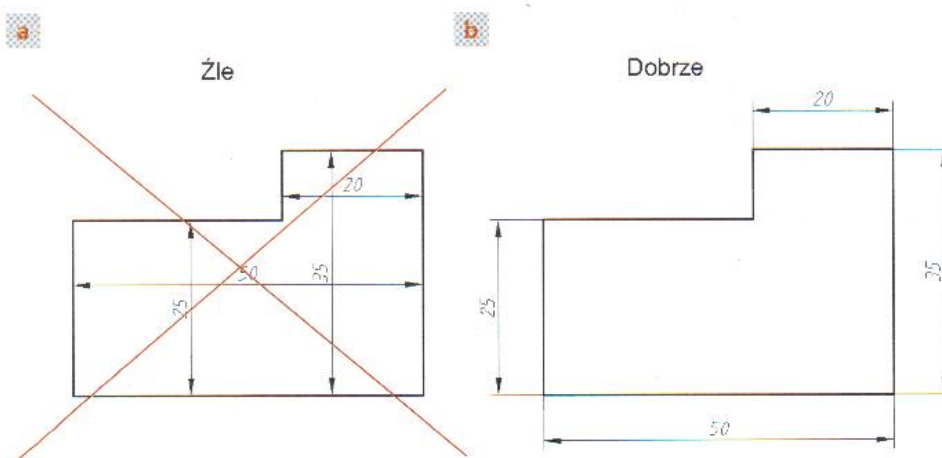
Groty strzałek należy rysować krótkimi liniami nachylonymi pod kątem 15° do 90° (zwykle 30°) jako otwarte, zamknięte lub zamknięte i zaczernione (patrz rys. 1.48). W praktyce długość grota powinna wynosić 6 do 8 grubości linii zarysu przedmiotu, lecz nie mniej niż 2,5 mm. Długość grotów na rysunku powinna być jednakowa dla wszystkich wymiarów. Na jednym rysunku należy stosować tylko jeden rodzaj grotów. Ostrza grotów powinny znajdować się wewnątrz pomocniczych linii wymiarowych, między którymi znajduje się wymiar. W przypadku braku miejsca groty stawia się na zewnątrz, na przedłużeniach linii wymiarowej, lub pomija się niektóre z nich. Groty nie mogą być przecięte przez żadne linie rysunkowe, dlatego w razie konieczności opuszcza się fragmenty linii stanowiące krawędzie przedmiotu w miejscu umieszczenia linii wymiarowej.



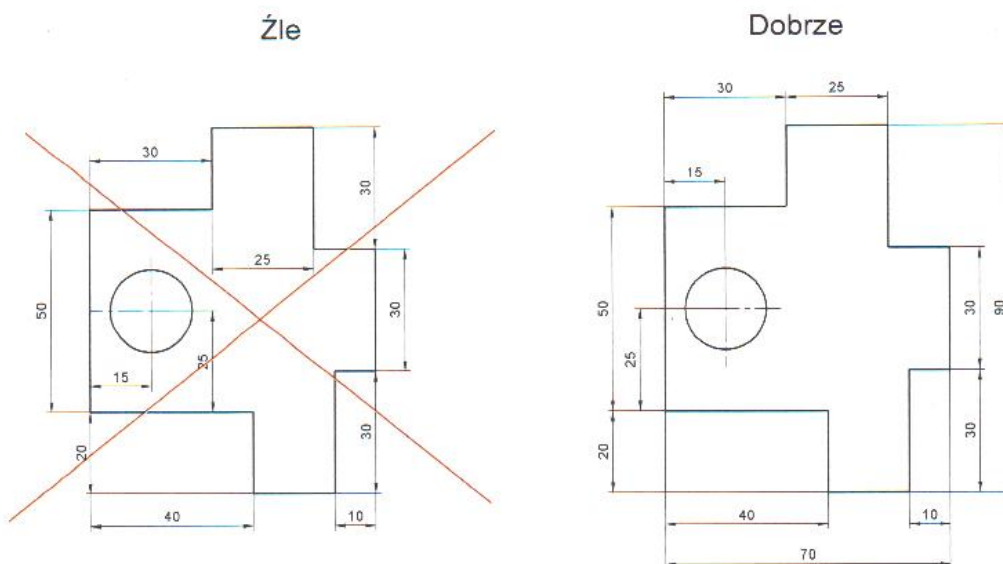
Rys. 1.48 Przykłady znaków ograniczenia linii wymiarowych (a, b) oraz ich zastosowania (c, d)



Rys. 1.49 Przykład nieprawidłowego i prawidłowego rozmieszczenia linii wymiarowych



Rys. 1.50 Przykład niewłaściwego i właściwego wymiarowania prostego elementu



Rys. 1.51 Przykłady niewłaściwego i właściwego wymiarowania elementu z większą liczbą szczegółów

Przy wymiarowaniu szeregowym nie stosuje się grotów o kącie rozwarcia 90° .

Ukośne kreski rysuje się jako linie cienkie nachylone pod kątem 45° do linii wymiarowej, w praktyce o długości nie mniejszej niż 3,5 mm.

Oznaczenie początku linii wymiarowej rysuje się jako niezaczernione kółko o średnicy ok. 3 mm.

Przykłady rozmieszczenia linii wymiarowych w sposób niewłaściwy i poprawny przedstawiono na rysunkach 1.49 do 1.51. Wielkość znaków ograniczenia linii wymiarowych powinna być proporcjonalna do wielkości rysunku, lecz nie większa niż jest to niezbędne do odczytania rysunku. Znaków ograniczenia linii wymiarowych nie należy stosować w miejscach załamania linii zarysu przedmiotu.

Liczby wymiarowe

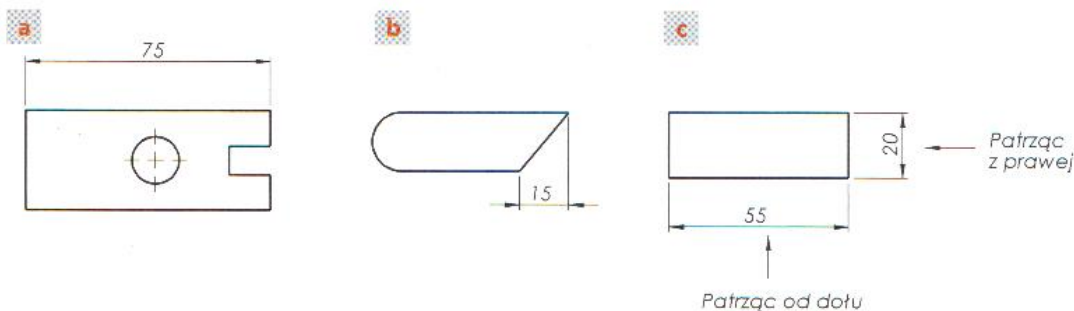
Na rysunkach technicznych maszynowych wymiary liniowe, czyli wymiary związane z długością, podaje się w milimetrach, przy czym pomija się oznaczenie jednostki długości (mm).

Liczby wymiarowe pisze się nad liniami wymiarowymi, wzdłuż tych linii, w pobliżu ich środka (patrz rys. 1.52) tak, aby nie dotykały do tych linii (w praktyce 0,5 do 1,5 mm nad nimi). Jeżeli wymiar nie mieści się nad linią wymiarową, to liczbę wymiarową można napisać nad przedłużeniem tej linii. Przy wielu drobnych wymiarach występujących obok siebie liczby wymiarowe należy pisać przemiennie – nad i pod linią wymiarową lub nad linią odniesienia. Wymiary orientacyjne (tzw. pomocnicze) ujmuje się w nawiasy okrągłe. Jeśli natomiast podany wymiar jest niezgodny z wymiarami liniowymi w przyjętej podziałce rysunku, to podkreśla się go linią grubą.

Wielkość cyfr używanych na jednym arkuszu powinna być jednakowa i dostosowana do wielkości tego arkusza. Na wszystkich rysunkach wykonywanych na jednym arkuszu liczby wymiarowe powinny mieć jednakową wysokość, niezależnie od wielkości rzutów i wartości wymiarów.

Liczby wymiarowe nie mogą być przecięte ani rozdzielone przez żadne linie rysunkowe, a w przypadku wielu wymiarów równoległych podawanych jeden pod drugim nie powinny tworzyć kolumny liczb, lecz być przesunięte na przemian. Dlatego w razie konieczności umieszczenia liczby wymiarowej na kreskowanym przekroju w miejscu jej umieszczenia usuwa się linie kreskowania, aby nie pogarszały czytelności rysunku.

Wymiary powinny być tak rozmieszczone, aby dawały się odczytać, patrząc na rysunek od dołu (większość wymiarów) oraz od prawej strony (reszta, patrz rys. 1.52). Wolno



Rys. 1.52 Przykłady umieszczania liczb wymiarowych

również umieszczać liczby wymiarowe tak, aby wszystkie mogły być odczytane, patrząc na rysunek od dołu arkusza, ale wtedy linie wymiarowe inne niż poziome należy przerywać.

Znaki wymiarowe

W celu uproszczenia wymiarowania typowych kształtów geometrycznych przed liczbą wymiarową umieszcza się umowny **znak wymiarowy** o tej samej wysokości co liczba. Znaki wymiarowe podano w tablicy 1-11.

Tabl. 1-12 Znaki wymiarowe

Znak	Nazwa	Przykład	Zastosowanie
∅	średnica	∅50	Zawsze, gdy wymiaruje się elementy okrągłe i kołowe
R	promień	R25	Zawsze, gdy wymiaruje się promienie łuków
□	kwadrat	□30	Zawsze, gdy wymiaruje się elementy kwadratowe
$n \triangleleft$	n -kąt	$6 \triangleleft 19$	Zawsze, gdy wymiaruje się wielokąty foremne o parzystej liczbie boków z wyjątkiem kwadratu
SR	promień kuli	SR60	Zawsze, gdy wymiaruje się powierzchnie kuliste (pełne lub ich części)
S∅	średnica kuli	S∅60	Zawsze, gdy wymiaruje się średnicę kuli
×	grubość (długość) przedmiotu przedstawionego w jednym rzucie	×4	Gdy wymiaruje się przedmioty, których główny kształt można odwzorować w jednym rzucie
∠	pochylenie powierzchni	∠1:80	Gdy wymiaruje się powierzchnie pochylone, zwłaszcza pod małym kątem
⌒	długość rozwinięcia	⌒ 250	Gdy wymiaruje się przedmioty wygięte po wyprostowaniu lub w rozwinięciu
⌒	długość łuku	⌒8	Gdy wymiaruje się długość łuku

Uwaga: znaki wymiarowe średnicy i kwadratu można pominąć, jeśli kształt jest wyraźnie widoczny.

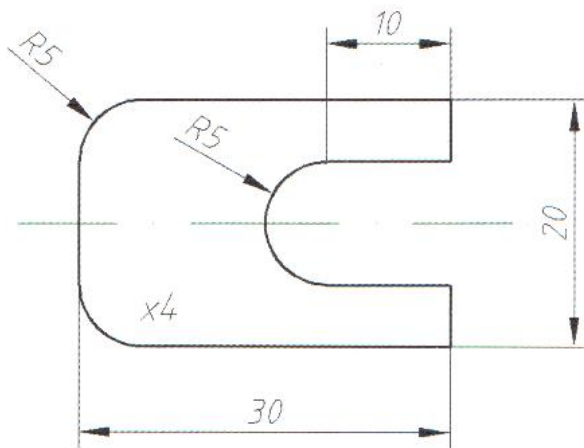
1.10.2 Wymiarowanie średnic, łuków i promieni

W technice bardzo często spotyka się kształt koła oraz jego pochodne, czyli walec i kulę. Wymiarowanie tych figur jest związane z ich charakterystycznym wymiarem, czyli promieniem. Z uwagi na łatwiejszy pomiar średnicy niż promienia za pomocą narzędzi pomiarowych, przy wymiarowaniu części stosuje się średnicę.

Średnice wymiaruje się, poprzedzając liczbę wymiarową znakiem ∅ („fi”). Średnice najczęściej zamyka się dwoma grotami.

Promienie łuków wymiaruje się, poprzedzając liczbę wymiarową znakiem R , np. $R10$. Linię wymiarową prowadzi się od środka łuku i zakańcza się grotem tylko od strony łuku – po wewnętrznej (rys. 1.53) lub zewnętrznej stronie (patrz rys. 1.54e). Gdy promień łuku jest względnie duży i położenie środka łuku musi być zwymiarowane, a środek ten leży poza arkuszem, wówczas środek łuku sprowadza się umownie do dowolnego dogodnego położenia w polu rysunku, a linię wymiarową dwukrotnie załamuje się pod kątem prostym (rys. 1.55c). Jeżeli natomiast środek względnie dużego łuku nie musi być zwymiarowany, to linię wymiarową można dowolnie skrócić.

Grubość płaskich przedmiotów o nieskomplikowanych kształtach zaznacza się poprzedzając liczbę wymiarową znakiem \times np. $\times 3$, najczęściej pisaną w lewym dolnym rogu przedmiotu (patrz rys. 1.53).

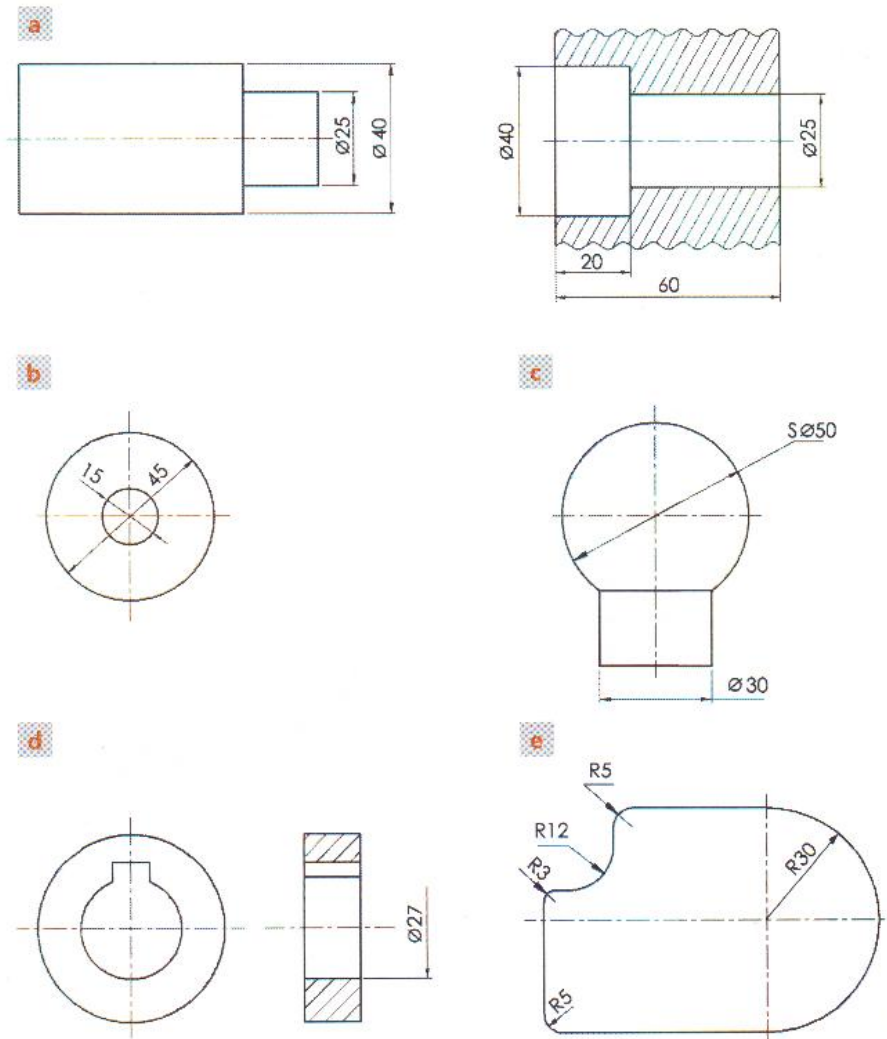


Rys. 1.53 Przedmiot płaski o grubości 4 mm

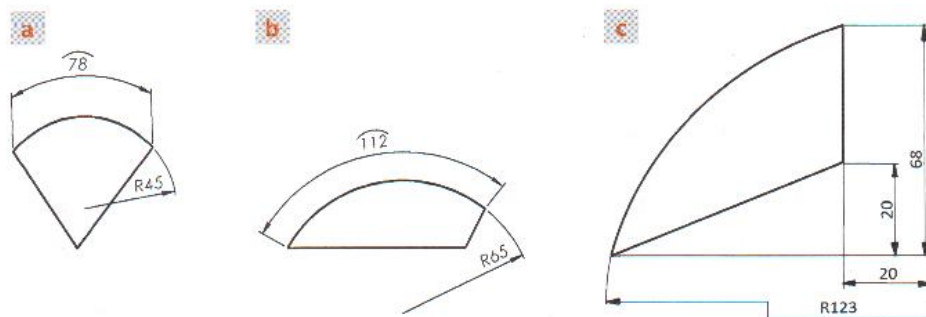
Oznaczając średnicę, stosuje się znak \emptyset z dodaną wartością wymiaru. Tego rodzaju oznaczenie dotyczy zarówno widoków, jak i przekrojów elementów obrotowych. Jedyny wyjątek stanowi wymiarowanie walca w widoku od strony jego czoła. Nie używa się wtedy symbolu \emptyset , ponieważ już sam widok wraz z linią wymiarową zastępują ten symbol (patrz rys. 1.54b). Kulę wymiaruje się, wykorzystując oznaczenia $S\emptyset$ dla średnicy lub SR dla promienia oraz odpowiednią wartość wymiaru (patrz rys. 1.54c).

Czasem zdarza się, że nie można poprowadzić jednej z pomocniczych linii wymiarowych, gdyż np. drugiej części zarysu walca, do której należałoby doprowadzić tę linię pomocniczą, nie widać na rysunku. W tym przypadku rysuje się część linii wymiarowej o długości większej od promienia, przechodzącą poza oś symetrii, z jednym grotem (rys. 1.54d). W przypadku tulei osadzonej na wałku za pomocą wpustu, pokazanej na rysunku, rowek pod wpust stanowi przeszkodę w poprowadzeniu drugiej linii pomocniczej i zwymiarowaniu otworu za pomocą średnicy narysowanej symetrycznie względem osi symetrii.

Wymiarowanie promieni można przeprowadzić na wiele różnych sposobów, ale każdy z nich zawiera strzałkę oraz wymiar z symbolem R (rys. 1.54e).



Rys. 1.54 Przykłady wymiarowania kształtów okrągłych



Rys. 1.55 Sposób wymiarowania łuków

a – o kącie rozwarcia mniejszym od 90° , b – o kącie rozwarcia większym od 90° ,
 c – przy znacznym oddaleniu krzywizny łuku

Łuki wymiaruje się, podając ich promienie, a czasami długość. Jeżeli łuk jest oparty na kącie do 90° , to linię wymiarową należy rysować między pomocniczymi liniami wymiarowymi równoległymi do osi symetrii łuku, jako łuk współśrodkowy z zarysem łuku właściwego, a liczbę wymiarową wpisywać nad linię wymiarową oraz dodać znak łuku nad liczbą wymiarową (rys. 1.55a). Przy kącie większym od 90° pomocnicze linie wymiarowe prowadzi się promieniście w stosunku do łuku właściwego (rys. 1.55b).

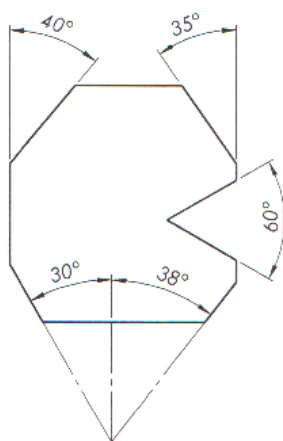
Wymiarowanie kątów i elementów foremnych

1.10.3

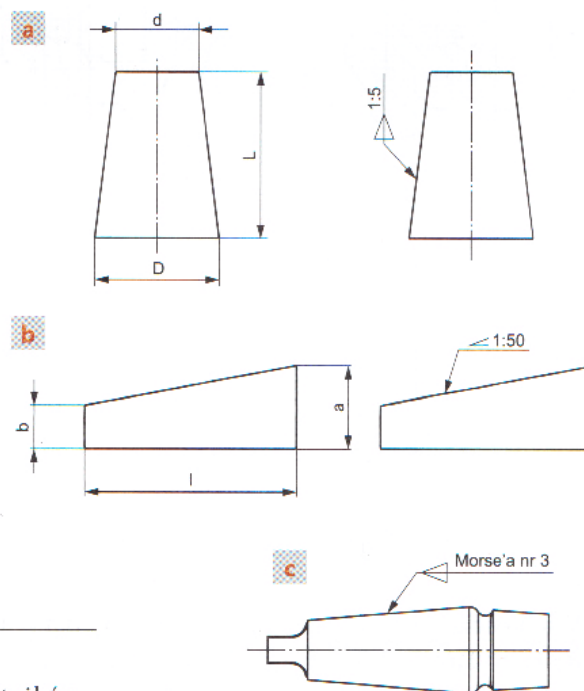
Kąty wymiaruje się w sposób podobny do wymiarowania łuku opartego na kącie rozwartym, tzn. pomocnicze linie wymiarowe stanowią przedłużenia ramion kąta. Jedynie liczba wymiarowa nie jest już wymiarem długości, lecz wymiarem kąta podawanym w stopniach, a w razie potrzeby także w minutach i sekundach. Liczbę tę wpisuje się na środku nad lub pod linię wymiarową (przykłady na rys. 1.56).

Kąty klinów oraz ostrosłupów i stożków podaje się często jako wymiary liniowe lub za pomocą zbieżności, bądź pochylenia. Zbieżnością stożka nazywamy stosunek różnicy wymiarów D i d do jego długości L , czyli $\left(\frac{D-d}{L}\right)$, patrz rys. 1.57a.

Wartość zbieżności podaje się w postaci ilorazu 1:X, np. 1:50 i oznacza na rysunkach za pomocą symbolu graficznego stożka (trójkąta o kącie wierzchołkowym 30° pustego w środku) umieszczonego na linii odniesienia wierzchołkiem skierowanym w stronę wierzchołka stożka oraz wartości zbieżności nad linią odniesienia.



Rys. 1.56 Przykłady wymiarowania kątów



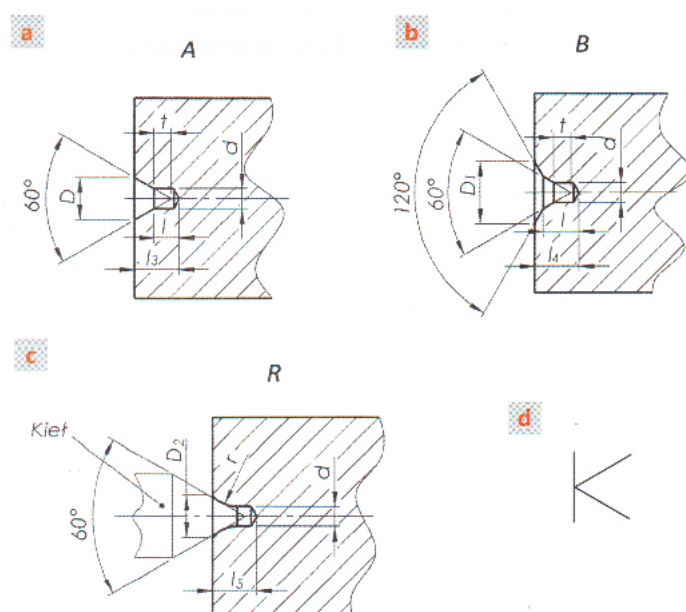
Rys. 1.57 Przykłady wymiarowania stożków i klinów

Przy wymiarowaniu elementów asymetrycznych często wykorzystuje się wielkość zwaną pochyleniem s , wyrażanym ilorazem $1:Y$, w którym $Y = l/(a - b)$, gdzie l jest długością elementu, natomiast a i b są wymiarami na jego końcach (patrz rys. 1.57b). Pochylenie można również wyrażać w procentach lub promilach. Pochylenie oznacza się na rysunkach za pomocą znaku wymiarowego pochylenia skierowanego zawsze wierzchołkiem w stronę pochylenia oraz wartości pochylenia umieszczonych nad linią odniesienia (patrz rys. 1.57b). Pochylenie stosujemy głównie przy wymiarowaniu klinów asymetrycznych czy walcowanych lub odlewanych wyrobów hutniczych.

W technice, zwłaszcza przy obrabiarkach skrawających, są stosowane typowe, uprzywilejowane stożki o znormalizowanych kątach i zbieżnościach. Należą do nich tzw. stożki Morse'a. Ich rysunki nie wymagają wymiarowania, bowiem wystarczy je odpowiednio oznaczyć, podając nazwę i numer stożka (rys. 1.57c).

Elementami rysunków, które rysujemy w uproszczeniu, są nakiełki wewnętrzne, czyli otwory na końcach wałków służące do mocowania przedmiotu podczas procesu produkcyjnego. Stosowane są trzy rodzaje nakiełków:

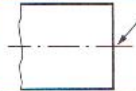

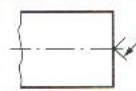
- A – zwykły (rys. 1.58a),
- B – chroniony (rys. 1.58b),
- R – łukowy (rys. 1.58c).



Rys. 1.58 Odmiany nakiełków oraz uproszczony sposób ich oznaczania

Wielkością nominalną nakiełków jest wymiar ich średnicy d , który wynosi: 0,5; 0,63; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10 mm (zalecane wartości podano czcionką półgrubą). Każdej średnicy d w normie dotyczącej nakiełków (PN-EN ISO 6411) przyporządkowano maksymalne długości l nakiełków. Nakiełki przedstawia się odpowiednim

Tabl. 1-13 Sposób przedstawiania i oznaczania nakiełków

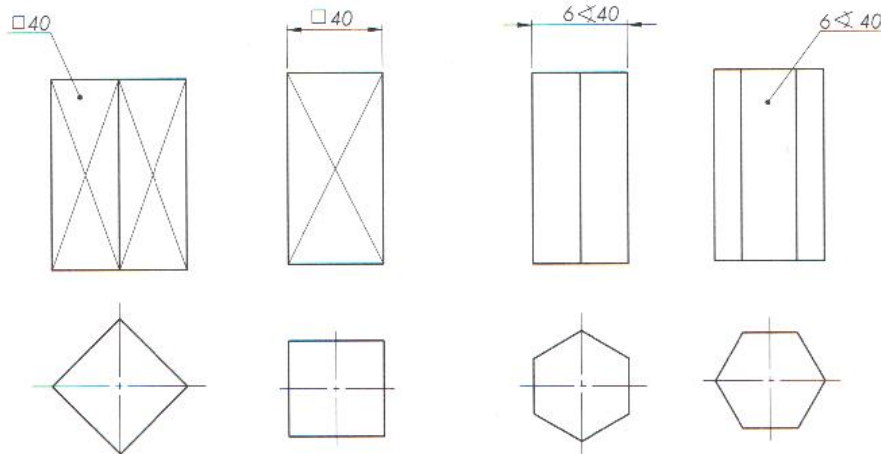
Rodzaje nakiełków	Uprozczone przedstawienie i oznaczenie
Nakiełek dopuszczalny w wyrobie gotowym	 <i>PN-EN ISO 6411 - A3,15/24</i>
Nakiełek niedopuszczalny w wyrobie gotowym	 <i>PN-EN ISO 6411 - A3,15/24</i>
Nakiełek wymagany w wyrobie gotowym	 <i>PN-EN ISO 6411 - A3,15/24</i>

znakiem graficznym (rys. 1.58d) i wymiaruje się je umownie – sposób przedstawiania i oznaczania nakiełków podano w tablicy 1-13.

Litery i cyfry w opisie oznaczenia nakiełków powinny być wykonane tą samą grubością i wysokością oraz tym samym rodzajem pisma, który zastosowano w opisie rysunku.

Podczas wymiarowania graniastosłupów, w których podstawie leży wielokąt foremny, np. kwadrat czy sześciokąt foremny, należy stosować znaki umowne:

- \square (kwadrat), np. $\square 100$,
- $6 \triangleleft$ (sześciokąt), np. $6 \triangleleft 100$.



Rys. 1.59 Sposób wymiarowania graniastosłupów foremnych w zależności od ich położenia

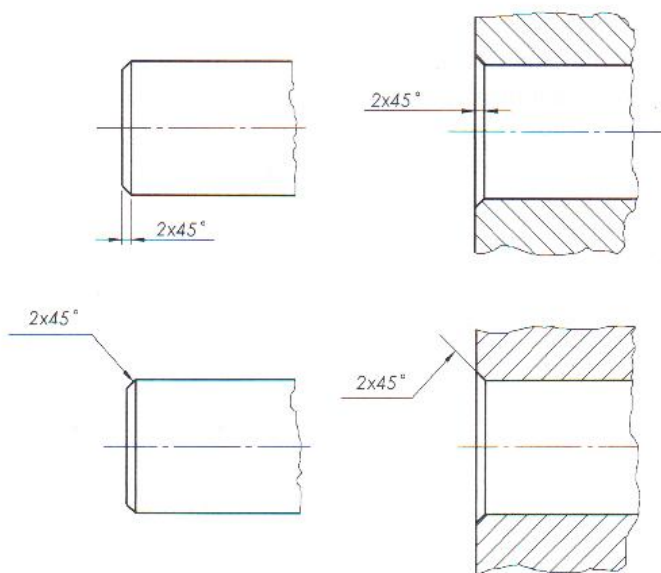
Należy zwrócić uwagę na różnicę w sposobie umieszczania umownych znaków wymiarowych kwadratu oraz sześciokąta. Ich położenie jest uzależnione od pozycji, w której znajduje się opisywany element. Znak wymiarowy może być podany nad linią wymiarową dotyczącą wymiaru rozwartości klucza albo nad linią odniesienia, zakończoną kropką na powierzchni płaskiej graniastosłupa (patrz rys. 1.59).

1.10.4 Wymiarowanie ścięć, zakończeń wałków i przejść

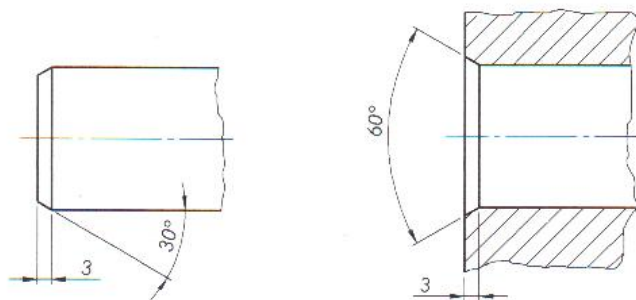
Aby złagodzić ostre krawędzie wałków i otworów oraz ułatwić ewentualny montaż elementów, stosuje się ścięcia krawędzi przedmiotów (tzw. fazy). Długości tych ścięć są bardzo małe i z reguły występują pod kątem 45° . Dlatego też wystąpiła konieczność uproszczenia tego rodzaju wymiarowania do postaci iloczynu wymiaru długości i kąta, pod którym nastąpiło ścięcie ostrej krawędzi (rys. 1.60).

Wymiarując ścięcia pod kątem różnym od 45° , należy podawać dwa wymiary: długości oraz kąta jak na rysunku 1.61.

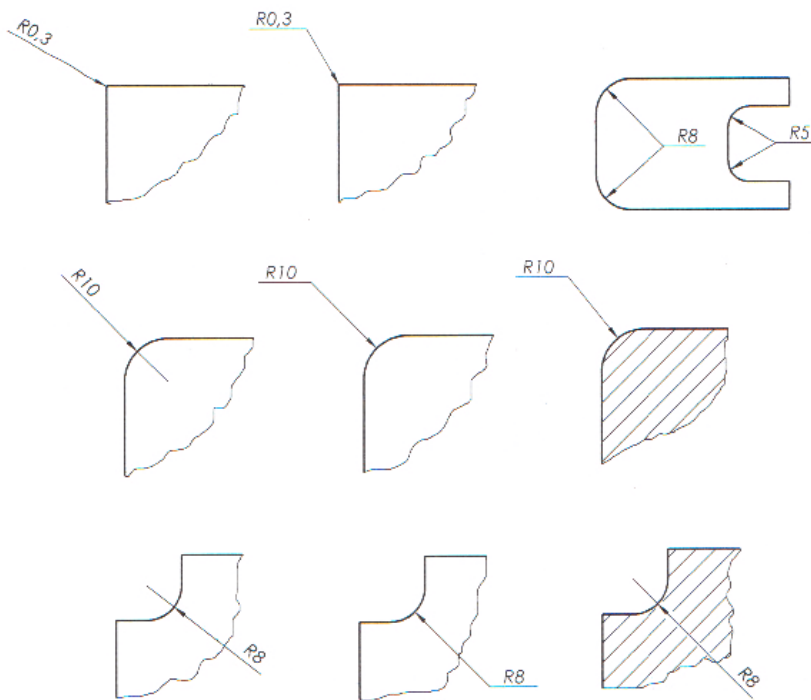
Inną możliwością złagodzenia ostrych krawędzi są zaokrąglenia. Jest wiele sposobów, aby je odpowiednio zwymiarować. Kilka najczęściej spotykanych pokazano na rysunku 1.62.



Rys. 1.60 Przykłady wymiarowania ścięć



Rys. 1.61 Sposób wymiarowania ścięcia pod kątem różnym od 45°

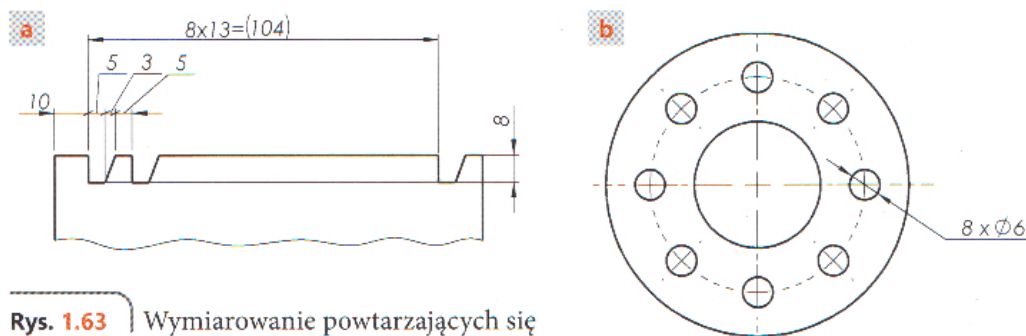


Rys. 1.62
Wymiarowanie
zaokrążeń

Wymiarowanie powtarzających się elementów i zarysów krzywoliniowych

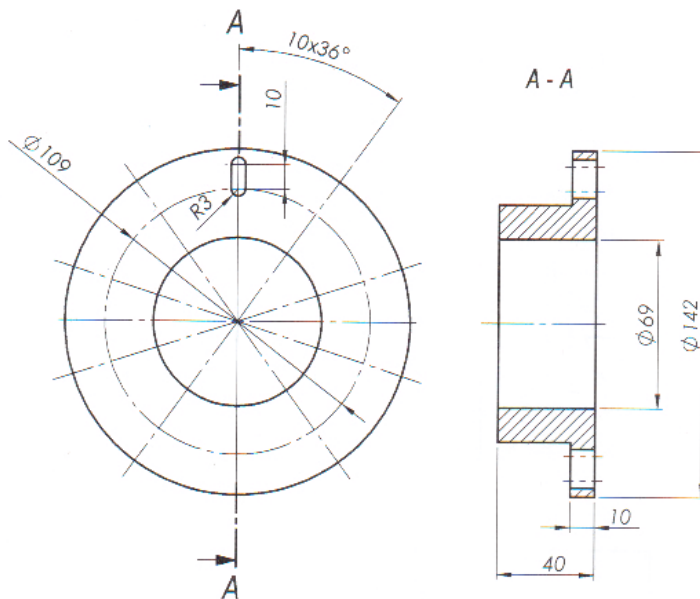
1.10.5

Cechą rysunku technicznego jest skłonność do upraszczania. Jest to szczególnie przydatne przy wymiarowaniu dużej liczby takich samych elementów. Zamiast wymiarować wszystkie elementy, wystarczy dokładnie opisać jeden, a następnie podać iloczyn liczby powtarzających się elementów przez całkowitą długość jednego z nich. W nawiasie okrągłym można podać wartość iloczynu. Nawias oznacza, że wymiar ten nie jest niezbędnie potrzebny do odtworzenia kształtu przedmiotu, ponieważ można go obliczyć, ale osobie wykonującej detal ułatwia wykonanie zadania (rys. 1.63a).

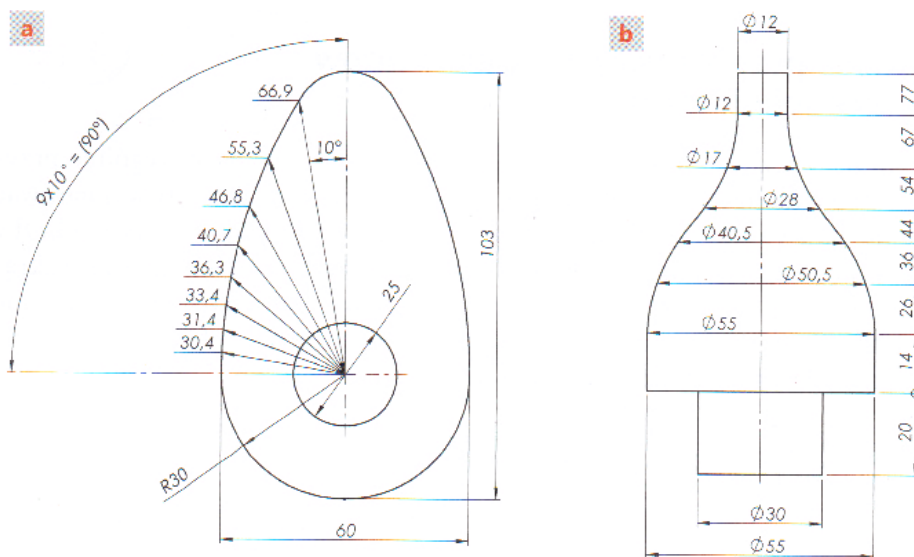


Rys. 1.63 Wymiarowanie powtarzających się elementów

Przy wykonywaniu rysunków przedmiotów mających np. kilka otworów ułożonych symetrycznie, wystarczy zwymiarować jeden z nich, a w opisie nad linią odniesienia podać ich liczbę, symbol \times oraz ich wymiar (rys. 1.63b). Można także po zwymiarowaniu jednego otworu podać ich liczbę i kąt rozstawienia w stopniach (rys. 1.64).



Rys. 1.64 Wymiarowanie kołnierza z powtarzającymi się otworami



Rys. 1.65 Wymiarowanie zarysów krzywoliniowych

Trudniejszym zagadnieniem jest wymiarowanie zarysów krzywoliniowych (tzw. krzywek). Wrysowanie wszystkich linii wymiarowych i pomocniczych linii wymiarowych znacznie zaciemniłoby rysunek. Tu, z uwagi na przejrzystość rysunku, również należy zastosować pewne uproszczenia. Bardzo przydatne może okazać się wymiarowanie w układzie biegunowym, w którym wymiary podaje się co pewien określony kąt (rys. 1.65a). Ważne jest, aby oznaczyć wartość kąta oraz opisać krotność wymiaru. To wymiarowanie nie musi zawierać wszystkich miar kątów między liniami wymiarowymi,

a wymiary mogą, ale nie muszą, leżeć bezpośrednio na liniach wymiarowych lub na odnośnikach od tych linii.

Podczas wymiarowania dowolnego zarysu w prostokątnym układzie współrzędnych początek układu oznacza się niezamalowaną kropką, a liczby wymiarowe pisze na przedłużeniu linii wymiarowych. Należy pamiętać, że kropka oznacza początek układu współrzędnych i liczby wymiarowe podawane są od tego właśnie punktu, a linie wymiarowe mają tylko jeden grot. Przykład tego rodzaju wymiarowania pokazano na rysunku 1.65b.

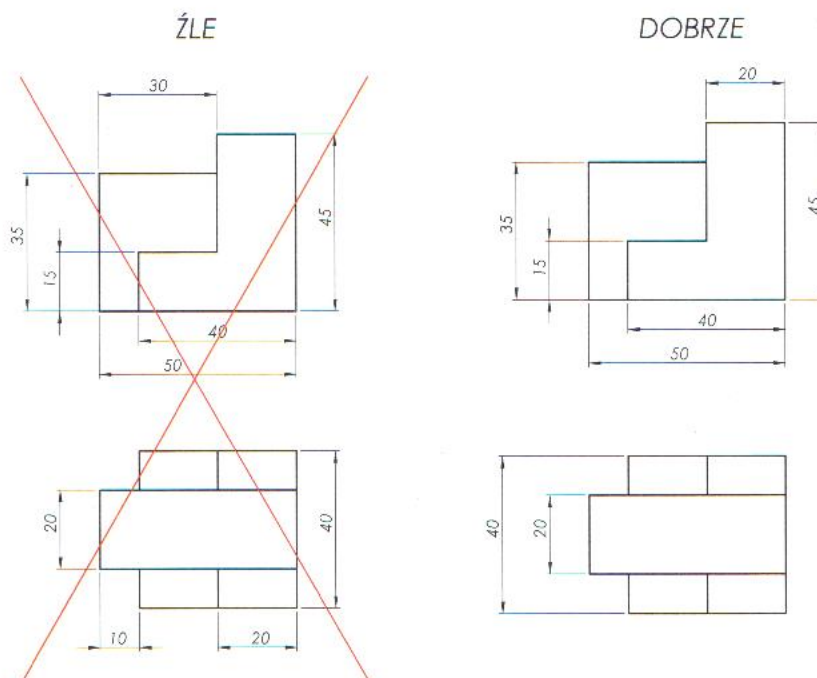
Ogólne zasady wymiarowania

1.10.6

Podczas wykonywania rysunków technicznych należy zwrócić uwagę, aby były one przejrzyste i zrozumiałe dla czytającego. Niewłaściwe wymiarowanie może znacznie zaciemnić rysunek i być przyczyną błędnego wykonania narysowanego przedmiotu. Z tego powodu wprowadzono ogólne zasady wymiarowania, z których najważniejszymi są:

- zasada niepowtarzania wymiarów,
- zasada pomijania wymiarów oczywistych,
- zasada wymiarów koniecznych,
- zasada otwartych łańcuchów wymiarowych,
- zasada wymiarowania od baz wymiarowych,
- zasada grupowania wymiarów.

Zasada niepowtarzania wymiarów polega na tym, że każdy detal rysunku, bez względu na liczbę rzutów czy przekrojów całego przedmiotu, powinien być opisany tylko jeden raz. Nie wolno powtarzać wymiaru w innym miejscu rysunku. Wymiar należy



Rys. 1.66 Zasada niepowtarzania wymiarów

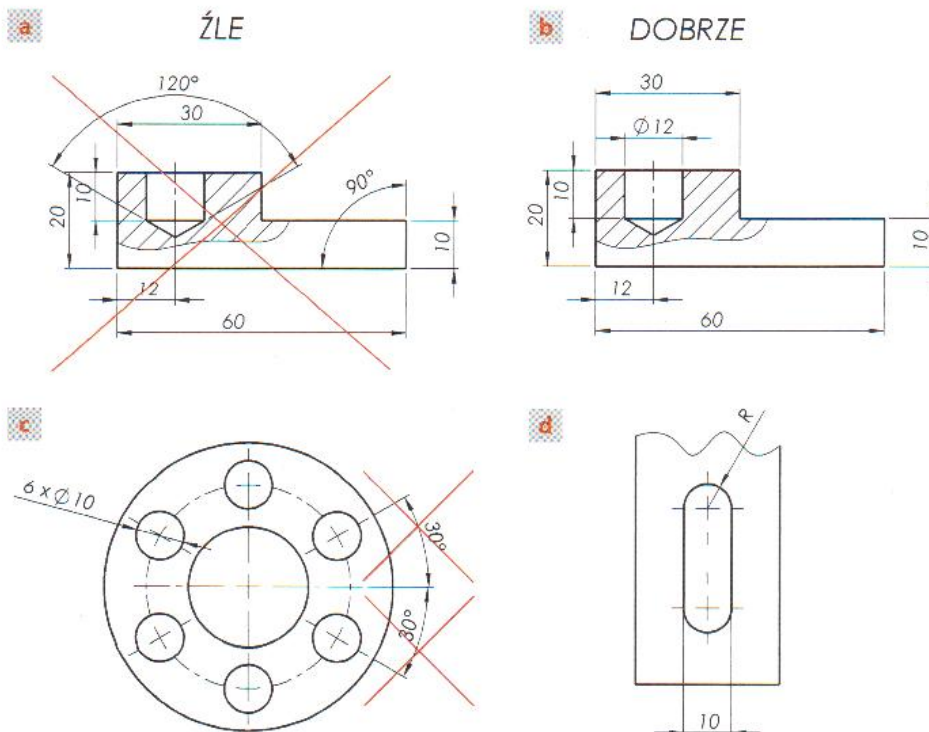
umieścić tak, aby rysunek był czytelny i zrozumiały z punktu widzenia konstruktora oraz technologa w zakładzie produkcyjnym. Dlatego trzeba dobrze przemyśleć, czemu dany wymiar ma służyć i podać go na rysunku w miejscu, w którym będzie najbardziej potrzebny ze względu na przebieg obróbki, a także łatwy do odszukania. W lepszym zrozumieniu tej zasady pomoże rysunek 1.66.

Zasada pomijania wymiarów oczywistych dotyczy głównie wymiarów kątowych, wynoszących 0° lub 90° , tj. odnoszących się do linii wzajemnie równoległych lub prostopadłych. Dotyczy również wymiarów związanych z narzędziem skrawającym, np. wiertłem zaostrowym do obróbki metalu (dla stali kąt wierzchołkowy ostrza wiertła wynosi 118° , czyli w przybliżeniu 120°). Tych wymiarów nie należy podawać (rys. 1.67a, b).

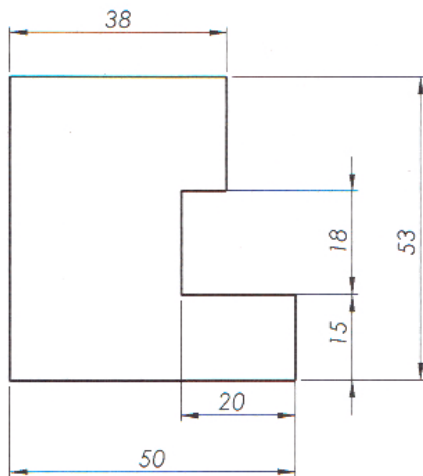
Zasada ta dotyczy również detali rozmieszczonych równomiernie na obwodzie koła, pod warunkiem że podamy ich liczbę. Przykładem mogą być otwory wywiercone na obwodzie kołnierza (rys. 1.67c).

Często spotykanym błędem jest również podawanie wartości promienia łączącego dwie linie równoległe, jeśli podana była odległość między tymi liniami. Typowym przykładem jest kształt rowka pod wpust pryzmatyczny. Podczas wymiarowania pomija się tę wartość, a jedynie wpisuje symbol promienia R (rys. 1.67d).

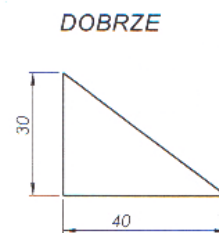
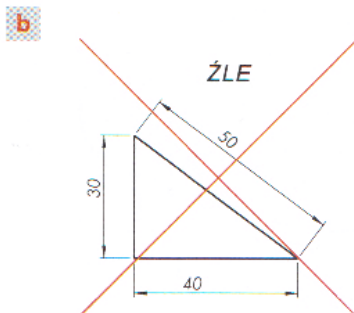
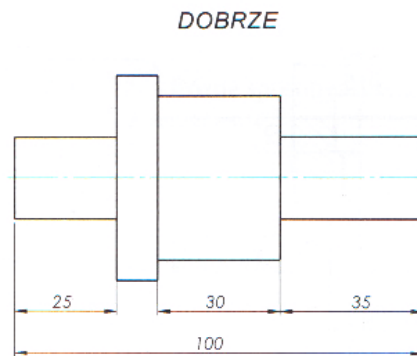
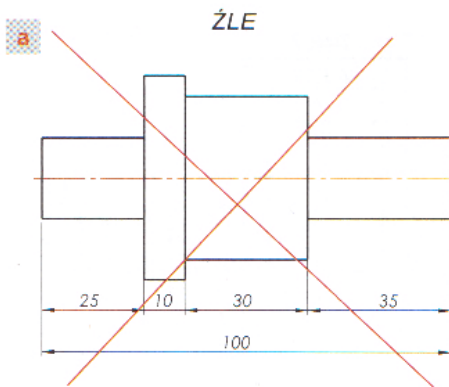
Zasada wymiarów koniecznych (rys. 1.68) dotyczy liczby i rodzaju podawanych wymiarów: tylko tylu i tych, które są niezbędne do jednoznacznego określenia wymiarów przedmiotu. Konieczne są wymiary gabarytowe (zewnętrzne). Dzięki nim można zorientować się jak duży będzie przedmiot, ile będzie zajmował miejsca, ile tych przedmiotów zmieści się w pojemniku do transportu i, co najważniejsze, jakiej wielkości materiał będzie potrzebny do



Rys. 1.67 Zasada pomijania wymiarów oczywistych



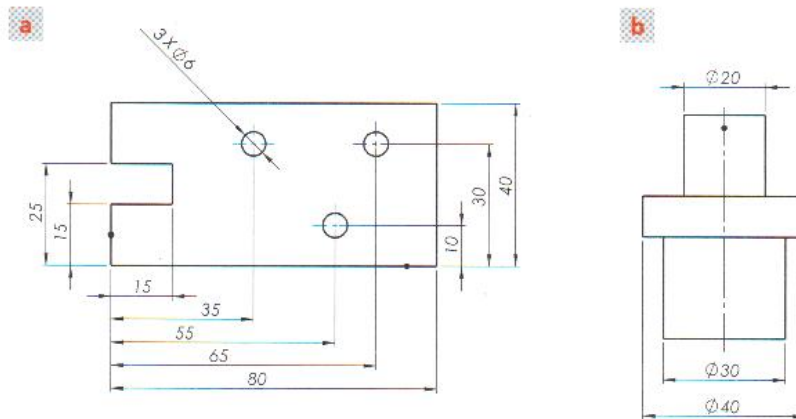
Rys. 1.68 Zasada wymiarów koniecznych



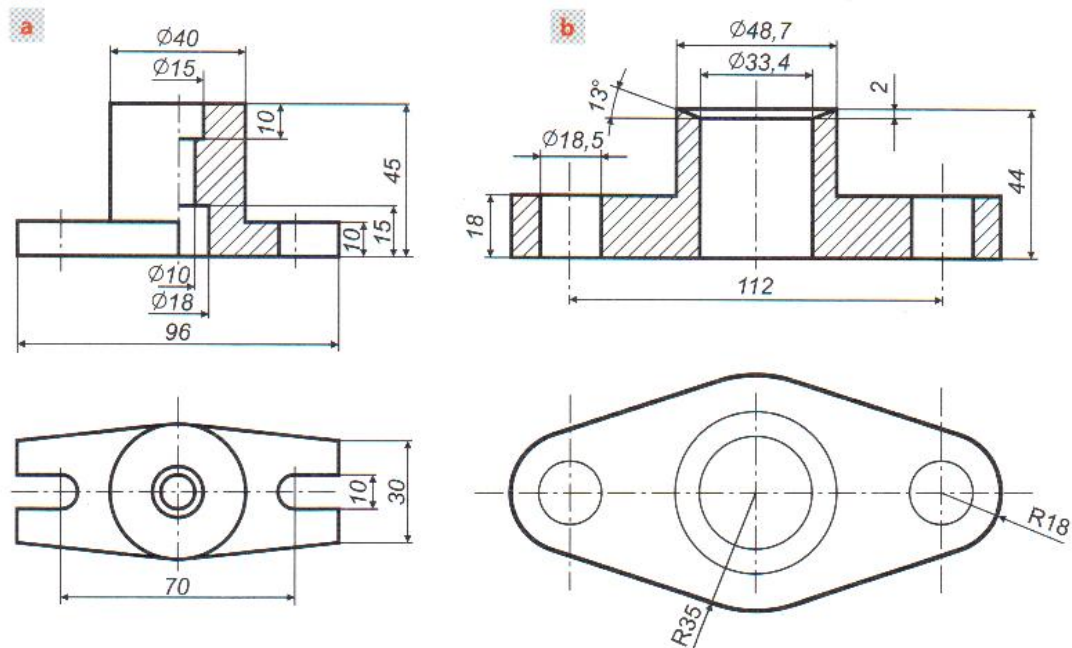
Rys. 1.69 Zasada otwartych łańcuchów wymiarowych

jego wykonania. Ponadto każdy wymiar z rysunku powinien być możliwy do sprawdzenia na przedmiocie w czasie wykonywania czynności obróbkowych. Również bardzo ważne jest usytuowanie mniejszych wymiarów bliżej przedmiotu, a większych dalej, tak aby uniknąć przecinania się linii wymiarowych z pomocniczymi liniami wymiarowymi.

Zasada otwartych łańcuchów wymiarowych. Łańcuchy wymiarowe to szereg kolejnych wymiarów równoległych (tzw. łańcuchy wymiarowe proste – patrz rys. 1.69a) lub dowolnie skierowanych (tzw. łańcuchy wymiarowe złożone – patrz rys. 1.69b). W obu przypadkach łańcuch wymiarowy powinien być otwarty, co oznacza, że nie należy wymiarować wszystkiego, bowiem pewne wymiary są zbędne, gdyż wynikają z innych wymiarów.



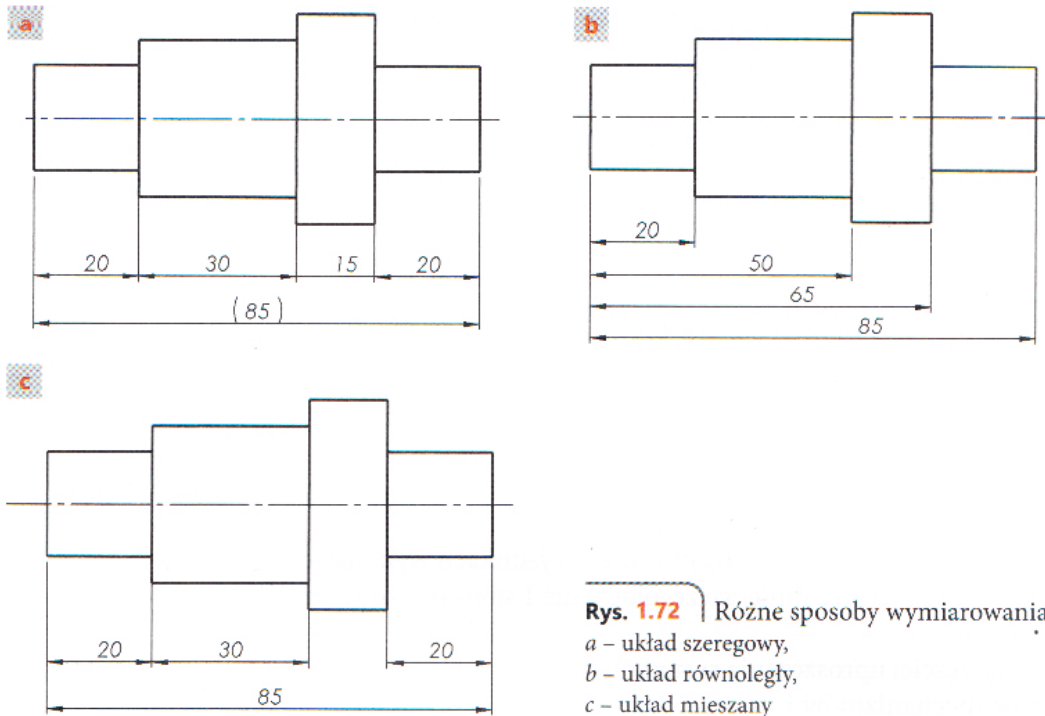
Rys. 1.70 Zasada wymiarowania od baz wymiarowych



Rys. 1.71 Przykłady poprawnie zwymiarowanych elementów
a – w półwidoku i półprzekroju, *b* – w przekroju

W przypadku łańcucha prostego (rys. 1.69*a*) – liniowego, równoległego układu wymiarów *a*, *b*, *c*, *d* – można pominąć jeden z nich, jeśli daje się go obliczyć poprzez odjęcie od wymiaru gabarytowego *e* sumy pozostałych wymiarów, np.: $b = e - (a + c + d)$. Ze względów praktycznych pomija się wymiar najmniej potrzebny z punktu widzenia obróbki lub pomiarów.

W przypadku łańcucha złożonego (rys. 1.69*b*) widać, że wymiar przeciwprostokątnej daje się obliczyć z twierdzenia Pitagorasa $a^2 + b^2 = c^2$. Oznacza to, że podanie wymiaru *c* byłoby przewymiarowaniem przedmiotu. Pamiętajmy o zasadzie wymiarów koniecznych. Jeżeli koniecznie musimy wrysować wymiar, który można obliczyć w inny sposób, to wpisujemy go w nawiasach okrągłych (patrz rys. 1.72*a*).



Rys. 1.72 Różne sposoby wymiarowania
 a – układ szeregowy,
 b – układ równoległy,
 c – układ mieszany

Zasada wymiarowania od baz wymiarowych. Bazą nazywamy element geometryczny przedmiotu (płaszczyznę, linię, punkt), względem którego określa się położenie innych punktów, linii albo płaszczyzn tego przedmiotu. Wyróżnia się bazy konstrukcyjne, obróbkowe i pomiarowe. Zasada wymiarowania od baz konstrukcyjnych uwzględnia przede wszystkim wymiary związane z działaniem i montażem części współpracujących ze sobą, a więc ma bezpośredni wpływ na wzajemne położenie części oraz na ich dopasowanie do siebie. W zasadzie wymiarowania od baz obróbkowych uwzględnia się wymiary związane ze wszystkimi działaniami dotyczącymi wytworzenia przedmiotu.

Bazy pomiarowe służą do sprawdzenia – poprzez pomiary warsztatowe – kształtu bryły przedmiotu. Najlepiej byłoby, aby wszystkie bazy pokrywały się ze sobą. Niestety, nie zawsze jest to możliwe. W naszych rozważaniach wszystkie bazy będą traktowane na równi ze sobą. O wyborze baz wymiarowych decyduje doświadczenie, które zdobywa się w pracy zawodowej. Dla potrzeb edukacyjnych jako bazy głównie będą przyjmowane:

- osie i płaszczyzny symetrii;
- powierzchnie współpracy bądź mocowania do innych przedmiotów;
- duże powierzchnie, najczęściej określające podstawowy kształt przedmiotu.

Przykładowo na rysunku 1.70a za bazę przyjęto płaszczyznę po lewej stronie przedmiotu. Od niej są odmierzane wszystkie odległości, czyli wcięcie, położenie otworów oraz długość przedmiotu.

Na rysunku 1.70b pokazano typową bazę dla elementu obrotowego. Jest nią oś symetrii trzpienia. Jak widać, wymiary średnic nie są odmierzane od osi, ale symetrycznie względem niej. Wynika to z faktu, że ten element powstaje w wyniku toczenia, a przy pomiarach najłatwiej jest mierzyć średnice elementu, a nie promienie, o czym napisano już wcześniej. Przykład poprawnie zwymiarowanego przedmiotu, w którym bazą są osie i płaszczyzny symetrii, pokazano na rysunku 1.71.

Zasada grupowania wymiarów (rodzaje wymiarowania). Na płaszczyźnie najczęściej stosuje się wymiarowanie wzdłuż układu współrzędnych, czyli linie wymiarowe są rysowane jako pionowe lub poziome. Wymiary położone w jednym kierunku można uporządkować względem siebie różnie. W normie dotyczącej zasad wymiarowania zaleca się trzy sposoby rysowania wymiarów – w układzie szeregowym, równoległym lub mieszanym (rys. 1.72).