

**BUDOWLANE
Z WYKORZYSTANIEM
NARZĘDZI
CYFROWYCH**

**RYSUNEK
TECHNICZNY
BUDOWLANY
Z WYKORZYSTANIEM
NARZĘDZI
CYFROWYCH**

Spis treści

Od Autora	7
1. Wprowadzenie	8
1.1. Rysunek techniczny jako informacja o budowie przestrzennej obiektu inżynierskiego	8
1.2. Technologia wykonywania rysunków technicznych	8
1.3. Normalizacja w rysunku technicznym	12
2. Ogólne zasady wykonywania rysunków technicznych	14
2.1. Podstawowe wymagania stawiane rysunkom technicznym	14
2.2. Arkusze rysunkowe	14
2.2.1. Formaty arkuszy rysunkowych	14
2.2.2. Forma arkusza rysunkowego	16
2.2.3. Tabliczka tytułowa rysunku	17
2.2.4. Składanie arkuszy rysunkowych	18
2.3. Linie rysunkowe	19
2.4. Pismo techniczne	25
2.5. Podziałyki rysunkowe	27
2.6. Zasady przedstawiania	28
2.6.1. Przedstawianie prostokątne	28
2.6.2. Przekroje i kłady	33
2.6.3. Uproszczenia rysunkowe	39
2.6.4. Przedstawianie pogładowe	42
2.6.5. Przedstawianie w technologii CAD	45
2.7. Wymiarowanie rysunków	49
2.7.1. Zasady wymiarowania	50
2.7.2. Wymiar rysunkowy i jego elementy	50
2.7.3. Sposoby wymiarowania	56
2.7.4. Uproszczenia wymiarowe	57
2.7.5. Oznaczanie poziomów za pomocą rzędnych	58
2.7.6. Oznaczanie odchyłek granicznych	59
2.7.7. Wymiarowanie rysunków w technologii CAD	60
2.8. Podsumowanie	61
3. Funkcja rysunków technicznych w budownictwie	63
3.1. Projekt jako środek porozumiewania się pomiędzy uczestnikami procesu budowlanego	63
3.2. Rysunki w projekcie budowlanym	65
3.3. Rysunki w opracowaniach uzupełniających projekt budowlany	68

4. Ogólne zasady wykonywania rysunków urbanistycznych	70
4.1. Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego	70
4.2. Projekty zagospodarowania działki lub terenu	75
5. Podstawowe informacje o rysunkach strukturalnych budynków	81
5.1. Elementy strukturalne budynków	81
5.2. Koordynacja modułarna	84
5.3. Systemy oznaczania	89
5.4. Uporządkowanie informacji o strukturze budynku	91
5.4.1. Rysunki architektoniczno-budowlane	92
5.4.2. Rysunki konstrukcyjne	97
6. Rysunki architektoniczno-budowlane	101
6.1. Oznaczenia elementów budynków	101
6.1.1. Fundamenty	101
6.1.2. Ściany	102
6.1.3. Otwory okienne i drzwiowe	103
6.1.4. Kanały kominowe	104
6.1.5. Stropy międzypiętrowe	105
6.1.6. Otwory w stropach	106
6.1.7. Elementy położone powyżej płaszczyzny przekroju poziomego	106
6.1.8. Dachy i stropodachy	106
6.1.9. Podłogi na gruncie	107
6.1.10. Schody i pochylnie	108
6.1.11. Urządzenia sanitarne i grzewcze	109
6.2. Szczególne zasady oznaczania na projektach remontów i modernizacji budynków ...	110
6.3. Oznaczenie zorientowania budynku względem stron świata	111
6.4. Opisywanie pomieszczeń	112
6.5. Oznaczenie wejść do budynków	112
6.6. Wymiarowanie rysunków architektoniczno-budowlanych	112
6.7. Podsumowanie	117
7. Rysunki konstrukcyjne	120
7.1. Ogólne zasady wykonywania rysunków schematycznych i zestawieniowych ...	120
7.2. Rysunki robocze konstrukcji żelbetowych	124
7.3. Rysunki robocze konstrukcji metalowych	139
7.4. Rysunki robocze konstrukcji drewnianych	152
Literatura	160

2.1. Podstawowe wymagania stawiane rysunkom technicznym

Rysunki techniczne są środkiem komunikacji między osobami pozbawionymi bezpośredniego kontaktu w zakresie przekazu informacji o cechach zaprojektowanego obiektu technicznego. Informacja ta musi być zapisana w rysunku w sposób obiektywny, tj. niezależny od indywidualnych upodobań osoby sporządzającej rysunek. Norma PN-ISO 128-1:2006 [N24]³ wyszczególnia podstawowe wymagania stawiane rysunkom technicznym. Zgodnie z tą normą rysunek powinien być:

- a) niedwuznaczny i jasny, tzn. każda cecha na rysunku powinna mieć tylko jedną interpretację;
 - b) kompletny, tzn. treść rysunku powinna być wystarczająca do wykonania obiektu lub realizacji funkcji wyrażonej na rysunku;
 - c) narysowany w podziale, co nie zwalnia z obowiązku określenia wymiarów w sposób liczbowy, tak aby nie były one odczytywane na podstawie pomiarów z rysunku;
 - d) odpowiedni do kopiowania i powielania, co oznacza, że jakość rysunku powinna być na tyle wysoka, aby jego kopia również zachowywała czytelność mimo pogorszenia jakości;
 - e) niezależny od języka, tj. pozbawiony informacji tekstowych wszędzie tam, gdzie nie jest to bezwzględnie potrzebne;
 - f) zgodny z normami.
- Elementami rysunku technicznego, których nie można przyjmować dowolnie, lecz jedynie w oparciu o aktualne normy są:
- układ arkusza rysunkowego;
 - tabliczka tytułowa;
 - linie rysunkowe;
 - pismo;
 - sposób przedstawienia przedmiotu;
 - wymiarowanie;
 - sposób oznaczania części;
 - wielkości, jednostki i symbole.

2.2. Arkusze rysunkowe

2.2.1. Formaty arkuszy rysunkowych

Rysunki techniczne powinny być wykonywane na arkuszach o ujednoliconych rozmiarach. Rozmiar arkusza rysunkowego jest nazywany formatem. Standaryzowane formaty arkuszy oraz ich wymiary są wyszczególnione w normie PN-EN ISO 216 [N5]. Wyróż-

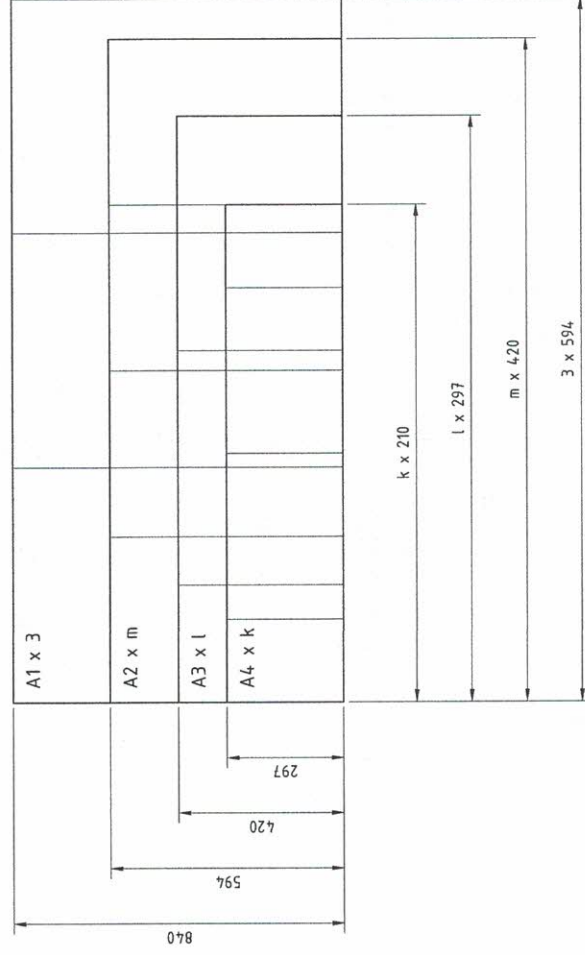
³ Wykaz norm powoływanych w tekście znajduje się na końcu książki w dziale Literatura.

niłono w niej dwa typoszeregi formatów: A oraz B. W rysunkach technicznych stosuje się formaty typoszeregu A. Największy jest format A0 o wymiarach 841×1189 mm, którego powierzchnia wynosi 1 m^2 . Najmniejszym formatem, który można wykorzystać do wykreślenia rysunku technicznego, jest format A4 o wymiarach 210×297 mm. Ze względu na jego popularność pozostałe formaty podstawowe najłatwiej zapamiętać jako wielokrotności formatu A4 lub większych formatów tworzonych na jego podstawie.

Format podstawowy o symbolu A_i otrzymuje się przez połączenie wzdłuż dłuższego boku dwóch formatów A_{i+1} . W ten sposób format A3 stanowi połączenie dwóch formatów A4, format A2 – sumę dwóch formatów A3, format A1 – sumę dwóch formatów A2, a największy z dopuszczonych do stosowania, tj. format A0 – sumę dwóch formatów A1 (rys. 2-1). Oprócz formatów podstawowych wprowadzono formaty pochodne, oznaczane



Rys. 2-1. Wymiary oraz zasada tworzenia formatów zasadniczych typoszeregu A



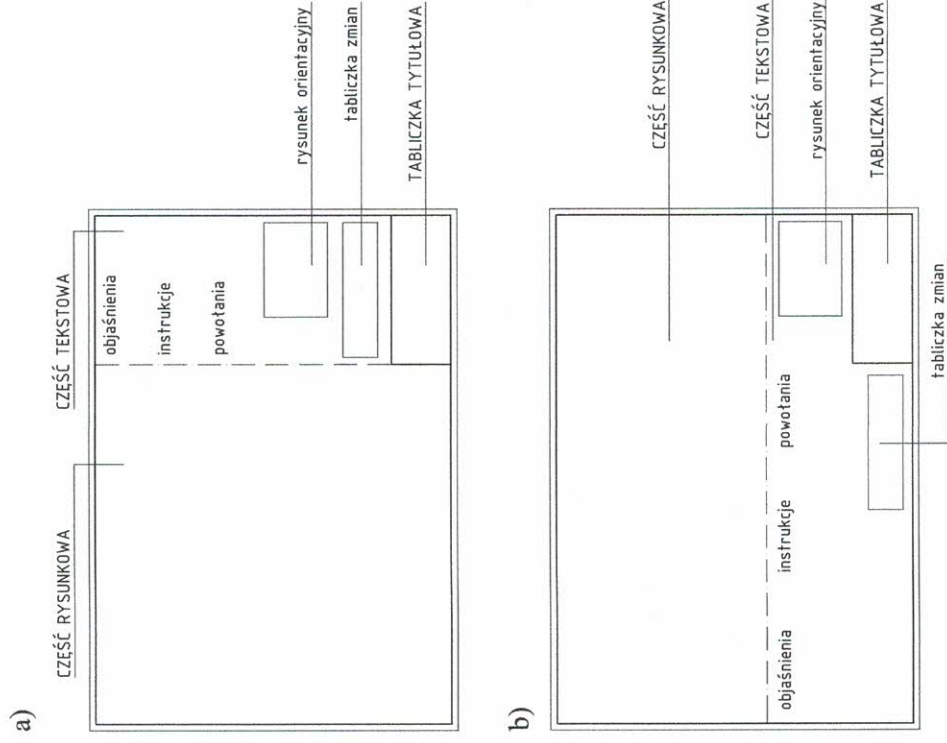
Rys. 2-2. Wymiary oraz zasada tworzenia formatów pochodnych typoszeregu A

jako $j \times Ai$. Otrzymuje się je w wyniku zjednoczenia j formatów Ai ustawionych w szeregu jeden za drugim i złączonych ze sobą wzdłuż dłuższych boków (rys. 2-2). Formaty pochodne można tworzyć z formatów A4, A3, A2 i A1, łącząc ze sobą k formatów A4 ($k \leq 9$), l formatów A3 ($l \leq 7$), m formatów A2 ($m \leq 5$) lub 3 formaty A1.

2.2.2. Forma arkusza rysunkowego

Każdy rysunek techniczny, niezależnie od formatu arkusza, powinien mieć obramowanie wykreślone linią grubą w odległości 5 lub 10 mm od krawędzi arkusza. Zaleca się, aby odległość 5 mm stosować dla arkuszy formatu A4 lub A3, natomiast 10 mm – dla arkuszy A2, A1 i A0. Zalecenie to dotyczy również formatów pochodnych. Na arkuszu, który ma zostać wpięty do teczki, lewy bok prostokąta stanowiącego obramowanie rysunku powinien być wykonany w odległości o 20 mm większej od odległości przyjętej dla pozostałych boków.

Wymagania w zakresie układu i zawartości arkusza rysunku budowlanego są określone w normie PN-ISO 9431 [N41]. Zgodnie z jej wytycznymi powierzchnię arkusza zawartą wewnątrz obramowania dzieli się na część rysunkową, część tekstową oraz tabliczkę tytułową. Jeżeli część rysunkowa ma być wypełniona kilkoma rysunkami, powinny być one rozmieszczone w układzie rzędów i kolumn. Rysunek główny umieszcza się w lewym górnym rogu arkusza. W miarę możliwości rysunki należy rozmieścić tak, aby nie znajdowały się w miejscach przewidzianych zgięć arkusza. Tabliczkę tytułową umieszcza się zawsze w prawym dolnym narożniku obramowania rysunku.



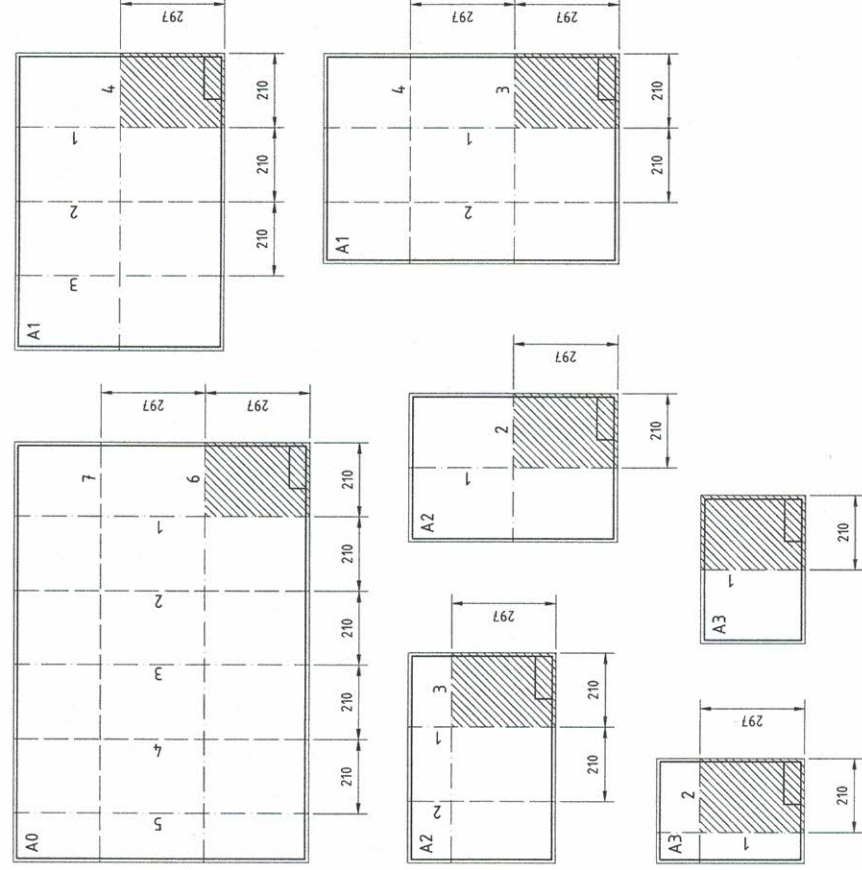
Rys. 2-3. Forma arkusza rysunkowego: a) z częścią tekstową umieszczoną nad tabliczką tytułową, b) z częścią tekstową umieszczoną obok tabliczki tytułowej

2.2.4. Składanie arkuszy rysunkowych

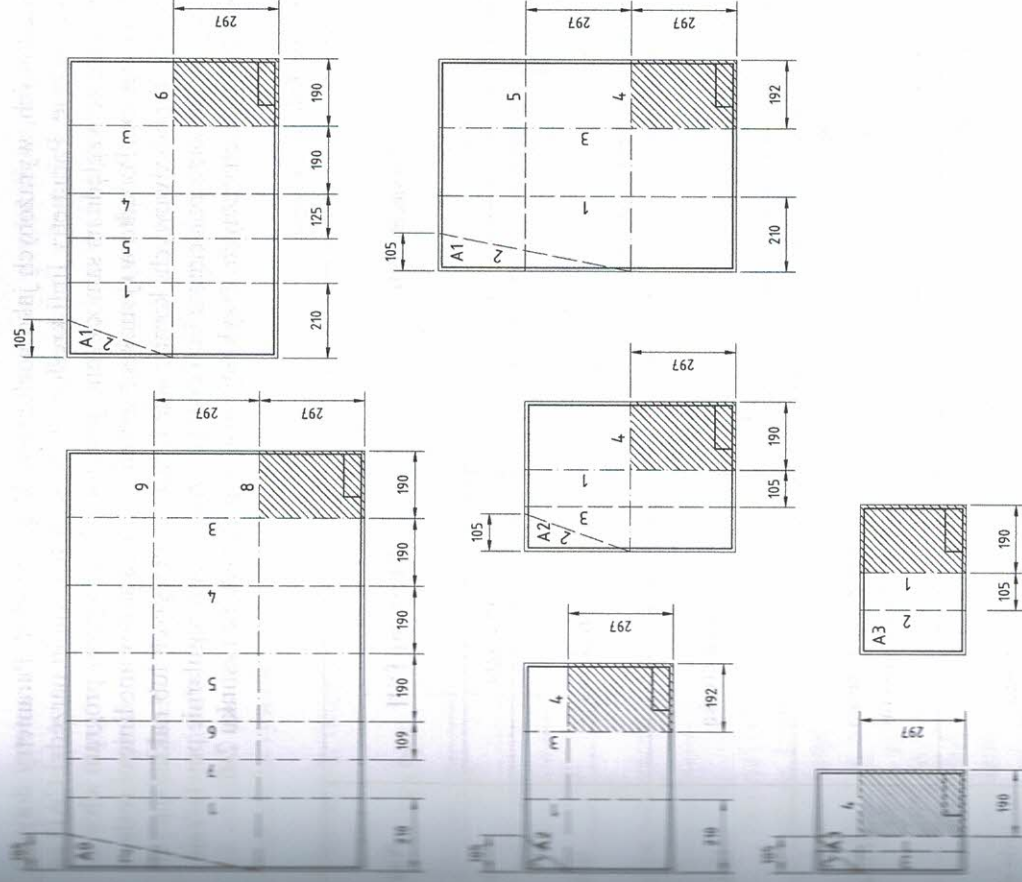
Arkusze formatów A3, A2 i A1 mogą być orientowane zarówno pionowo, jak i poziomo. Arkusz formatu A4 może być stosowany tylko w orientacji pionowej, natomiast arkusz A0 oraz arkusze w formatach pochodnych – tylko w orientacji poziomej. Wszystkie arkusze o formatach większych od A4 są składane do formatu A4. Wymóg składania arkuszy jest konsekwencją utrwalonego zwyczaju przechowywania dokumentacji projektowej w teczkach formatu A4. W zależności od przeznaczenia konkretnego egzemplarza dokumentacji rysunki mogą być wpinane do teczki, aby zapobiec dekompletacji projektu, lub wkładane do teczki luzem – w celu ułatwienia posługiwania się pojedynczymi rysunkami.

Arkusze powinny być składane w taki sposób, aby po złożeniu tabliczka tytułowa znajdowała się na wierzchu złożonego arkusza. Dzięki temu nie trzeba rozkładać arkusza, żeby poznać jego temat. Drugą z zasad jest składanie arkusza tak, aby co druga krawędź była wypukła, a co druga wklęsła – najpierw wzdłuż linii pionowych, a następnie wzdłuż linii poziomych. Takie złożenie umożliwia przeglądanie zawartości arkusza bez konieczności jego całkowitego rozkładania.

Wytyczne składania arkuszy formatów podstawowych do formatu A4 z uwzględnieniem ich przechowywania luzem lub wpinania do teczek zostały wyjaśnione na rysunkach odpowiednio 2-5a i 2-5b. Znajdująca się na rysunkach numeracja określa kolejność załamań, przy czym załamania wypukłe oznaczono liniami punktowymi, a załamania wklęsłe – liniami kreskowymi. Tę część arkusza, która powinna znaleźć się na wierzchu po jego złożeniu, wyróżniono za pomocą kreskowania. Arkusze formatów pochodnych powinny być składane analogicznie, tzn. według omówionych zasad oraz wymiarów przedstawionych na rysunkach.



Rys. 2-5a. Składanie arkuszy formatów podstawowych przeznaczonych do przechowywania luzem w teczkach formatu A4



rys. 2-5b. Składanie arkuszy formatów podstawowych przeznaczonych do wpięcia do teczek formatu A4




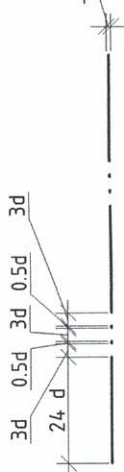

2.3. Linie rysunkowe

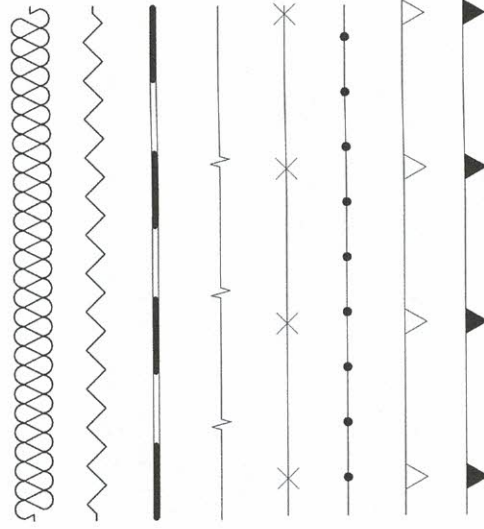
Podstawowymi znakami zapisu graficznego w rysunkach technicznych są linie rysunkowe. W celu zapewnienia wysokiej komunikatywności rysunków, których treść zwykle jest złożona i różnorodna, forma graficzna linii rysunkowych podlega różnicowaniu. Ze względu na to, że rysunki techniczne są wykonywane prawie zawsze jako czarno-białe linie rysunkowe różnicuje się strukturą wewnętrzną oraz grubością. Rodzaje i budowa linii rysunkowych dopuszczonych do stosowania są określone w normie PN-EN ISO 128-20 [N1], a także w normach PN-EN ISO 128-21 [N2] i PN-EN ISO 128-22 [N3], zawierających dodatkowe postanowienia. Rodzaje linii rysunkowych przeznaczonych do stosowania na rysunkach budowlanych i ich przeznaczenie są opisane w normie PN-EN ISO 128-23 [N4]. Parametr, który w normach jest nazywany grubością linii, w programach komputerowych AutoCAD oraz REVIT jest określany jako szerokość linii.

Klasyfikację tych rodzajów linii rysunkowych, które są wymienione w normie [N4] jako dopuszczone do stosowania na rysunkach budowlanych, przedstawiono w tabelicy 2-1. Nazwy niektórych linii określone w normie [N4] nie są zgodne z nazwami określonymi w normie [N1], dlatego w tabelicy przytoczono nazwy linii z obu tych norm. W żadnej z nich nie stanowią wiernych tłumaczeń nazw z oryginalnej anglojęzycznej wersji normy. W tabelicy pokazano też strukturę wewnętrzną linii oraz informacje o długościach poszczególnych

elementów składowych, wyrażonych jako wielokrotność grubości d . Parametry dotyczą linii kreślonych ręcznie. Parametry linii kreślonych przy zastosowaniu narzędzi CAD są nieco odmienne, ale ze względu na samoczynne generowanie linii przez program ich znajomość nie jest konieczna. Ponadto w rysunkach technicznych są stosowane linie określone jako kombinacje linii podstawowych, kombinacje kilku równoległych lub nakładających się niejednakowych linii oraz połączenia linii ciągłych z układami regularnie powtarzających się elementów geometrycznych. Przykłady zostały pokazane na rysunku 2-6.

Tablica 2-1. Struktura linii rysunkowych

Nr rodzaju linii wg [N4]	Rysunek linii	Nazwa wg [N1]	Nazwa wg [N4]
01		linia ciągła	linia ciągła
02		linia kreskowa	linia kreskowa
04		linia z długą kreską i kropką	linia punktowa
05		linia z długą kreską i dwiema kropkami	linia dwupunktowa
07		linia kropkowa	linia wielopunktowa



Rys. 2-6. Przykłady innych linii rysunkowych stosowanych na rysunkach budowlanych

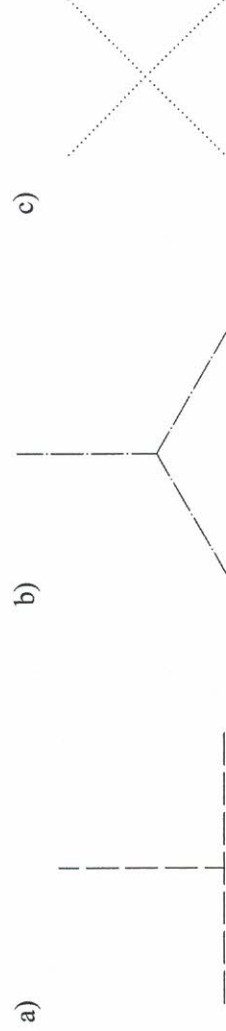
Grubość d wszystkich rodzajów linii powinna być równa jednej z następujących wartości: 0,13 mm; 0,18 mm; 0,25 mm; 0,35 mm; 0,5 mm; 0,7 mm; 1,0 mm; 1,4 mm lub 2,0 mm. Na jednym rysunku nie należy stosować więcej niż 3 grubości linii, które są określone jako

linia cienka, linia gruba i linia bardzo gruba. Stosunek grubości linii cienkich, grubych i bardzo grubych powinien być równy 1 : 2 : 4. Symbole graficzne wykreśla się linią o grubości między grubościami linii cienkiej i grubej. W tablicy 2-2 wyszczególniono wszystkie możliwe do stosowania grupy grubości linii, utworzone zgodnie z podanymi wyżej zaleceniami. Wybór konkretnej grupy grubości powinien być dokonywany z uwzględnieniem podziałki rysunku, formatu arkusza oraz stopnia zagęszczenia linii na rysunku, jak również powinien brać pod uwagę jakość ewentualnych kopii. Można przyjąć, że dla większości rysunków optymalna jest grupa 0,35.

Tablica 2-2. Grupy grubości linii rysunkowych do stosowania na rysunkach technicznych

Grupa linii	Grubość linii cienkiej	Grubość linii grubej	Grubość linii bardzo grubej	Grubość linii dla symboli graficznych
0,25	0,13	0,25	0,5	0,18
0,35	0,18	0,35	0,7	0,25
0,5	0,25	0,5	1	0,35
0,7	0,35	0,7	1,4	0,5
1	0,5	1	2	0,7

Norma [N1] podaje również zalecenia dotyczące kreślenia linii równoległych i przecinających się. Linie równoległe powinny być rysowane z odstępem nie mniejszym niż 0,7 mm. Linie rodzajów o numerach 02, 04 i 05 powinny stykać się na kreskach (rys. 2-7a,b), natomiast linie rodzaju podstawowego nr 07 – na kropce (rys. 2-7c). Stosowanie tych zaleceń jest łatwe, gdy rysunek jest wykonywany manualnie. Natomiast na rysunku stanowiącym obraz trójwymiarowego modelu cyfrowego, sprostanie ww. wymaganiom jest trudne. Na przykład odległość między liniami równoległymi, jako pochodna odległości między krawędziami modelu oraz zastosowanej podziałki, może okazać się mniejsza od podanej wartości minimalnej. W żadnym wypadku odstępstwo od zaleceń nie może skutkować pogorszeniem jakości rysunku utrudniającym prawidłowe odczytanie zawartych w nim informacji. W celu przeciwdziałania takim skutkom można np. zastosować grupę linii 0,25.



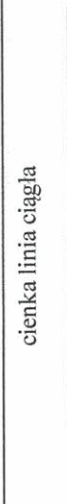




Rys. 2-7. Zasady rysowania połączeń linii rysunkowych: a) kreskowych, b) punktowych, c) wielopunktowych

W razie konieczności podania opisu formy graficznej linii rysunkowej należy zastosować ściśle określone składnię opisu. Po słowie „Linia” należy powołać normę ISO 128-20, a następnie podać numer linii z tablicy 2-1 oraz jej grubość, a gdyby barwa linii była różna od czarnej, również barwę, np. *Linia ISO 128-20 – 02 × 0,35*, lub *Linia ISO 128-20 – 07 × 0,18 / zielona*.

Ponieważ klasyfikacja linii pod względem grubości jest niezależna od klasyfikacji według kryterium struktury wewnętrznej, możliwe jest otrzymanie 45 różnych rodzajów linii rysunkowych. Nie wszystkie z tych linii są stosowane w rysunku budowlanym. Norma [N4] dopuszcza stosowanie 13 spośród nich oraz jednego połączenia linii ciągłej z elementami

geometrycznymi. Zostały one wyszczególnione w tablicy 2-3 wraz z zastosowaniami zalecanymi przez wymienioną normę.

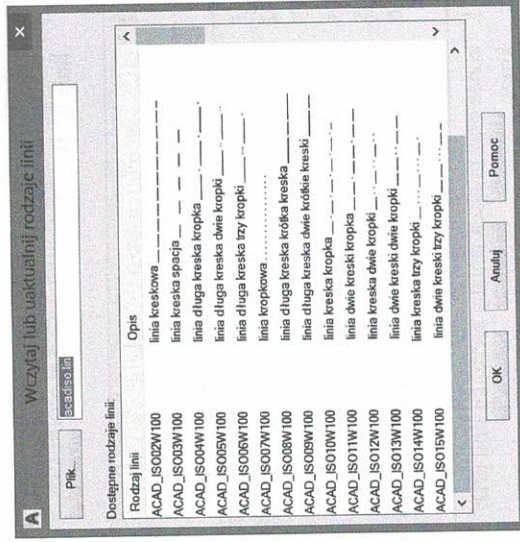
Tablica 2-3. Rodzaje linii rysunkowych dopuszczonych do stosowania na rysunkach budowlanych i ich zastosowania

Nr (wg [N1])	Nazwa i rysunek linii	Zastosowanie
01.1	<p>cienka linia ciągła</p> 	<ol style="list-style-type: none"> linie rozgraniczające różne materiały w widoku i przekroju (alternatywnie linia 01.2) linie kreskowania przekątne rzutów otworów, zagłębień i wnęk zakończony grotami linie osiowe rzutów schodów i pochylni linie siatek modularnych w projekcie budowlanym krótkie linie osiowe pomocnicze linie wymiarowe linie wymiarowe i ich znaki ograniczające linie odniesienia istniejące warstwy na projektach zagospodarowania terenu (alternatywnie linia 02.1) rzuty krawędzi widocznych przedstawianych na widokach (alternatywnie linia 01.2) uproszczone przedstawienia drzwi, okien, schodów, wyposażenia itp. (alternatywnie linia 01.2) linie zaznaczające wyróżniane detale
	<p>cienka linia ciągła zygzakowa</p> 	<ol style="list-style-type: none"> linie ograniczające częściowe lub przerywane widoki i przekroje (jeżeli nie są to linie 04.1)
01.2	<p>gruba linia ciągła</p> 	<ol style="list-style-type: none"> kontury kładów, w przypadku zastosowania kreskowania linie rozgraniczające różne materiały na widokach i przekrojach (alternatywnie linia 01.1) rzuty krawędzi widocznych przedstawianych na widokach (alternatywnie linia 01.1) uproszczone przedstawienia drzwi, okien, schodów, wyposażenia itp. (alternatywnie linia 01.1) linie siatek modularnych w projekcie wykonawczym strzałki służące oznaczeniu widoków i przekrojów projektowane warstwy na projektach zagospodarowania terenu
01.3	<p>bardzo gruba linia ciągła</p> 	<ol style="list-style-type: none"> kontury kładów, jeżeli nie stosuje się kreskowania pręty zbrojeniowe (alternatywnie linia 02.3) linie o szczególnej ważności na rysunkach
02.1	<p>cienka linia kreskowa</p> 	<ol style="list-style-type: none"> istniejące warstwy na planach zagospodarowania terenu linie rozgraniczające uprawy roślinne i trawniki rzuty krawędzi niewidocznych (alternatywnie linia 02.2)

02.2	gruba linia kreskowa -----	1. rzuty krawędzi niewidocznych (alternatywnie linia 02.1)
02.3	bardzo gruba linia kreskowa -----	1. pręty zbrojenia warstwy dolnej lub dalszej warstwy, jeżeli oznaczenia dwu warstw zbrojenia są pokazywane na tym samym rzucie
04.1	cienka linia punktowa	1. linie przekrojów 2. linie osiowe 3. osie symetrii lub rzuty płaszczyzn symetrii 4. linie zaznaczające detale w powiększeniu 5. linie nawiązania wymiarowego 6. linie ograniczające przerwane widoki i przekroje (alternatywnie linia 01.1)
04.2	gruba linia punktowa -----	1. końce oraz miejsca zmiany kierunku linii przekroju 2. rzuty krawędzi widocznych w obiektach usytuowanych przed płaszczyzną przekroju
04.3	bardzo gruba linia punktowa -----	1. pomocnicze linie tyczenia oraz bazowe linie nawiązania 2. oznaczenia powierzchni, których dotyczą szczególne wymagania 3. linie graniczne terenów dla poszczególnych etapów
05.1	cienka linia dwupunktowa -----	1. skrajne położenia części ruchomych 2. linie środkowe 3. kontury części przyległych
05.2	gruba linia dwupunktowa -----	1. rzuty krawędzi niewidocznych w obiektach usytuowanych przed płaszczyzną przekroju
05.3	bardzo gruba linia dwupunktowa -----	1. pręty i kable sprężające
07.1	cienka linia wielopunktowa	1. kontury części nieobjętych projektem

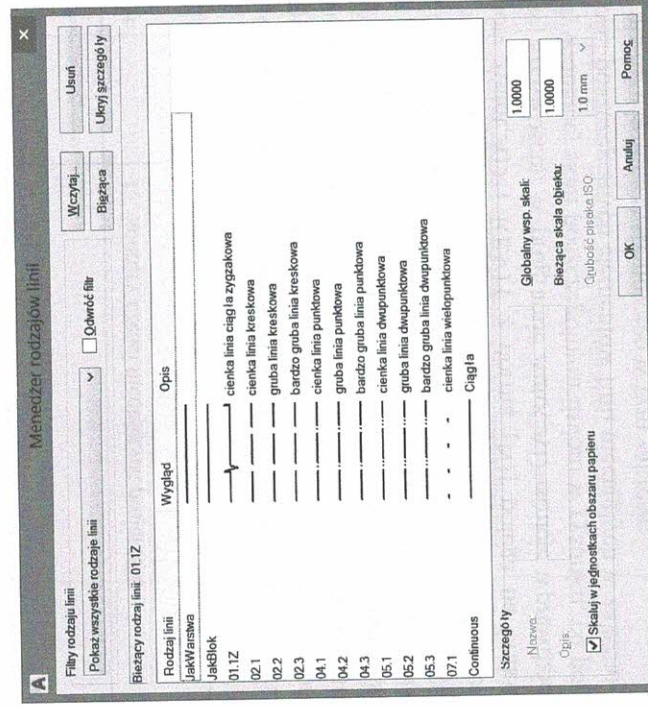
W programie AutoCAD jest dostępnych wiele różnych rodzajów linii rysunkowych, a wśród nich wszystkie rodzaje podstawowe linii znane z normy [NI]. Znajdują się one na początku listy zawartej w oknie *Wczytaj i aktualizuj rodzaje linii* (rys. 2-8) i oznaczone są np. ACAD_ISO02W100, gdzie cyfry, które wyróżniono pogrubieniem, są numerem linii według tablicy 2-1. Pozostałe wizualnie podobne linie charakteryzują się innymi proporcjami długości elementów składowych niż określone w tej tablicy i nie powinny być używane, a zwłaszcza nie należy stosować w jednym rysunku linii o niejednakowych parametrach. Niezgodność programów AutoCAD i REVIT z normą [NI] polega na braku powiązania struktury linii z jej szerokością. W programie AutoCAD istnieje wprowadzić możliwość przypisywania indywidualnej skali poszczególnym liniom w rysunku, co pozwala na zróżnicowanie długości poszczególnych elementów linii nieciągłych w zależności od szerokości linii, ale nie ma rozwiązania systemowego w tym zakresie.

Sposobem rozwiązania ostatniego problemu jest zdefiniowanie *Rodzajów linii* (AutoCAD) lub *Wzorów linii* (REVIT) dla poszczególnych linii nieciągłych i każdej szerokości osobno, ponieważ w obu programach długości poszczególnych elementów linii, zależne od jej szerokości, należy wyrazić w milimetrach. W programie AutoCAD narzędziem



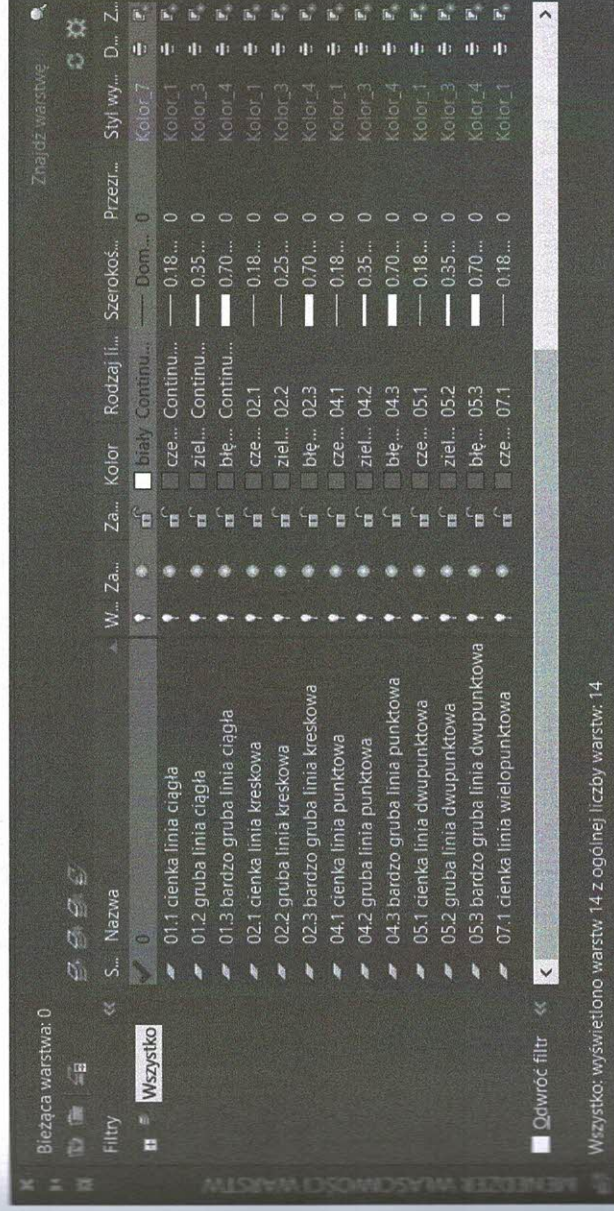
Rys. 2-8. Początkowy fragment listy linii rysunkowych dostępnych w programie AutoCAD, zawierającej linie opisane w normie [N4]

pozwalającym na tego typu operację jest polecenie *Make Linetype* dostępne w panelu *Tools* w karcie *Express Tools*. Instalacja karty wymaga świadomego wyboru w trakcie instalacji programu i jest możliwa we wszystkich wersjach językowych, ale zawartość karty nie jest tłumaczona z języka angielskiego. Utworzone *Rodzaje linii* są zapisywane w pliku z rozszerzeniem *lin*. Dodatkową korzyścią z zainstalowania karty *Express Tools* jest możliwość posługiwania się linią ciągłą zygawkową, dostępną poprzez *Break-line Symbol*. Wybór linii utworzonych w programie AutoCAD wyczerpujących asortyment określony w tablicy 2-2 został pokazany na rysunku 2-8. W programie REVIT dostęp do edytowania *Wzorów linii* uzyskuje się po wyborze przycisku *Ustawienia dodatkowe* znajdującego się w karcie *Zarządzaj*, a następnie pozycji *Wzory linii*.



Rys. 2-9. Wybór linii utworzonych w programie AutoCAD wyczerpujących asortyment linii stosowanych w rysunku budowlanym

Zgodnie z tabelicą 2-2 linia o konkretnym zastosowaniu charakteryzuje się jednoznacznie określoną strukturą oraz grubością (szerokością). Obiektem w programie AutoCAD, w którym te dwie cechy linii rysunkowej mogą zostać połączone, jest *Warstwa*, a w programie REVIT – *Styl linii*. O ile do *Warstwy* (AutoCAD) szerokość linii można przypisać bezpośrednio w milimetrach, o tyle do *Stylu linii* (REVIT) jest przypisywany numer wirtualnego pisaka, którego grubość jest zdefiniowana w oknie *Szerokości linii*. Dostęp do tych okien jest taki sam jak do *Wzorów linii*. Odpowiednie *Warstwy* lub *Style linii* mogą być w każdym z programów przygotowane jednorazowo i zapisane w *Szablonie rysunku* (AutoCAD) lub *Szablonie projektu* (REVIT). Organizacja warstw w programie AutoCAD, uwzględniająca zalecaną zasadę przyporządkowania rodzaju i szerokości linii rysunkowych do warstw, a nie poszczególnych obiektów, została przedstawiona na rysunku 2-10.



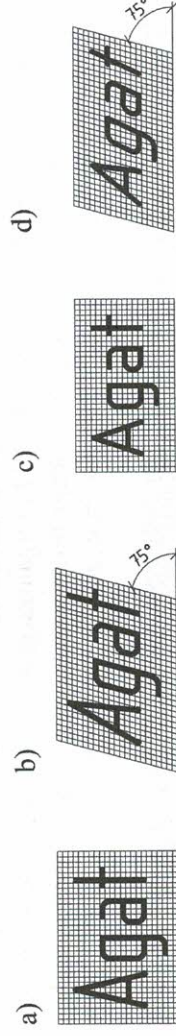
Rys. 2-10. Organizacja warstw w programie AutoCAD, uwzględniająca zasadę przyporządkowania do warstw rodzaju i szerokości linii rysunkowych

2.4. Pismo techniczne

Mimo że zasadnicza treść rysunków technicznych, jaką stanowią rzuty projektowanego obiektu lub jego elementów, jest przedstawiana za pomocą linii rysunkowych, precyzyjne wyjaśnienie informacji zawartej w rysunku technicznym wymaga na ogół zastosowania również liter i cyfr. Opisy słowne i cyfrowe na rysunkach technicznych mogą być wykonywane wyłącznie za pomocą znaków, których kształty zostały ściśle określone jako pismo techniczne i opisane w normie PN-EN ISO 3098 [N7]. Ta norma jest podzielona na kilka części, w których są określone kształty liter alfabetu łacińskiego i znaków diakrytycznych stosowanych w tym alfabecie, cyfr i znaków specjalnych oraz liter alfabetu greckiego i cyrylicy, a także parametry geometryczne definiujące odmiany pisma technicznego oraz zasady posługiwania się pismem technicznym przy zastosowaniu programów komputerowych.

Kształty liter, cyfr oraz znaków każdej odmiany pisma technicznego są zdefiniowane na siatce składającej się z linii poziomych i pionowych lub nachylonych do kierunku poziomego w prawo pod kątem 75°. Oddalenie linii przynależnych do każdej z grup linii tworzących siatkę jest równe grubości linii stosowanej do napisania tekstu. Pismo techniczne może być pismem prostym opartym na siatce składającej się z linii poziomych

i pionowych lub pismem pochylonym – opartym na siatce składającej się z linii poziomych oraz linii nachylonych pod kątem 75° . Ponadto różni się pismo rodzaju A, w którym wysokość wielkiej litery jest równa 14 grubościom linii, oraz pismo rodzaju B, w którym wysokość wielkiej litery jest równa 10 grubościom linii. Każdy tekst wykonany pismem rodzaju A lub rodzaju B może być prosty lub pochylony. W ten sposób są ustalane cztery rodzaje pisma technicznego: proste rodzaje A (rys. 2-11a), pochylone rodzaje A (rys. 2-11b), proste rodzaje B (rys. 2-11c) i pochylone rodzaje B (rys. 2-11d).

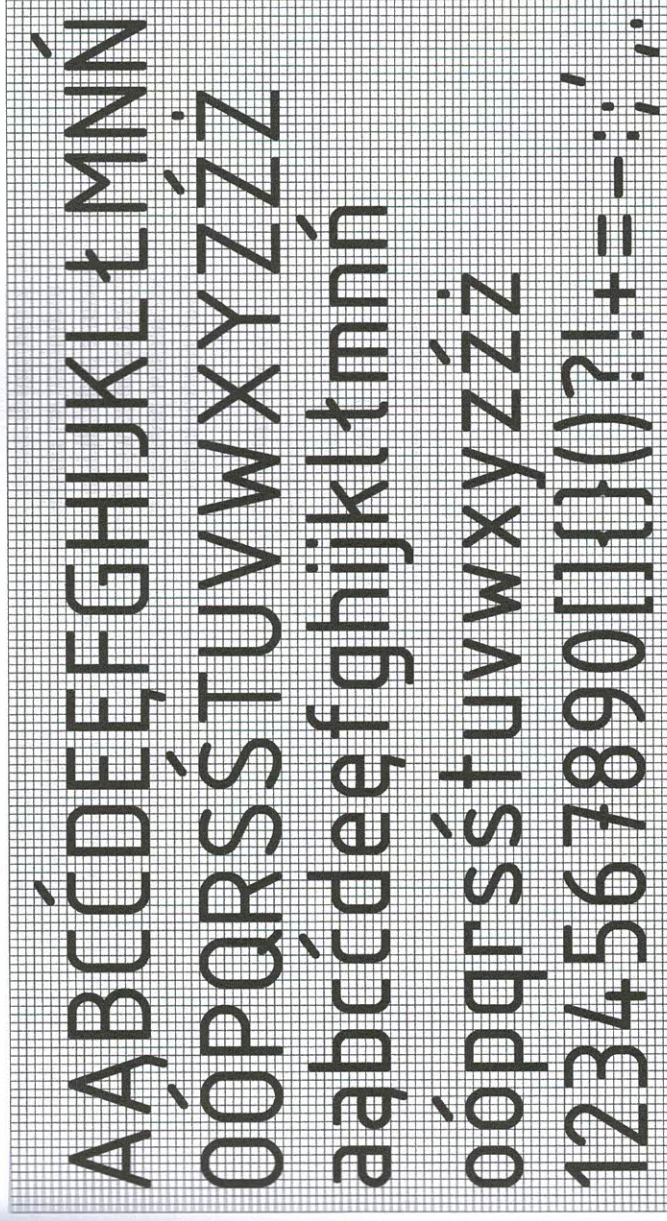


Rys. 2-11. Reprezentacja liter o typowych wysokościach zapisana za pomocą czcionek pisma technicznego: a) prostego rodzaju A, b) pochylonego rodzaju A, c) prostego rodzaju B, d) pochylonego rodzaju B

W czasach poprzedzających rozwój technologii komputerowych, umiejętności starannego pisania pismem technicznym była jedną z elementarnych kompetencji inżyniera lub technika. Ułatwieniem do wykonywania opisów były plastikowe szablonu umożliwiający kreslarzowi odwzorowanie kształtu czcionki przez prowadzenie rapidografu w wyciętej odpowiednio szczelinie. Przez pewien okres alternatywnie stosowano suchą kalkomanie. Każda z tych technik spowalniała opisywanie rysunków w stosunku do odręcznego kreślenia pisma, stąd umiejętność odręcznego pisania pismem technicznym była szczególnie istotna. Obecnie, kiedy rysunki są wykonywane za pomocą narzędzi komputerowych, wybór stosowania pisma technicznego zmusza projektanta jedynie do wyboru odpowiedniej czcionki.

W projektowaniu wspomaganym komputerowo pismo stanowiące odpowiednik pisma rodzaju A jest określane jako CA, a pismo odpowiadające pismu rodzaju B – jako CB. W praktyce pismo CB jest reprezentowane przez czcionkę ISOCEUR, natomiast pismo CA uzyskuje się przez zastosowanie współczynnika szerokości czcionki wynoszącego 0,7 w czcionce ISOCEUR. Wybór czcionki pisma technicznego wystarczy dokonać jednokrotnie i zapamiętać go w pliku stanowiącym szablon wszystkich późniejszych rysunków. Podstawowa wiedza i umiejętności w zakresie pisma technicznego pozostają więc aktualne wyłącznie w kontekście ewentualnych potrzeb uzupełnień tekstów na wydrukach, a także w związku z paradygmatem ładu, jako jednego z elementów współtworzących inżynierski etos.

Zgodnie z tradycją sięgającą początków współczesnej inżynierii pismem rodzaju A opisuje się rysunki maszynowe, a pismem rodzaju B – rysunki budowlane. W każdej z branż jednakowo dozwolone jest stosowanie pisma prostego lub pochylonego, lecz w dobie wspomaganie komputerowego pismo pochylone jest stosowane raczej tylko do tych opisów, które wymagają wyróżnienia, natomiast zasadniczy tekst jest zapisywany pismem prostym. W związku z tym, że w warunkach wspomaganie komputerowego pismo rodzaju B (CB) zajmuje uprzywilejowaną pozycję, a nadto jest preferowane w rysunkach budowlanych, dalsze szczegółowe informacje dotyczą tylko pisma tego rodzaju. Na rysunku 2-12 zostały zaprezentowane kształty liter alfabetu łacińskiego i polskiego, cyfr oraz typowych znaków matematycznych i interpunkcyjnych, natomiast na rysunku 2-13 – wysokości poszczególnych typów czcionek, a także odległości poziome między literami i wyrazami oraz odległość pionowa między wierszami tekstu, wszystkie wyrażone jako wielokrotność zmiennej s (pionowa między wierszami tekstu, wszystkie wyrażone jako wielokrotność zmiennej s), równej szerokości zastosowanej linii. Ponieważ grubość s powinna być przyjmowana z szeregu preferowanych grubości linii rysunkowych wymienionych w punkcie 2.3 podręcznika, więc wysokości pisma technicznego nie mogą przyjmować dowolnych wartości. Przedstawione na rysunkach parametry pisma są jednakowe dla pisma prostego i pochylonego.



Rys. 2-12. Kształty liter alfabetu łacińskiego i polskiego, cyfr oraz typowych znaków matematycznych i interpunkcyjnych dla pisma prostego rodzaju B (wg [N7])



Rys. 2-13. Wysokości poszczególnych typów czcionek, odległości poziome między literami i wyrazami oraz odległość pionowa między wierszami tekstu dla pisma rodzaju B (wg [N7])

2.5. Podziałki rysunkowe

Rozmiary odwzorowywanych obiektów rzadko odpowiadają rozmiarom formatów arkuszy rysunkowych stosowanych w rysunku technicznym. Obiekty budowlane, a nawet ich elementy, z reguły są wielokrotnie większe od tych arkuszy, dlatego odwzorowuje się je w pomniejszeniu, czyli w odpowiedniej podziałce. Podziałka rysunku to stosunek wymiaru liniowego przedstawionego na rysunku do odpowiadającego mu wymiaru zmierzonego bezpośrednio w odwzorowanym obiekcie, wyrażony w postaci ilorazu dwóch liczb. Często używanym synonimem słowa podziałka jest słowo skala, aczkolwiek zgodnie z normą PN-EN ISO 5455 [N13] skalą jest nazywany wykresiony na rysunku odcinek, którego długość odpowiada w podziałce rysunku podanej nad tym odcinkiem jednostce długości.

Wśród podziałek wyróżnia się podziałkę naturalną, podziałki zmniejszające oraz podziałki zwiększające. Podziałkę naturalną określa się za pomocą ilorazu 1 : 1. W podziałkach zmniejszających dzielną ilorazu jest liczba 1, a dzielnikiem liczba naturalna większa od 1, przyjmowana z określonego szeregu liczb. W podziałkach zwiększających dzielną jest odpowiednia liczba naturalna większa od 1, a dzielnikiem liczba 1. Dzielniki w podziałkach zmniejszających oraz dzielne w podziałkach zwiększających

mogą być przyjmowane z szeregu liczb: 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 itd. Podziałki stosowane na rysunkach technicznych przedstawiono w tabelicy 2-4. W rysunkach budowlanych są stosowane wyłącznie podziałki zmniejszające. Nie powinno się stosować podziałek innych niż wybrane z typoszeru wymiennego w tabelicy 2-2. Szczegółowe zalecenia dotyczące stosowania podziałek w poszczególnych rodzajach rysunków budowlanych zostały wyjaśnione w kolejnych rozdziałach.

Tabela 2-4. Podziałki stosowane na rysunkach technicznych

Podziałka naturalna	1 : 1
Podziałki zmniejszające	1 : 2, 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20, 1 : 50, 1 : 100, 1 : 200, 1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000
Podziałki zwiększające	2 : 1, 5 : 1, 10 : 1, 20 : 1, 50 : 1

2.6. Zasady przedstawiania

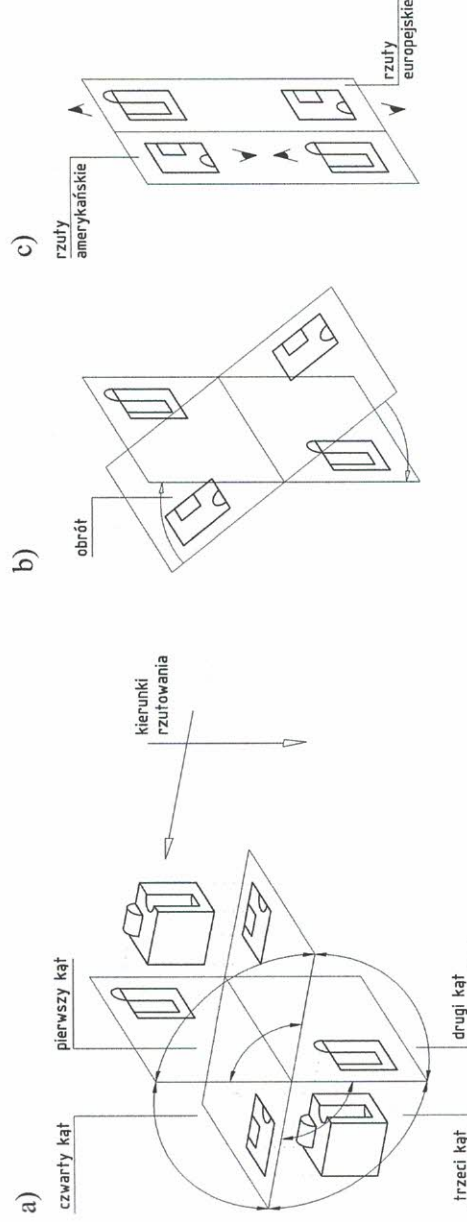
Projektowane obiekty są przedstawiane na rysunkach technicznych za pomocą rzutów lub zestawów rzutów zrealizowanych przy użyciu metod odwzorowania, będących przedmiotem zainteresowań geometrii wykreślnej. Przeważająca większość rysunków technicznych ma na celu przekazanie informacji o strukturze przestrzennej projektowanego obiektu, która powinna być precyzyjna i jednoznaczna, stąd wiodącą metodą odwzorowania w rysunku technicznym większości branż, w tym również w rysunku budowlanym, jest metoda Monge'a. Polega ona na przedstawieniu obiektu za pomocą zestawu co najmniej dwóch rzutów prostokątnych zrealizowanych na rzutniach prostopadłych do siebie. Liczba rzutów nie podlega ograniczeniu, ale każdy kolejny rzut wchodziący w skład zestawu rzutów może być zrealizowany tylko na rzutni prostopadłej do przynajmniej jednej rzutni, na której zrealizowano inny rzut wchodzący w skład tego zestawu.

Użyteczność układu rzutów prostokątnych jako środka przekazu informacji o strukturze przestrzennej jest uwarunkowana znajomością metody rzutowania nie tylko przez twórcę rysunku, ale również jego odbiorcę, który musi dokonać syntezy pojedynczych rzutów w wyobrażenie o trójwymiarowym przedmiocie. Dopuszczenie ewentualnej niekompetencji odbiorcy w tym zakresie oznacza potrzebę posługiwania się również rysunkami łatwiej zrozumiałymi dla obserwatora. Rysunkami, które nie wymagają od odbiorcy szczególnej wiedzy i predyspozycji, są rzuty aksonometryczne lub perspektywiczne. Rola rysunków sporządzanych zgodnie z zasadami aksonometrii lub perspektywy, nazywanych rysunkami pogładowymi, może być tylko pomocnicza w stosunku do zestawów rzutów prostokątnych, nazywanych rysunkami miarowymi, które stanowią podstawę do realizacji obiektu. Zasady stosowania poszczególnych metod rzutowania w rysunku technicznym są określone w normie PN-EN ISO 5456-1 [N14].

2.6.1. Przedstawianie prostokątne

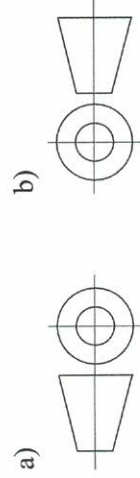
Zgodnie z normą PN-EN ISO 5456-2 [N15] przedstawianiem prostokątnym nazywa się zapis graficzny składający się z kilku rzutów prostokątnych obiektu. Określenie to nie funkcjonuje jednak w powszechnym obiegu, gdzie używane są określenia metoda Monge'a albo najprościej – rzutowanie prostokątne. Jednoznaczne odwzorowanie struktury obiektu przestrzennego wymaga przedstawienia co najmniej dwóch jego rzutów prostokątnych, zrealizowanych zgodnie z przytoczoną w poprzednim punkcie zasadą, tzn. przy zastosowaniu rzutni, które są wzajemnie prostopadłe. Wskazane jest, aby rzutnie były przyjmowane równoległe do kierunków głównych wymiarów definiujących obiekt.

W zakresie lokalizowania pary rzutni w stosunku do odwzorowywanego obiektu stosuje się dwie interpretacje, które różnią się położeniem rzutów względem siebie na płaszczyźnie rysunku. Według pierwszej z tych interpretacji rzutowany obiekt znajduje się przed rzutniami. Taka procedura jest nazywana w normie [N15] rzutowaniem wielokątnym, ze względu na tradycję stosowania w Europie. Według drugiej interpretacji obiekt znajduje się za rzutniami, które można wyobrazić sobie jako przezroczyste (rys. 2-14a). Ten sposób jest nazywany w normie [N15] rzutowaniem według metody trzeciego kąta, a potocznie często rzutowaniem amerykańskim, ze względu na to, że standardowo jest stosowany m.in. w Stanach Zjednoczonych.



Rys. 2-14. Różnice między rzutowaniem według metody pierwszego kąta a rzutowaniem według metody trzeciego kąta: a) wyobrażeniowe położenie obiektu względem pary rzutni, b) sprowadzenie rzutni do wspólnej płaszczyzny, c) położenie rzutów względem siebie

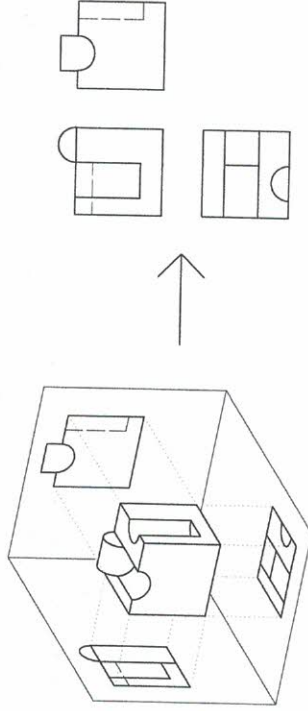
Rozmieszczenie rzutni w przestrzeni trójwymiarowej jest czysto wyobrażeniowe. W praktyce obie rzutnie są sprowadzone do płaszczyzny arkusza rysunkowego przez obrót wokół prostej, wzdłuż której się przecinają (rys. 2-14b). Różnica między interpretacjami metod rzutowania według pierwszego lub według trzeciego kąta polega na odmiennym rozmieszczeniu pary rzutów na płaszczyźnie rysunku, ale rzuty realizowane w tych samych rzutniach są zawsze jednakowe, bez względu na metodę (rys. 2-14c). Każdy z rzutów jest w parze rzutów europejskich obrazem obiektu widzianego okiem patrzącym na obiekt odwzorowany w drugim z rzutów pary w kierunku środka pary rzutów, natomiast w parze rzutów amerykańskich – obrazem obiektu widzianego okiem patrzącym od środka pary rzutów. W sytuacji, która mogłaby budzić wątpliwości co do zastosowanej metody rzutowania, zaleca się umieścić na rysunku umowny symbol graficzny identyfikujący metodę pierwszego kąta (rys. 2-15a) lub metodę trzeciego kąta (rys. 2-15b).



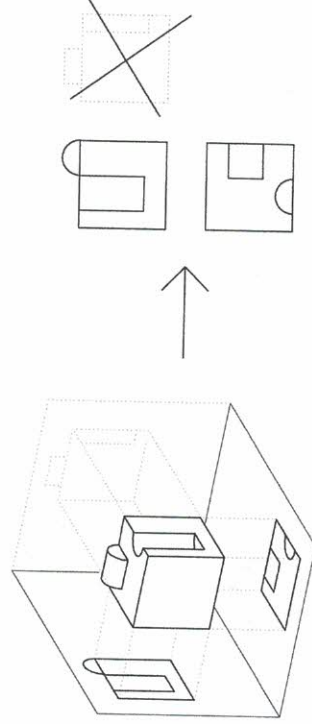
Rys. 2-15. Symbole graficzne identyfikujące rodzaj rzutowania: a) według metody pierwszego kąta, b) według metody trzeciego kąta

Całkowita liczba rzutów niezbędna do jednoznacznego przedstawienia kształtu i wymiarów obiektu zależy od stopnia skomplikowania jego struktury. Można stwierdzić, że dla większości obiektów optymalna jest liczba trzech rzutów zrealizowanych na rzutniach, z których każda jest prostopadła do dwóch pozostałych (rys. 2-16). Z konstrukcji trzeciego

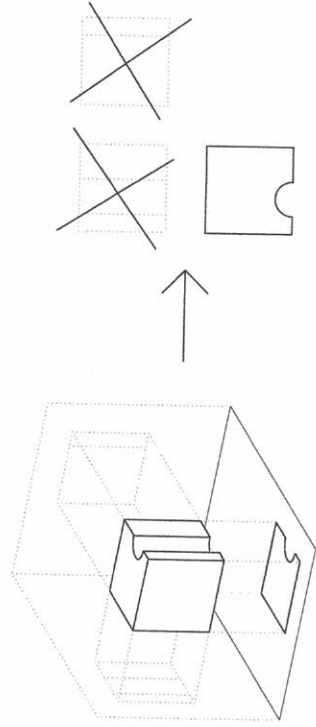
rzutu należy rezygnować zawsze, gdy nie wnosi on żadnej innej informacji ponad te, które są możliwe do odczytania z dwóch pozostałych rzutów (rys. 2-17). Obiekty, które charakteryzują się stałą grubością lub wysokością, można przedstawiać za pomocą tylko jednego rzutu prostokątnego (rys. 2-18), pamiętając o tym, że wymiar niemożliwy do zidentyfikowania na rysunku (grubość lub wysokość) należy bezwzględnie określić w sposób opisany w punkcie 2.7.2 (rys. 2-60, s. 56).



Rys. 2-16. Odwzorowanie struktury przestrzennej obiektu za pomocą trzech rzutów



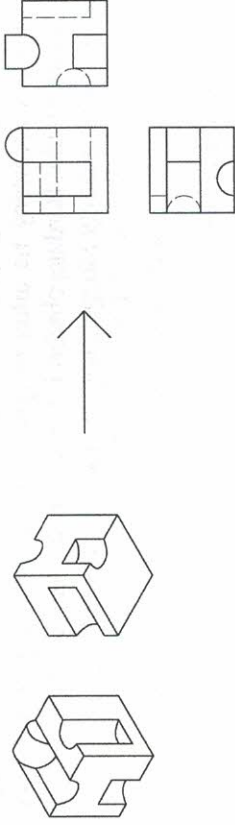
Rys. 2-17. Rezygnacja z jednego z rzutów, kiedy nie wnosi on informacji innej niż przedstawione przez parę rzutów



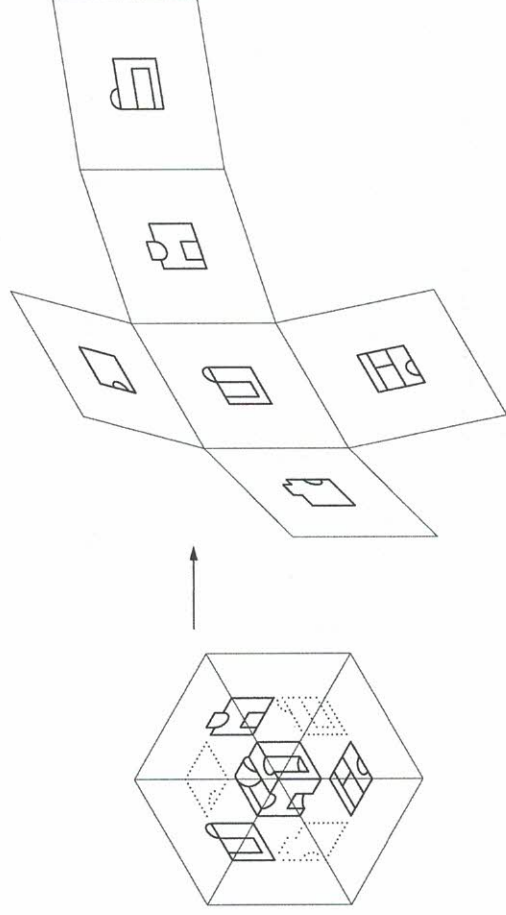
Rys. 2-18. Odwzorowanie struktury obiektu o stałej wysokości (grubości) za pomocą jednego rzutu

Złożoność struktury przestrzennej obiektu może być przyczyną, dla której przedstawienie go w liczbie co najwyżej trzech rzutów jest niewystarczające. Ma to miejsce wtedy, kiedy nadmierne zagęszczenie linii w obrębie rzutów, spowodowane m.in. przez obecność rzutów linii niewidocznych, utrudnia percepcję rysunku lub pokrywanie się rzutów kilku linii w ogóle uniemożliwia jednoznaczną interpretację (rys. 2-19). W takich przypadkach należy zastosować większą liczbę rzutowań prostokątnych, dobierając kolejne rzuty równoległe do rzutni ukladu podstawowego i przyjmując dla każdej rzutni w parze rzutni równoległych położenie obserwatora po przeciwnych stronach rzutowanego obiektu. Rezygnuje się wtedy w ogóle z prezentowania rzutów linii niewidocznych. W ten sposób można przedstawić obiekt w maksymalnie sześciu rzutach. Przeniesienie alternatywnych

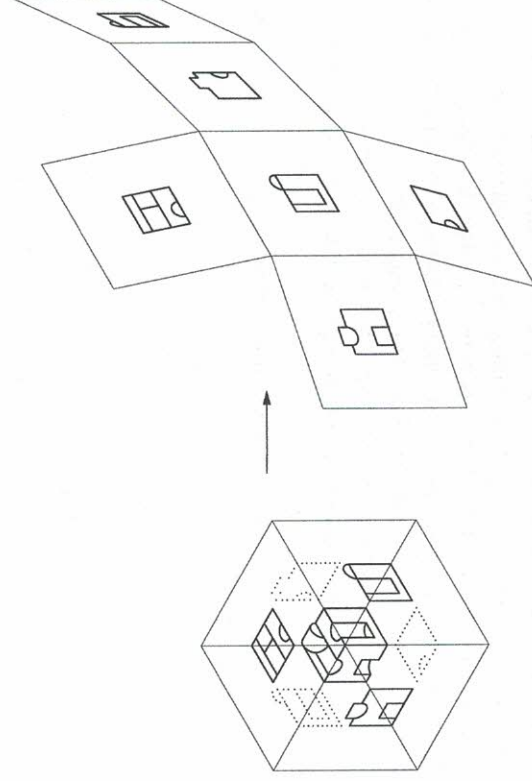
interpretacji odwzorowania dwurzutowego na sześciorzutowe (tj. wg metody pierwszego lub trzeciego kąta) skutkuje tym, że układ sześciu rzutni można sobie wyobrazić jako prostopadłością otaczający rzutowany obiekt, przy czym w metodzie pierwszego kąta rzuty są kreślone na wewnętrznych ścianach prostopadłości (rys. 2-20), a w metodzie trzeciego kąta – na ścianach zewnętrznych (rys. 2-21). Srowadzenie rzutów do jednej płaszczyzny polega na myślowym rozcięciu prostopadłości wzdłuż odpowiednich krawędzi i rozprostowaniu jego ścian na płaszczyźnie rysunku.



Rys. 2-19. Sytuacja, w której złożona struktura przestrzenna obiektu implikuje nadmierne zagęszczenie linii w obrębie rzutów, utrudniające ich jednoznaczną interpretację

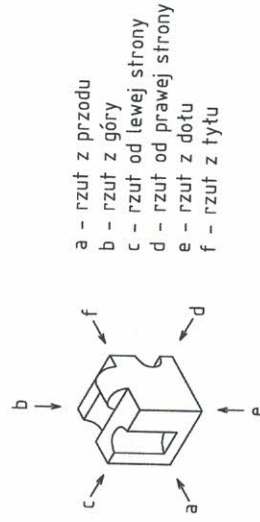


Rys. 2-20. Rzutowanie na sześć rzutni według metody pierwszego kąta

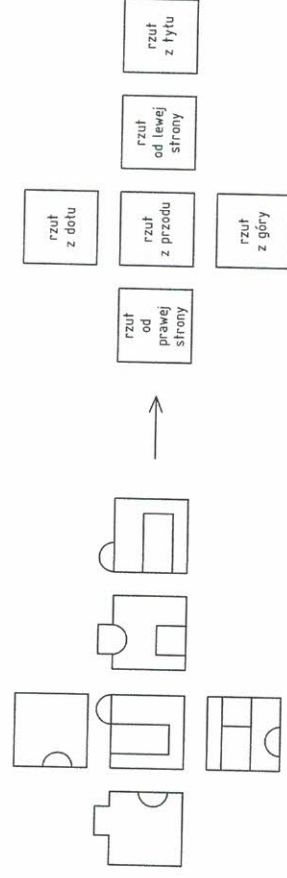


Rys. 2-21. Rzutowanie na sześć rzutni według metody trzeciego kąta

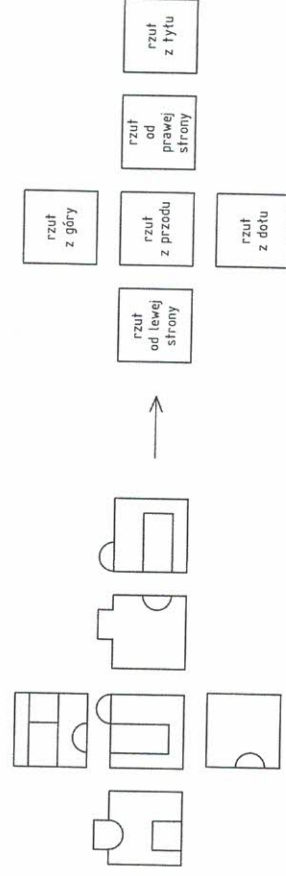
Bez względu na zastosowaną metodę stosuje się takie same nazwy dla poszczególnych rzutów (rys. 2-22). Konsekwencją różnic między metodami jest inne rozmieszczenie rzutów w metodzie pierwszego kąta (rys. 2-23) niż w metodzie trzeciego kąta (rys. 2-24). Rzut znajdujący się w centralnej części układu rzutów nosi nazwę rzutu głównego. Do roli rzutu głównego powinien być wybrany taki rzut, który zawiera najwięcej informacji o odwzorowywanym obiekcie. W układach rzutów przedstawionych na obu rysunkach (rys. 2-23, 2-24) rzutem głównym jest widok z przodu. Nie jest to regułą. Rolę rzutu głównego może odgrywać również rzut z góry, ale rzut z przodu jest uprzywilejowany, gdyż kierunek pionowy jest odwzorowany na arkuszu rysunkowym również jako pionowy, w każdym z odpowiednich rzutów. Bardziej obszernie różnice między europejskim i amerykańskim sposobem ujmowania metody Monge'a wyjaśniono w podręczniku [5].



Rys. 2-22. Nazwy rzutów właściwe do odwzorowania w sześciu rzutach



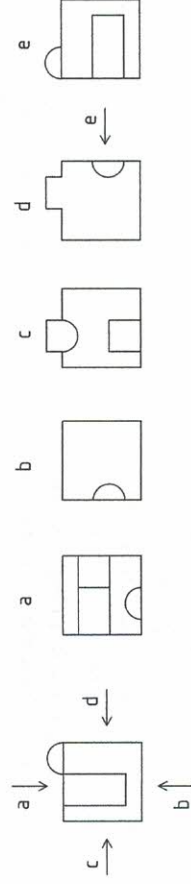
Rys. 2-23. Układ sześciu rzutów zrealizowanych według metody pierwszego kąta



Rys. 2-24. Układ sześciu rzutów zrealizowanych według metody trzeciego kąta

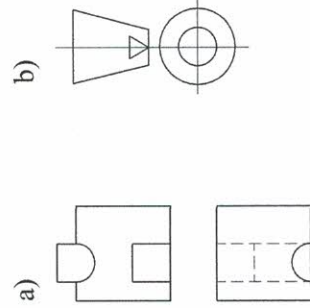
Inną dopuszczalną metodą rozmieszczenia rzutów na płaszczyźnie rysunku jest metoda określona w normie [N15] jako rzutowanie identyfikowane strzałkami. Polega ona na swobodzie rozmieszczenia rzutów, które mogą być sytuowane w dowolnych miejscach arkusza. Z wyjątkiem rzutu głównego, każdy inny rzut powinien być identyfikowany literą oraz strzałką określającą kierunek obserwacji. Kierunki patrzenia i odpowiadające im rzuty oznacza się kolejnymi małymi literami (rys. 2-25). Ponieważ na rzucie głównym można zdefiniować tylko cztery inne rzuty, więc rzut dopełniający układ do układu sześciu rzutów musi być zdefiniowany na rzucie innym niż główny. Praktycznie

w wielu sytuacjach swobodne rozmieszczenie rzutów polega na umieszczeniu różnych rzutów na różnych arkuszach, czemu zazwyczaj towarzyszy ich identyfikacja za pomocą nazw.



Rys. 2-25. Rzuty identyfikowane strzałkami

Ostatnim sposobem wielorzutowego przedstawienia obiektu jest opisane w normie [N15] przedstawianie prostokątne z lustrzanym odbiciem. Praktycznie ta metoda bywa stosowana wyłącznie w odwzorowaniu dwurzutowym. W takim przypadku poniżej rzutu głównego umieszcza się obraz odwzorowywanego obiektu widziany z góry w lustrze umieszczonym poniżej tego obiektu (rys. 2-26a). W celu wyeliminowania wątpliwości interpretacyjnych układ rzutów powinien być oznaczony umownym symbolem graficznym identyfikującym tę metodę rzutowania (rys. 2-26b).



Rys. 2-26. Przedstawianie prostokątne z lustrzanym odbiciem: a) para rzutów, b) symbol graficzny identyfikujący rzutowanie

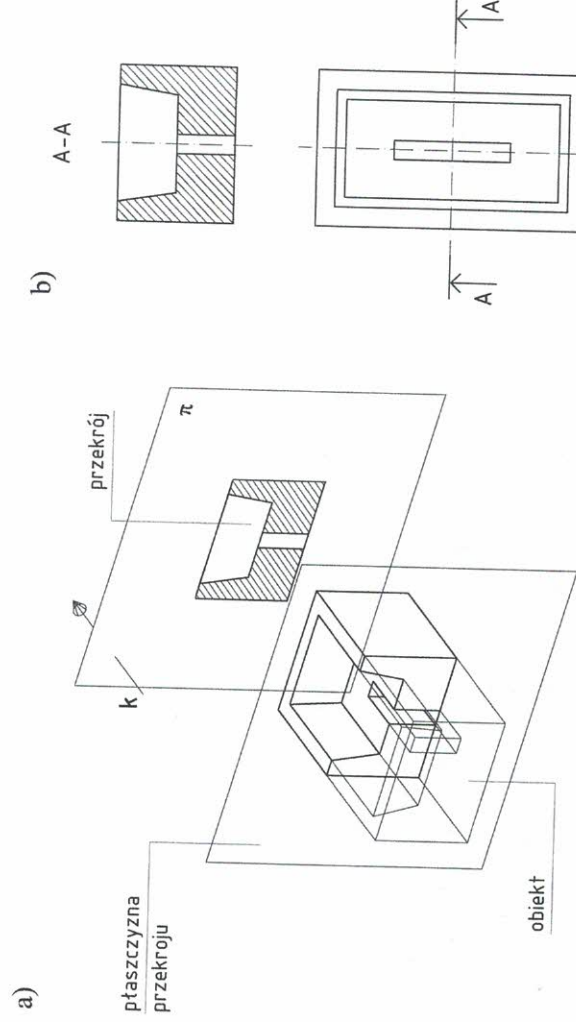
Decyzja o wyborze określonej liczby rzutów oraz usytuowaniu rzutni względem obiektu każdorazowo należy do projektanta. Celem jest uzyskanie zapisu graficznego, który byłby jak najbardziej komunikatywny, pozbawiony zbędnego powtarzania informacji, a zarazem jednoznaczny. W tym kontekście dla konkretnych obiektów optymalny może być wybór od 1 do 6 rzutów. Należy mieć na uwadze, że w Polsce rzuty powinny być orientowane względem siebie na arkuszu rysunkowym zgodnie z metodą pierwszego kąta.

2.6.2. Przekroje i kłady

W dotychczasowym wywodzie pod pojęciem rzutu rozumiane było przedstawienie zewnętrznej struktury obiektu. Takie odwzorowanie jest niewystarczające dla obiektów zawierających wydrażone przestrzenie. Znaczną liczbą rzutów linii niewidocznych może powodować skrajne obniżenie komunikatywności rysunku lub wręcz uniemożliwić jego jednoznaczną interpretację. W związku z powyższym, w rysunku technicznym oprócz rzutów rozumianych jak do tej pory, nazywanych widokami, w celu ukazania wewnętrznej budowy obiektów wprowadzono innego rodzaju rzuty, nazywane przekrojami. Omówione w poprzednim punkcie zasady rozmieszczania rzutów na płaszczyźnie rysunku pozostają aktualne zarówno dla widoków, jak i przekrojów. Za obowiązkową przyjmuje się również zasadę unikania oznaczania rzutów krawędzi niewidocznych na widokach współtworzących wraz z przekrojem zestaw rzutów pewnego obiektu, jeżeli jego struktura wewnętrzna została wyczerpująco sposobem wyjaśniona na przekroju.

Według powszechnie uznawanej definicji pochodzącej z rysunku maszynowego przekrojem jest nazywany rzut części obiektu przeciętego płaszczyzną przekroju równoległą do rzutni, położonej w płaszczyźnie przekroju oraz za tą płaszczyzną, uwzględniając punkt widzenia obserwatora (rys. 2-27a). Podstawowe wymagania dotyczące przekrojów zostały zawarte w normach PN-ISO 128-40 [N26] i PN-ISO 128-50 [N27]. Według normy [N26] figura będąca rzutem iloczynu płaszczyzny przekroju z odwzorowywanym obiektem jest nazywana kładem. W tym kontekście pojęcie kładu funkcjonuje wyłącznie na gruncie rysunku maszynowego, nie budowlanego. Ze względu na odmienną konotację pojęcia kład w rysunku budowlanym, w dalszej części podręcznika rzut iloczynu płaszczyzny przekroju z obiektem będzie nazywany przecięciem.

Przecięcie wyróżnia się na przekroju w jeden ze sposobów wymienionych w normie [N27], tj. przez kreskowanie, cieniowanie lub zabarwienie, albo wykreślenie obrysu linią ciągłą bardzo grubą. Położenie płaszczyzny przekroju określa się przez zaznaczenie jej rzutu za pomocą tzw. linii przekroju na rzucie obiektu zrealizowanym w rzutni prostopadłej do płaszczyzny przekroju. Linię przekroju wykreśla się linią punktową cienką, a jej końce pogrubia linią punktową grubą. Przekrój powinien być zidentyfikowany przez oznaczenie dwiema takimi samymi wielkimi literami oraz strzałkami określającymi kierunek rzutowania, wykreślonymi linią ciągłą grubą i umieszczonymi przy końcach linii przekroju (rys. 2-27b).

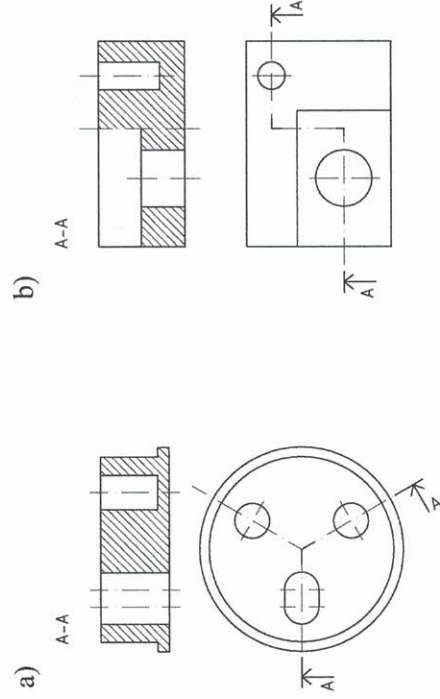


Rys. 2-27. Przekrój obiektu: a) rysunek poglądowy, b) oznaczenie przekroju na rzucie zrealizowanym w rzutni prostopadłej do płaszczyzny przekroju

Przekrój zrealizowany z zastosowaniem jednej płaszczyzny przekroju nazywa się przekrojem prostym. Większość obiektów charakteryzuje się kształtami na tyle skomplikowanymi, że nie jest możliwe jednoznaczne przedstawienie ich struktury wewnętrznej za pomocą wyłącznie jednego przekroju prostego. W takich przypadkach można zastosować kilka różnych przekrojów prostych, które identyfikuje się za pomocą różnych oznaczeń literowych. Wprowadzenie kilku niezależnych przekrojów jest wskazane wtedy, kiedy zachodzi potrzeba wprowadzenia nierównoległych do siebie płaszczyzn przekroju lub konieczność, aby każda z kilku równoległych płaszczyzn przekroju przecinała obiekt na całej jego szerokości. W pozostałych sytuacjach zamiast kilku przekrojów prostych zaleca się stosowanie przekrojów złożonych.

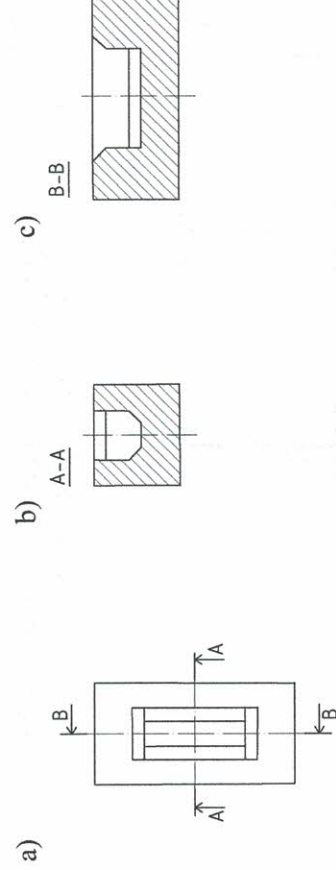
Przekrój złożony jest przekrojem, w którym poszczególne przyległe do siebie części obiektu zostały przecięte różnymi, lecz równoległymi do rzutni płaszczyznami przekroju,

a przekroje tych części stykają się ze sobą, tworząc jednolity rysunek. Przekrój złożony, w którym płaszczyny przekroju przecinają się, nazywa się przekrojem łamanym (rys. 2-28a), a przekrój, w którym są one równoległe – przekrojem stopniowym (rys. 2-28b). Przekroje łamane są stosowane incydentalnie, przeważnie w rysunku maszynowym, natomiast przekroje stopniowe są często stosowane również w rysunku budowlanym, w rysunkach odwzorowujących zarówno całą strukturę budowli, jak i poszczególne jej elementy. Jeżeli w przekroju stopniowym linia obrysu jednej części przecięcia nie jest kontynuacją linii obrysu sąsiedniej części, przylegające do siebie części przecięcia należy oddzielić linią cienką punktową, stanowiącą rzut płaszczyny, wzdłuż której następuje zmiana płaszczyny przekroju. Na rzucie w rzutni prostopadłej do linii przekroju miejsca załamania linii przekroju należy pogrubić, podobnie jak jej końce – linią punktową grubą.



Rys. 2-28. Przekroje złożone: a) przekrój łamany, b) przekrój stopniowy

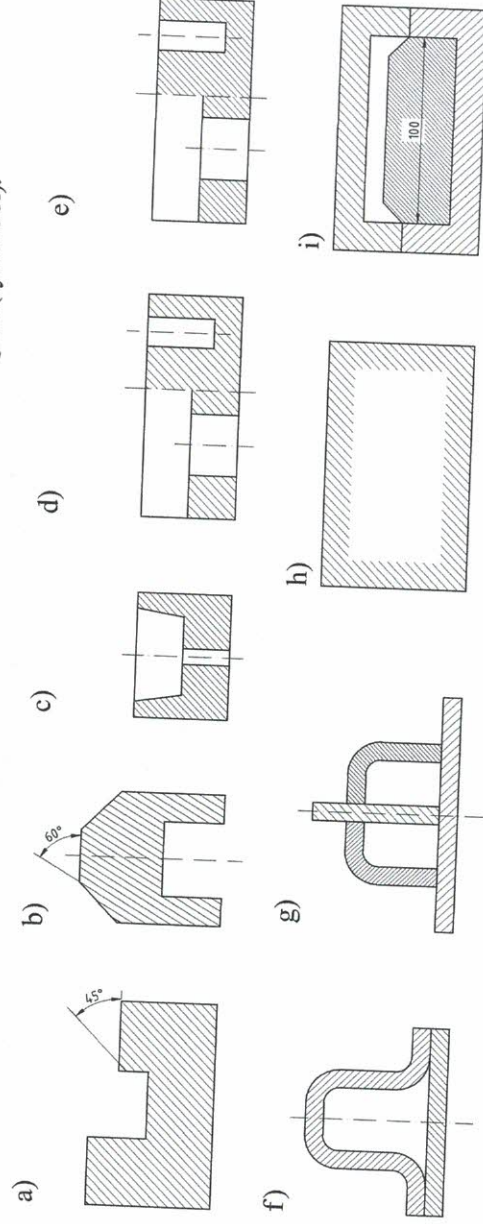
Terminologia dotycząca przekrojów obejmuje również pojęcia przekroju pro-przecznego i przekroju podłużnego. Odnoszą się one do obiektu, którego kształt jest wydłużony (rys. 2-29a). Przekrojami poprzecznymi nazywa się przekroje płaszczynami prostopadłymi do kierunku długości (rys. 2-29b), natomiast podłużnymi – przekroje płaszczynami równoległymi do kierunku długości (rys. 2-29c).



Rys. 2-29. Przekroje poprzeczne i podłużne: a) oznaczenia przekrojów, b) przekrój poprzeczny, c) przekrój podłużny

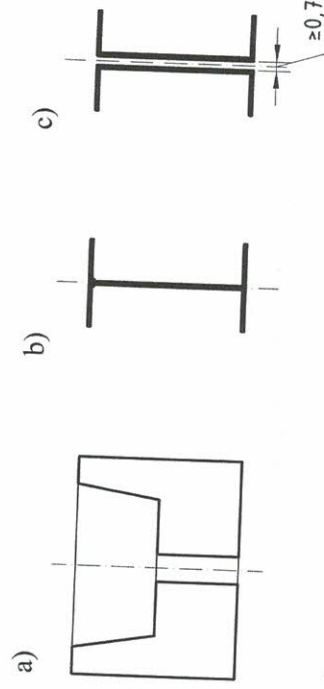
Kreskowanie przecięcia wykonuje się liniami ciągłymi cienkimi nachylonymi pod kątem 45° do obrysów lub osi symetrii przekrojów lub kładów (rys. 2-30a). Należy unikać sytuacji, w których linie kreskowania byłyby równoległe do fragmentów linii obrysu. W takim przypadku można zastosować linie o nachyleniu innym niż 45° , np. 30° lub 60° .

(rys. 2-30b). Jeżeli przecięcie tego samego niepodzielnego obiektu składa się z większej liczby odrębnych pól, wszystkie pola należy pokreskować w ten sam sposób (rys. 2-30c). Również w ten sam sposób należy pokreskować przecięcia tej samej niepodzielnej części przedstawionej w przekroju złożonym (rys. 2-30d). Dla lepszej czytelności dopuszcza się jednak przesunięcie kreskowania względem siebie wzdłuż linii dzielącej przecięcia (rys. 2-30e). Kreskowanie przecięć różnych części należy wykonać, stosując linie o przeciwnych nachyleniach (rys. 2-30f), a jeżeli takich części jest więcej niż dwie, należy różnicować również odstępy między liniami kreskowania (rys. 2-30g). Kreskowanie przecięć o dużej powierzchni można ograniczyć do obszaru w pobliżu konturu tej powierzchni (rys. 2-30h). Kreskowanie należy zawsze przerwać w miejscu naniesienia napisu (rys. 2-30i).



Rys. 2-30. Kreskowanie przecięć: a) typowe nachylenie linii kreskowania, b) nachylenie linii kreskowania w sytuacji nietypowej, c) kreskowanie przecięcia składającego się z co najmniej dwóch pól, d), e) kreskowanie przecięć w przekroju złożonym, f), g) kreskowanie przecięć odrębnych części, h) kreskowanie przecięć o dużej powierzchni, i) przerwanie kreskowania w miejscu naniesienia napisu

W celu wyróżnienia przecięcia na tle przekroju można wykreslić jego kontur linią ciągłą bardzo grubą. W takim przypadku można zrezygnować z kreskowania (rys. 2-31a). Linia konturu powinna być pogrubiona do wnętrza przecięcia, co powoduje, że przecięcia bardzo wąskie ulegają całkowitemu zaczernieniu (rys. 2-31b) i jest to dopuszczalne. W takim przypadku, dla zwrócenia uwagi na odrębność przyległych części, między przecięciami tych części zaleca się pozostawić odstęp nie mniejszy niż 0,7 mm (rys. 2-31c). Zalecenie to jest trudne do zrealizowania, jeżeli rysunek jest sporządzony na podstawie modelu cyfrowego obiektu odzwierciedlającego ściśle jego rzeczywistą strukturę.









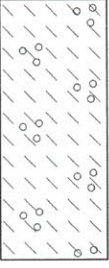

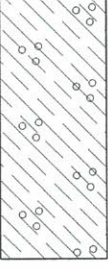
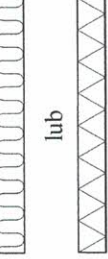







Rys. 2-31. Zastosowanie linii ciągłej bardzo grubej do obrysów przecięć: a) rezygnacja z kreskowania, b) zaczernienie przecięć bardzo wąskich, c) odstęp między wąskimi przecięciami odrębnych części

W rysunkach budowlanych przedstawiających część obiektu, która jest wykonana nie z jednego, lecz z wielu różnych materiałów, istnieje zwyczaj różnicowania wzoru kresko-

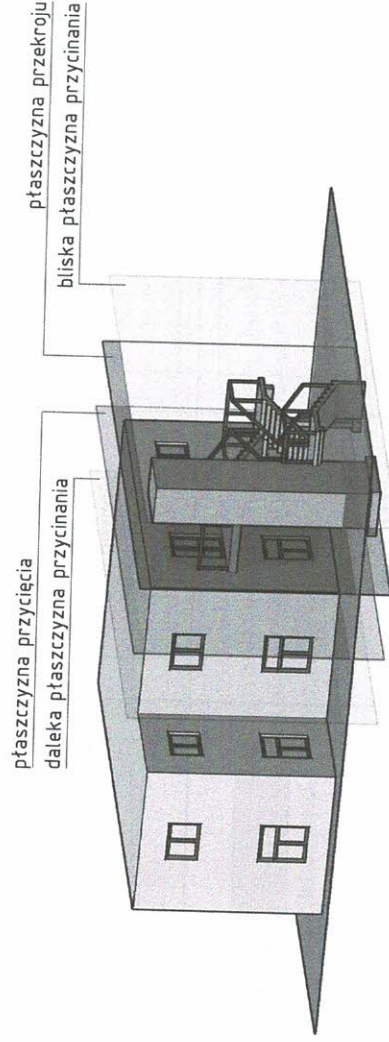
wania stosownie do rodzaju materiału. Wzory kreskowania dla poszczególnych materiałów budowlanych są określone w normie PN-B-01030 [N45]. Zaczernpięte z tej normy oznaczenia graficzne (tabl. 2-5), których rodowód sięga czasów sprzed technologii cyfrowej, należy traktować jako przybliżone w warunkach użytkowania komercyjnym programów CAD oraz BIM. Postępując się wzorami kreskowania zaimplementowanymi w tych programach, trzeba zwracać jednak uwagę, aby nie były rażąco sprzeczne z tymi ugruntowanymi normą i tradycją, w celu zapobieżenia ewentualnym błędom interpretacyjnym. Oznaczenie powierzchni gruntu należy stosować tylko w pobliżu konturu pola określającego grunt, w przypadku pozostałych materiałów kreskować należy całe pole określające ten materiał. Jeżeli na skutek zastosowanej w rysunku podziałki, pola podlegające kreskowaniu są na tyle małe, że identyfikacja wzoru byłaby niemożliwa, można zaniechać kreskowania.

Tablica 2-5. Wzory kreskowania dla poszczególnych rodzajów materiałów budowlanych [N45]

Rodzaj materiału	Wzór kreskowania	Rodzaj materiału	Wzór kreskowania
Powierzchnia gruntu		Drewno w poprzek włókien	
Podsypki, tynki, zaprawy		Drewno wzdłuż włókien	
Beton niezbrojony lub kamień		Sklejka	
Beton zbrojony		Płyty drewnopochodne	
Beton lekki		Metale	
Beton lekki zbrojony		Materiały stanowiące izolację termiczną lub akustyczną	
Elementy drobnomiarowe na zaprawie	 lub 	Materiały stanowiące izolację wodochronną i przeciwwilgociową	
		Szkló i inne materiały przezroczyste w stanie stałym	
		Tworzywa sztuczne	

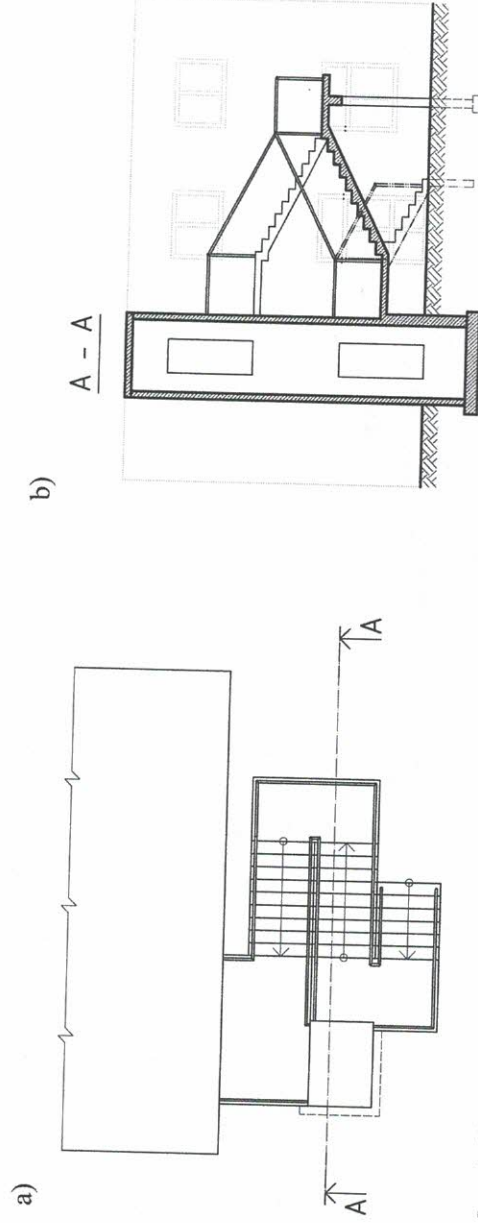
Pojęcie przekroju, zdefiniowane tak jak do tej pory, odpowiada ściśle jedynie wymaganiom stawianym w rysunku maszynowym. W rysunku budowlanym często zachodzi sytuacja, w której odwzorowanie przestrzeni położonej za płaszczyzną przekroju obejmuje tylko pewne jej pasmo, ograniczone dodatkową płaszczyzną równoległą do płaszczyzny przekroju. Tę płaszczyznę nazywa się **płaszczyzną przycięcia** (rys. 2-32). Postulat fakultatywnego ograniczenia odwzorowywanej przestrzeni główną płaszczyzną przycięcia jest uwzględniony w programach AutoCAD oraz REVIT.

W pewnych sytuacjach potrzeba zrozumiałego wyjaśnienia struktury całego budynku lub jego znaczącej części stwarza konieczność odwzorowania również wybranych elementów usytuowanych przed płaszczyzną przekroju lub rzadziej – położonych za płaszczyzną przycięcia. Elementy położone przed płaszczyzną przekroju to np. sufity podwieszane, na które zwraca się uwagę w normach [N22] i [N42], lub belki o wysokościach przewyższających wysokość współpracującego z nimi stropu, o których wspomina norma [N42]. Elementy położone za płaszczyzną przycięcia to przede wszystkim fundamenty [N42]. W rezultacie, definicja przekroju, która byłaby uniwersalna dla wszystkich wymienionych sytuacji, wymaga wprowadzenia czterech równoległych do siebie płaszczyzn, obejmujących oprócz płaszczyzny przekroju i płaszczyzny przycięcia również bliską i daleką płaszczyznę przycinania i daleką płaszczyznę przycięcia (rys. 2-32).



Rys. 2-32. Dodatkowe płaszczyzny dostosowujące zakres przekroju do wymagań rysunku budowlanego

Wprowadzenie oprócz płaszczyzny przekroju kilku innych równoległych do niej płaszczyzn, nie implikuje zmiany sposobu oznaczania przekroju na powiązanym z nim rzucie (rys. 2-33a). Elementy znajdujące się w pasmach przestrzeni ograniczonych poszczególnymi

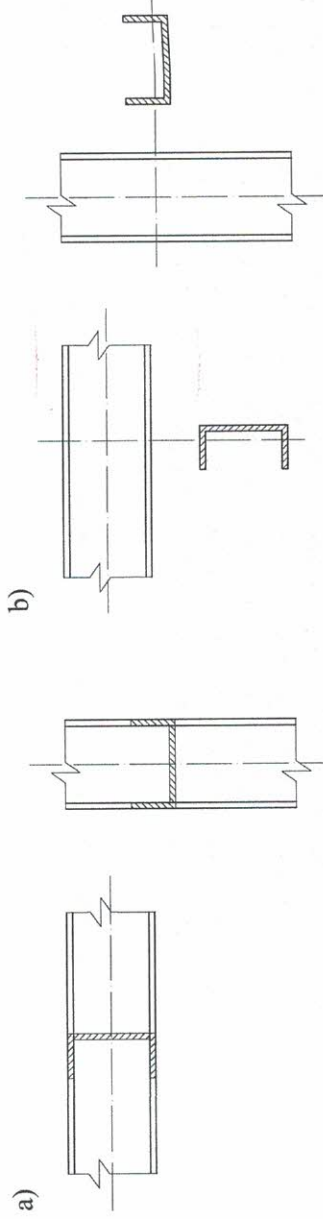


Rys. 2-33. Przekrój z dodatkowymi płaszczyznami przycinania: a) oznaczenie przekroju, b) zróżnicowanie linii w celu przedstawienia elementów położonych w poszczególnych strefach przekroju

parami płaszczyzn wymagają zróżnicowanych sposobów oznaczania na samym przekroju. Na podstawie normy [N4] przyjmuje się, że elementy zawarte w paśmie pomiędzy bliską płaszczyzną przycinania a płaszczyzną przekroju są oznaczane linią dwupunktową grubą (linia 05.2 wg tabeli 1 w [N4]), a zawarte w paśmie pomiędzy płaszczyzną przycięcia a daleką płaszczyzną przycinania – linią kropkową cienką (linia 07.1 wg tabeli 1 w [N4]). W tym zakresie występuje tu istotna różnica między podręcznikiem [1] a normą, gdyż w podręczniku te elementy są przedstawione za pomocą linii kreskowej. Ponieważ jest ona stosowana zasadniczo do oznaczania elementów niewidocznych, postanowienie normy należy uznać za bardziej trafne (rys. 2-33b).

We wcześniejszym wywodzie przytoczone było określenie kładu jako części przekroju przedstawiającej ukształtowanie obiektu w miejscu jego przecięcia płaszczyzną przekroju. W rysunku budowlanym to pojęcie w takim znaczeniu w ogóle nie jest stosowane. Pojęcie kładu w rysunku budowlanym oznacza zarys obiektu w płaszczyźnie prostopadłej do rzutni zawierającej widok obiektu, wykreślony bezpośrednio na tym widoku lub obok niego. W normie [N26] kład w takim znaczeniu jest nazywany kładem obróconym. Kłady obrócone są stosowane najczęściej do przedstawienia kształtu obiektów długich, odzorowywanych za pomocą tylko jednego widoku, zrealizowanego w rzutni równoległej do osi podłużnej obiektu. Wśród kładów obróconych rozróżnia się kłady miejscowe i kłady przesunięte.

Kład miejscowy stanowi bezpośredni rezultat obrotu płaszczyzny prostopadłej do rzutni o kąt 90° wokół prostej stanowiącej jej iloczyn z rzutnią – w lewo, jeżeli oś obrotu przylga do osi podłużnej pionowej, lub w górę – jeżeli ta oś przyjmuje położenie poziome. Ze względu na umieszczenie kładu miejscowego na widoku, jego obrys należy kreślić linią cienką (rys. 2-34a). Kład przesunięty stanowi rezultat analogicznego działania uzupełniającego o przesunięcie kładu wzdłuż osi obrotu, w celu umiejscowienia go na zewnątrz widoku. Obrys kładu przesuniętego należy kreślić linią grubą (rys. 2-34b).



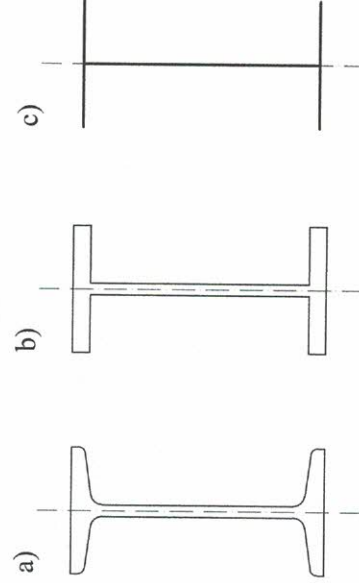
Rys. 2-34. Kłady: a) miejscowy, b) przesunięty

2.6.3. Uproszczenia rysunkowe

W wielu sytuacjach konstruowanie kompletnych rzutów obiektu nie jest konieczne. Rezygnacja z nich na rzecz posługiwania się tylko fragmentami rzutów lub rzutami przedstawiającymi strukturę obiektu w sposób uproszczony ma dwojakie uzasadnienie. Jednym z powodów, który wszakże stracił na znaczeniu wraz z zastosowaniem w rysunku technicznym technologii cyfrowych, jest dążenie do ograniczenia nakładu pracy na wykonanie rysunku. Drugim powodem jest zapewnienie łatwości w posługiwaniu się dokumentacją rysunkową przez zmniejszenie formatów arkuszy rysunkowych bądź ograniczenie ich liczby dzięki możliwości przedstawienia większej liczby informacji na jednym arkuszu. Charakter większości uproszczeń pozwala na ich stosowanie zarówno dla widoków, jak i przekrojów.

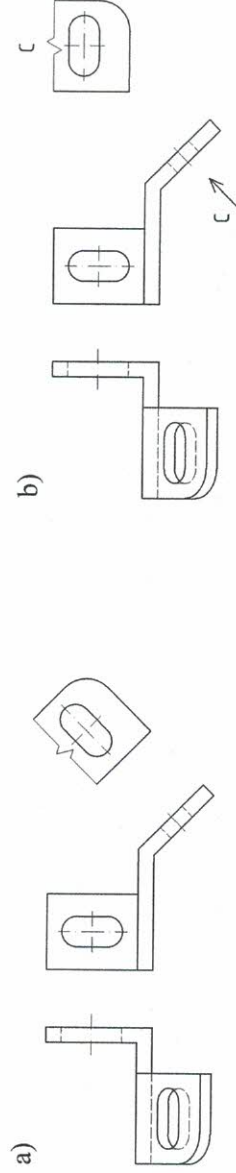
Jednym z uproszczeń rysunkowych, właściwym dla rysunków wykonywanych w podziałkach zmniejszających, jest zastąpienie rysunku dokładnego tzw. przedstawieniem

uproszczonym lub przedstawieniem umownym. Przedstawienie uproszczone polega na pominięciu odwzorowania takich szczegółów obiektu, które przy zastosowanej podziale rysunku i tak byłyby trudne do identyfikacji. Może być stosowane na rysunkach, które nie służą wykonaniu odwzorowanego obiektu, ale określenie rozmiaru tego obiektu pozostaje na nich istotne. Przedstawienie umowne sprowadza się do zastąpienia rzutu obiektu odzwierciedlającego jego faktyczny rozmiar umownym symbolem, nawiązującym tylko kształtem do kształtu tego obiektu. Przedstawieniami umownymi można się posługiwać na rysunkach, na których jest konieczne wskazanie usytuowania określonego obiektu i jego powiązań funkcjonalnych z innymi obiektami, bez konieczności określania jego rozmiaru. Na rysunku 2-35 wyjaśniono pojęcia rysunku dokładnego (rys. 2-35a), przedstawienia uproszczonego (rys. 2-35b) oraz przedstawienia umownego (rys. 2-35c) na przykładzie profilu dwuteownika normalnego. W warunkach projektowania wspomaganego komputerowo korzystanie z gotowych bibliotek komponentów budowlanych prowadzi każdorazowo do dokładnego odwzorowania kształtów poszczególnych komponentów, jednak zastosowanie podziałek zmniejszających w praktyce implikuje zmniejszenie czytelności rysunku, co można traktować jako tożsame z przedstawianiem w rysunku uproszczonym lub umownym.



Rys. 2-35. Rodzaje przedstawień graficznych: a) rysunek dokładny, b) przedstawienie uproszczone, c) przedstawienie umowne

Innego rodzaju uproszczeniem są rzuty cząstkowe. Jeżeli do przedstawienia pewnego detalu w obiekcie nie trzeba rysować pełnego rzutu obiektu, można narysować tylko jego fragment, nazywany rzutem cząstkowym, ograniczając go linią ciągłą cienką zygawką. Rzut cząstkowy stanowi z reguły tylko uzupełnienie informacji przekazanej za pomocą innych rzutów odwzorowujących cały obiekt. Może być sytuowany na arkuszu w sposób, który wynika z zastosowanego rzutowania według metody pierwszego lub trzeciego kąta (rys. 2-36a), albo w innym położeniu, co wymaga objaśnienia za pomocą strzałki identyfikującej (rys. 2-36b).



Rys. 2-36. Rzut cząstkowy: a) usytuowany zgodnie z rzutowaniem według metody pierwszego kąta, b) identyfikowany strzałką

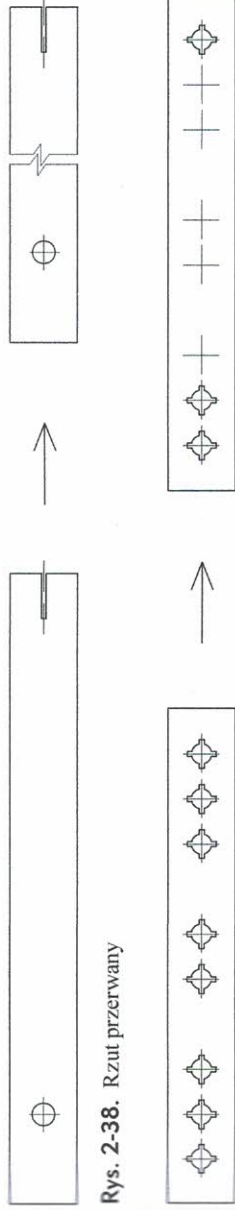
Jeszcze innym rodzajem rzutu cząstkowego jest rzut ograniczony. Przedstawia on tylko część obiektu i jest sytuowany w stosunku do rzutu głównego w sposób właściwy dla

rzutowania według metody trzeciego kąta (rys. 2-37a). Oprócz rzutów cząstkowych wykonywanych w tej samej podziałce co rzuty całego obiektu są stosowane rzuty cząstkowe wykonywane w podziałce większej, nazywane rysunkami szczegółów. Na rzucie głównym szczegół obrysowuje się okręgiem wykreślonym linią ciągłą cienką i oznacza wielką literą alfabetu łacińskiego, która powinna zostać umieszczona również obok rysunku szczegółu wykreślonego w większej podziałce (rys. 2-37b).



Rys. 2-37. Rzuty cząstkowe: a) rzut ograniczony, b) szczegóły

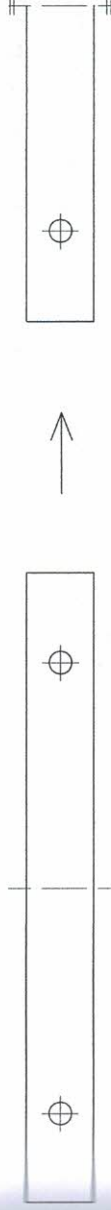
Obiekty długie, których postać przestrzenną wyróżnia się jedynie na pewnych fragmentach, można prezentować za pomocą rzutów przerywanych, w których rezygnuje się z przedstawienia części obiektu nieodznaczającej się cechami charakterystycznymi (rys. 2-38). Zastosowanie rzutu przerywanego pozwala na ograniczenie formatu arkusza, stąd jest racjonalne nawet w warunkach wykonywania rysunku w technologii cyfrowej, chociaż to właśnie ona może w tym przypadku przysparzać pracochłonności. W rzutach obiektów zawierających szereg identycznych detali można pomijać przedstawienie niektórych z nich, za wyjątkiem pierwszego i ostatniego (rys. 2-39). Uproszczenie tego typu, zasadne w warunkach odrębnego kreślenia rysunku, traci racjonalność przy zastosowaniu narzędzi cyfrowych, które umożliwiają niekłopotliwe kopiowanie dowolnych struktur geometrycznych.



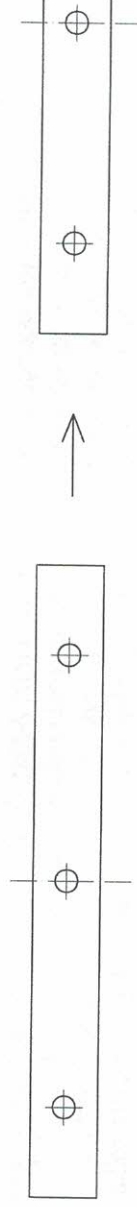
Rys. 2-38. Rzut przerywany

Rys. 2-39. Uproszczenie rzutu obiektu zawierającego szereg identycznych detali

Obiekty charakteryzujące się obecnością jednej płaszczyzny lub większej liczby płaszczyzn symetrii można odwzorowywać za pomocą rzutów cząstkowych przedstawiających tylko jedną spośród symetrycznych części całości. Osiąganą korzyścią jest oszczędność miejsca na arkuszu, a w warunkach manualnego kreślenia rysunku – dodatkowo oszczędność nakładu pracy. Oś symetrii wykreśla się linią cienką punktową i dodatkowo ją identyfikuje na każdym z końców dwiema cienkimi równoległymi liniami, prostopadłymi do tej osi (rys. 2-40). Jeżeli dokładnie w płaszczyźnie symetrii jest umiejscowiony detal, którego przedstawienie w całości bardziej obrazowo wyjaśni jego kształt, w rzucie należy przedstawić część obiektu nieco większą niż jedna z symetrycznych części, a osi symetrii nie należy identyfikować w sposób opisany powyżej. Nie jest konieczne w takim przypadku stosowanie linii zygzakowej w miejscu urwania rzutu (rys. 2-41).

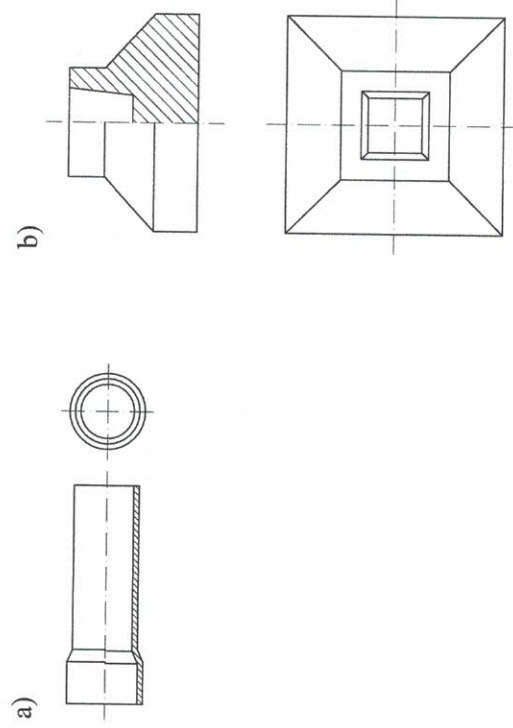


Rys. 2-40. Uproszczenie rzutu obiektu symetrycznego



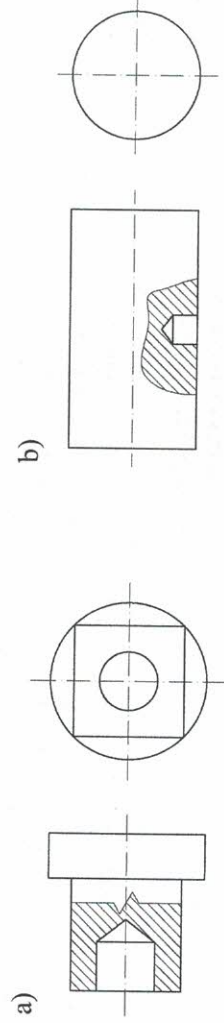
Rys. 2-41. Uproszczenie rzutu obiektu symetrycznego zawierającego detal położony w płaszczyźnie symetrii

Rzuty częściowe obiektów charakteryzujących się co najmniej dwiema płaszczyznami symetrii można ze sobą łączyć w ten sposób, że widok jednej z symetrycznych części zostaje zespolony z przekrojem innej symetrycznej części w jeden rzut nazywany półprzekrojem. Jeżeli os symetrii jest na arkuszu linią poziomą, część półprzekroju będąca widokiem powinna znaleźć się nad tą osią, natomiast część będąca przekrojem – poniżej niej (rys. 2-42a). Jeżeli os symetrii jest prostą pionową, widok powinien znaleźć się po lewej stronie osi, a przekrój – po prawej (rys. 2-42b)



Rys. 2-42. Półprzekroje, w których rzut płaszczyzny symetrii jest osią: a) poziomą, b) pionową

Strukturę wewnętrzną obiektów w obrębie ich drobnych detali, których względne rozmiary nie uzasadniają potrzeby konstruowania przekrojów całych obiektów, można przedstawiać za pomocą przekrojów cząstkowych. Przekrój cząstkowy polega na wkomponowaniu przekroju dokonanego tylko w obrębie wybranego fragmentu w widok całego obiektu. Przekrój powinien zostać oddzielony od widoku cienką linią ciągłą zygzakową (rys. 2-43a) lub linią narysowaną odręcznie (rys. 2-43b).



Rys. 2-43. Przekrój cząstkowy oddzielony od widoku linią: a) zygzakową, b) narysowaną odręcznie

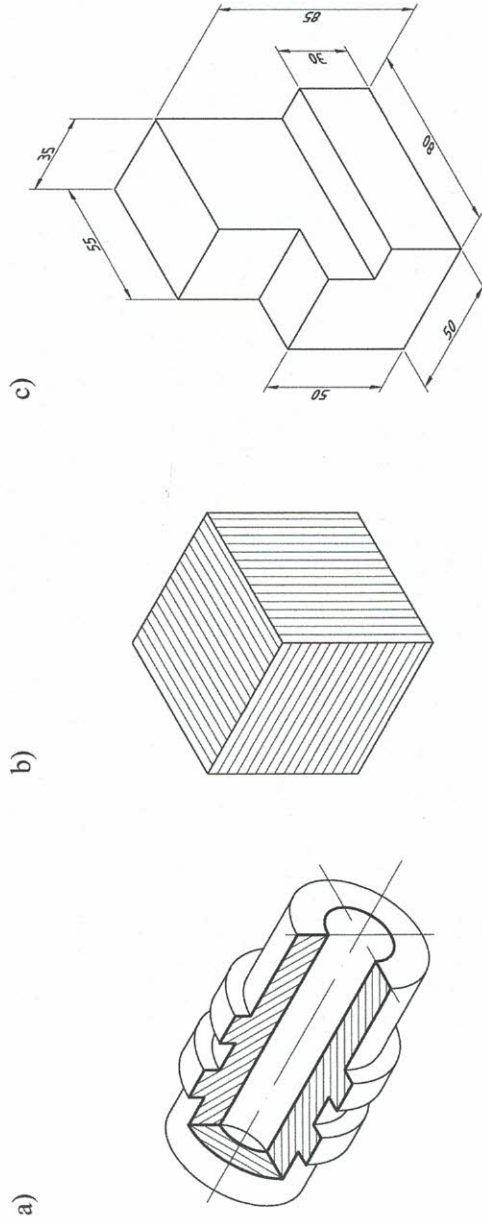
2.6.4. Przedstawianie poglądowe

Zgodnie z normą [N14] przedstawieniem poglądowym obiektu nazywa się rzut równoległy lub środkowy na pojedynczą rzutnię dający trójwymiarowe wyobrażenie tego obiektu. Norma PN-EN ISO 5456-3 [N16] uściśla zasady przedstawiania poglądowego za

pomocą rzutowania równoległego, nazywanego przedstawianiem aksonometrycznym, natomiast norma PN-EN ISO 5456-4 [N17] – zasady przedstawiania poglądowego za pomocą rzutowania środkowego. W niniejszym podręczniku przybliżono wyłącznie obowiązujące w rysunku technicznym zasady przedstawiania aksonometrycznego.

Realizacja przedstawienia aksonometrycznego wymaga uprzedniego powiązania prostokątnego układu współrzędnych z odwzorowywanym objektem. Położenie osi współrzędnych, oznaczanych literami x, y, z , względem odwzorowywanego obiektu powinno być dobrane tak, aby były one równoległe do kierunków charakterystycznych krawędzi, a płaszczyzny współrzędnych xy, xz oraz yz były równoległe do figur płaskich wyróżniających się w obiekcie. Położenie przedmiotu w stosunku do układu współrzędnych powinno zapewnić usytuowanie na pierwszym planie jak największej liczby charakterystycznych szczegółów.

W przedstawieniach aksonometrycznych nie należy rysować osi symetrii obiektu ani śladów płaszczyzn symetrii, jeżeli nie jest to bezwzględnie konieczne. Zaleca się również pominięcie rzutów krawędzi, które pozostają niewidoczne. Jeżeli jest uzasadnione, aby posłużyć się przedstawieniem aksonometrycznym do odwzorowania obiektu, którego część została odcięta za pomocą płaszczyzn przekroju równoległych do płaszczyzn współrzędnych xy, xz oraz yz , przecięcia zawarte w tych płaszczyznach należy pokreskować liniami nachylnymi pod kątem 45° do osi x, y, z (rys. 2-44a). Jeżeli zachodzi potrzeba, aby rozróżnić w widoku aksonometrycznym płaszczyzny równoległe do płaszczyzn xy, xz, yz , należy zastosować kreskowanie równoległe do osi x, y i z w sposób pokazany na rysunku 2-44b. W przedstawianiu aksonometrycznym unika się wymiarowania. Jeżeli zastosowanie wymiarowania jest konieczne, wymiary rysunkowe można umieszczać w każdej z płaszczyzn xy, xz, yz zgodnie z zasadami określonymi na rysunku 2-44c.



Rys. 2-44. Przedstawienia poglądowe: a) kreskowanie powierzchni zewnętrznych, c) wymiarowanie

Cechami charakteryzującymi przedstawienie aksonometryczne są układ osi aksonometrycznych (rzutów osi kartezjańskiego układu współrzędnych) oraz stosunek skróceń aksonometrycznych (stosunków długości rzutów odcinków zmierzonych wzdłuż osi aksonometrycznych do długości tych odcinków zmierzonych wzdłuż odpowiednich osi współrzędnych). Oś z jest przyjmowana jako pionowa i jej rzut jest odwzorowywany na rysunku również jako pionowy. Rozmieszczenie pozostałych osi zależy od rodzaju zastosowanego rzutowania (prostokątne lub ukośne) oraz położenia przyjętego układu współrzędnych względem rzutni. Stosunki skróceń aksonometrycznych są skorelowane z układem osi aksonometrycznych.

Zgodnie z normą [NI6] w rysunku technicznym zaleca się stosowanie przedstawień aksonometrycznych opartych na aksonometrii izometrycznej, aksonometrii dimetrycznej i aksonometrii ukośnej. Aksonometria izometryczna jest aksonometrią prostokątną, w której rzutnia jest nachylona pod takim samym kątem do osi współrzędnych x, y oraz z . Oś aksonometryczna x', y' i z' są trzema prostymi przecinającymi się w punkcie i wyznaczającymi na płaszczyźnie trzy przystające kąty o miarach 120° . W takim przypadku trzy równe odcinki, odmierzone wzdłuż poszczególnych osi współrzędnych, są rzutowane na rzutach tych osi również jako trzy równe odcinki, co oznacza, że stosunek skróceń aksonometrycznych $d_x : d_y : d_z$ wynosi $1 : 1 : 1$.

Aksonometria izometryczna dostarcza takiego samego wzrokowego wrażenia w odniesieniu do części obiektu równoległych do każdej z płaszczyzn współrzędnych xz, yz oraz xy . W celu zwrócenia uwagi na fragment obiektu, którego znaczenie jest ważniejsze od pozostałych, stosuje się aksonometrię dimetryczną, w której przyjmuje się, że kąt wypukły utworzony przez rzuty osi pionowej z oraz jednej z osi poziomych x lub y ma miarę 97° , natomiast rzut trzeciej osi dzieli kąt wklęsły utworzony przez pozostałe osie – na dwa kąty przystające. Stosunek skróceń aksonometrycznych wynosi $1 : 1 : \frac{1}{2}$.

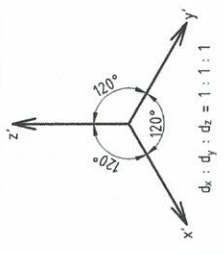
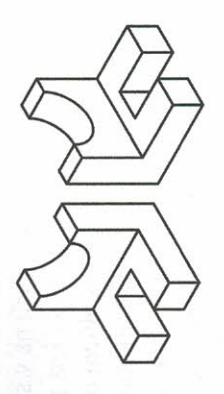
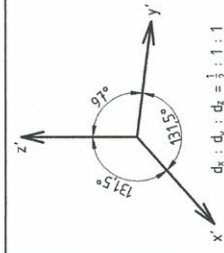
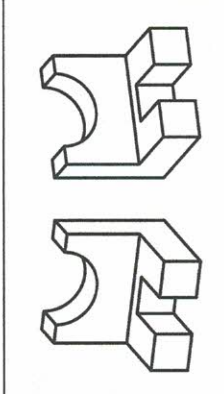
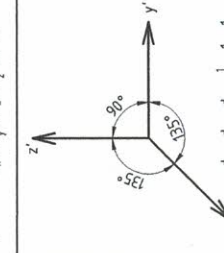
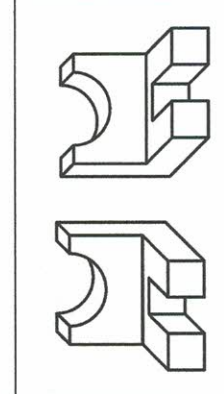
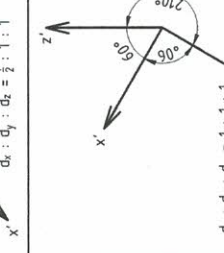

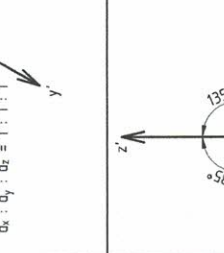
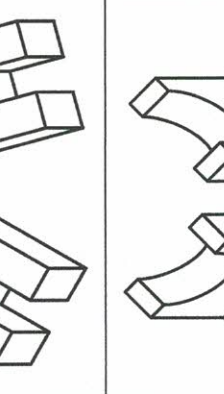
W aksonometrii ukośnej rzutnia jest przyjmowana jako płaszczyzna równoległa do jednej płaszczyzny współrzędnych, w związku z tym wszystkie figury zawarte w płaszczyznach równoległych do tej płaszczyzny zostają odwzorowane jako podobne do odpowiednich figur w obiekcie, różniąc się jedynie rozmiarem na skutek podziałki przyjętej w rysunku. Rzutnia może być równoległa do jednej z pionowych płaszczyzn współrzędnych, tj. płaszczyzny xz lub yz , lub do poziomej płaszczyzny xy . W każdym przypadku dwie osie aksonometryczne są prostopadłe, natomiast kierunek trzeciej osi i skrócenie aksonometryczne dla tego kierunku mogą być dowolne.

W praktyce preferuje się stosowanie takich aksonometrii ukośnych, które nie prowadzą do zniekształcenia proporcji obiektu. Są nimi aksonometria kawalerska nazywana również aksonometrią dimetryczną ukośną oraz aksonometria planometryczna. W aksonometrii kawalerskiej rzut osi współrzędnych nierównoległej do rzutni dzieli kąt wklęsły utworzony przez pozostałe osie na dwa kąty przystające. Stosunek skróceń aksonometrycznych wynosi $1 : 1 : \frac{1}{2}$.

W aksonometrii planometrycznej osie aksonometryczne x' oraz y' mogą być dowolnie ustawione względem krawędzi formatu arkusza, ale powinny zachowywać prostopadłość. Aksonometria planometryczna, w której osie aksonometryczne x' oraz y' są odchylone od osi z' o kąt 135° , jest nazywana aksonometrią planometryczną normalną albo alternatywnie aksonometrią wojskową. Ze względu na przyjmowany zarazem stosunek skróceń aksonometrycznych $1 : 1 : 1$ jest również nazywana aksonometrią izometryczną ukośną.

Zasady opisane w powyższych akapitach zostały wyjaśnione za pomocą rysunków w tablicy 2-6. Ich respektowanie jest uzasadnione nie tylko walorami wrażeń wzrokowych odbieranych w trakcie oglądania rysunków wykonanych według tych zasad, ale również łatwością ich odrębnego konstruowania. Przyjęcie układu aksonometrycznego innego niż jeden z omówionych zmusza do samodzielnego precyzyjnego ustalenia stosunku skróceń aksonometrycznych dla poszczególnych osi, w przeciwnym razie może prowadzić do zniekształcenia rysunku, utrudniając jego trafną interpretację.

Tablica 2-6. Rodzaje aksonometrii preferowane do stosowania dla celów przedstawiania poglądowego

Rodzaj aksonometrii	Układ osi aksonometrycznych i stosunki skróceń aksonometrycznych	Rzuty przykładowego obiektu
Aksonometria izometryczna	 <p>$d_x : d_y : d_z = 1 : 1 : 1$</p>	
Aksonometria dimetryczna	 <p>$d_x : d_y : d_z = 1 : \frac{1}{2} : 1$</p>	
Aksonometria kawalerska	 <p>$d_x : d_y : d_z = \frac{1}{2} : 1 : 1$</p>	
Aksonometrie planometryczne (przykładowe)	 <p>$d_x : d_y : d_z = 1 : 1 : 1$</p>	
Aksonometria wojskowa	 <p>$d_x : d_y : d_z = 1 : 1 : 1$</p>	

2.6.5. Przedstawianie w technologii CAD

Jeżeli technologia CAD jest wykorzystywana wyłącznie jako narzędzie do bezpośredniego sporządzenia rysunków technicznych, to nie ma żadnych przeszkód do respektowania omówionych do tej pory zasad przedstawiania na rysunkach technicznych. Inaczej jest w sytuacji, kiedy rysunek jest tworzony w oparciu o trójwymiarowy cyfrowy model obiektu, a do automatycznej kreacji jego widoków i przekrojów są wykorzystywane gotowe procedury zawarte w oprogramowaniu. W programie AutoCAD są dostępne dwie alternatywne grupy takich procedur. W każdej z nich w celu uzyskania efektów zgodnych

z opisanymi zasadami przedstawiania, konieczne jest dokonanie korekt ustawień początkowych, a i tak uzyskiwany efekt końcowy nie zawsze w pełni odpowiada oczekiwaniom.

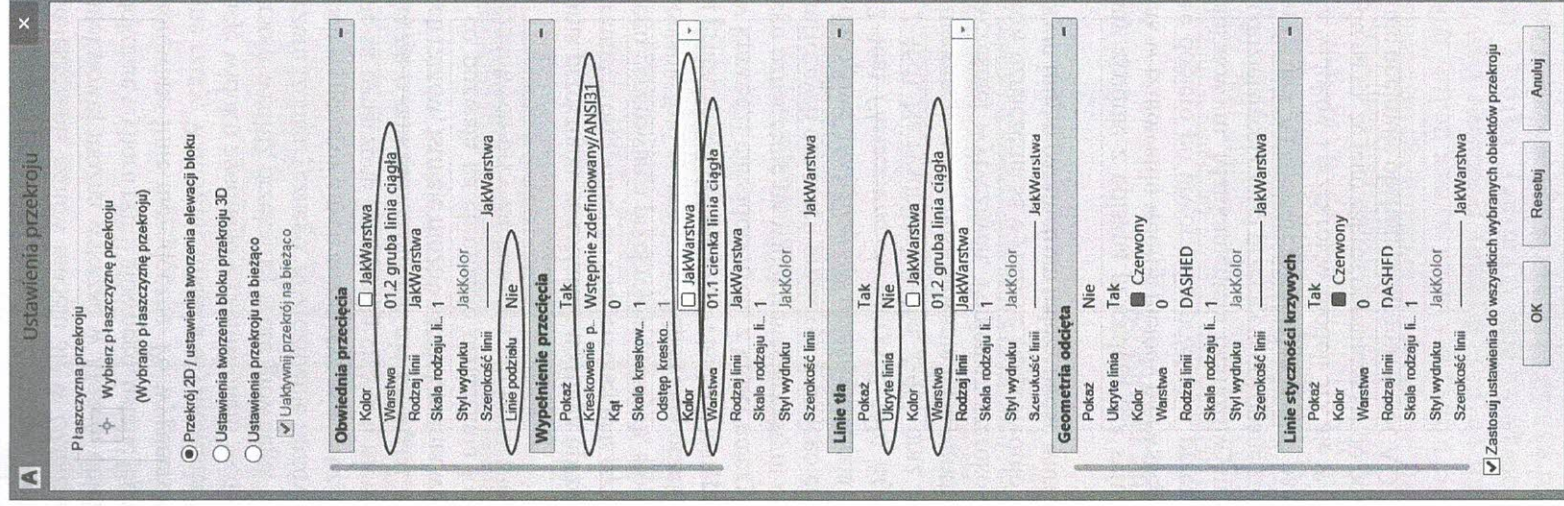
Widoki i przekroje można generować w obu środowiskach rysunkowych programu AutoCAD, tj. w *Modelu* oraz *Układzie*. Generowanie rzutów w *Modelu* jest możliwe za pomocą narzędzi dostępnych na wstążce w panelu *Przekrój* zawartym w karcie *Narzędzia główne*. Polecenie *Rzut płaski* jest przeznaczony do generowania widoków. Generuje ono rzut będący aktualnym widokiem obiektu i wstawia go na płaszczyznę *xy* bieżącego układu współrzędnych. Użytkownik może zdecydować o tym, czy przedstawiać rzuty krawędzi niewidocznych, czy nie, a także wybrać rodzaj linii dla rzutów krawędzi widocznych oraz niewidocznych. Niestety, nie może różnicować szerokości linii dla rzutów obu rodzajów krawędzi oraz w ogóle dokonać wyboru szerokości linii. Cały widok, który jest *blokiem*, zostaje odwzorowany za pomocą linii o standardowej szerokości (cienkiej), a jego dostosowanie do wymagań stawianych rysunkom technicznym jest możliwe jedynie w wyniku rozbicia bloku oraz przypisania pożądaných szerokości pojedynczym liniom.

Pierwszym krokiem do wygenerowania przekroju obiektu w *Modelu* jest wprowadzenie płaszczyzny prostopadłej do płaszczyzny *xy* bieżącego układu współrzędnych za pomocą polecenia *Płaszczyzna przekroju*. Jeżeli przekrój ma być przekrojem stopniowym, istnieje możliwość modyfikacji wprowadzonej płaszczyzny przekroju za pomocą polecenia *Dodaj uskok*. Wybór w karcie kontekstowej wstążki opcji *Plat* umożliwia wprowadzenie płaszczyzny przycięcia (rys. 2-32). Wybór opcji *Obwódnicia* pozwala na zawężenie przekroju wzdłuż jego szerokości, a wybór opcji *Objętość* – na zawężenie przekroju wzdłuż wysokości. Dwie ostatnie opcje dostarczają możliwości tworzenia przekrojów cząstkowych.

Po ostatecznym ustaleniu zakresu przestrzeni, który ma być odwzorowany na przekroju, należy użyć polecenia *Generuj przekrój* w celu jego wygenerowania. Procedura umożliwia wskazanie tylko niektórych obiektów zawartych w określonym zakresie przestrzeni lub odwzorowanie całej zawartości tego zakresu. Forma graficzna przekroju jest zdefiniowana przez zbiór parametrów zawartych w oknie dialogowym *Ustawienia przekroju*. W celu dostosowania jej do wytycznych wyszczególnionych w punkcie 2.6.2, należy dokonać zmiany niektórych ustawień początkowych. Parametry wymagające zmiany zostały zaznaczone na rysunku 2-45. Grupy *Geometria odcięta* oraz *Linie styczności krzywiznych* obejmują parametry, które nie znajdują zastosowania w przedstawieniach przeważającej większości obiektów technicznych. Przekrój stopniowy, którego forma graficzna jest zdefiniowana przez wskazane wartości poszczególnych parametrów, odbiega od wcześniej zalecanej. Nie obejmuje linii oddzielającej rzuty przecięć dokonanych różnymi płaszczyznami przekroju. Wprowadzenie tej linii byłoby możliwe, gdyby parametrowi *Linie podziału* została przypisana wartość *Tak*. Wygenerowana linia musiałaby jednak charakteryzować się takimi samymi właściwościami jak linia obrysu przecięcia, co nie powinno być praktykowane. Zaleca się zatem, aby brakującą linię uzupełnić samodzielnie, podobnie jak oznaczenie przekroju na powiązanym z nim rzucie, ponieważ tego elementu procedura nie generuje.

W projektowaniu wspomaganym komputerowo tworzenie przedstawień aksonometrycznych odbywa się w zasadzie wyłącznie na podstawie utworzonych uprzednio trójwymiarowych cyfrowych modeli obiektów. Dostępne procedury opierają się na aksonometrii prostokątnej, ale umożliwiają kreowanie dowolnych widoków obiektów, nie implikując różnic w stopniu trudności kreowania różnych widoków. Preferencją dla przedstawień izometrycznych, zauważalna w programie AutoCAD, znajduje swoje uzasadnienie wyłącznie w tradycji. Problemem, który wymaga w tym programie dodatkowej ingerencji użytkownika, jest rozróżnienie rzutów krawędzi widocznych i niewidocznych, w celu wyeliminowania zapisu krawędzi niewidocznych, co jest postulowane w przedstawieniach pogłądowych. Zaleca się użycie do tego celu polecenia *Profil bryły*, dostępnego na wstążce w panelu *Modelowanie* zawartym w karcie *Narzędzia główne*. Polecenie generuje dwie warstwy, zapisując na jednej z nich rzuty krawędzi widocznych, na drugiej – rzuty krawędzi niewidocznych. Do każdej z tych warstw można przypisać odpowiednie szerokości

i rodzaje linii, jak również istnieje możliwość ukrycia warstwy zawierającej rzuty krawędzi niewidocznych. Osiągnięcie oczekiwanego efektu wymaga ponadto ukrycia warstwy zawierającej model 3D lub usunięcia tego modelu.

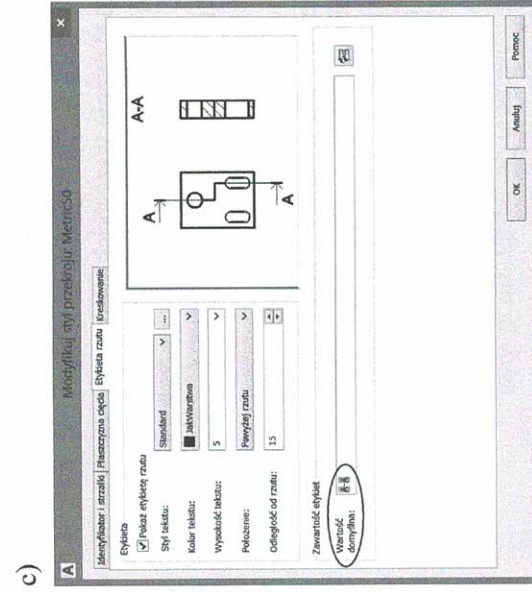
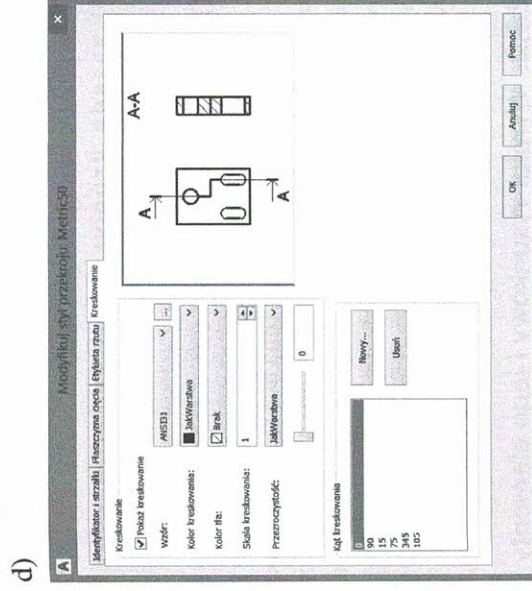
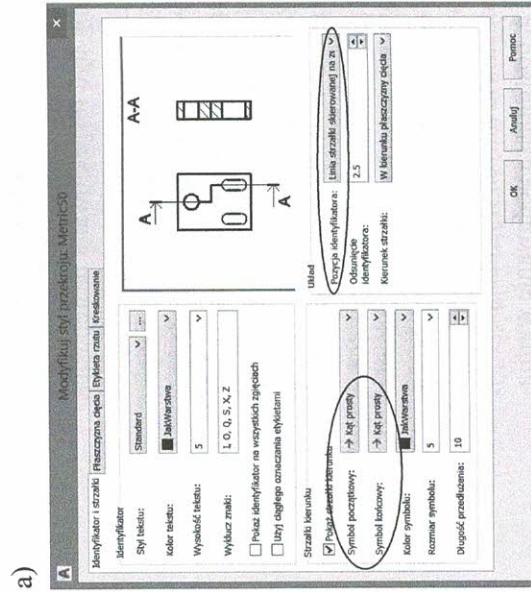
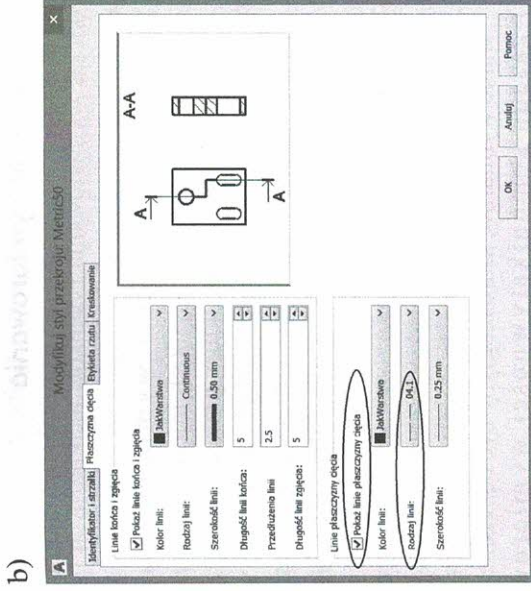


Rys. 2-45. Parametry określające formę graficzną przekroju generowanego w *Modelu* programu AutoCAD, z zaznaczeniem tych, których wartości początkowe powinny być zmienione

Program AutoCAD zawiera również procedury umożliwiające generowanie widoków i przekrojów w *Układzie*, tj. środowisku służącym bezpośrednio przygotowaniu rysunku technicznego. Procedury są dostępne na wstążce w panelu *Utwórz rzut* w karcie kontekstowej *Układ*. Generowanie rzutów jest możliwe na podstawie modelu cyfrowego 3D przygotowanego w *Modelu*. Po wybraniu polecenia *Baza* → *Z obszaru modelu* pojawia się możliwość bezpośredniego umieszczania rzutów modelu 3D w *Układzie*. Za pomocą poleceń zawartych w karcie kontekstowej można wskazać w *Modelu* obiekty, które mają zostać odwzorowane, a także dokonać wyboru rzutu głównego, ustalić jego położenie oraz określić, czy mają być odwzorowane linie niewidoczne. Po wygenerowaniu rzutu głównego można generować kolejne rzuty. Wskazanie miejsca usytuowania kolejnego rzutu implikuje automatyczną kreację widoku zgodnego z rzutowaniem według metody pierwszego kąta. Przeciągnięcie kursora wzdłuż przekątnej rzutu głównego, poza jego naroże, skutkuje wygenerowaniem rzutu izometrycznego. Rozróżnienie rzutów krawędzi widocznych i niewidocznych w rzutach wygenerowanych automatycznie jest zgodne z oczekiwaniami, tzn. krawędzie widoczne są oznaczone linią grubą ciągłą, a niewidoczne – linią cienką kreskową. Mimo że decyzyjnie o odwzorowaniu lub nie krawędzi niewidocznych dotyczy wszystkich generowanych rzutów, istnieje możliwość dokonania wtórnej korekty niezależnie dla każdego rzutu, co pozwala na eliminację oznaczania krawędzi niewidocznych w przedstawieniach poglądowych przy zachowaniu ich oznaczania w przedstawieniach prostokątnych.

Procedura generowania przekrojów w *Układzie* wymaga uprzedniego utworzenia widoku macierzystego na rzutni prostopadłej do zamierzonej płaszczyzny przekroju. Istnieje możliwość bezpośredniego generowania przekrojów prostych, stopniowych, cząstkowych oraz łamanych. Różnicowanie linii na przekroju odpowiada oczekiwaniom, tzn. linie obrysu są wykreślone linią grubą, linie kreskowania – cienką. Dostępna jest opcja rezygnacji z przedstawiania rzutów krawędzi niewidocznych, z której należy skorzystać. Integralną częścią przekroju jest jego oznaczenie na widoku macierzystym oraz etykieta przekroju. Do modyfikacji cech graficznych oznaczeń przekroju oraz jego etykiety służy *Menedżer stylów przekroju*. Okno dialogowe *Modyfikuj styl przekroju* składa się z czterech kart *Identyfikator i strzałki* (rys. 2-46a), *Płaszczyzna cięcia* (rys. 2-46b), *Etykieta rzutu* (rys. 2-46c) oraz *Kreskowanie* (rys. 2-46d). Na rysunkach 2-46a, 2-46b oraz 2-46c zaznaczono parametry, które wymagają ingerencji w celu dostosowania formy graficznej oznaczenia przekroju do określonych wcześniej wytycznych. Ponieważ szerokości linii oraz wymiary poszczególnych elementów oznaczenia są wyrażone bezpośrednio w milimetrach, w razie potrzeby również niektórym innym parametrom należy nadać wartości stosowne do bieżących wymagań.

Przekrój zrealizowany zgodnie z opisaną procedurą jest sytuowany w stosunku do widoku macierzystego jak w rzutowaniu według metody pierwszego kąta. Jego przesunięcie lub obrót są możliwe dopiero po utworzeniu przekroju, przez zastosowanie poleceń zawartych w menu kontekstowym. Mankamentem niemożliwym do usunięcia jest linia ciągła gruba w roli linii oddzielającej części przecięcia dokonane za pomocą różnych narzędzi do generowania widoków i przekrojów modelu 3D, ale w tym podręczniku nie są one omówione ze względu na to, że jego zakres ogranicza się do podstawowych zagadnień rysunku technicznego i nie obejmuje obsługi programu AutoCAD.



Rys. 2-46. Parametry określające formę graficzną oznaczenia przekroju generowanego w *Układzie* programu AutoCAD, z zaznaczeniem tych, których wartości początkowe powinny być zmienione

2.7. Wymiarowanie rysunków

Wymiarowanie rysunku technicznego oznacza zapisanie w nim zestawu informacji określających liczbowo rozmiary przedstawionego obiektu oraz jego poszczególnych części w zakresie umożliwiającym jednoznaczną i dokładną realizację tego obiektu. Pojedyncza informacja z zakresu wymiarowania, zapisana graficznie w sposób określony normami oraz tradycją, nazywa się wymiarem rysunkowym. Wymiar rysunkowy istotny dla funkcji wymiarowanego elementu albo rozmieszczenia elementów to wymiar funkcjonalny, wymiar nieistotny, ale niezbędny do mierowego określenia elementu lub rozmieszczenia to wymiar pomocniczy, a wymiar podany tylko w celach informacyjnych to wymiar pomocniczy. Wymiary rysunkowe klasyfikuje się na wymiary liniowe, określające odległości oraz wymiary katowe, określające miary kątów. W rysunku budowlanym wymiary katowe nie są stosowane. Ogólne wytyczne dotyczące wymiarowania rysunków technicznych są określone w normie PN-ISO 129 [N28].

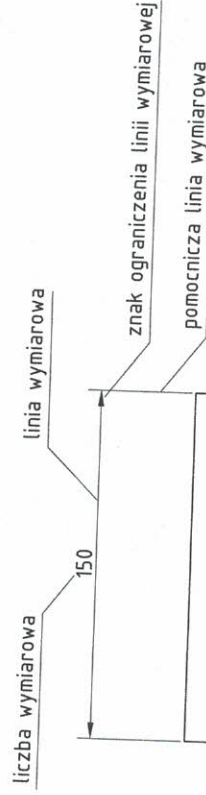
2.7.1. Zasady wymiarowania

Podczas wymiarowania rysunków technicznych powinny być respektowane następujące zasady:

- 1) zasada kompletności wymiarów, polegająca na obowiązku podania bezpośrednio na rysunku wszystkich informacji wymiarowych niezbędnych do wyraźnego i pełnego określenia struktury przestrzennej przedstawionego obiektu lub jego części;
- 2) zasada technologiczności wymiarowania, wyrażająca się w obowiązku podawania tych wymiarów, których pomiar jest możliwy w trakcie realizacji obiektu, oraz tych, które są istotne dla funkcji obiektu lub jego rozmieszczenia względem innych obiektów;
- 3) zasada niezależności wymiarów, oznaczająca niepowtarzanie na rysunku wymiarów dotyczących identycznych elementów oraz niepodawanie większej liczby wymiarów niż niezbędna do określenia kształtu i rozmiarów elementu, a więc niepodawanie wymiarów, które mogłyby być obliczone na podstawie innych wymiarów;
- 4) zasada komunikatywności wymiarowania, postulująca podawanie wymiarów na tym widoku lub przekroju, w którym wymiarowane elementy przedstawiono najwyraźniej i w takim miejscu na rysunku, które jest położone możliwie najbliższej wymiarowanego fragmentu;
- 5) zasada grupowania wymiarów, zalecająca podawanie wszystkich wymiarów odnoszących się do tego samego detalu na tym samym rzucie i możliwie jak najbliższej sobie;
- f) zasada pomijania oczywistych informacji miarowych, np. kąta między prostymi lub płaszczyznami równoległymi lub prostopadłymi.
Na jednym rysunku powinna być stosowana taka sama jednostka miary. Zaleca się, aby zawsze jednostką dla wymiarów liniowych były milimetry, a dla wymiarów kątowych – stopnie. Symboli jednostek długości (np. mm dla milimetrów) nie podaje się na rysunku. W przypadkach szczególnych, aby uniknąć błędnej interpretacji, można wyjaśnić zastoso- wane jednostki miary, inne niż milimetry, w uwadze umieszczonej w części tekstowej rysunku (np. wszystkie wymiary w cm).

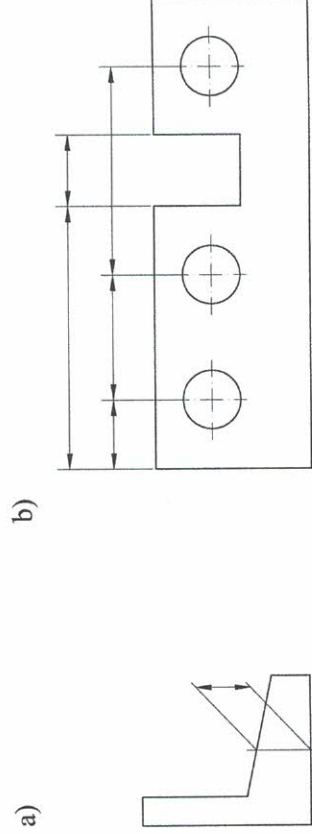
2.7.2. Wymiar rysunkowy i jego elementy

Typowy wymiar rysunkowy składa się z linii wymiarowej, pomocniczych linii wymiarowych, znaków ograniczenia linii wymiarowych i liczby wymiarowej (rys. 2-47). W niektórych wymiarach rysunkowych są stosowane linie odniesienia, znaki wymiarowe oraz znaczniki początku linii wymiarowej. Wszystkie elementy wymiarów rysunkowych powinny być wykreślone linią cienką ciągłą.



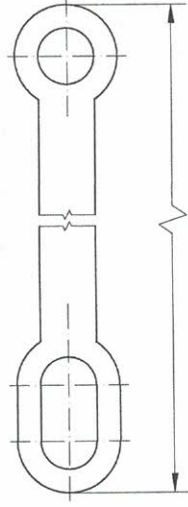
Rys. 2-47. Elementy wymiaru rysunkowego

Linie wymiarowe powinny być sytuowane równoległe do wymiarowanego odcinka (rys. 2-47). Pomocnicze linie wymiarowe powinny być prostopadłe do linii wymiarowych (rys. 2-47). W sytuacjach szczególnych można je rysować ukośnie w stosunku do linii wymiarowej, ale obie pomocnicze linie wymiarowe powinny być do siebie równoległe (rys. 2-48a). Zaleca się, aby pomocnicze linie wymiarowe i linie wymiarowe nie przecięły innych linii, z wyjątkiem przypadków, kiedy jest to nieuniknione. Zaleca się również unikać wzajemnego przecinania linii wymiarowych i pomocniczych linii wymiarowych. Jeśli nie da się tego uniknąć, żadnej z tych linii nie należy rysować z przerwaniem (rys. 2-48b). Nie należy wykorzystywać osi symetrii lub zarysu części jako linii wymiarowej, ale można je stosować zamiast pomocniczej linii wymiarowej. Linie wymiarową położoną najbliższej rzutu zaleca się sytuować w odległości około 10 mm od krawędzi rzutu, a kolejne linie wymiarowe – w odległościach ok. 7 mm jedna od drugiej. Nie ma potrzeby restrykcyjnego traktowania tego zalecenia, jeżeli wymuszałoby np. wybór większego formatu arkusza, ale trzeba pamiętać, że zbytne zagęszczenie linii na rysunku obniża jego komunikatywność.



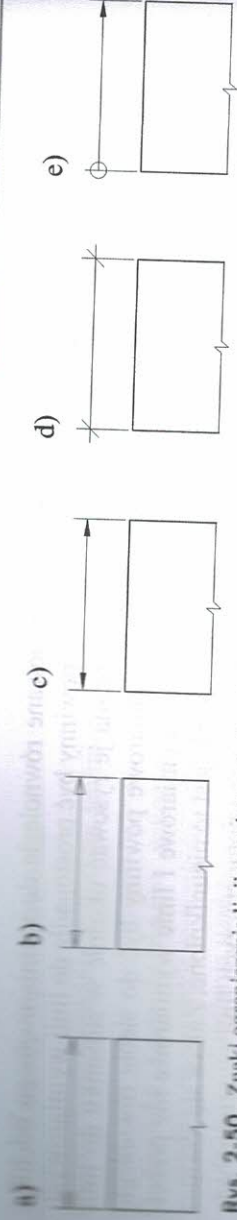
Rys. 2-48. Linie wymiarowe i pomocnicze linie wymiarowe

Linia wymiarowa powinna być ciągła nawet wtedy, gdy element, którego dotyczy, został przedstawiony za pomocą rzutu przerwanego. W takiej sytuacji można zastosować pojedynczy zygzak na linii wymiarowej w celu zwrócenia uwagi na to, że wymiar określony przez liczbę wymiarową nie odpowiada wymiarowi wynikającemu z dokonania pomiaru na rysunku i uwzględnienia podziałki (rys. 2-49).



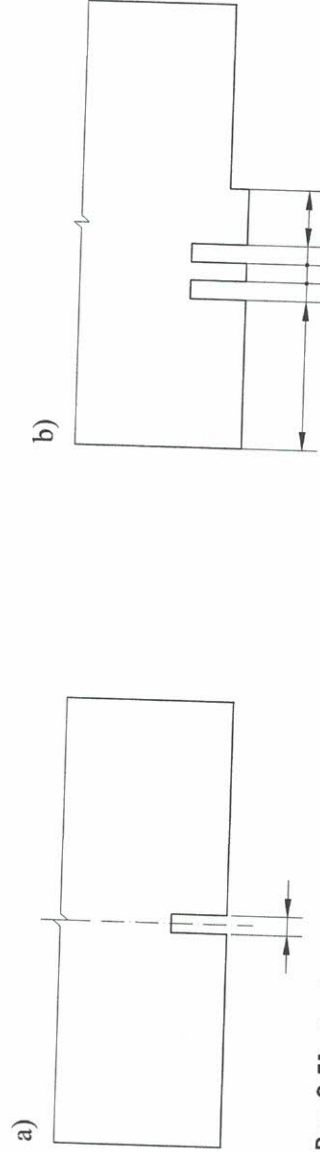
Rys. 2-49. Linia wymiarowa w rzucie przerwany

Linie wymiarowe powinny być zawsze zakończone na obu końcach znakami ograniczenia linii wymiarowej, przy czym jeden z nich może być w razie potrzeby zastąpiony oznaczeniem początku linii wymiarowej. Znakami ograniczenia mogą być grotty albo ukośne kreski. Linie tworzące ostrze grotu mogą być rysowane pod kątem od 15° do 90°, a grot może być otwarty (rys. 2-50a), zamknięty (rys. 2-50b) lub zamknięty i zaczerniony (rys. 2-50c). Ukośne kreski (rys. 2-50d) rysuje się pod kątem 45° do linii wymiarowej. Oznaczenie początku linii wymiarowej ma postać małego okręgu (rys. 2-50e). Pomocnicze linie wymiarowe powinny być zawsze przedłużone poza linie wymiarową. Linia wymiarowa powinna być przedłużona poza pomocnicze linie wymiarowe tylko w przypadku stosowania znaków ograniczenia linii wymiarowej w postaci ukośnych kresek (rys. 2-50d).



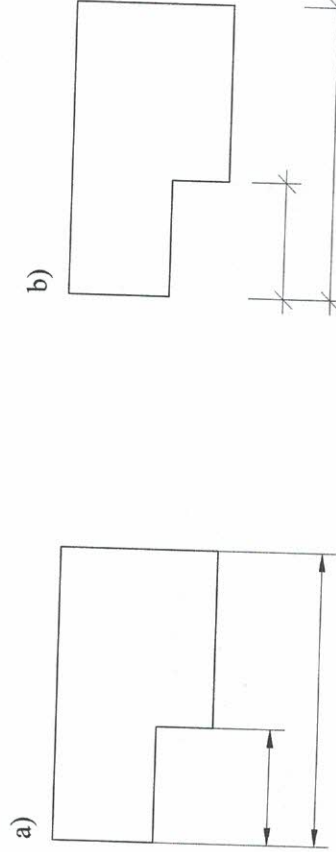
Rys. 2-50. Znak ograniczenia linii wymiarowej: a) grot otwarty, b) grot zamknięty, c) grot zamknięty i zaczerpnięty, d) ukośne kreski, e) wyróżnienie początku linii wymiarowej

Jeżeli znakami ograniczenia linii wymiarowych są grot, to powinny się one znajdować wewnątrz granic linii wymiarowej (rys. 2-50a,b,c). W przypadku braku miejsca na grot na końcach linii wymiarowej, linię tę przedłuża się, a groty rysuje się na zewnątrz granic linii wymiarowej (rys. 2-51a). Jeżeli nie ma miejsca na grot, można go zastąpić ukośną kreską lub kropką (rys. 2-51b).



Rys. 2-51. Zasady rysowania grotów w sytuacji braku miejsca pomiędzy pomocniczymi liniami wymiarowymi: a) groty rysowane na zewnątrz linii wymiarowej, b) pominięcie grotów

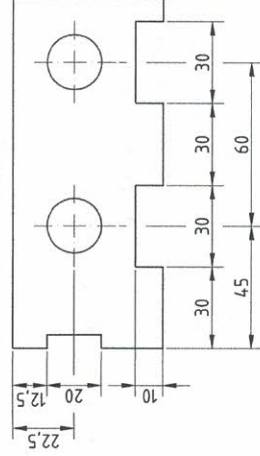
W rysunkach maszynowych tradycyjnie stosuje się znaki ograniczenia linii wymiarowej w postaci zaczerpniętych grotów, natomiast w rysunkach budowlanych – w postaci ukośnych kresek. Wynika to z rozmiarów obiektów budowlanych, które są z reguły wielokrotnie większe od maszyn lub ich części, w związku z czym rysunki budowlane są wykonywane w małych podziałkach i nie ma miejsca na umieszczenie grotów. Inną różnicą pomiędzy ww. rodzajami rysunków są długości pomocniczych linii wymiarowych. W rysunkach maszynowych linie te są doprowadzane do brzegów rzutów (rys. 2-52a), natomiast w rysunkach budowlanych – nie, przy czym długości wszystkich pomocniczych linii wymiarowych powinny być jednakowe (rys. 2-52b).



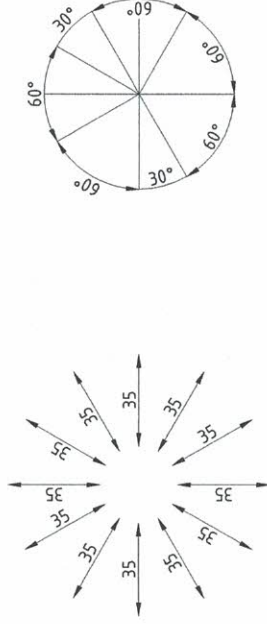
Rys. 2-52. Zalecane sposoby przedstawiania wymiarów rysunkowych: a) w rysunkach maszynowych, b) w rysunkach budowlanych

Liczby wymiarowe na rysunkach należy zapisywać cyframi o wielkości zapewniającej dobrą czytelność oryginału rysunku, jak również jego ewentualnej kopii. Umieszcza się je na rysunku równoległe do odpowiednich linii wymiarowych, w pobliżu środka linii

wymiarowej, ponad tą linią i z odstępem od niej, w taki sposób, aby nie były przecięte żadnymi innymi liniami. W przypadku przecinania liczby wymiarowej przez pomocniczą linię wymiarową, należy tę linię w miejscu przecięcia przerwać (rys. 2-53). Liczby wymiarowe umieszcza się tak, aby można je było czytać od dołu lub od prawej strony rysunku. Nad pochylonymi liniami wymiarowymi należy je umieszczać tak, jak pokazano na rysunku 2-54a. Liczby wymiarowe wymiarów kątowych powinno się umieszczać tak jak pokazano na rysunku 2-54b.

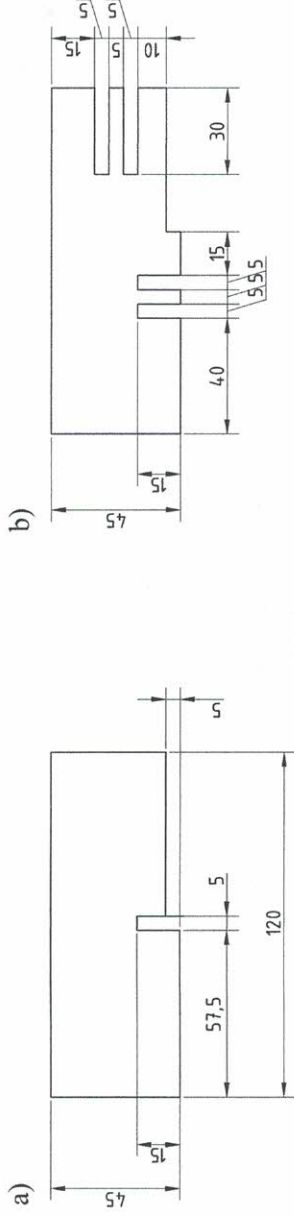


Rys. 2-53. Przerywanie pomocniczych linii wymiarowych w przypadku przecinania liczby wymiarowej

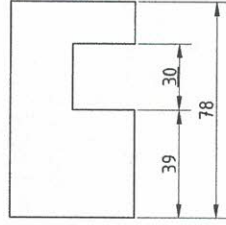


Rys. 2-54. Sposoby umieszczania liczb wymiarowych: a) w wymiarach liniowych, b) w wymiarach kątowych

W szczególnych sytuacjach liczby wymiarowe mogą być umieszczane inaczej niż w pobliżu środka linii wymiarowej. Wtedy, kiedy nie jest możliwe narysowanie całej linii wymiarowej, np. w przypadku przedstawienia elementu w półwidoku lub półprzekroju, liczby wymiarowe można umieszczać w pobliżu znaku ograniczenia linii wymiarowej (rys. 2-65 s. 58). Wartość liczby wymiarowej powinna w takim przypadku odzwierciedlać wymiar całego elementu, a nie tylko części odwzorowanej w rzucie. Jeżeli zaś liczba wymiarowa nie mieści się między pomocniczymi liniami wymiarowymi, należy ją umieścić nad przedłużeniem linii wymiarowej (rys. 2-55a) lub nad linią odniesienia dochodzącą do linii wymiarowej (rys. 2-55b). Liczby wymiarowe niezgodne z wymiarami wynikającymi z rysunku przy uwzględnieniu podziałki należy podkreślić prostą grubą linią (rys. 2-56). Niezgodność taka jest dopuszczalna w celu uniknięcia ponownego wykonywania rysunku w sytuacji, kiedy w trakcie projektowania nastąpiła mało znacząca zmiana wymiaru w stosunku do wymiaru już przedstawionego w rysunku.



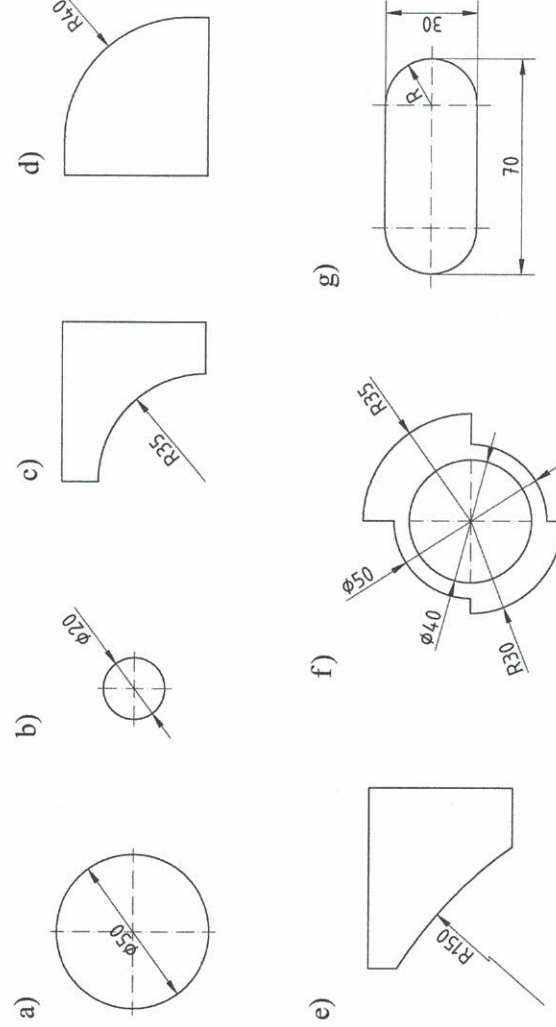
Rys. 2-55. Szczególne sposoby sytuowania liczb wymiarowych: a) nad przedłużeniem linii wymiarowej, b) z zastosowaniem linii odniesienia



Rys. 2-56. Podkreślenie liczby wymiarowej w przypadku braku zgodności jej wartości z wymiarem wynikającym z rysunku

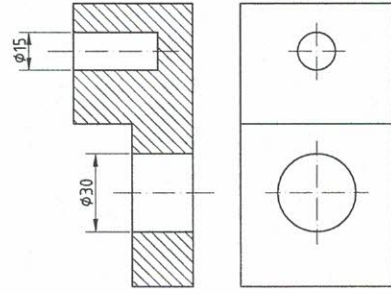
Do wymiarowania średnic oraz promieni okręgów i łuków okręgów stosuje się inne reguły rozmieszczania elementów wymiaru rysunkowego. Linie wymiarową średnicy okręgu prowadzi się przez środek okręgu i kończy ją po obu stronach grotami umieszczonymi wewnątrz okręgu (rys. 2-57a). W przypadku braku miejsca należy ją przedłużyć i umieścić groty po zewnętrznej stronie okręgu, a w razie konieczności również liczbę wymiarową (rys. 2-57b). W każdym przypadku przed liczbą wymiarową powinien zostać umieszczony znak wymiarowy ϕ . Pomocnicze linie wymiarowe pomijają się.

Linie wymiarową promienia okręgu prowadzi się od środka okręgu, umieszczając grot tylko na jednym jej końcu (rys. 2-57c). Jeżeli wewnątrz łuku nie ma miejsca na umieszczenie grotu, należy umieścić go na przedłużeniu linii wymiarowej wprowadzonym na zewnątrz łuku (rys. 2-57d). W poszanowaniu linii wymiarowej wprowadzonym na zewnątrz rzutu wymiarowanego obiektu zaleca się, aby grot oraz liczbę wymiarową umieszczać po wewnętrznej stronie łuku w przypadku wymiarowania obiektów wklęsłych (rys. 2-57c), a po stronie zewnętrznej – w przypadku obiektów wypukłych (rys. 2-57d). Każdorazowo, przed liczbą wymiarową należy umieścić znak wymiarowy R . Jeżeli środek łuku znajduje się poza rysunkiem, linię wymiarową należy załamać (rys. 2-57e). W przypadku wymiarowania średnic lub promieni kilku okręgów współśrodkowych, poszczególnie linie wymiarowania należy nachylić pod różnymi kątami (rys. 2-57f), a znaki i liczby wymiarowe rozmieścić tak, aby nie nachodziły na siebie. Jeśli wymiar promienia można wyprowadzić z innych wymiarów, należy go oznaczyć grottem i znakiem wymiarowym R bez podania liczby wymiarowej (rys. 2-57g).



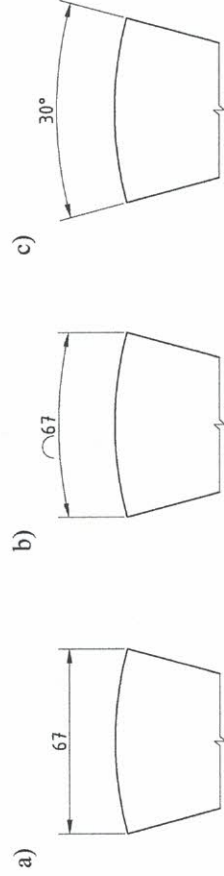
Rys. 2-57. Rozmieszczenie elementów wymiaru rysunkowego w przypadku wymiarowania średnic i promieni okręgów: a),b) wymiarowanie średnicy, c),d) wymiarowanie promienia, e) wymiarowanie promienia okręgu o środku znajdującym się poza rysunkiem, f) wymiarowanie średnic okręgów współśrodkowych, g) pośrednie wymiarowanie promienia okręgu

Zaleca się przestrzeganie zasady, aby w przypadku okręgów wymiarować średnicę, a w przypadku łuków okręgów – promień. Średnice otworów wykonywanych w elementach o stałej grubości, przedstawianych tylko za pomocą jednego widoku, należy wymiarować na tym widoku zgodnie z zasadami określonymi powyżej. Średnice otworów w elementach, które są przedstawiane na rysunku za pomocą zestawu rzutów składającego się z widoku i przekroju, należy wymiarować na przekroju w sposób przedstawiony na rysunku 2-58. Taki sposób wymiarowania czyni zadość zasadzie grupowania wymiarów, zgodnie z którą średnica i głębokość otworu powinny być zwymiarowane na tym samym rzucie.



Rys. 2-58. Wymiarowanie średnic otworów przedstawionych w przekroju

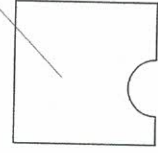
Subtelnymi różnicami charakteryzuje się wymiarowanie cięciw, łuków oraz kątów. W wymiarze rysunkowym określającym długość cięciwy łukowa wymiarowa powinna być równoległa do cięciwy (rys. 2-59a). W wymiarze określającym długość łuku linia wymiarowa powinna stanowić łuk okręgu współśrodkowego z wymiarowanym łukiem, a pomocnicze linie wymiarowe powinny być prostopadłe do cięciwy łuku. Liczbę wymiarową należy poprzedzić znakiem \cap (rys. 2-59b). W wymiarze określającym miarę kąta linia wymiarowa powinna być łukiem okręgu, którego środkiem jest wierzchołek kąta, a pomocnicze linie wymiarowe powinny być zawarte w ramionach kąta (rys. 2-59c). W przypadku wymiarowania średnic lub promieni okręgów oraz kątów znaki ograniczenia linii wymiarowych w postaci zaczerpniętych grotów należy stosować nawet wtedy, gdy dla wymiarów liniowych stosowane są znaki ograniczenia w postaci ukośnych kresek.



Rys. 2-59. Wymiarowanie: a) cięciwy, b) łuku, c) kąta

W rysunkach technicznych zdarza się, że wymiar rysunkowy jest definiowany bez zastosowania linii wymiarowej, pomocniczych linii wymiarowych oraz znaków ograniczających linię wymiarową. Jeżeli obiekt o stałej grubości lub wysokości jest odwzorowany za pomocą tylko jednego rzutu, wymiar w kierunku prostopadłym do rzutni należy określić za pomocą znaku wymiarowego \times oraz liczby wymiarowej, umieszczonej nad linią odniesienia (rys. 2-60).

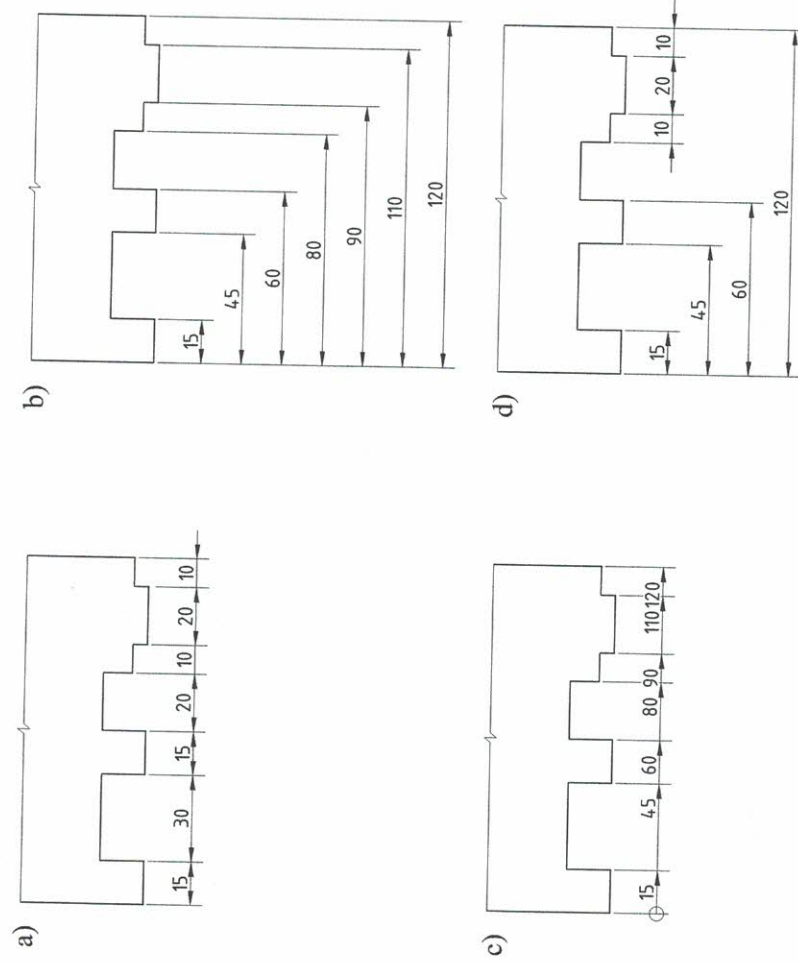
x 150



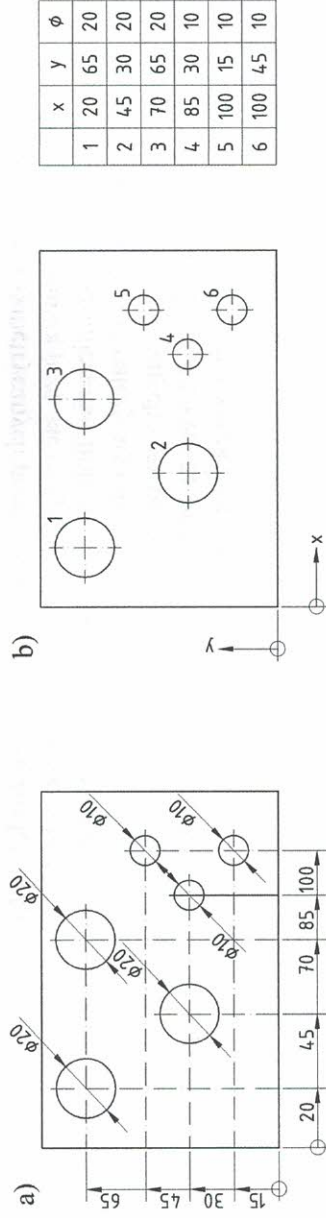
Rys. 2-60. Wymiarowanie grubości (wysokości) obiektu przedstawionego za pomocą tylko jednego rzutu

2.7.3. Sposoby wymiarowania

Sposób wymiarowania obiektów przedstawianych na rysunku powinien wynikać z warunków konstrukcyjnych i technologicznych nałożonych na przedstawiany obiekt. Rozróżnia się w tym zakresie cztery sposoby wymiarowania: wymiarowanie szeregowo, wymiarowanie od jednej bazy wymiarowej, wymiarowanie za pomocą współrzędnych. W rysunku budowlanym mieszane oraz wymiarowanie za pomocą współrzędnych. W rysunku budowlanym stosuje się zazwyczaj wymiarowanie szeregowo (rys. 2-61a). Wymiarowanie od jednej bazy wymiarowej, nazywane również wymiarowaniem równoległym, w swojej klasycznej postaci, polegającej na umieszczeniu równoległe do siebie kilku pojedynczych linii wymiarowych w odległościach pozwalających na nieskrępowane umieszczenie liczb wymiarowych (rys. 2-61b), jest charakterystyczne dla rysunku maszynowego. W rysunku budowlanym bywa stosowana w szczególnych sytuacjach, jego odmiana w postaci nakładającego się wymiarowania narastającego (rys. 2-61c). Wymiarowanie mieszane jest połączeniem wymiarowania szeregowego z wymiarowaniem od jednej bazy wymiarowej (rys. 2-61d). W celu zwymiarowania rozmieszczenia elementów na płaszczyźnie można zastosować nakładające się wymiarowanie narastające w dwóch kierunkach (rys. 2-62a) lub wymiarowanie za pomocą współrzędnych (rys. 2-62b).



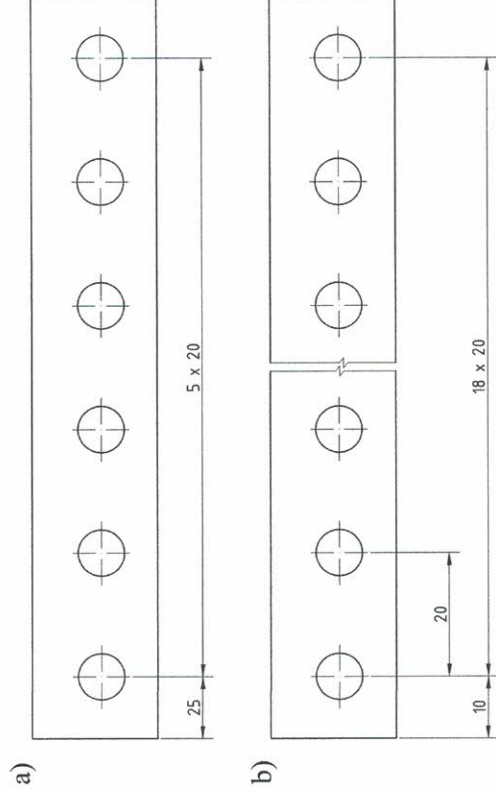
Rys. 2-61. Sposoby wymiarowania: a) szeregowo, b) od jednej bazy wymiarowej, c) nakładające się narastające, d) mieszane



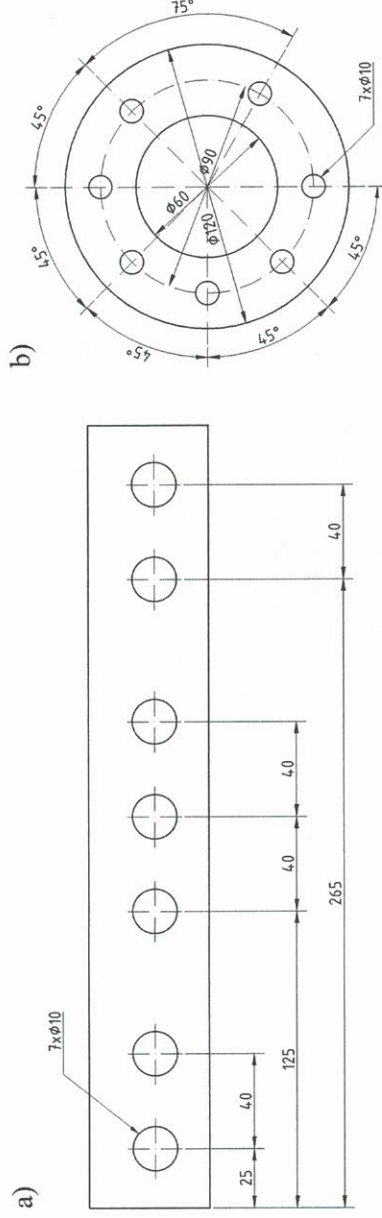
Rys. 2-62. Sposoby wymiarowania rozmieszczenia elementów: a) narastające w dwóch kierunkach, b) za pomocą współrzędnych

2.7.4. Uproszczenia wymiarowe

Jeśli na rysunku przedstawiono równo oddalone, powtarzające się elementy, to odległości między nimi można zwympiarować tak, jak pokazano na rysunku 2-63a. Jeśli istnieje możliwość pomyłki między długością odstępu a liczbą powtarzających się odstępów, jeden odstęp należy zwympiarować tak, jak pokazano na rysunku 2-63b. W celu uniknięcia powtarzania tej samej liczby wymiarowej, pewną liczbę otworów o tej samej średnicy można zwympiarować tak, jak pokazano na rys. 2-64a lub 2-64b.

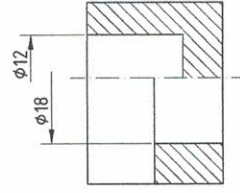


Rys. 2-63. Sposób wymiarowania rozmieszczenia równo oddalonych identycznych detali: a) typowy, b) w przypadku, gdy wartości liczby odstępów oraz długości odstępu są zbliżone

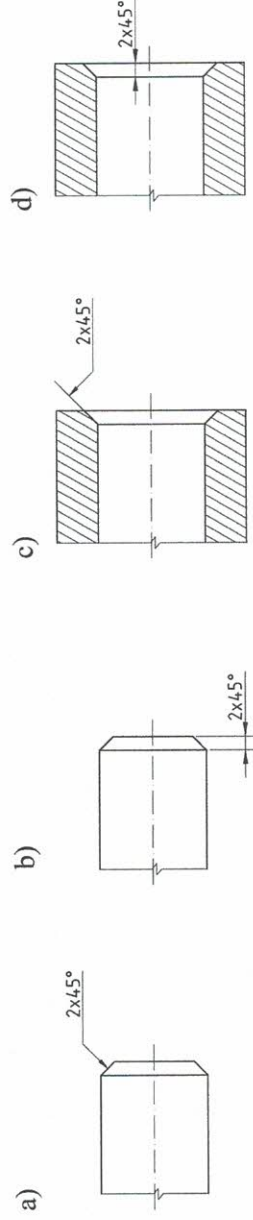


Rys. 2-64. Uprozczone wymiarowanie układu otworów o tej samej średnicy: a) rozmieszczonych w szeregu, b) rozmieszczonych na obwodzie okręgu

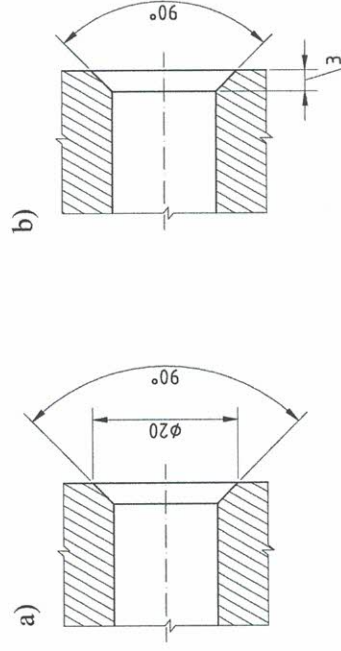
W przypadku części symetrycznych przedstawianych w półwidoku lub półprzekroju, linie wymiarowe, które muszą przeciąć oś symetrii, przedłuża się lekko poza oś symetrii, pomijając drugi znak ograniczenia linii wymiarowej (rys. 2-65). Ścięcia krawędzi zewnętrznych pod kątem 45° należy wymiarować tak, jak pokazano na rysunku 2-66a lub 2-66b, a krawędzi wewnętrznych – jak na rysunku 2-66c lub 2-66d. Nawiercenia stożkowe wymiaruje się, podając bądź wymiar średnicy na powierzchni czołowej i kąt ścięcia (rys. 2-67a), bądź głębokość nawiercenia i kąt ścięcia (rys. 2-67b).



Rys. 2-65. Wymiarowanie średnic przedstawionych w półprzekroju



Rys. 2-66. Wymiarowanie ścięć krawędzi: a), b) zewnętrznych, c), d) wewnętrznych

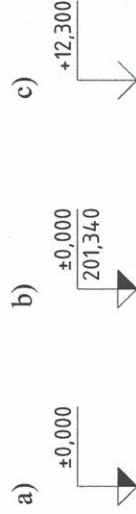


Rys. 2-67. Alternatywne sposoby wymiarowania nawierceń stożkowych: a) wymiar średnicy na powierzchni czołowej i kąt ścięcia, b) głębokość nawiercenia i kąt ścięcia

2.7.5. Oznaczanie poziomów za pomocą rzędnych

Oprócz wymiarowania z użyciem wymiarów rysunkowych, w rysunkach technicznych, zwłaszcza budowlanych, stosowane jest oznaczanie położenia charakterystycznych poziomów w stosunku do poziomu porównawczego, przez określanie rzędnych tych poziomów. Poziom porównawczy, nazywany poziomem zerowym, należy oznaczać na rzutach pionowych grottem zamkniętym o kącie rozwarcia 90°, który powinien być skierowany ostrzem do linii oznaczającej ten poziom, w połowie zaczerniony i połączony krótką cienką linią z poziomą linią odniesienia (rys. 2-68a). Nad tą linią określa się wysokość względną poziomu zerowego, która jest przyjmowana jako 0,000, tzn. podobnie jak inne rzędne powinna być wyrażona w metrach z dokładnością do jednego milimetra. Jeżeli jest wymagane podanie rzędnej bezwzględnej poziomu zerowego, tj. rzędnej odniesionej do

poziomu morza, to liczbę ją określającą umieszcza się poniżej linii odniesienia (rys. 2-68b). Kolejne poziomy oznacza się na rzutach pionowych grottem otwartym o kącie rozwarcia 90°, uzupełnionym i opisanym analogicznie jak oznaczenie poziomu zerowego, lecz z podaniem wyłączenie rzędnej względnej (rys. 2-68c). Na rzutach poziomych rzędne należy oznaczać znakiem \times połączonym z poziomą linią odniesienia oraz uzupełnionym liczbą określającą wartość rzędnej odniesioną do poziomu zerowego (rys. 2-69). Zarówno na rzutach pionowych, jak i poziomych, przed liczbą określającą rzędną poziomu położonego wyżej od poziomu zerowego, umieszcza się znak „+”, dla poziomu położonego poniżej poziomu zerowego – znak „-”, a dla poziomu zerowego – znak „±” lub nie wprowadza się żadnego znaku.



Rys. 2-68. Oznaczenie rzędnych poziomów na rzutach pionowych: a) poziomu zerowego, b) poziomu zerowego z podaniem dodatkowo rzędnej bezwzględnej, c) poziomów innych niż zerowy

$$\times +3,600$$

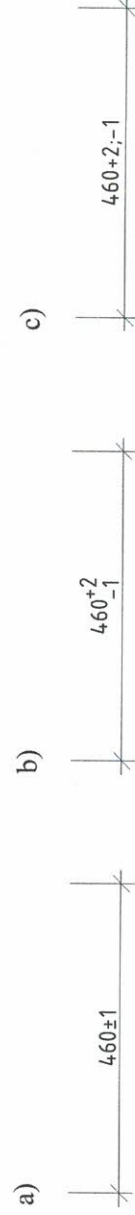
Rys. 2-69. Oznaczenie rzędnych poziomów na rzutach poziomych

2.7.6. Oznaczanie odchyłek granicznych

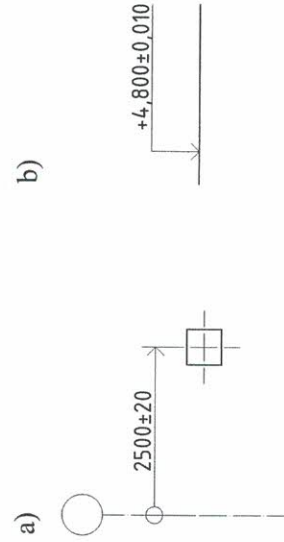
Wartości liczb wymiarowych podawanych na rysunkach zgodnie z omówionymi do tej pory zasadami wyrażają wymiary nominalne, tj. teoretyczne. Technologia realizowania różnego rodzaju obiektów technicznych, w tym budowlanych, nie zawsze pozwala na to, aby ich wymiary rzeczywiste odpowiadały ściśle wymiarom nominalnym. Naturalne, a zarazem dopuszczalne są pewne odchyłki od tych wymiarów, które muszą podlegać ograniczeniu, m.in. po to, by było w ogóle możliwe scalenie obiektu złożonego z wielu elementarnych komponentów. Wymiary, których bezwzględne respektowanie nie jest możliwe lub konieczne, nazywa się wymiarami tolerowanymi, a maksymalną dopuszczalną różnicę między wymiarem rzeczywistym a nominalnym – odchyłką graniczną. Odchyłka, która określa, o ile wymiar rzeczywisty może być większy od wymiaru nominalnego, nazywa się odchyłką górną, a odchyłka określająca, o ile wymiar rzeczywisty może być mniejszy od wymiaru nominalnego – odchyłką dolną. Jeżeli odchyłki górna i dolna przyjmują jednakowe wartości, nazywane są odchyłkami symetrycznymi, w przeciwnym razie – odchyłkami niesymetrycznymi.

Zasady przedstawiania informacji o odchyłkach granicznych na rysunkach technicznych budowlanych są określone w normie PN-EN ISO 6284 [N19]. Ponieważ w budownictwie ze względu na rozmiary obiektów budowlanych i ich elementów potrzeba postępowania się odchyłkami granicznymi wymiarów pojawia się sporadycznie, zgodnie z postanowieniem normy [N19] należy je oznaczać na rysunku tylko wtedy, gdy wymagania konstrukcyjne powodują konieczność kontroli wymiarów kształtu lub położenia. Odchyłki graniczne można oznaczać za pomocą pojedynczej informacji w części tekstowej arkusza rysunkowego, jeżeli wartości odchyłek dla wszystkich wymiarów przedstawionych na arkuszu są jednakowe, lub w sąsiedztwie określonego rysunku, jeżeli wartości odchyłek dotyczą wymiarów przedstawionych tylko na tym rysunku. Wartości odchyłek granicznych różne dla indywidualnych wymiarów należy wprowadzać jako uzupełnienie liczb wymiarowych wchodzących w skład poszczególnych wymiarów rysunkowych. Wartości odchyłek granicznych wymiarów liniowych określa się w milimetrach, podobnie jak wartości wymiarów nominalnych.

Informacja o odchyłkach granicznych wymiarów kształtu powinna być zapisana zgodnie z przykładem pokazanym na rysunku 2-70a – w przypadku odchyłki granicznej symetrycznej albo na rysunku 2-70b lub 2-70c – w przypadku odchyłki granicznej niesymetrycznej. Odchyłki graniczne wymiaru położenia, określające np. położenie komponentu względem linii odniesienia, powinny być zapisane zgodnie z przykładem pokazanym na rysunku 2-71a, a rzędne poziomu względem poziomu odniesienia – zgodnie z przykładem na rysunku 2-71b. Odchyłki graniczne rzędnych poziomów, podobnie jak wartości samych rzędnych, należy podawać w metrach z dokładnością do trzech miejsc po przecinku.



Rys. 2-70. Przykłady oznaczania odchyłki granicznej wymiaru kształtu: a) symetrycznej, b), c) niesymetrycznej



Rys. 2-71. Przykłady oznaczania odchyłek granicznych wymiaru położenia i poziomu odniesienia

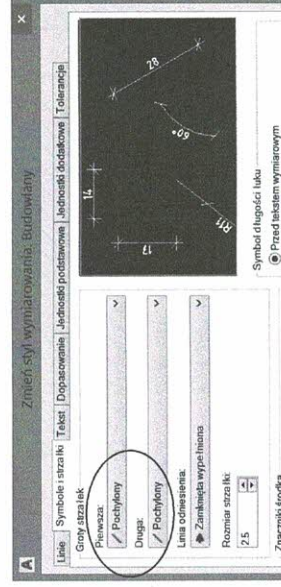
2.7.7. Wymiarowanie rysunków w technologii CAD

Wymiarowanie rysunków w programie AutoCAD ma charakter półautomatyczny. Oznacza to, że projektant uczestniczy w określeniu na rysunku poszczególnych wymiarów rysunkowych, ale nie musi komponować ich z pojedynczych elementów. Nie ma również potrzeby zliczania wartości liczby wymiarowej, ponieważ program sam nadaje jej wartość zmierzoną z rysunku. Uzupełnienie rysunku o typowy wymiar liniowy wymaga wskazania początku pierwszej pomocniczej linii wymiarowej, początku drugiej pomocniczej linii wymiarowej oraz położenia linii wymiarowej. Program rysowuje obie pomocnicze linie wymiarowe, linię wymiarową, znaki ograniczające oraz liczbę wymiarową, stanowiącą łącznie na rysunku jeden niepodzielny obiekt. Oprócz poleceń służących do wprowadzania wymiarów liniowych, są dostępne polecenia umożliwiające wymiarowanie średnic, promieni, łuków oraz kątów. Procedury wprowadzania tych wymiarów rysunkowych są adekwatne do typu wymiaru. Odpowiednie znaki wymiarowe są generowane automatycznie, podobnie jak pozostałe elementy wymiarów rysunkowych.

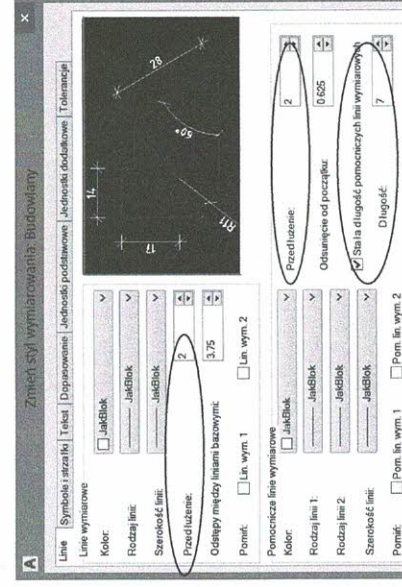
Sposób graficznego wyrażenia wymiaru rysunkowego, np. długości pomocniczych linii wymiarowych, rodzaj znaków ograniczających linię wymiarową, sposób umieszczenia liczby wymiarowej i znaków ograniczających w sytuacji, gdy nie mieszczą się one między pomocniczymi liniami wymiarowymi itp. są określone w stylu wymiarowania i.a. Ustawienia standardowe, tzn. dostępne bezpośrednio po dokonaniu instalacji programu na komputerze, niepełnie odpowiadają tradycji stosowanej w Polsce, zwłaszcza w odniesieniu do rysunków budowlanych. Użytkownik programu powinien dokonać odpowiednich zmian ustawień, które mogą zostać zachowane w pliku szablonu, dzięki czemu nie wymagają każdorazowej ingerencji w chwili wykonywania kolejnego rysunku.

Zakres zmian parametrów stylu wymiarowania w programie AutoCAD, niezbędnych do dostosowania ustawień początkowych do ustalonych wcześniej wytycznych dla rysunku budowlanego w Polsce, został wyjaśniony na rysunku 2-72. Zaleca się utworzenie nowego stylu wymiarowania zamiast zmiany parametrów w stylach wymiarowania dostępnych po pierwszej instalacji programu. Okno dialogowe *Nowy styl wymiarowania/Zmieni styl wymiarowania* zawiera 6 kart: *Linie*, *Symbole i strzałki*, *Tekst*, *Dopasowanie*, *Jednostki dodatkowe* i *Tolerancje*. W pierwszej kolejności należy dokonać zmiany w karcie *Symbole i strzałki*, zmieniając typ tzw. *Grotów strzałek* (rys. 2-72a). Następnie w karcie *Linie* należy dokonać zmian *Przedłużenia* linii wymiarowej oraz wybrać *Stalą długość pomocniczych linii wymiarowych* i określić jej wartość (rys. 2-72b). Zalecane jest przyjęcie jednakowych wartości dla przedłużenia linii wymiarowej oraz linii pomocniczych. Kolejną zalecaną modyfikacją stylu wymiarowania, przynoszącą korzyści w przypadku wymiarowania niewielkich odległości na rysunkach wykonanych w znacząco zmniejszającej podziałce, jest zmiana w polu *Położenie tekstu* w karcie *Dopasowanie* (rys. 2-72c). Wybór opcji zaznaczonej na rysunku sprawia, że program stosuje linię odniesienia wtedy, kiedy liczba wymiarowa nie mieści się między pomocniczymi liniami wymiarowymi, a kiedy się mieści – umieszcza ją między tymi liniami.

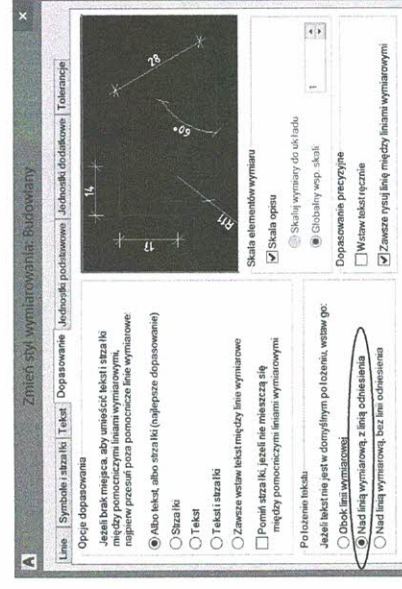
a)



b)



c)



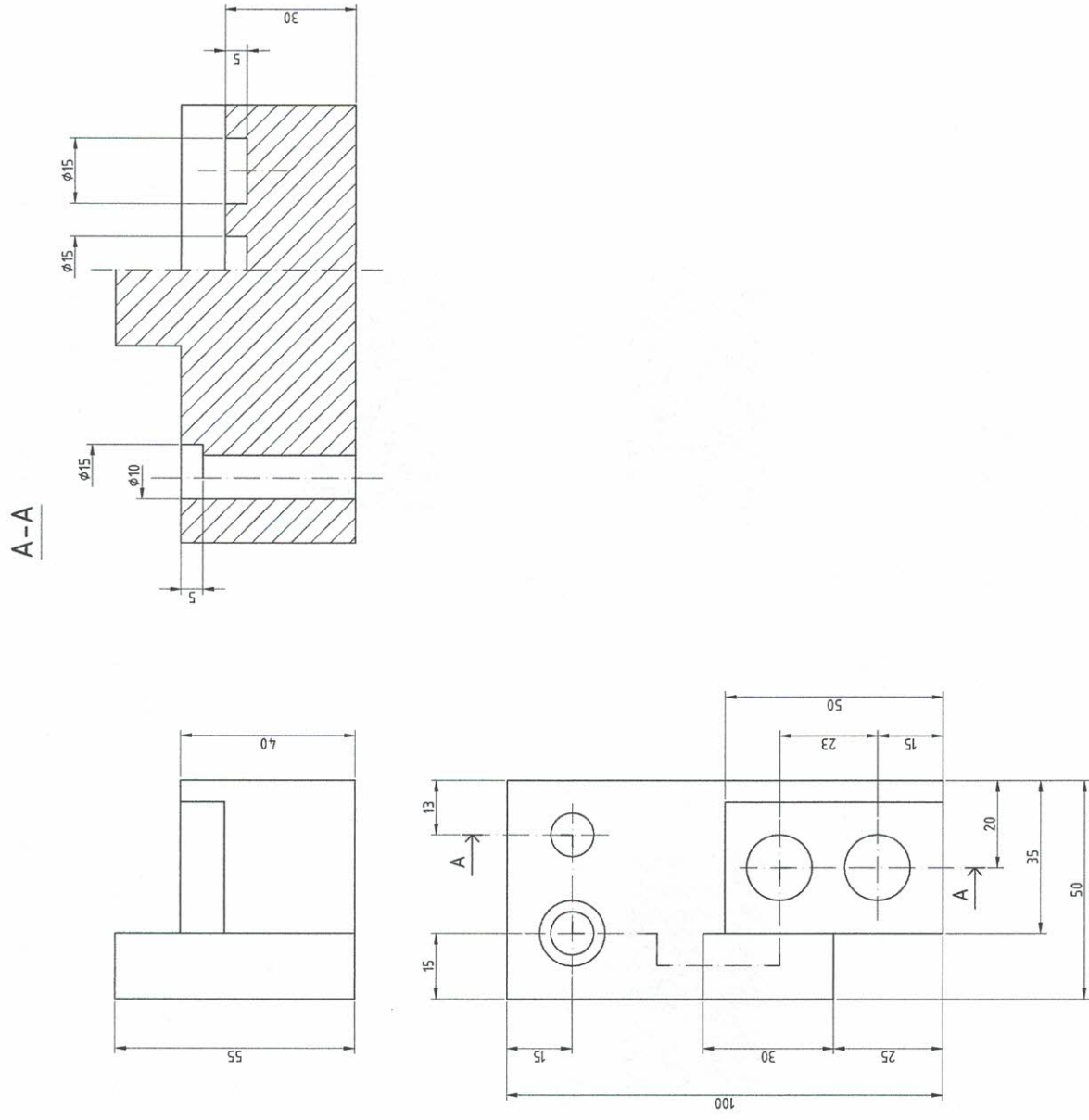
Rys. 2-72. Zmiany dostosowujące styl wymiarowania programu AutoCAD do tradycji właściwej dla rysunku budowlanego: a) dostosowanie znaków ograniczenia linii wymiarowych, b) dostosowanie długości linii wymiarowych i pomocniczych linii wymiarowych, c) optymalizacja położenia liczby wymiarowej

2.8. Podsumowanie

Rysunek 2-73 wyjaśnia na przykładzie zbiorcze zastosowanie zasad przedstawiania i wymiarowania omówionych w poprzednich punktach rozdziału 2. Dla wielościennych kształtów z nawierconymi otworami wybrano jako optymalny układ trzech rzutów, z których jeden jest przekrojem stopniowym. Plaszczyzna przekroju została poprowadzona tak, aby

przecinała każdy z otworów przynajmniej w połowie, a także każdą z części obiektu różniących się wymiarem na kierunku pionowym. Przekrój A-A nie jest jedynym przekrojem, jaki mógł zostać zastosowany w celu jednoznacznego wyjaśnienia struktury odwzorowanego obiektu. Przyjęty w rysunku zestaw wymiarów czyni zadość wszystkim zasadom wymiarowania wyszczególnionym w punkcie 2.7.1.

Przedstawiony na rysunku obiekt nie ma określonego przeznaczenia i trudno go interpretować jako część budynku lub budowli. Konwencją, w jakiej został przedstawiony, odpowiada tradycji stosowanej w rysunku maszynowym. Przykłady rysunków sporządzonych zgodnie z tradycją właściwą dla rysunków budowlanych zostały przedstawione w następnych rozdziałach. Ten rysunek, podobnie jak wszystkie inne rysunki w niniejszym podręczniku, został wykonany za pomocą programu AutoCAD.



Rys. 2-73. Układ rzutów wraz z zestawem wymiarów

6.1. Oznaczenia elementów budynków

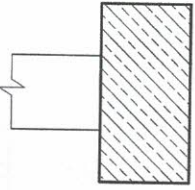
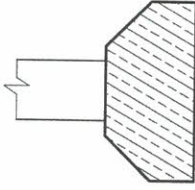
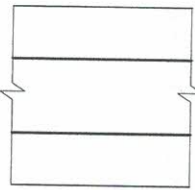
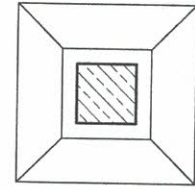
Omówione poniżej oznaczenia graficzne są zaczerpnięte głównie z normy PN-B-01025 [N42], której rodowód sięga czasów wcześniejszych niż początki zastosowań technologii informatycznych do sporządzania rysunków budowlanych. Istotne uproszczenie zawartych w tej normie symboli graficznych, w stosunku do kształtów oznaczanych nimi przedmiotów, wynika z potrzeby ograniczenia czasochłonności rysunków wykonywanych manualnie, kiedy każde powtórzenie symbolu wymaga jego ponownego narysowania. Współcześnie, zastosowanie wspomaganie komputerowego umożliwia łatwe kopiowanie dowolnych obiektów rysunkowych oraz całych fragmentów rysunku, jak również posługiwanie się gotowymi symbolami graficznymi, dostępnymi np. w Internecie. Takie symbole odzwierciedlające kształt elementu w sposób dokładny są często oferowane np. przez producentów wyposażenia budynków, ale użycie ich w rysunku wykonanym w małej podziale i tak prowadzi do uproszczeń na skutek połączenia się linii położonych bardzo blisko siebie. Podobnie jest z posługiwaniem się modelami trójwymiarowymi elementów wyposażenia budynków w technologii BIM. Norma [N42] uwzględnia ww. okoliczności, stwierdzając, że dozwolone jest stosowanie oznaczeń nieujętych w normie, będących dokładnym zapisem kształtu przedstawianego obiektu, albo innych, jeżeli na rysunku zostanie zamieszczony ich słowny opis.

Z zakresem normy [N42] częściowo pokrywa się zawartość normy PN-EN ISO 7519 [N22], również zalecaniej do stosowania na rysunkach architektoniczno-budowlanych. Oznaczenia w normach [N22] oraz [N42] zasadniczo nie są sprzeczne. W warunkach wspomaganie komputerowego należy je traktować bardziej jako wskazówkę tego, co podlega oznaczeniu na rysunkach architektoniczno-budowlanych, niż jako ścisłe wzorce, których respektowanie jest bezwzględnie wymagane.

6.1.1. Fundamenty

Fundamenty należy przedstawiać na rzutach fundamentów oraz przekrojach budynków. Zarysy tych części fundamentów, które są przecięte płaszczyną przekroju, powinny zostać oznaczone linią bardzo grubą, a części leżących za płaszczyną przekroju – linią grubą. Przecięcia fundamentów wykonanych z betonu zbrojonego lub niezbrojonego należy pokreskować, używając właściwych wzorów kreskowania zaprezentowanych w tablicy 2-5. Oznaczenia najbardziej typowych fundamentów bezpośrednich, jakimi są ławy oraz stopy fundamentowe, przedstawiono w tablicy 6-1.


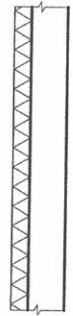
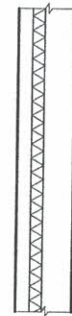
Tablica 6-1. Oznaczenia fundamentów

Oznaczenia	Ławy fundamentowe	Stopy fundamentowe
na przekrojach		
na rzutach		

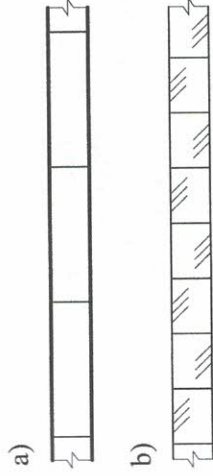
6.1.2. Ściany

Ściany oznacza się na rzutach kondygnacji i na przekrojach budynku. Przecięcia przez części konstrukcyjne ścian należy obrysować linią ciągłą bardzo grubą, a przecięcia przez warstwy izolacyjne – linią ciągłą grubą. Obszary między liniami oznaczającymi powierzchnie warstw wypełnia się kreskowaniem o wzorze przyjętym z tablicy 2-5, właściwym dla rodzaju materiału, z którego ma być wykonana projektowana warstwa. W szczególności dotyczy to warstw izolacyjnych. Oznaczenia ścian jedno-, dwu- i trójwarstwowych, zgodnie z podanymi wyżej zasadami, przedstawiono w tablicy 6-2. Akceptowana jest również alternatywna metoda oznaczania ścian wielowarstwowych, która polega na oznaczaniu konturów ścian za pomocą linii ciągłej bardzo grubej niezależnie od rodzaju materiału zastosowanego na zewnętrzne warstwy ścian oraz wypełnianiu przestrzeni między liniami oznaczającymi powierzchnie styku poszczególnych warstw za pomocą kreskowania według wzorów właściwych dla materiałów użytych do wykonania poszczególnych warstw.

Tablica 6-2. Oznaczenia ścian warstwowych

Rodzaj ściany	Oznaczenie
jednowarstwowa	
dwuwarstwowa	
trójwarstwowa	

W oznaczeniach ścian z wielkogabarytowych elementów prefabrykowanych należy wyodrębnić linią ciągłą grubą oznaczenia poszczególnych prefabrykatów (rys. 6-1a). Ściany z kształtek szklanych należy oznaczać zgodnie z rys. 6-1b.



Rys. 6-1. Oznaczenia ścian: a) wykonanych z elementów prefabrykowanych, b) wykonanych z kształtek szklanych

6.1.3. Otwory okienne i drzwiowe

Otwory okienne i drzwiowe oznacza się na rzutach kondygnacji, przekrojach i elewacjach. Na elewacjach należy je pokazać zgodnie z faktycznym wyglądem, stosując w razie potrzeby uproszczenia odpowiednie do podziałki rysunku. Na rzutach kondygnacji i przekrojach otwory okienne i drzwiowe oznacza się za pomocą symboli graficznych pokazanych w tabelicy 6-3. Okna można oznaczać dwiema albo trzema liniami. Konsekwencją zastosowania trzeciej linii, umownie symbolizującej przeszklenie, jest wyraźne odróżnienie na przekrojach budynków drzwi pełnych od drzwi balkonowych, które powinny być oznaczane tak samo jak okna. Jeżeli projekt przewiduje wyposażenie okien w węgarki, parapety wewnętrzne lub wnęki podokienne, ich oznaczenia powinny uwzględniać informację o tych elementach.

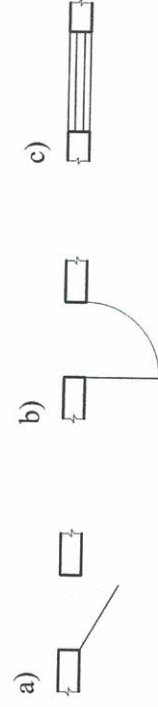
Oznaczenia graficzne drzwi na rzutach kondygnacji podlegają różnicowaniu w zależności od rodzaju skrzydeł drzwiowych oraz tego, czy drzwi są jedno-, czy dwuskrzydłowe (tabl. 6-4). Wszystkie drzwi, bez względu na ich typ, należy przedstawiać jako otwarte. W oznaczeniu drzwi rozwieranych, skrzydło drzwiowe może być przedstawiane jako otwarte pod kątem 30°, bez rysowania łuku, lub jako otwarte pod kątem prostym, z narysowanym łukiem. Na rysunkach w podziale 1 : 50 powinny być oznaczone progi drzwiowe, jeżeli są przewidywane (np. w drzwiach zewnętrznych). Na rysunkach w małych podziałkach drzwi i okna można oznaczać w sposób uproszczony, pomijając oznaczenia ościeżnic (rys. 6-2).

Tablica 6-3. Oznaczenia otworów drzwiowych i okiennych na rzutach kondygnacji i przekrojach budynków

Oznaczenia	Otwór drzwiowy niezabudowany	Otwór drzwiowy zabudowany	Otwór okienny niezabudowany	Otwór okienny zabudowany	Otwór okienny z węgarkiem, parapetem i wnąką podokienneą
na rzutach kondygnacji					
na przekrojach					

Tablica 6-4. Oznaczenia drzwi i wrót na rzutach kondygnacji

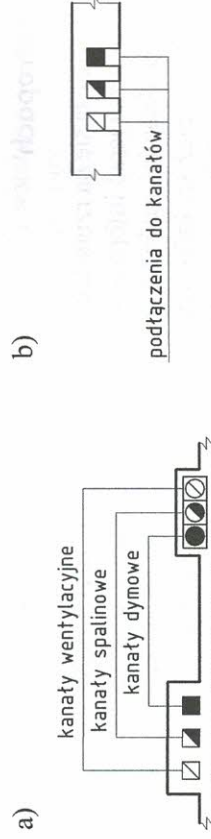
Rodzaj drzwi lub wrót	Oznaczenie drzwi jednoskrzydłowych	Oznaczenie drzwi dwuskrzydłowych
Drzwi rozwierane bez progu		
Drzwi rozwierane z progami		
Drzwi wahadłowe		
Drzwi harmonijkowe		
Drzwi przesuwne chowane w ścianie		
Drzwi przesuwne naścienne		
Drzwi obrotowe		
Wrota podnoszone		



Rys. 6-2. Pomijanie oznaczenia ościeżnic w oznaczeniach: a) drzwi, b) okien

6.1.4. Kanały kominowe

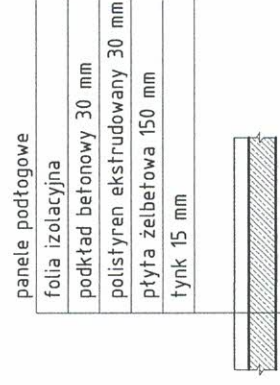
Kanały dymowe, spalinowe i wentylacyjne oznacza się na rzutach kondygnacji w sposób pokazany na rys. 6-3a. Oznaczenia powinny odpowiadać kształtem i wymiarami faktycznym przekrojom kanałów, które mogą być również inne od przedstawionych na rysunku. Istotną cechą, która powinna być zachowana, jest sposób wypełnienia wnętrza oznaczenia, określający jednoznacznie przeznaczenie kanału. Ze względu na małe rozmiary oznaczeń obrys przekroju kanału zaleca się wykreślać linią grubą, a nie bardzo grubą. Włoty do kanałów należy oznaczać na rzutach tych kondygnacji, na których się znajdują, zaznaczając poziomy przewód wlotowy oraz wykreślając w obrębie jego rzutu kontur ściany linią grubą zamiast bardzo grubą (rys. 6-3b).



Rys. 6-3. Oznaczenie na rzutach kondygnacji: a) kanałów wentylacyjnych, spalinowych i dymowych wykonanych z cegły pełnej oraz z pustaków kominowych, b) wlotów do kanałów

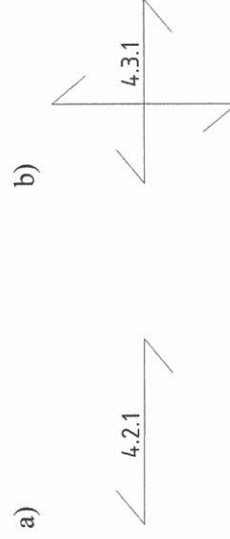
6.1.5. Stropy międzypiętrowe

Stropy międzypiętrowe oznacza się na przekrojach budynków tak, aby przekazać informację o układzie warstw, ich grubościach oraz materiałach, z których mają być wykonane. Konstrukcję stropu oznacza się dwiema liniami ciągłymi bardzo grubymi. Warstw podstapogowych nie zaleca się oznaczać, ze względu na ich niewielkie grubości, natomiast posadzkę należy oznaczyć pojedynczą ciągłą linią grubą. Wszystkie warstwy stropu, oznaczone i nieoznaczone, należy opisać za pomocą linii odniesienia, uszeregowując opisy warstw w kolejności ich usytuowania w stropie (rys. 6-4). Opis każdej warstwy powinien zawierać informację o materiale oraz grubości warstwy, za wyjątkiem warstw wykonanych z cienkich rozwijalnych materiałów, takich jak papa, folia itp., dla których nie podaje się grubości. Jeżeli nie ma miejsca na umieszczenie opisu stropu bezpośrednio w obrębie przekroju budynku, można zastosować odnośnik z symbolem. W takim przypadku pełną informację o strukturze stropu należy umieścić w strefie tekstowej arkusza rysunkowego.



Rys. 6-4. Oznaczenie stropów międzypiętrowych na przekrojach budynku

Sporadycznie, gdy nie wykonuje się odrębnych rysunków konstrukcyjnych, na rzutach architektoniczno-budowlanych oznacza się konstrukcje stropów położonych ponad płaszczyzną przekroju zastosowaną do sporządzenia rzutu. Symbole graficzne (rys. 6-5) informują o kierunkach zbrojenia w płycie stropowej, a opis określa numer pozycji w obliczeniach statycznych.



Rys. 6-5. Oznaczenia kierunków zbrojenia: a) w belkach lub płytach zbrojonych jednokierunkowo, b) w płytach zbrojonych krzyżowo

6.1.6. Otwory w stropach

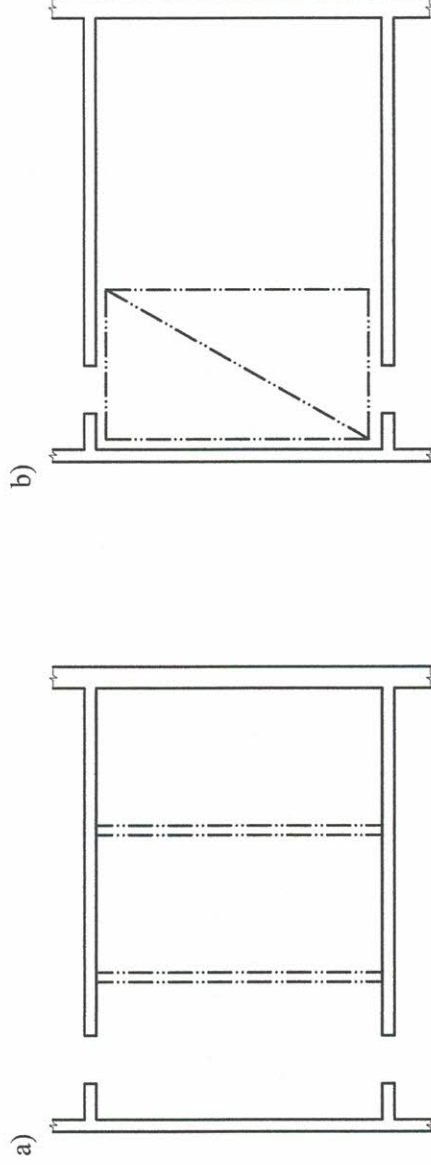
Otwory w stropach oznacza się na rzutach kondygnacji i na przekrojach budynków. Oznaczenie otworu powinno zawierać informację, czy otwór jest zakryty, czy nie. Na rzutach kondygnacji należy przedstawiać zarówno otwory znajdujące się w stropie poniżej płaszczyzny przekroju, jak również te, które znajdują się bezpośrednio nad tą płaszczyzną. Oznaczenia otworów uwzględniające ww. różnicowanie przedstawiono w tablicy 6-5.

Tablica 6-5. Oznaczenia graficzne otworów w stropach

Oznaczenia	Otwory odkryte	Otwory zakryte
na przekrojach		
na rzutach kondygnacji	otwory położone bezpośrednio poniżej płaszczyzny przekroju 	
	otwory położone bezpośrednio powyżej płaszczyzny przekroju 	

6.1.7. Elementy położone powyżej płaszczyzny przekroju poziomego

Jeżeli zachodzi uzasadniona potrzeba, na rzutach kondygnacji można oznaczać elementy budynku lub jego wyposażenia położone powyżej płaszczyzny przekroju, ale poniżej powierzchni ograniczającej od dołu płytę stropową tej kondygnacji. Do ich oznaczenia używa się linii grubej dwupunktowej. W szczególności dotyczy to belek (rys. 6-6a) oraz sufitów podwieszanych (rys. 6-6b).



Rys. 6-6. Oznaczenie na rzutach kondygnacji elementów znajdujących się powyżej płaszczyzny przekroju: a) belek stropowych wysuniętych poniżej dolnej płaszczyzny stropu, b) sufitów podwieszanych

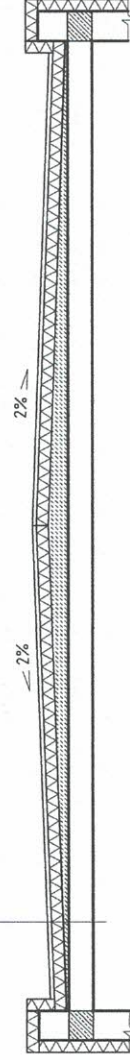
6.1.8. Dachy i stropodachy

Dachy i stropodachy oznacza się na przekrojach budynków w sposób analogiczny do stropów. Konstrukcję wyróżnia się linią bardzo grubą ciągłą, a pozostałe warstwy – linią grubą.

Jeżeli pozwala na to podziałka rysunku, oznaczenia warstw o większej grubości należy pokreskować, stosując odpowiedni wzór. Grubości warstw oraz rodzaje materiałów, z których mają być wykonane, powinny być opisane za pomocą linii odniesienia. Elementy konstrukcyjne dachu, które nie są ciągłe, lecz są od siebie oddalone (np. krokwie), muszą być oznaczone jak elementy leżące za płaszczyzną przekroju. Na rysunkach należy określić spadki połaci dachowych wyrażone w procentach. Przykładowy przekrój dachu płaskiego (stropodachu) przedstawiono na rys. 6-7a, a dachu wysokiego dwuspadowego – na rys. 6-7b.

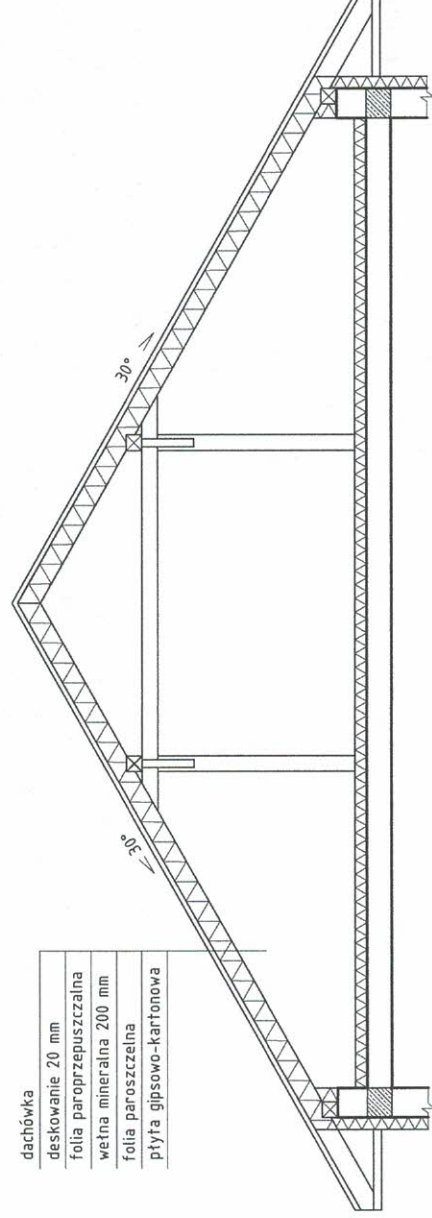
a)

2 warstwy papy na lepiku
zaprawa cementowa 20 mm
folia ochronna
polistyren ekstrudowany 100 mm
folia paroszczelna
beton 20-200 mm
płyta stropowa
Tynk 15 mm



b)

dachówka
deskowanie 20 mm
folia paroprzepuszczalna
wetna mineralna 200 mm
folia paroszczelna
płyta gipsowo-kartonowa

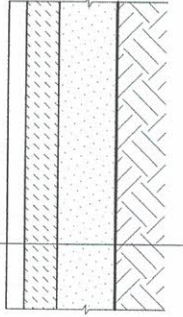


Rys. 6-7. Oznaczenie na przekrojach budynków: a) dachów płaskich, b) dachów wysokich

6.1.9. Podłogi na gruncie

Podłogi na gruncie przedstawia się na przekrojach analogicznie jak stropy i dachy. Warstwy o większej grubości powinny być wyodrębnione, a jeżeli pozwala na to podziałka rysunku, ich rzuty należy pokreskować, stosując odpowiednie wzory kreskowania. Wszystkie warstwy muszą być opisane przy zastosowaniu linii odniesienia. Linii ciągłej bardzo grubej używa się wyłącznie do oznaczenia powierzchni gruntu. Powierzchnie styku pozostałych warstw oznacza się linią ciągłą grubą. Kreskowanie oznaczające grunt należy zastosować tylko w obrębie wąskiego pasma przyległego do linii określającej powierzchnię gruntu. Przykładowe oznaczenie podłogi na gruncie przedstawiono na rys. 6-8.

podkład	piłyki kamienne
podkład	betonowy 30 mm
podkład	polistyren ekstrudowany 80 mm
2 warstwy	papy na lepiku
podkład	betonowy 150 mm
podsyпка	piaskowa 250 mm

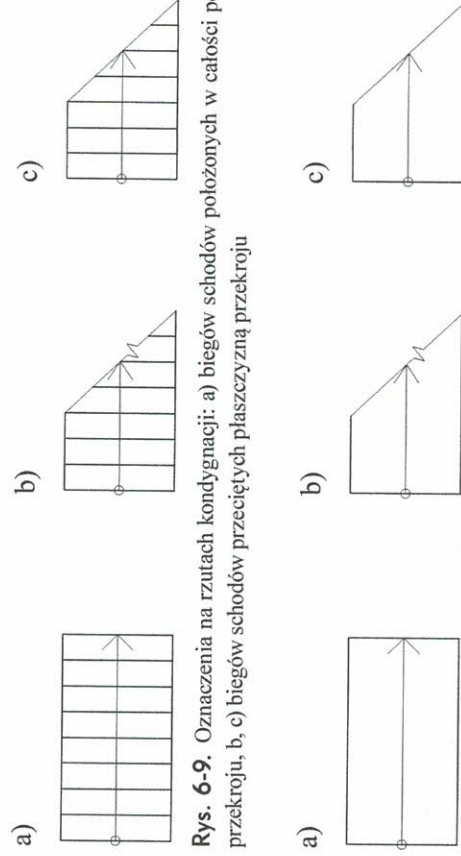


Rys. 6-8. Oznaczenie podłogi na gruncie

6.1.10. Schody i pochylnie

Na rzutach kondygnacji należy przedstawiać te biegi schodów lub ich części, które są położone poniżej płaszczyzny przekroju. Biegi położone w całości poniżej tej płaszczyzny oznaczają się jak na rys. 6-9a. Rzuty biegów schodów przeciętych płaszczyzną przekroju należy urywać linią ciągłą cienką zygawkową (rys. 6-9b) lub linią ciągłą cienką (rys. 6-9c) poprowadzoną pod kątem 45°. Umowne oznaczenie nie odpowiada faktycznemu rzutowi części biegu schodów pozostałej po dokonaniu przecięcia płaszczyzną przekroju, ale ma na celu wyeliminować ewentualność błędnej interpretacji oznaczenia, możliwej w przypadku, gdyby linia urwania rzutu była równoległa do linii oznaczających krawędzie stopni schodów.

Rzuty stopni schodów oznacza się linią ciągłą grubą, a pośrodku rzutu biegu schodów wykreśla się linię cienką. Na końcu linii należącej do rzutu krawędzi stopnia położonego najniżej umieszcza się niezaczerniony okrąg, drugi koniec powinien być zakończony otwartym grottem, którego zwrot wskazuje kierunek wznoszenia się biegu schodów. Pochylnie należy oznaczać na rzutach kondygnacji analogicznie jak biegi schodów (rys. 6-10).



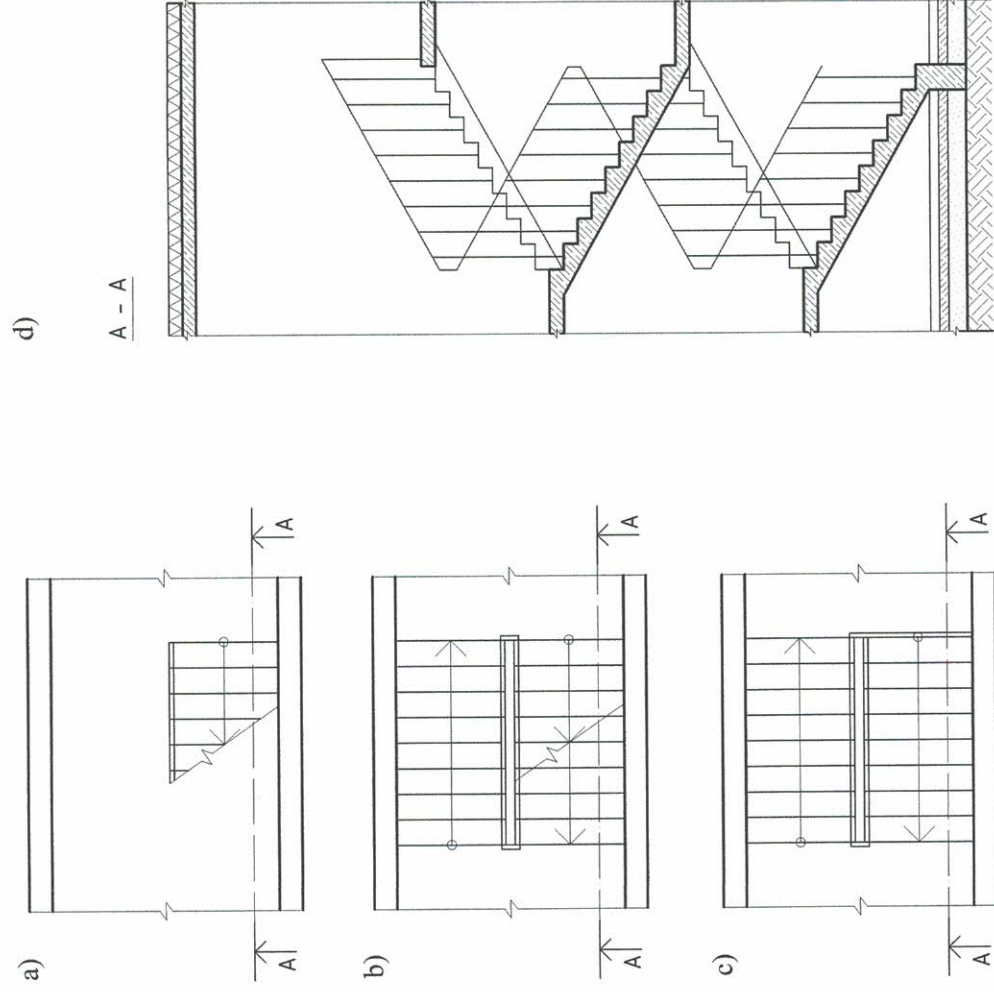
Rys. 6-9. Oznaczenia na rzutach kondygnacji: a) biegów schodów położonych w całości poniżej płaszczyzny przekroju, b, c) biegów schodów przeciętych płaszczyzną przekroju

Rys. 6-10. Oznaczenia na rzutach kondygnacji: a) pochylni położonych w całości poniżej płaszczyzny przekroju, b, c) pochylni przeciętych płaszczyzną przekroju

W zależności od tego, która to jest kondygnacja, przedstawienie klatki schodowej na rzucie kondygnacji budynku wymaga odwzorowania jednego lub kilku biegów schodowych. Na rzucie najniższej kondygnacji powinien zostać przedstawiony tylko fragment jednego biegu schodowego, stanowiący jego część położoną poniżej płaszczyzny przekroju

(rys. 6-11a). Na rzucie kondygnacji pośredniej oznacza się analogiczną część biegu schodowego położonego w obrębie tej kondygnacji, a także biegi schodowe lub ich części położone w obrębie kondygnacji niższej, które nie są przesłonięte fragmentem biegu przeciętego płaszczyzną przekroju (rys. 6-11b). Na rzucie ostatniej kondygnacji przedstawia się w całości biegi schodowe znajdujące się w obrębie kondygnacji przedostatniej (rys. 6-11c). Jeżeli podziałka rysunku pozwala na oznaczenie balustrady, to powinna ona zostać oznaczona pojedynczą linią ciągłą grubą.

Przedstawienie klatki schodowej na przekroju budynku powinno być sporządzone tak, aby biegi schodowe, które nie są przecięte płaszczyzną przekroju, znajdowały się za tą płaszczyzną, tj. aby mogły być w tym przekroju widoczne. Zarysy biegów schodowych oraz spoczników przeciętych płaszczyzną przekroju oznacza się linią ciągłą bardzo grubą oraz wypełnia odpowiednim kreskowaniem w przypadku, gdy konstrukcja schodów jest żelbetowa. Rzuty biegów schodowych położonych za płaszczyzną przekroju oraz rzuty balustrady oznacza się linią ciągłą grubą (rys. 6-11d).



Rys. 6-11. Oznaczenia klatek schodowych: a) na rzucie najwyższej kondygnacji, b) na rzucie kondygnacji pośredniej, c) na rzucie najniższej kondygnacji, d) na przekroju budynku

6.1.11. Urządzenia sanitarne i grzewcze

Urządzenia sanitarne i grzewcze oznacza się tylko na rzutach kondygnacji. Należy oznaczyć urządzenia, które wymagają doprowadzenia instalacji wodociągowej, kanalizacyjnej, centralnego ogrzewania lub gazowej, a także urządzenia elektryczne o dużej mocy. Jest to

uzasadnione tym, że po pierwsze – projekt architektoniczno-budowlany stanowi podstawę do wykonania projektów branżowych, a po drugie – jednym z jego zadań jest przedstawienie układu funkcjonalnego pomieszczeń, który jest w dużym stopniu determinowany przez elementy wyposażenia o stałej lokalizacji. Z wymienionych powodów oznaczenia urządzeń sanitarnych i grzewczych nie muszą dokładnie odzwierciedlać ich kształtu, ważniejsze jest ściśle określenie ich lokalizacji. W tablicy 6-6 przedstawiono symbole najważniejszych urządzeń sanitarnych i grzewczych zaczerpnięte z normy [N42]. Można zamiennie posłużyć się oznaczeniami lub modelami konkretnych urządzeń udostępnianymi np. przez producentów. Ważne jest, aby rozmiar symbolu na rysunku odzwierciedlał rzeczywisty rozmiar urządzenia oraz podziałość rysunku.

Tablica 6-6. Oznaczenia wybranych urządzeń sanitarnych i grzewczych

Nazwa urządzenia	Oznaczenie graficzne	Nazwa urządzenia	Oznaczenie graficzne
Miska ustępowa		Kominiek	
Bidet		Kuchnia gazowa	
Pisuar		Kuchnia elektryczna	
Odpyływ podłogowy		Podgrzewacz wody gazowy	
Zlewozmywak		Podgrzewacz wody elektryczny	
Umywalka		Kocioł CO na paliwo stałe	
Wanna		Kocioł CO na paliwo płynne	
Natrysk		Kocioł CO na paliwo gazowe	

6.2. Szczególne zasady oznaczania na projektach remontów lub modernizacji budynków

Omówione w punkcie 6.1 zasady oznaczania elementów budynków dotyczą przede wszystkim projektów budynków, których realizacja jest dopiero zamierzona. Norma PN-EN ISO 7518 [N21] określa szczególne zasady oznaczania na projektach remontów lub modernizacji budynków. Dotyczą one głównie oznaczania ścian i mają na względzie odróżnienie ścian istniejących i nieprzeznaczonych do wyburzenia od ścian przeznaczonych do wyburzenia oraz ścian nowo projektowanych. Norma [N21] wprowadza także odróżnienie projektów wykonywanych na podstawie istniejących rysunków od rysunków wykonywanych całkowicie od nowa.

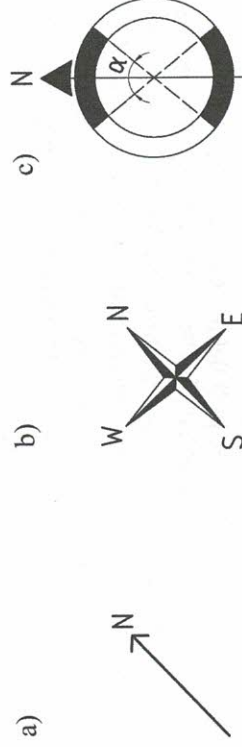
Sposób oznaczania zmian na istniejących rysunkach powinien być dostosowany do istniejącego kreskowania lub jego braku. Zmiany powinny być oznaczone kreskowaniem lub cieniowaniem różniącym się od istniejącego kreskowania. Na rysunkach nowych, do oznaczania przekrojów ścian istniejących jest zalecane stosowanie linii ciągłej grubej, a nie linii ciągłej bardzo grubej. W ten sposób oznaczenia ścian nowo projektowanych, które zawsze należy wykreślać linią bardzo grubą, dodatkowo wyróżniają się na tle przedstawienia stanu istniejącego. Sposoby oznaczania najbardziej typowych działań związanych z przebudową, dotyczących ścian budynków zostały wyjaśnione w tablicy 6-7. Można przyjąć, że analogiczne działania dotyczące stropów, należy przedstawiać w ten sam sposób.

Tablica 6-7. Oznaczenia graficzne ścian na projektach modernizacji budynków

Rodzaj ściany	Oznaczenia na rysunku	
	istniejącym	nowym
Ściany istniejące nieprzeznaczone do wyburzenia		
Ściany nowo projektowane		
Ściany istniejące przeznaczone do wyburzenia		
Otwory w ścianach przeznaczone do zamurowania		
Otwory w ścianach planowane do wybicia		

6.3. Oznaczenie zorientowania budynku względem stron świata

Projekt architektoniczno-budowlany powinien zawierać informację o zorientowaniu budynku względem stron świata, którą przedstawia się na rzucie parteru. W przypadku budynków, których lokalizacja jest ściśle określona, należy bezwzględnie zaznaczyć kierunek północy (rys. 6-12a). Oznaczenie może zostać uzupełnione wskazaniem innych stron świata (rys. 6-12b). W przypadku projektów typowych budynków, które mogą być realizowane na różnych działkach budowlanych, informacja powinna określać kąt, w zakresie którego powinien znaleźć się faktyczny kierunek północy po zorientowaniu budynku w terenie, aby zapewniona została właściwa ekspozycja poszczególnych pomieszczeń budynku względem słońca (rys. 6-12c).



Rys. 6-12. Sposoby oznaczania orientacji budynku względem stron świata: a) kierunek północy, b) „róża wiatrów”, c) dopuszczalne odchylenie faktycznego kierunku północy od optymalnego

6.4. Opisywanie pomieszczeń

Zasady numerowania pomieszczeń w budynekach zostały wyjaśnione w punkcie 5.3. Numery i nazwy opisujące pomieszczenia należy umieszczać na rzutach kondygnacji wewnątrz rzutu każdego pomieszczenia. Zgodnie z normą [N10] numery i nazwy pomieszczeń na rysunkach należy podkreślać (rys. 6-13a). Razem z numerem i nazwą pomieszczenia podaje się informację o jego powierzchni wyrażonej w metrach kwadratowych z dokładnością do 0,1 m². Jeżeli w poszczególnych pomieszczeniach na kondygnacji jest projektowane zastosowanie różnych materiałów posadzkowych, opis pomieszczenia powinien obejmować również informację o rodzaju posadzki (rys. 6-13b).

Jeżeli w obrębie rzutu pomieszczenia nie ma miejsca na umieszczenie długich opisów, wystarczy podać na rysunku jedynie numer pomieszczenia (rys. 6-13c), ewentualnie wraz z jego powierzchnią (rys. 6-13d). W takim przypadku pozostaje informacja o pomieszczeniach, powinny zostać umieszczone w części tekstowej arkusza. Formę graficzną oznaczeń przedstawionych na rysunkach 6-13b i 6-13d należy traktować jako przykładową.

- a) 325 SALA KONFERENCYJNA
- b) 325 | SALA KONFERENCYJNA
44,5 | płytki techniczne
- c) 325
- d) $\frac{325}{44,5}$

Rys. 6-13. Sposoby opisywania pomieszczeń na rzutach kondygnacji: a) numer i nazwa pomieszczenia, b) numer i nazwa pomieszczenia oraz powierzchnia i rodzaj posadzki, c) numer pomieszczenia, d) numer i powierzchnia pomieszczenia

6.5. Oznaczanie wejść do budynków

Wejścia do budynków oznacza się na rzutach kondygnacji. Wejścia usytuowane na poziomie zerowym lub powyżej tego poziomu zaleca się oznaczać strzałką przedstawioną na rys. 6-14a, a wejścia usytuowane poniżej poziomu zerowego – strzałką przedstawioną na rys. 6-14b.



Rys. 6-14. Oznaczanie wejść do budynku: a) położonych na poziomie zerowym lub powyżej, b) położonych poniżej poziomu zerowego

6.6. Wymiarowanie rysunków architektoniczno-budowlanych

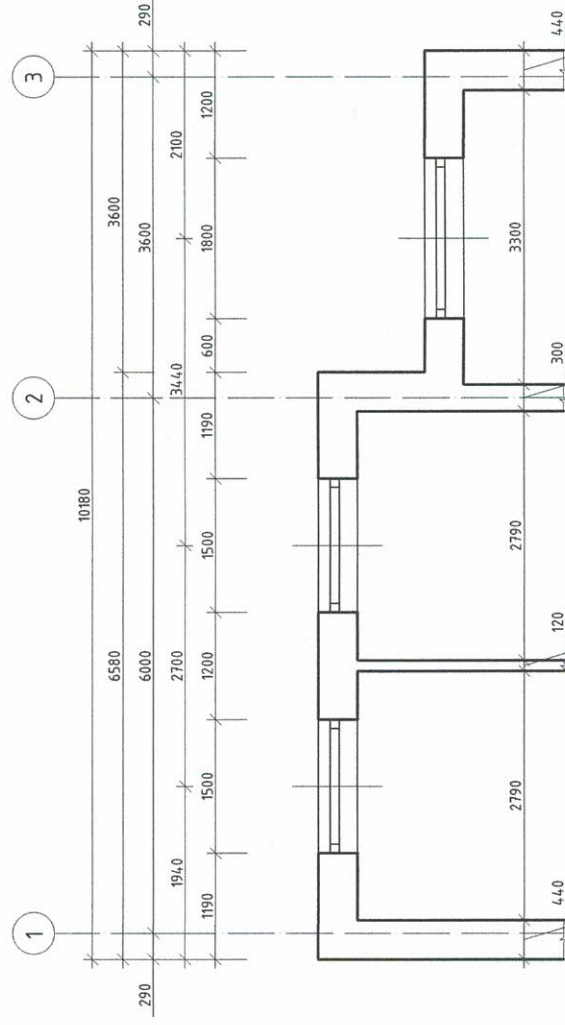
Zasady wymiarowania na rysunkach architektoniczno-budowlanych określa norma PN-B-01029 [N44]. Rysunki architektoniczno-budowlane należy wymiarować, stosując wymiarowanie szeregowe z pominięciem zasady niezależności wymiarów rysunkowych, tzn. szeregi wymiarowe należy zamykać. Wymiarowanie powinno nawiązywać do linii siatki modularnej. Okręgi z oznaczeniami tych linii mogą być umieszczone na obu końcach każdej z nich, lub tylko na jednym końcu, dla wszystkich linii po tej samej stronie rzutu. Odległości między liniami modularnymi muszą zostać zwymiarowane.

Szeregi wymiarowe określające zewnętrzne wymiary budynku oraz jego części, wymiary określające położenie otworów w ścianach zewnętrznych, a także odległości między liniami modularnymi powinny być rozmieszczone na zewnątrz rzutu kondygnacji (rys. 6-15) w następującej kolejności (rozpoczynając od krawędzi rzutu):

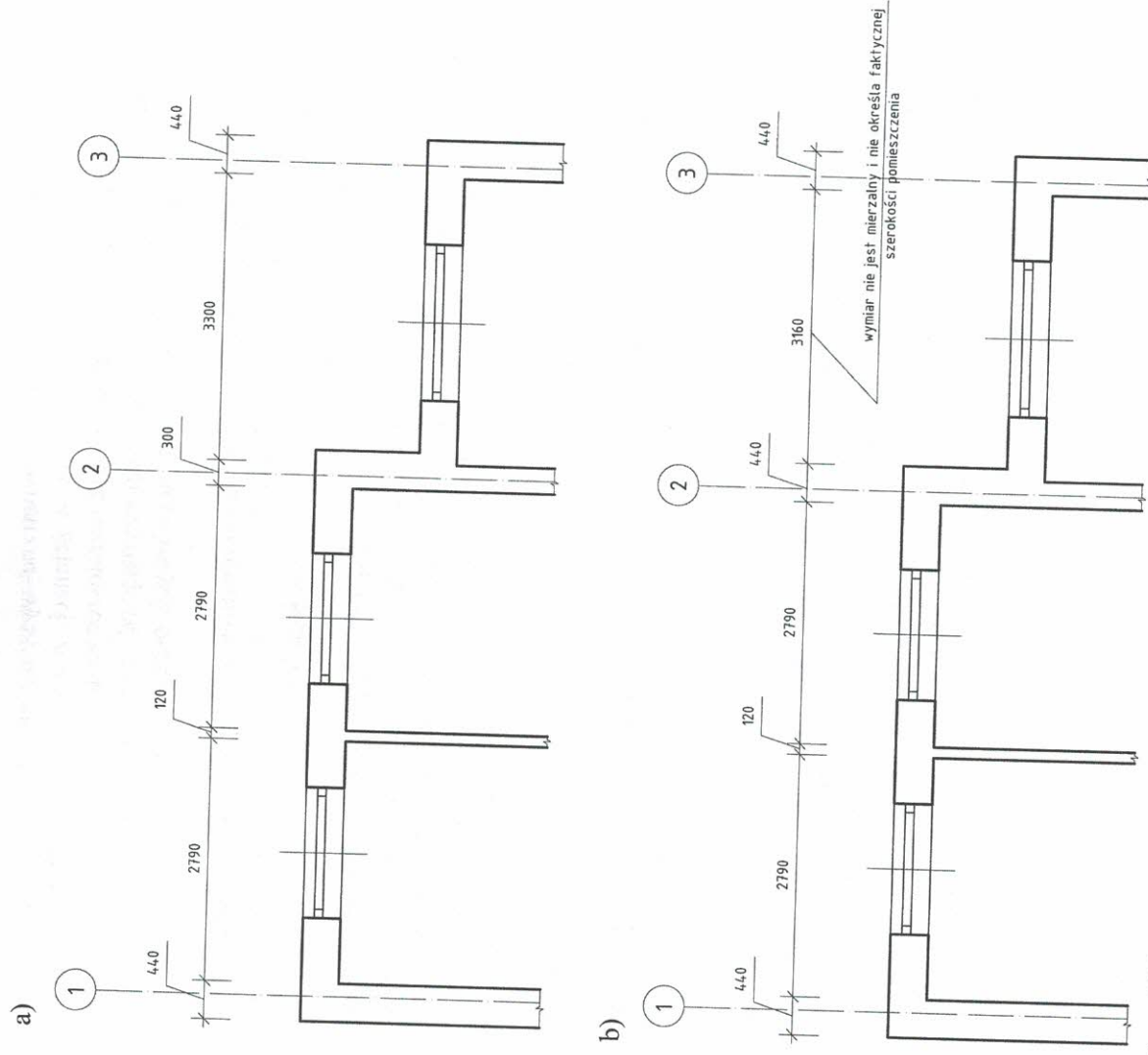
- szerokości otworów okiennych lub drzwiowych oraz odcinków ścian między tymi otworami;
- odległości między płaszczyznami symetrii otworów okiennych i drzwiowych;
- odległości między liniami modularnymi;
- wymiary części budynku wyróżniających się w jego bryle;
- całkowita szerokość budynku.

Te same wymiary nie powinny być powtarzane po przeciwnych stronach rzutu kondygnacji. Liczba szeregów wymiarowych po różnych stronach rzutu może być różna również z powodu braku konieczności umieszczania niektórych z nich, np. kiedy w ścianie zewnętrznej nie ma otworów okiennych i drzwiowych. Oprócz ww. szeregów wymiarowych wzdłuż rzutu każdej ściany zewnętrznej budynku należy umieścić szereg grupujący wymiary określające grubości ścian do niej prostopadłych oraz szerokości pomieszczeń wyodrębnionych tymi ścianami. Ten szereg wymiarowy powinien być umiejscowiony w obrębie rzutu kondygnacji (rys. 6-15). Wyjątkowo, jeżeli nie ma miejsca na zwymiarowanie grubości ścian wewnątrz rzutu, można te wymiary umieścić na zewnątrz rzutu, najbliższej jego brzozy. W takim przypadku należy zwrócić uwagę na technologiczność przedstawionych w nim wymiarów (rys. 6-16a,b).

Wymiary dotyczące grubości i rozmieszczenia ścian niemających styczności ze ścianami zewnętrznymi oraz otworów drzwiowych w ścianach wewnętrznych należy przedstawić wewnątrz rzutu kondygnacji, a nie poza jego obrys. Wymiarowanie powinno uwzględniać technologię realizacji budynku, tzn. można podawać tylko takie wymiary, których pomiar będzie możliwy w trakcie realizacji, a więc elementów przewidzianych do wykonania w pierwszej kolejności nie można wymiarować w nawiązaniu do elementów, które będą realizowane później. Nie należy również podawać takich wymiarów, których bezpośredni pomiar nie jest możliwy, np. z powodu występowania bariery optycznej między końcami wymiarowanej odległości.



Rys. 6-15. Wymiarowanie ściany zewnętrznej budynku na rzucie kondygnacji



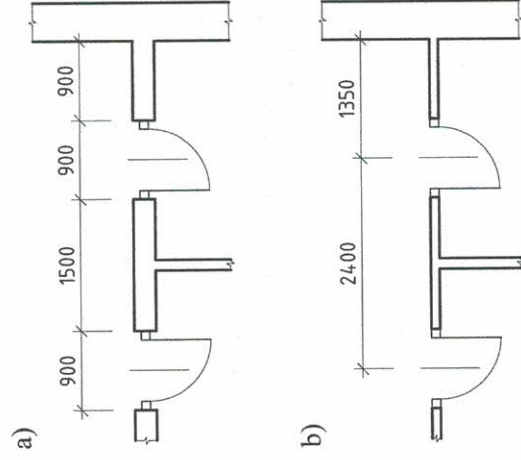
Rys. 6-16. Wymiarowanie odległości między ścianami za pomocą szeregu wymiarowego umieszczonego na zewnątrz rzutu kondygnacji: a) prawidłowe, b) nieprawidłowe

Norma [N44] określa dwa sposoby wymiarowania otworów drzwiowych położonych w ścianach wewnętrznych. Położenie otworów można wymiarować, podając odległości:

- krawędzi otworu do najbliższego elementu konstrukcyjnego lub najbliższej położonej krawędzi otworu sąsiedniego (rys. 6-17a);
- osi otworu od najbliższego elementu konstrukcyjnego lub najbliższej położonej osi otworu sąsiedniego (rys. 6-17b).

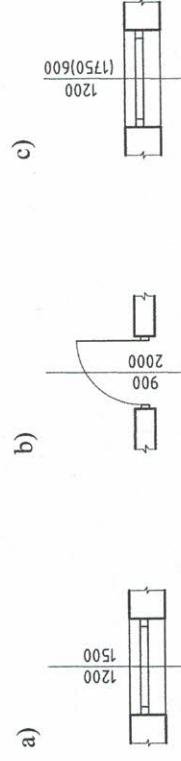
Wyboru odpowiedniego sposobu wymiarowania spośród wyżej wymienionych należy dokonać na podstawie znajomości przewidywanej technologii realizacji ścian. W ścianach grubych, pełniących funkcję konstrukcyjną, jest konieczne pozostawienie otworu na potrzeby późniejszego umieszczenia ościeżnicy, w związku z czym racjonalny jest sposób wymiarowania przedstawiony na rysunku 6-17a, w którym wyraźnie jest określona szerokość otworu drzwiowego. W ścianach działowych (cienkich), wykonywanych w technologii murowej, montaż ościeżnicy jest teoretycznie możliwy już podczas wznoszenia ściany, chociaż taka technologia nie jest współcześnie popularna, lub ościeżnica może być montowana po ukończeniu ściany. W pierwszym przypadku właściwy jest sposób wymiarowa-

nia jak na rysunku 6-17b, w drugim – sposób przedstawiony na rysunku 6-17a. Otwory drzwiowe w ścianach działowych wykonywanych w najczęściej stosowanej obecnie technologii płyty gipsowo-kartonowej wymagają wymiarowania szerokości.



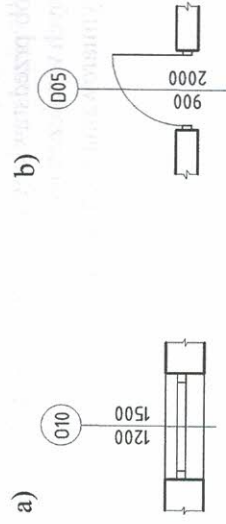
Rys. 6-17. Wymiarowanie położenia otworów drzwiowych w ścianach wewnętrznych, w których montaż ościeżnic jest przewidziany: a) po ukończeniu ściany, b) podczas wznoszenia ściany

Oprócz wymiarowania szerokości otworów okiennych, na rzutach kondygnacji należy podawać wymiary koordynacyjne otworów oraz drzwi, zapisując je w postaci ułamka, którego linią ułamkową jest oś oznaczenia otworu, w liczniku jest określona szerokość okna lub drzwi, a w mianowniku – wysokość (rys. 6-18a). W przypadku wymiarowania drzwi, w polskiej praktyce projektowej jest stosowany zwyczaj zapisywania w powyższy sposób szerokości i wysokości otworu drzwiowego netto, tj. w świetle ościeżnicy (rys. 6-18b). W aspekcie roli rysunku architektoniczno-budowlanego jako nośnika informacji o układzie funkcjonalnym pomieszczeń, znaczenie tych wymiarów jest istotniejsze. W opisie wymiarowym okna, w mianowniku, przed wymiarem określającym wysokość okna można podać w nawiasie wymiar pionowy muru podokiennego (rys. 6-18c), co jest rekomendowane zwłaszcza w przypadku okien umieszczonych na niestandardowej wysokości nad poziomem posadzki, kiedy przez otwór okienny nie została poprowadzona żadna z pionowych płaszczyzn przekroju.



Rys. 6-18. Wymiarowanie na rzutach kondygnacji: a) okien, b) drzwi, c) okien i murów podokiennego

Wymiary podawane w wyżej opisanym sposobie można uzupełnić lub zastąpić symbolami literowo-cyfrowymi umieszczonymi w kółkach (rys. 6-19), a ich objaśnienia umieścić w wykazie stolarki budowlanej, stanowiącym odrębny dokument wchodzący w skład projektu. Jest to niezbędne, jeżeli nie jest przewidziane zastosowanie stolarki typowej, bo projekt dotyczy np. modernizacji budynku zabytkowego i wymaga stolarki indywidualnie projektowanej. Symbole mogą uwzględniać inne cechy oprócz wymiarów stolarki, takie jak podział okien na poszczególne skrzydła, rodzaje skrzydeł (rozwierane lub uchylne), usytuowanie zawiasów w ościeżnicy (skrzydła prawe i lewe) itp.

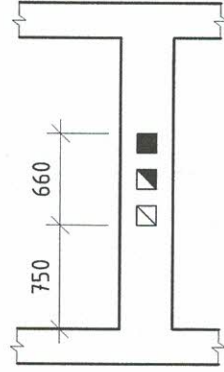


Rys. 6-19. Zastosowanie symboli literowo-cyfrowych do oznaczania na rzutach kondygnacji: a) okien, b) drzwi

Wymiarowaniu na rzutach kondygnacji podlegają również kanały dymowe, spalinowe i wentylacyjne, ale tylko wówczas, gdy ich wymiary nie są typowe oraz gdy jest przewidziane, że nie zostaną wykonane z typowych kształtek. Prostokątne przekroje kanałów należy wymiarować podobnie jak otwory okienne lub drzwiowe, tj. za pomocą ułamka, w którym licznik określa wymiar przekroju mierzony równoległe do grubości ściany, a mianownik – wymiar mierzony wzdłuż ściany (rys. 6-20a). Przekroje kołowe należy wymiarować przez podanie wymiaru średnicy poprzedzonego właściwym symbolem (rys. 6-20b). W przypadku kanałów zaprojektowanych w ścianie o długości większej niż niezbędna do ich umieszczenia, należy wymiarować odległości pierwszego oraz ostatniego kanału od najbliższego elementu konstrukcyjnego (rys. 6-21).

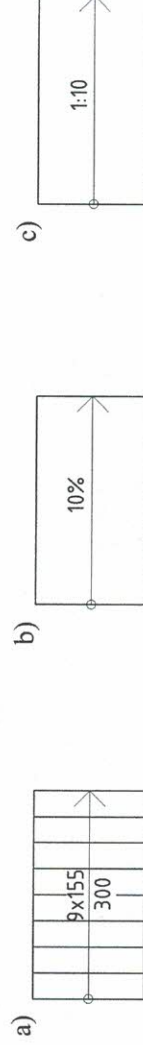


Rys. 6-20. Wymiarowanie kanałów kominowych o nietypowych przekrojach: a) prostokątnych, b) kołowych



Rys. 6-21. Wymiarowanie położenia kanałów kominowych w ścianach

Na rzutach kondygnacji powinny być wymiarowane również biegi schodowe oraz pochylnie. Oprócz wymiarów określających rozmiar całego elementu i jego położenie względem najbliższych elementów konstrukcyjnych, w przypadku biegu schodowego należy podać liczbę stopni w biegu schodowym oraz wymiary pojedynczego stopnia, a w przypadku pochylni – jej nachylenie. Iloczyn liczby stopni oraz wysokości stopnia podaje się nad linią środkową biegu, natomiast poniżej tej linii – szerokość stopnia (rys. 6-22a). Liczba stopni powinna być równa liczbie widocznych na rzucie biegu linii oznaczających pionowe powierzchnie stopni schodowych. Nachylenie pochylni można wyrazić w procentach (rys. 6-22b) lub w postaci ilorazu (rys. 6-22c), a informację należy umieścić nad linią środkową rzutu pochylni.



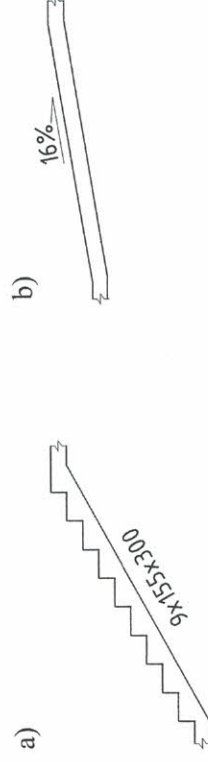
Rys. 6-22. Wymiarowanie na rzutach kondygnacji: a) biegów schodowych, b, c) pochylni

Zestaw wymiarów rysunkowych na przekrojach budynków jest mniej rozbudowany niż na rzutach kondygnacji. Za pomocą szeregów wymiarowych umieszczonych w obrębie przekroju (rys. 6-25) należy zwymiarować:

- wysokości kondygnacji,
- wysokości pomieszczeń oraz grubości stropów,
- wysokości otworów drzwiowych i okiennych oraz wysokości murów podokiennych,
- wysokości ścian kolankowych.

Jeżeli w obrębie przekroju budynku nie ma miejsca na umieszczenie tych szeregów, można je umieścić na zewnątrz przekroju. Bezwzględnie na zewnątrz przekroju należy umieścić szereg z wymiarami określającymi głębokość posadowienia oraz wysokość części nadziemnej budynku. Jeżeli płaszczyna przekroju jest poprowadzona przez przełoty poziome przesunięte względem siebie na kierunku pionowym, np. przez stropy kondygnacji oraz spoczniki biegów schodowych, należy wprowadzić tyle szeregów wymiarowych, aby jednoznacznie zwymiarować na kierunku pionowym wszystkie elementy budynku. Na przekrojach budynków nie należy umieszczać szeregów zawierających wymiary poziome.

Na przekrojach budynków, podobnie jak na rzutach kondygnacji, należy wymiarować biegi schodowe oraz nachylenia pochylni. Wymiarowanie biegów schodowych polega na umieszczeniu poniżej rzutu biegu iloczynu trzech liczb: liczby stopni, wysokości stopnia oraz jego szerokości (rys. 6-23a). Wymiarowanie pochylni polega na umieszczeniu nad jej rzutem znaku umownego nachylenia oraz odpowiedniej liczby (rys. 6-23b).



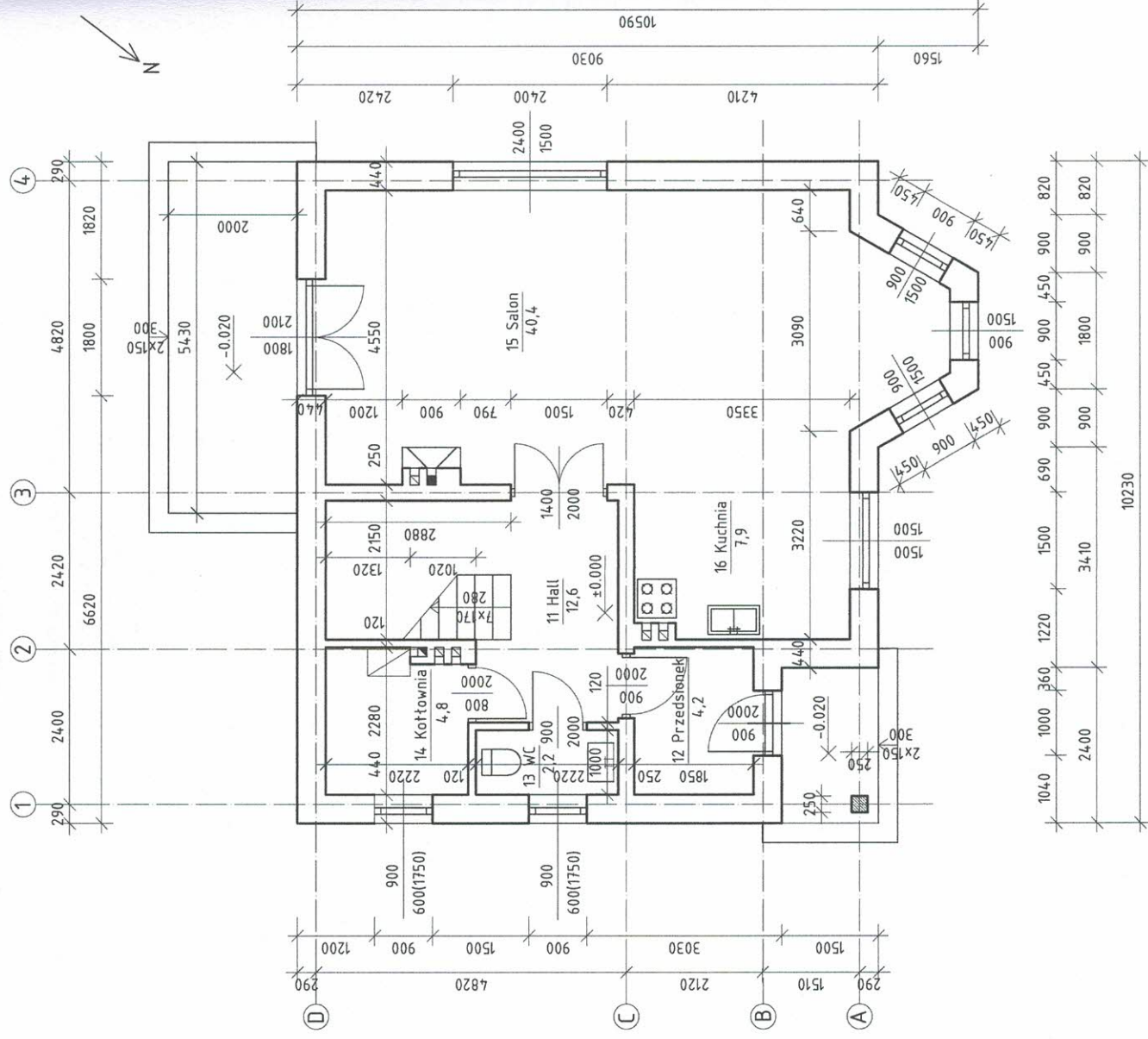
Rys. 6-23. Wymiarowanie na przekrojach: a) biegów schodowych, b) pochylni

Oprócz umieszczenia szeregów wymiarowych, wymiarowanie przekrojów obejmuje określenie na rysunku rzędnych charakterystycznych poziomów. Zwykle określa się rzędne poziomu posadowienia, poziomu terenu, poziomów posadzek na poszczególnych kondygnacjach, najwyższej położonego (oprócz kominów) punktu budynku oraz górnych powierzchni czap kominowych. Rzędne powinny zostać odniesione do poziomu $\pm 0,000$, przyjmowanego na poziomie posadzki parteru.

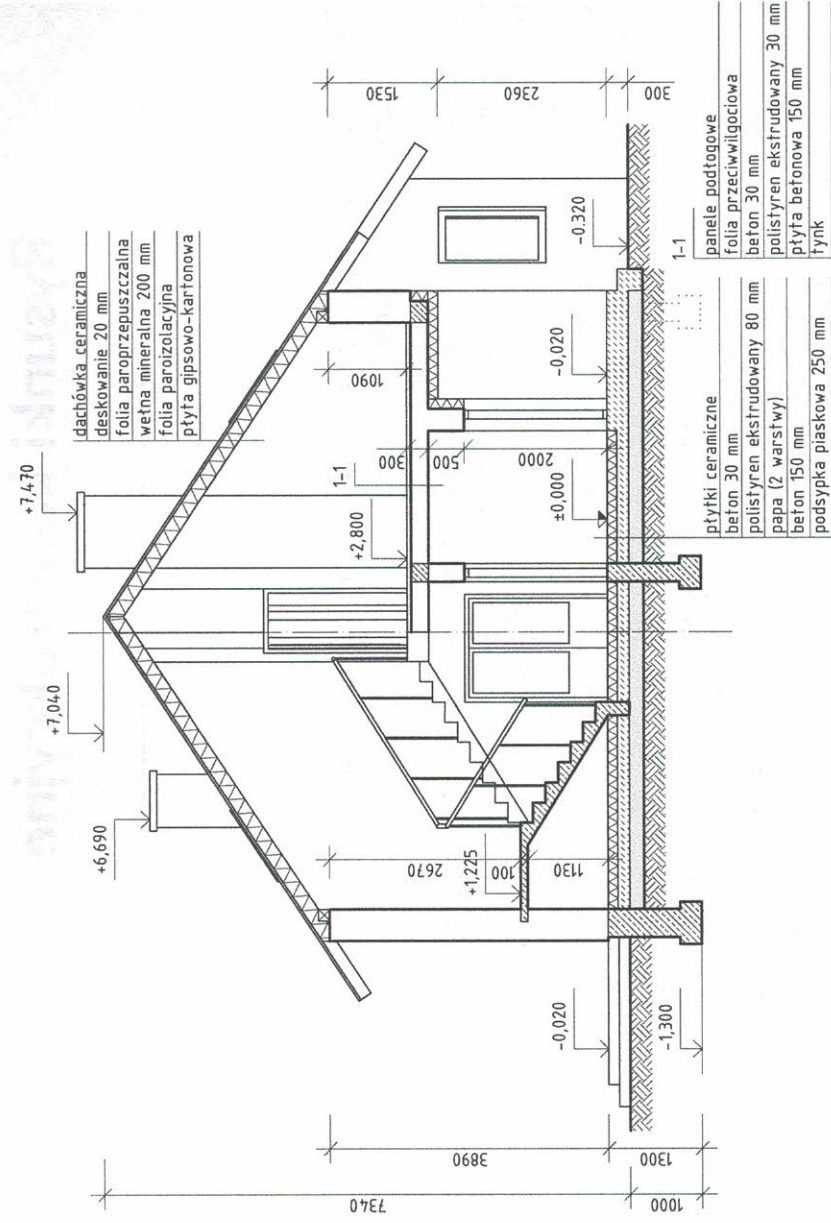
6.7. Podsumowanie

Zbiórce zastosowanie zasad oznaczania na rysunkach architektoniczno-budowlanych oraz wymiarowania tych rysunków przedstawiono na rysunkach jednorodzinnego budynku mieszkalnego: 6-24 (rzut parteru), 6-25 (przekrój budynku) oraz 6-26 (elewacja frontowa). Te rysunki nie stanowią kompletnego zestawu rysunków składających się na projekt architektoniczno-budowlany budynku. Są przykładami najważniejszych typów rysunków architektoniczno-budowlanych, jakimi są rzut kondygnacji, przekrój oraz elewacja. Ich rolą jest ogólne zorientowanie Czytelnika znajdującego się na początkowym etapie zdobywania kompetencji budowlanych w sprawach zawartości oraz formy rysunków architektoniczno-budowlanych, jak również dostarczenie mu wzorca rysunków wykonywanych samodzielnie, jako element kształcenia w zakresie rysunku budowlanego. W toku pracy nad projektami budynków o bardziej złożonej strukturze Czytelnik powinien mieć na uwadze fakt, że treść rysunków powinna być adekwatna do technologii, w jakiej jest projektowany

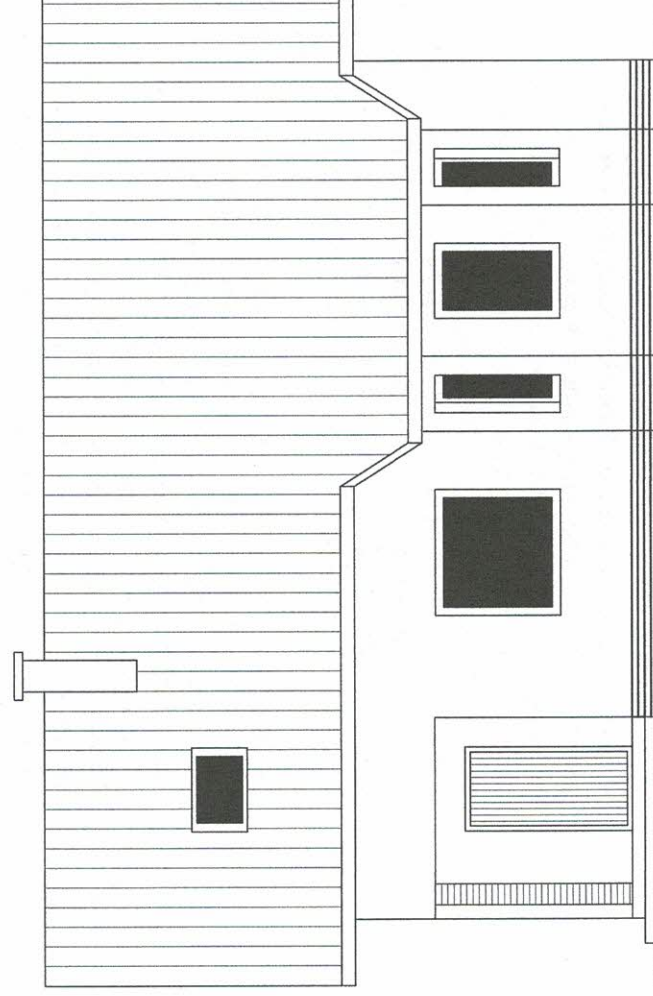
budynek, a także do jego wyposażenia i musi obejmować taki zakres informacji, który będzie wystarczający dla jednoznacznej interpretacji rysunku. Również graficznej formy elewacji przedstawionej na rys. 6-26 nie należy traktować jako bezwzględnie wzorca, ale jako wskazówkę, w jaki sposób za pomocą prostych środków formalnych można uniknąć monotonii rysunku oraz zwiększyć jego wyrazistość.



Rys. 6-24. Rzut kondygnacji – przykład



Rys. 6-25. Przekrój budynku – przykład



Rys. 6-26. Elewacja – przykład