

Rysunek techniczny budowlany



DO NOWEJ PODSTAWY
PROGRAMOWEJ



WSiP

Podręcznik do nauki zawodu

TECHNIK BUDOWNICTWA

Rysunek techniczny budowlany

Tadeusz Maj



Podręcznik do nauki zawodu

TECHNIK BUDOWNICTWA

Podręcznik przeznaczony do kształcenia w kierunkach technik budownictwa na podstawie kwalifikacji: B.16. w zawodzie betoniarz-zbrojarz, B.18. w zawodzie murarz-tylnkarz, B.20. w zawodzie monter konstrukcji budowlanych.

© Copyright by Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne sp. z o.o.
Warszawa 2013

Wydanie I (rzut I)

ISBN 978-83-02-13623-8

Opracowanie merytoryczne i redakcyjne: **Małgorzata Skura** (redaktor koordynator)

Konsultacje: **Swietłana Koniuszewska**

Redakcja językowa: **Lucyna Lewandowska**

Redakcja techniczna: **Maria Dylewska**

Projekt okładki: **Dominik Krajewski**

Skład i łamanie: **MathMaster Studio**

Ilustracje i fotografie: tekst główny: s. 6 (Piktogramy na dworcu kolejowym) W. Wójtowicz/Putto/WSiP; s. 59 (zabudowa wielkomiejska) EPA/TANNENMAURY; s. 60 (uliczka staromiejska) Photodisc/FPM/WSiP; s. 198 (linie prostopadłe do płaszczyzny obrazu zbiegają się zawsze w tzw. punkcie głównym) PhotoDisc/FPM, Paweł Pierściński/WSiP, s. 199 (rodzaje perspektywy) Wójtowicz/Putto/WSiP/Zielaskowski/WSiP

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne spółka z ograniczoną odpowiedzialnością

00-807 Warszawa, Aleje Jerozolimskie 96

Tel.: 22 576 25 00

Infolinia: 801 220 555

www.wsip.pl

Druk i oprawa: **Wrocławska Drukarnia Naukowa PAN Sp. z o.o.**

Publikacja, którą nabyłeś, jest dziełem twórcy i wydawcy. Prosimy, abyś przestrzegał praw, jakie im przysługują. Jej zawartość możesz udostępnić nieodpłatnie osobom bliskim lub osobiście znanym. Ale nie publikuj jej w internecie. Jeśli cytujesz jej fragmenty, nie zmieniaj ich treści i koniecznie zaznacz, czyje to dzieło. A kopiując jej część, rób to jedynie na użytek osobisty.

prawolubni


Szanujmy cudzą własność i prawo.
Więcej na www.legalnakultura.pl
Polska Izba Książki

Wstęp – znaczenie rysunku technicznego	6
--	---

1. Projekt budowlany

1.1. Składniki projektu budowlanego	10
1.2. Projekt zagospodarowania działki	13
1.3. Projekt architektoniczno--budowlany	16
1.4. Rysunki konstrukcyjne	24
1.5. Rysunki instalacyjne	29
1.6. Inne rysunki budowlane	32
Zapamiętaj	33
Sprawdź swoją wiedzę	34
Literatura	34

2. Normy techniczne stosowane w projektowaniu

2.1. Rodzaje norm	36
2.2. Formaty arkuszy rysunków budowlanych	38
2.3. Informacje tekstowe na rysunkach	41
2.4. Rodzaje linii rysunkowych	44
2.5. Pismo techniczne	48
2.6. Podziałki rysunkowe	53
Zapamiętaj	55
Sprawdź swoją wiedzę	55
Literatura	56

3. Rysowanie przy użyciu przyborów

3.1. Rysunek odręczny a rysunek techniczny	58
3.2. Przybory do rysowania	63
3.3. Kreślenie linii równoległych i prostopadłych	67
3.4. Kreślenie kątów i figur geometrycznych	71
3.5. Kreślenie krzywych	79
3.6. Figura płaska a bryła	84
Zapamiętaj	85
Sprawdź swoją wiedzę	85
Literatura	86

4. Rzutowanie prostokątne

4.1. Rzutowanie punktu i odcinka	88
4.2. Rzutowanie figur	93
4.3. Rzutowanie brył	96
4.4. Zastosowanie rzutowania w rysunkach budowlanych	100
Zapamiętaj	105
Sprawdź swoją wiedzę	105
Literatura	105

5. Rysunki aksonometryczne

5.1. Rodzaje rysunków aksonometrycznych	108
5.2. Aksonometria ukośna	111
5.3. Zastosowanie aksonometrii ukośnej w rysunkach budowlanych	114
Zapamiętaj	117
Sprawdź swoją wiedzę	117
Literatura	117

6. Wykonywanie rysunków przekrojów i widoków

6.1. Rodzaje przekrojów	120
6.2. Rysunki widoków (elewacje)	125
Zapamiętaj	127
Sprawdź swoją wiedzę	127
Literatura	127

7. Wymiarowanie rysunków budowlanych

7.1. Wymiar rysunkowy	130
7.2. Zasady wymiarowania rysunków	133
7.3. Wymiarowanie elementów budowlanych	136
Zapamiętaj	139
Sprawdź swoją wiedzę	139
Literatura	139

8. Oznaczenia stosowane na rysunkach budowlanych

8.1. Zależność między dokładnością rysunku a stosowanymi oznaczeniami	142
8.2. Oznaczenia materiałów budowlanych	145
8.3. Oznaczenia graficzne ogólnych cech budynków	147
8.4. Oznaczenia elementów konstrukcyjnych i innych istotnych elementów budynku	149
8.5. Oznaczenia urządzeń i wyposażenia budynku oraz elementów wykończenia	156
8.6. Oznaczenia stosowane w projektach robót remontowych i modernizacyjnych	161
Zapamiętaj	162
Sprawdź swoją wiedzę	162
Literatura	163

9. Ćwiczmy czytanie projektów budowlanych

Zapamiętaj	182
Sprawdź swoją wiedzę	182
Literatura	182

10. Zasady rysunku odręcznego

10.1. Rysunek odręczny na budowie	184
10.2. Inwentaryzacja budowlana	194
10.3. Rysowanie w perspektywie	197
Zapamiętaj	201
Sprawdź swoją wiedzę	201
Literatura	201

11. Wybrane rysunki specjalistyczne

11.1. Rysunki konstrukcji żelbetowych	204
11.2. Rysunki montażowe żelbetowych konstrukcji prefabrykowanych	215
11.3. Rysunki konstrukcji stalowych	221
11.4. Rysunki konstrukcji drewnianych	238
11.5. Liternictwo	246
Zapamiętaj	250
Sprawdź swoją wiedzę	250
Literatura	251

12. Zastosowanie programów komputerowych w projektowaniu budowlanym

12.1. Sporządzanie szkiców przy użyciu prostych programów graficznych	254
12.2. Zaawansowane programy graficzne	256
12.3. Rysowanie i wymiarowanie w zaawansowanym programie graficznym	259
Zapamiętaj	261
Sprawdź swoją wiedzę	261
Literatura	262
Wykaz podstawowych pojęć w językach polskim, angielskim i niemieckim	263

WSTĘP – ZNACZENIE RYSUNKU TECHNICZNEGO

Ludzie mogą przekazywać sobie informacje w różny sposób – w rozmowie, na piśmie albo za pomocą obrazów. Pewne informacje niesie także tzw. mowa ciała, a więc gesty, wyraz i mimika twarzy oraz postawa i sposób ubierania się, czyli wygląd i zachowanie każdego z nas.

Nie sposób wyobrazić sobie obiegu informacji we współczesnym świecie bez przekazywania obrazów nieruchomych (np. fotografii) oraz ruchomych (filmu i relacji telewizyjnych). Równie ważne są rysunki, zwłaszcza rysunki techniczne, bez których trudno byłoby nam się porozumieć w technice i niektórych dziedzinach nauki.

Rysunek jest zapewne najstarszym sposobem utrwalania i przekazywania informacji. Świadczą o tym prehistoryczne rysunki naskalne w jaskiniach, które dotrwały do naszych czasów. Uczniowie uważają, że porozumiewanie się za pomocą mowy było jeszcze wtedy słabo rozwinięte, a pismo zostało wynalezione znacznie później. Najwcześniej pojawiło się pismo obrazkowe (piktograficzne). Nie było w nim liter odpowiadających pojedynczym głoskom (dźwiękom) mowy ludzkiej, stosowano jedynie symbole (uproszczone rysunki) przedmiotów i czynności. Rozwiniętą formą pisma obrazkowego było pismo egipskie (hieroglificzne), które do dziś można oglądać na ścianach zachowanych świątyń i grobowców.

Trudno określić, kiedy zaczęto stosować rysunki, które dziś nazywamy rysunkami technicznymi. W starożytności rzemieślnicy byli zarazem projektantami i wykonawcami, więc nie byli im potrzebne. W starożytnym Egipcie posługiwano się jednak niekiedy takimi rysunkami, a rozwój geometrii w starożytnej Grecji umożliwił zastosowanie jej w praktyce, zwłaszcza na rysunkach budowlanych. Wtedy też powstały pierwsze teoretyczne prace dotyczące przedstawiania różnych przedmiotów za pomocą rysunku. Wiemy, że taką pracę (zatytułowaną *Optyka*) napisał około 300 lat p.n.e. Euklides.

Możemy jednak przyjąć, że **rysunek techniczny**¹ tak naprawdę pojawił się dopiero w okresie odrodzenia. Co prawda był to rysunek perspektywiczny, który nieco deformował przedstawiane przedmioty, utrudniając dokładne określenie ich wymiarów, jednak odwzorowywano je dość wiernie. Mistrzem w tej dziedzinie był Leonardo da Vinci², który nie tylko sporządzał takie rysunki, ale również opracował teoretyczne podstawy ich sporządzania.

Chociaż rysunki techniczne w budownictwie (np. przy budowie mostów czy planowaniu miast) zaczęto stosować już w XVII wieku, dopiero rewolucja techniczna XVIII i XIX wieku i powtarzalna produkcja przemysłowa (tj. wytwarzanie wielu wyrobów według jednego wzoru) wywołały potrzebę technicznego odwzorowywania przedmiotów. Największy wkład w rozwój rysunku technicznego ma francuski matematyk Gaspard Monge³. Jest on twórcą **geometrii wykreślnej** – działu geometrii zajmującego się metodami odwzorowywania trójwymiarowych elementów na płaszczyznach. Monge opracował metodę rzutów prostopadłych na dwie, trzy lub więcej (maksimum sześć) prostopadłych wobec siebie płaszczyzn – są to tzw. **rzuty Monge'a**. Za ich pomocą można przedstawić na rysunkach nawet bardzo skomplikowane przedmioty. Rzuty Monge'a są zapisem kształtu i wielkości rzutowanego obiektu oraz jego położenia w przestrzeni, a rzutowanie przekrojów poziomych i pionowych na płaszczyznę rysunku umożliwia pokazanie wewnętrznej budowy przedmiotów.

¹ Rysunek techniczny — rysunek przedstawiający w widoku z odpowiedniej strony, w przekroju lub w sposób uproszczony (np. w postaci schematu lub odrębnego szkicu) pewne rozwiązanie techniczne (przedmiot, konstrukcję, układ itp.) — źródło: *Encyklopedia PWN*.

² Leonardo da Vinci (1452-1519) — włoski malarz, architekt, rzeźbiarz i teoretyk sztuki, wynalazca, badacz przyrody i filozof; jeden z największych artystów okresu odrodzenia.

³ Gaspard Monge (1746-1818) — matematyk francuski, fizyk i chemik, oficer artylerii, uważany za twórcę geometrii wykreślnej, która dzięki jego pracom rozwinęła się w odrębną dyscyplinę matematyczną.

Wraz z intensywnym rozwojem nauki i techniki oraz równie intensywnym rozwojem przemysłu w XX wieku gwałtownie wzrosło znaczenie rysunku technicznego jako sposobu porozumiewania się ludzi techniki – zarówno projektantów, jak i wykonawców. Rysunki techniczne musiały być jednakowo rozumiane przez wszystkich inżynierów, techników i robotników uczestniczących w procesie projektowania i produkcji. W tym celu niezbędne stało się ujednolicenie zasad sporządzania takich rysunków oraz stosowanych w nich oznaczeń i symboli, toteż od 1927 roku zaczęto wprowadzać specjalne **normy rysunkowe**, obowiązujące na obszarze poszczególnych krajów.

W Polsce również obowiązują tego rodzaju normy. Do niedawna były to tylko normy krajowe, opracowywane w Polskim Komitecie Normalizacyjnym (PKN) i przeznaczone do stosowania w poszczególnych branżach, np. w budownictwie (normy takie mają przed numerem oznaczenie PN-B). Po wejściu Polski do Unii Europejskiej nasze normy musiały zostać dostosowane do wymogów unijnych. W 2003 roku Polski Komitet Normalizacyjny (PKN) wszedł w skład Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego. Od tego czasu normy europejskie (EN) i międzynarodowe (ISO) muszą być tłumaczone bez żadnych zmian i stają się naszymi normami krajowymi (ich numer poprzedza oznaczenie PN-EN lub PN-EN ISO). Niektóre normy europejskie i międzynarodowe PKN przyjmuje w ich oryginalnej wersji językowej. Są to tzw. normy uznane w języku oryginału. Ich tytuły kończą się dopiskiem *oryg.* umieszczonym w nawiasie.



Rys. W.1. Piktogramy na dworcu kolejowym. Nietrudno je zrozumieć, prawda? (fot. W Wójtowicz/ Putto/WSiP)

Trudno obecnie wyobrazić sobie funkcjonowanie nie tylko nauki, techniki i przemysłu, ale także usług bez stosowania rysunku technicznego. Jego znajomość jest nieodzownym elementem wykształcenia wszystkich, którzy chcą pracować w tych dziedzinach. W budownictwie konieczność posługiwania się rysunkiem technicznym jest oczywista. Na początku

każdy obiekt budowlany istnieje tylko w wyobraźni projektanta i dopiero sporządzone przez niego rysunki umożliwiają wykonawcom przekształcenie tej wizji w rzeczywistość. Za pomocą rysunków technicznych projektant porozumiewa się z kierownikiem budowy, kierownik budowy z majstrem, a majster z robotnikami. W budownictwie rysunek bardzo ułatwia przekazywanie informacji. Często jest to zresztą jedyny sposób, bo jak na przykład można opisać słowami wygląd projektowanego budynku czy elementu konstrukcyjnego?

Umiejętność rysowania może też sprawiać satysfakcję. Jeśli chcemy zaplanować remont swojego mieszkania, przedstawić komuś zamiar rozbudowy domu, urządzenie pokoju czy kuchni, wówczas umiejętność szkicowania okazuje się konieczna. Można również zyskać w oczach majstra, jeśli umie się właściwie zinterpretować informacje zawarte w projekcie budowlanym lub na przykład naszkicować deskowanie schodów żelbetowych. Warto także pamiętać o tym, że rysunek pozwala porozumieć się nawet wtedy, gdy słabo znamy języki obce.

Pismo obrazkowe, od którego zaczęliśmy ten wstęp, współcześnie znów znalazło zastosowanie, ale w nieco zmienionej postaci. Żeby się o tym przekonać, wystarczy popatrzeć na informacje znajdujące się na dworcach kolejowych, lotniskach, obiektach sportowych i turystycznych (rys. W.1). Co prawda nie nazywamy tych znaków pismem obrazkowym, lecz **piktogramami**, jednak ich funkcja jest bardzo podobna – mają bez słów informować o lokalizacji różnych obiektów, pomieszczeń, wyjść, wejść, usług itp.

1. Projekt budowlany

- Składniki projektu budowlanego
- Projekt zagospodarowania działki
- Projekt architektoniczno-budowlany
- Rysunki konstrukcyjne
- Rysunki instalacyjne
- Inne rysunki budowlane

1.1

Składniki projektu budowlanego

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- co składa się na projekt budowlany
- co powinno znajdować się na stronie tytułowej projektu
- co decyduje o składnikach projektu

Aby w budownictwie można było jednoznacznie porozumiewać się za pomocą rysunków, wszyscy muszą przestrzegać ustalonych w normach zasad ich sporządzania, stosować te same umowne oznaczenia elementów i instalacji, skale rysunków, formaty arkuszy itd. Tylko wtedy to, co wymyśli i narysuje projektant, będzie rozumiane w ten sam sposób przez wszystkich wykonawców i może być wykonane dokładnie tak, jak zostało zaprojektowane.

Istotne są jednak nie tylko zasady sporządzania rysunków budowlanych. Żeby wykonawcy (kierownik budowy, majster, robotnicy) rzeczywiście mogli wykonać całość obiektu zgodnie z wizją projektanta, projekt musi zawierać wszystkie niezbędne rysunki, opisy i obliczenia. Właśnie te rysunki, opisy i obliczenia dotyczące konkretnego obiektu nazywamy **projektem budowlanym**.

Ponieważ zawartość projektów i sposób ich opracowania nie mogą być dowolne, w Polsce stworzono specjalne uregulowania prawne (ustawa *Prawo budowlane* oraz przepisy wykonawcze¹ wydane na jej podstawie). Ustalono w nich nie tylko to, co powinien zawierać projekt budowlany, ale także jego wygląd, zakres informacji na stronie tytułowej i na poszczególnych rysunkach (np. imię i nazwisko projektanta), sposób oprawienia, liczbę egzemplarzy² itp. Zgodnie z rozporządzeniem ministra infrastruktury projekty budowlane muszą być opracowywane w języku polskim. Sposób wymiarowania oraz oznaczenia graficzne i literowe na rysunkach projektu powinny odpowiadać aktualnym normom lub innym oznaczeniom objaśnionym w legendzie rysunku.

Zgodnie z tym samym rozporządzeniem **na stronie tytułowej projektu powinny się znajdować:**

- nazwa i adres obiektu budowlanego oraz numery ewidencyjne działki (lub działek), na której (których) dany obiekt jest usytuowany;
- imię i nazwisko lub nazwa inwestora oraz jego adres;
- nazwa i adres jednostki projektowania, czyli firmy projektującej;
- imię i nazwisko projektanta, ewentualnie współprojektantów (jeżeli tacy byli) wraz z ich specjalnościami i numerami uprawnień budowlanych oraz datą opracowania projektu i podpisami;

¹ Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (DzU 2012 nr 81, poz. 462) – wydane na podstawie art. 34 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. *Prawo budowlane*.

² Zgodnie z rozporządzeniem w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego wymagane jest przygotowanie 2 egz. projektu dla inwestora, 1 egz. do archiwum organu nadzoru budowlanego oraz 1 egz. dla organu wydającego pozwolenie na budowę (razem 4 egz.).

**PROJEKT ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANY
DOMU JEDNORODZINNEGO**

INWESTOR: *Anna Januszevska*, ul. Świętokrzyska 83 m. 6, 26-600 Radom

LOKALIZACJA: ul. Dębowa 7, 26-600 Radom

ZESPÓŁ PROJEKTOWY

Branża	Imię i nazwisko	Uprawnienia budowlane do projektowania	Data i podpis
Architektura	mgr inż. <i>Bogdan Jabłoński</i>	bez ograniczeń w specjalności architektonicznej nr WA 71/80	04.2006
Konstrukcja	mgr inż. <i>Edward Kwiatkowski</i>	bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr WA 112/78	04.2006
Instalacje sanitarne	inż. <i>Rafał Kruk</i>	bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń: wod.-kan., c.o., went. i gazowych nr WA 36/89	04.2006
Instalacje elektryczne	mgr inż. <i>Daria Kobiela</i>	bez ograniczeń w specjalności instalacje i urządzenia elektryczne nr WA 12/93	04.2006

SPIS TREŚCI

OPIS TECHNICZNY

1. Dane ogólne
2. Forma architektoniczna
3. Dane konstrukcyjno-budowlane
4. Instalacje sanitarne i elektryczne
5. Uwagi i informacje

CZĘŚĆ RYSUNKOWA Architektura

- | | |
|---|-------------|
| A1. Rzut parteru | skala 1:100 |
| A2. Rzut poddasza | skala 1:100 |
| A3. Rzut połaci dachowych, zestawienie stolarki | skala 1:100 |
| A4. Przekrój I-I | skala 1:50 |
| A5. Elewacje | skala 1:100 |

Konstrukcja

- | | |
|---|-------------|
| K1. Rzut fundamentów, strop nad parterem | skala 1:100 |
| K2. Rzut więźby dachowej, elementy konstrukcyjne poddasza | skala 1:100 |
| K3. Szczegóły zbrojenia elementów konstrukcyjnych | skala 1:20 |

Instalacje sanitarne

- | | |
|---|-------------|
| S1. Instalacje wewnętrzne wodociągowo-kanalizacyjne | skala 1:100 |
| S2. Rozwinięcie kanalizacji i aksonometria wody | skala 1:100 |
| S3. Instalacja centralnego ogrzewania – rzuty i rozwinięcie | skala 1:100 |
| S4. Schemat instalacji kotłowni | skala 1:100 |
| S5. Instalacja gazowa | skala 1:100 |

Instalacja elektryczna

- | | |
|---|-------------|
| E1. Schemat instalacji elektrycznej – tablice rozdzielcze | skala 1:20 |
| E2. Plan instalacji elektrycznych – rzut parteru | skala 1:100 |
| E3. Plan instalacji elektrycznych – rzut poddasza | skala 1:100 |
| E4. Plan instalacji piorunochronnej – rzut dachu | skala 1:100 |

Rys. 1.1. Strona tytułowa projektu (przykład)

- spis zawartości projektu budowlanego wraz z wykazem załączników (uzgodnień, pozwoleń lub opinii czy oświadczeń właściwych jednostek organizacyjnych);
- jeżeli projekt ma zostać sprawdzony, należy podać imiona i nazwiska osób sprawdzających, ich specjalności i numery uprawnień oraz daty i podpisy.

Przykład strony tytułowej projektu domu jednorodzinnego przedstawiono na rys. 1.1.

Trochę poćwicz

Sprawdź, czy strona tytułowa projektu budowlanego pokazana na rysunku 1.1 została sporządzona zgodnie z obowiązującymi zasadami.

Zgodnie z rozporządzeniem projekt przeznaczony do wielokrotnego wykorzystania, kupiony w biurze projektowym z zamiarem zrealizowania na odpowiedniej działce budowlanej, może być użyty jako projekt architektoniczno-budowlany pod warunkiem przystosowania go przez osobę posiadającą uprawnienia budowlane do miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego lub decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu (jeśli jest to wymagane) oraz do warunków otoczenia.

Projekt budowlany składa się z:

- **projektu zagospodarowania działki lub terenu**, gdzie ma być usytuowany obiekt,
- **projektu architektoniczno-budowlanego obiektu** (lub kilku obiektów, jeżeli jest to na przykład projekt zespołu domków jednorodzinnych) wraz z wynikami badań geologiczno-inżynierskich oraz geotechnicznych warunków posadowienia.

Powinny być do niego dołączone dokumenty potwierdzające posiadanie uprawnień budowlanych i przynależność wszystkich projektantów do odpowiednich izb branżowych, np. Okręgowej Izby Architektów, Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



PYTANIA I POLECENIA

1. Czy projekt budowlany może być sporządzony w dowolny sposób?
2. Jakie podstawowe informacje powinny znajdować się na stronie tytułowej projektu budowlanego?
3. Z jakich części składa się projekt budowlany?

1.2

Projekt zagospodarowania działki

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- w jakim celu sporządzany jest rysunek orientacyjny
- co znajduje się na rysunku sytuacyjnym
- co zawiera część rysunkowa projektu zagospodarowania działki
- co zawiera część opisowa projektu zagospodarowania działki

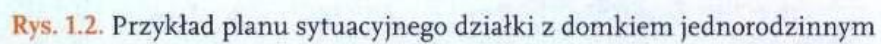
Każdy budynek lub inny obiekt budowlany (np. most, zaporę na rzece, halę fabryczną czy sportową, a nawet altana w parku) jest budowany na określonej działce (np. budynek mieszkalny na działce budowlanej) lub terenie (np. wiadukt na drodze), dlatego pierwszą część projektu budowlanego stanowi **projekt zagospodarowania działki lub terenu**. Jego część rysunkową sporządza się na tzw. podkładzie geodezyjnym, czyli kopii aktualnej mapy geodezyjnej terenu obejmującego działkę przewidzianą do zabudowy. Mapy takie są potrzebne do sporządzenia czytelnego rysunku orientacyjnego i sytuacyjnego. Powinny mieć podziałkę (skalę) dostosowaną do rodzaju i wielkości planowanego obiektu.

Rysunek orientacyjny, który na ogół wykonuje się w podziałce (skali) od 1:5000 do 1:25 000, umożliwia określenie położenia obiektu względem ulicy, drogi, innego obiektu lub obiektów czy innych charakterystycznych elementów terenu. Na rysunku orientacyjnym trzeba zaznaczyć kierunek północny (w ten sposób rysunek zostaje zorientowany względem stron świata) oraz teren lub działkę, gdzie ma się znaleźć projektowany obiekt.

Rysunek sytuacyjny, zwykle wykonywany w podziałce od 1:200 do 1:500 z zastosowaniem oznaczeń graficznych z PN-B-01027:2002, przedstawia wiele innych informacji istotnych dla inwestora¹ i wykonawcy – są to m.in.:

- przebieg granic działki i jej numer ewidencyjny, pod którym jest zapisana w gminnym rejestrze gruntów (dzięki temu unika się pomyłek w lokalizacji);
- rysunek projektowanego obiektu z uwzględnieniem jego wymiarów i odległości od granic działki;
- usytuowanie, obrys i układ istniejących i projektowanych obiektów budowlanych, w tym urządzeń budowlanych z nimi związanych, z oznaczeniem wejść i wjazdów oraz liczby kondygnacji, charakterystycznych rzędnych, wymiarów i wzajemnych odległości obiektów budowlanych i urządzeń budowlanych oraz ich przeznaczenia, w nawiązaniu do istniejącej zabudowy terenów sąsiednich;
- rodzaj i zasięg uciążliwości, obszar ograniczonego użytkowania;
- układ wewnętrznych linii komunikacyjnych, przedstawiony w nawiązaniu do istniejącej i projektowanej komunikacji zewnętrznej, określający rozplanowanie dróg wewnętrznych, dojazdów zewnętrznych, bocznic kolejowych, parkingów, placów i chodników, a także – w razie konieczności – przekroje oraz profile elementów tego układu, charakterystyczne rzędne i wymiary;

¹ Inwestor – osoba lub instytucja, która zamawia projekt i finansuje budowę.



- ukształtowanie terenu (z zaznaczeniem zmian w stosunku do stanu istniejącego) – w razie potrzeby z charakterystycznymi rzędnymi i przekrojami pionowymi;
- ukształtowanie zieleni na działce i w jej pobliżu przed rozpoczęciem prac budowlanych (z zaznaczeniem, które drzewa i krzewy mają być zaadaptowane, a które zostaną usunięte) oraz układ projektowanej zieleni wysokiej i niskiej;
- usytuowanie urządzenia przeciwpożarowego zaopatrzenia wodnego, rodzaj i wielkość źródeł, stanowiska czerpania wody, trasy dojazdu samochodów straży pożarnej oraz charakterystyczne rzędne i wymiary;
- układ linii wodociągowych, kanalizacyjnych, gazowych, elektrycznych i telefonicznych, do których będą podłączone instalacje budynku (z podaniem niezbędnych profili podłużnych, spadków, przekrojów przewodów oraz charakterystycznych rzędnych, wymiarów i odległości, usytuowania przyłączy, urządzeń i punktów pomiarowych).

Wszystkie wyżej wymienione informacje mogą być przedstawiane na **dodatkowych rysunkach**, jeżeli poprawi to czytelność projektu zagospodarowania działki lub terenu. W razie konieczności przedstawienia układu sieci, przewodów i urządzeń instalacji zewnętrznych na oddzielnych rysunkach do projektu należy dołączyć **zbiór rysunek koordynacyjny uzbrojenia działki lub terenu**.

Projekt zagospodarowania działki oprócz rysunków zawiera też **część opisową**. Powinny się w niej znaleźć:

- opis przedmiotu inwestycji (np. domku jednorodzinnego);
- stan zagospodarowania działki lub terenu z omówieniem planowanych zmian;
- projektowane zagospodarowanie działki wraz z ukształtowaniem terenu i zieleni oraz układem sieci uzbrojenia terenu;
- zestawienie powierzchni poszczególnych części zagospodarowania działki (powierzchnia zabudowy, powierzchnia dróg, powierzchnia zieleni itp.);
- informacja o wpisaniu działki lub znajdujących się na niej obiektów do rejestru zabytków albo ich ochronie na podstawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego;
- przedstawienie wpływu eksploatacji górniczej na działkę lub teren zamierzenia budowlanego, jeśli znajduje się on w granicach obszaru eksploatowanego górnictwo;
- opis charakteru i cech istniejących i przewidywanych zagrożeń dla środowiska oraz higieny i zdrowia użytkowników projektowanych obiektów budowlanych i ich otoczenia;
- inne konieczne dane wynikające ze specyfiki, charakteru i stopnia skomplikowania obiektu budowlanego lub robót budowlanych.

Jeśli projektowany obiekt budowlany ma służyć działalności gospodarczej (zwłaszcza przemysłowej), część opisowa projektu zagospodarowania działki lub terenu musi zawierać informacje o ewentualnych zagrożeniach dla środowiska oraz higieny i zdrowia użytkowników projektowanego obiektu i jego sąsiadów.

Przykład prostego planu sytuacyjnego działki z domkiem jednorodzinnym pokazano na rysunku 1.2. Jest to budynek parterowy z poddaszem użytkowym i dlatego oznaczono go umieszczonym w kółku symbolem $I + P$ (jedna kondygnacja + poddasze użytkowe). Pozostałe oznaczenia są objaśnione na rysunku.

PYTANIA I POLECENIA

1. W jakim celu sporządza się rysunek orientacyjny?
2. Co znajduje się na rysunku sytuacyjnym?
3. Przyjrzyj się rysunkowi 1.2 i sprawdź, czy budynek będzie miał wodę, gaz i energię elektryczną oraz czy będzie skanalizowany.

1.3

Projekt
architektoniczno-
budowlany

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- co znajduje się w opisie technicznym projektu architektoniczno-budowlanego
- co zawiera charakterystyka ekologiczna obiektu
- co zawiera część rysunkowa projektu budowlanego
- w jakim celu sporządza się rysunki elewacji
- jakie informacje możemy odczytać z rysunków przekrojów poziomych i pionowych budynku
- w jakim celu wykonuje się rysunki więźby dachowej

Projekt architektoniczno-budowlany składa się z dwóch części – zwięzłego opisu technicznego oraz części rysunkowej.

Opis techniczny zawiera niezbędne dla wykonawcy i inspekcji kontrolujących budowę informacje, których nie można przedstawić w formie rysunku. Są to między innymi:

- **przeznaczenie i program użytkowy obiektu budowlanego**, jego **charakterystyczne parametry techniczne**, w szczególności **kubatura** oraz **zestawienie powierzchni**, wysokość, długość, szerokość i liczba kondygnacji;
- **forma architektoniczna i funkcja obiektu budowlanego oraz sposób jego dostosowania do krajobrazu i otaczającej go zabudowy**;
- **układ konstrukcyjny obiektu budowlanego, zastosowane schematy statyczne, założenia przyjęte do obliczeń (w tym także obliczeń dotyczących obciążeń)** oraz wyniki tych obliczeń;
- **rozwiązania zasadniczych elementów wyposażenia budowlano-instalacyjnego: wodociągowych, kanalizacyjnych, grzewczych, elektrycznych, gazowych, wentylacyjnych**;
- **charakterystyka energetyczna budynku**, tj. wielkości mówiące o tym, jakie jest zapotrzebowanie na energię elektryczną, jakie są właściwości cieplne przegród budowlanych, jakie jest zapotrzebowanie na energię cieplną itp.

Ważną częścią opisu technicznego jest **charakterystyka ekologiczna** obiektu budowlanego, przedstawiająca jego wpływ na środowisko przyrodnicze, zdrowie ludzi i sąsiednie obiekty. Dotyczy to oczywiście głównie obiektów przemysłowych i niektórych usługowych i obejmuje ocenę zapotrzebowania na wodę i odprowadzanie ścieków, zakresu i wielkości przewidywanych odpadów, poziomu hałasu i wibracji oraz wpływu na zieleni, wody powierzchniowe i gruntowe.

Rysunek 1.3 jest kopią początkowego fragmentu opisu technicznego projektu typowego domku jednorodzinnego.

Część rysunkowa projektu budowlanego powinna zawierać:

- **rzut fundamentów i rzuty wszystkich kondygnacji budynku** (wraz z piwnicami i poddaszem) **oraz dachu**¹, a także przekroje pionowe wykonane w charakterystycznych miejscach budynku; na rysunkach powinny być podane wszystkie niezbędne wymiary poziome i pionowe²;

¹ Przykład rzutu fundamentów przedstawiony jest na rys. 1.9a, rzut kondygnacji – na rys. 1.5, rzut dachu – na rys. 1.7.

² Wymiary pionowe powinny być zawsze odniesione do poziomu terenu, tzn. tak podane, by bez trudu można było określić poziom danego elementu budowlanego w stosunku do terenu.

OPIS TECHNICZNY

do projektu architektoniczno-konstrukcyjnego domu jednorodzinnego
„Tukan”

I. DANE OGÓLNE

1. Przeznaczenie budynku i jego charakterystyka

Projektowany budynek jest wolno stojącym domem jednorodzinnym przeznaczonym dla 4–7 osób.

1.1. Funkcje budynku

Budynek parterowy, niepodpiwniczony, z poddaszem użytkowym. Na parterze znajdują się: sień, hol, pokój dzienny i pokój gościnny, kuchnia, jadalnia, spiżarka, łazienka, kotłownia, pralnia, pomieszczenie gospodarcze, garaż. Na poddaszu mieszczą się trzy sypialnie, łazienka i przedpokój.

1.2. Bryła budynku

Budynek zbudowany na ortogonalnym rzucie zaburzonym przekątnie biegnącymi liniami tarasu, balkonu oraz murów. Przeszklony wykusz jadalni i podcienia. Dachy o kątach nachylenia połaci 40°, 23° i ok. 24°.

2. Podstawowe dane techniczne

2.1. Powierzchnia zabudowy	154,56 m ²
2.2. Powierzchnia całkowita	290,95 m ²
2.3. Powierzchnia użytkowa	140,19 m ²
2.4. Powierzchnia netto	179,34 m ²
2.5. Kubatura	787,45 m ³
2.6. Liczba mieszkańców	4–7 osób
2.7. Kategoria zagrożenia ludzi ZL IV	
2.8. Wymiary budynku	15,47 × 12,93 m
Wysokość	6,41 m

Uwaga: Podstawę obliczeń stanowi PN-ISO:9836

2.9. Klasa odporności pożarowej budynku – zgodnie z dzU Nr 75, pozycja 690 z dnia 15.06.2002 r. § 213 zwalnia się w/w budynek od wymagań dotyczących klasy odporności pożarowej.

2.10. System realizacji – gospodarczy.

3. Wyposażenie instalacyjne

Budynek należy wyposażać w następujące instalacje: wodociągową, kanalizacyjną, gazową elektryczną, oświetleniową, sygnalizacyjną, odgromową, telekomunikacyjną i wentylacyjną.

4. Warunki lokalizacyjne

Lokalizację budynku przewiduje się na działce z zapewnionym dojazdem, źródłem wody oraz możliwością odprowadzenia ścieków, doprowadzenia gazu i energii elektrycznej. Budynek można postawić na terenie płaskim oraz na spadkach do 5%. Dopuszczalne naprężenia na grunt – 0,15 MPa (1,5 kG cm²). Poziom wód gruntowych poniżej poziomu posadowienia.

Projekt dostosowany jest do warunków stref: I–III klimatycznej wg PN-82/B-02403, I–II gruntowej hz = 1,0 m wg PN-81/B-03020, I–II śniegowej wg PN-80/B-02010, I wiatrowej wg PN-77/B-02011. Lokalizacja w innych warunkach (np. na obszarze szkód górniczych, przy wysokim poziomie wód gruntowych itp.) wymaga odpowiedniej adaptacji według obowiązujących przepisów.

5. Formalnoprawne wymogi realizacji obiektu

Budynek należy przystosować do miejscowych warunków lokalizacyjnych: ukształtowania i uzbrojenia terenu, ochrony przeciwpożarowej oraz przepisów sanitarno-epidemiologicznych. Dokumentację w zakresie sytuacji budynku i zagospodarowania działki, zaopatrzenia w wodę oraz usuwania nieczystości należy uzgodnić z właściwym terenowym Państwowym Inspektorem Sanitarnym, a w zakresie przyłączy elektrycznych i gazowych z właściwym Zakładem Energetycznym i Gazowym. Spełnienie w/w warunków umożliwia uzyskanie decyzji zatwierdzającej obiekt i otrzymanie pozwolenia na budowę od właściwego dla danego terenu organu administracji państwowej.

Rys. 1.3. Fragment opisu technicznego projektu domku jednorodzinnego, Firma Projektowa ARCHETON [5]

- widoki boczne budynku (**elewacje**), czyli wszystkie widoczne ściany zewnętrzne, rzut dachu oraz kolorystykę elewacji i wykaz materiałów użytych do ich wykonania;
- **rysunki elementów konstrukcyjnych** (żelbetowych, stalowych, drewnianych), takich jak: stropy, nadproża, schody, więźba dachowa itp.;
- **rysunki rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych wewnętrznych i zewnętrznych przegród budowlanych** (chodzi o ich izolacyjność termiczną) wraz z niezbędnymi rysunkami szczegółowymi;
- **rysunki instalacji i urządzeń technicznych:** elektrycznych, grzewczych, wodociągowych i kanalizacyjnych, ciepłej wody, gazowych i ewentualnie innych (np. centralnego odkurzacza) oraz urządzeń ochrony przeciwpożarowej i odgromowej (jeżeli przepisy budowlane takie przewidują); na rysunkach tych muszą być wskazane sposoby połączenia wewnętrznych instalacji z sieciami zewnętrznymi.

Rysunki elewacji przedstawiają wygląd budynku, czyli jego zewnętrzne ściany wraz z dachem. Można na nich zobaczyć elementy ozdabiające budynek, np. kolumny na ganku, gzymsy, obramowania okien, a także ocenić wygląd cokołu, kominów i powierzchni dachu po ułożeniu pokrycia. Często wykonywane są w kolorach, aby walory projektowanej elewacji były lepiej widoczne. Zwykle sporządza się rysunki wszystkich czterech stron projektowanego budynku. Jeżeli jego bryła jest bardziej złożona, takich rysunków może być więcej. Oczywiście wykonane muszą być w określonej podziałce (skali) – zazwyczaj jest to 1:100 lub 1:50 – dzięki czemu zachowane są proporcje wymiarowe wszystkich elementów elewacji. Elewacje przykładowego domku jednorodzinnego pokazano na rysunku 1.4.

Dla przyszłego użytkownika (inwestora) bardzo ważny jest też rozkład poszczególnych pomieszczeń w budynku, ich powierzchnia, sposób połączenia ze sobą itp. Wszystko to znajduje się na rysunkach, które nazywamy **rzutami poziomymi** lub **przekrojami poziomymi** (w skrócie: **rzutami**). W projekcie muszą być umieszczone rzuty wszystkich kondygnacji budynku.

Rzut parteru domu jednorodzinnego pokazano na rysunku 1.5a. Widzimy tu m.in. oznaczenia pomieszczeń (np. 12 – pokój dzienny; pierwsza cyfra to numer kondygnacji, druga – numer pomieszczenia). Nazwy pomieszczeń, ich powierzchnie i rodzaj posadzki podano w tabliczce na rys. 1.5b. Obok niej znajdują się informacje dotyczące ścian. Na rysunku 1.5a podano wszystkie potrzebne wymiary – są to nie tylko wymiary pomieszczeń, otworów okiennych i drzwiowych, ale także grubości ścian konstrukcyjnych i działowych.

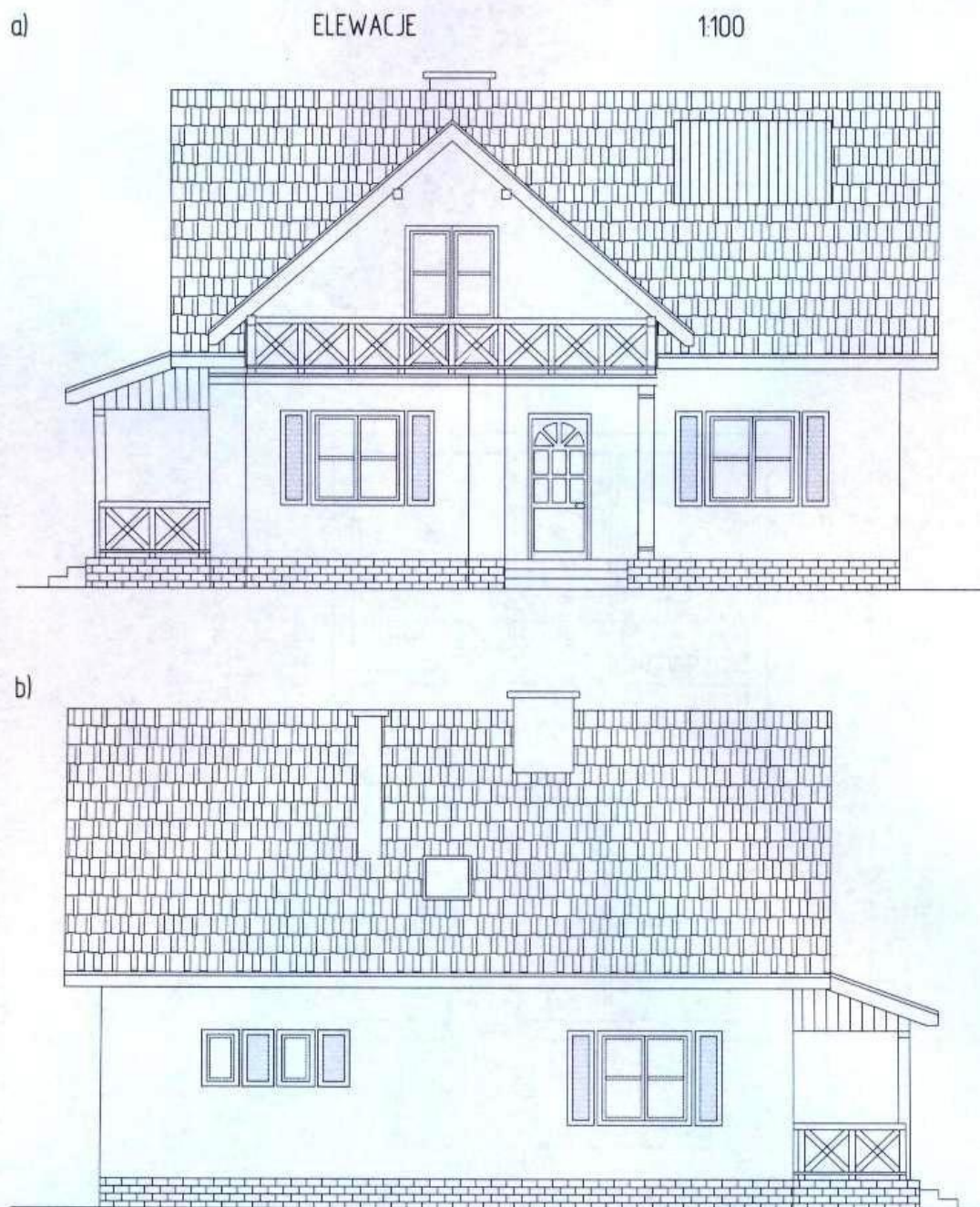
W dokumentacji projektowej rzut oraz tabliczka rysunkowa i opis ścian zwykle umieszczane są na jednym arkuszu.

Rysunkiem uzupełniającym informacje dotyczące budynku, zwłaszcza jego wymiarów pionowych, jest **przekrój pionowy** (w skrócie: **przekrój**). Miejsce poprowadzenia przekroju zostało zaznaczone na rzucie parteru linią punktową i dwiema czarnymi strzałkami z rzymską cyfrą I. Przykład takiego przekroju pokazano na rysunku 1.6. Widać na nim rzędne poziomów kondygnacji budynku¹, rzędną kalenicy i terenu oraz wymiary budynku w pionie.

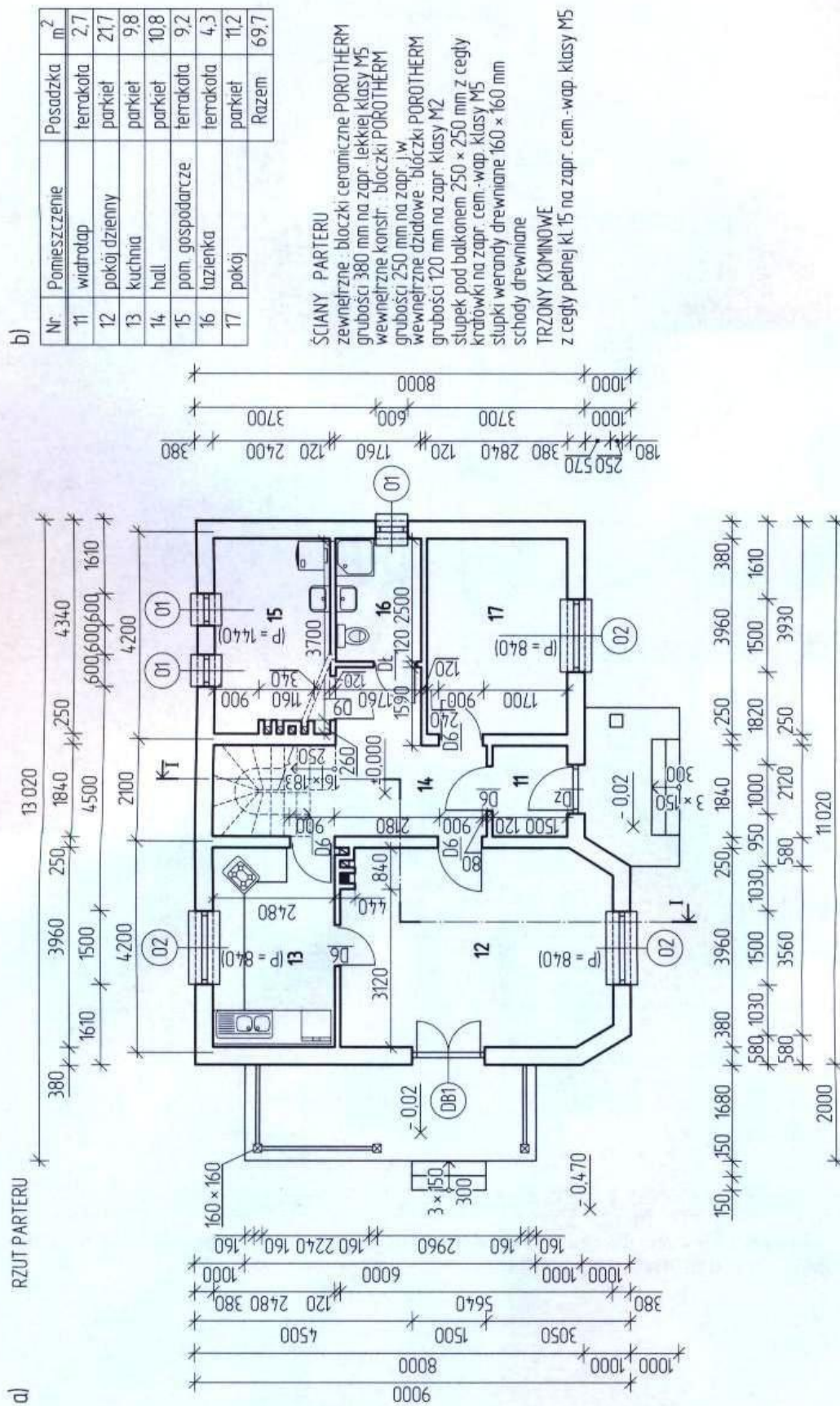
Uzupełnieniem przekrojów pionowych jest zwykle opis rozwiązań materiałowo-technicznych poszczególnych przegród poziomych² (np. stropów, dachu, tarasu, podłogi na gruncie). Dzięki temu nie trzeba zaglądać do opisu technicznego, aby wiedzieć, z czego mają zostać wykonane.

¹ Przyjmuje się zwykle, że poziomem zerowym jest poziom posadzki na parterze.

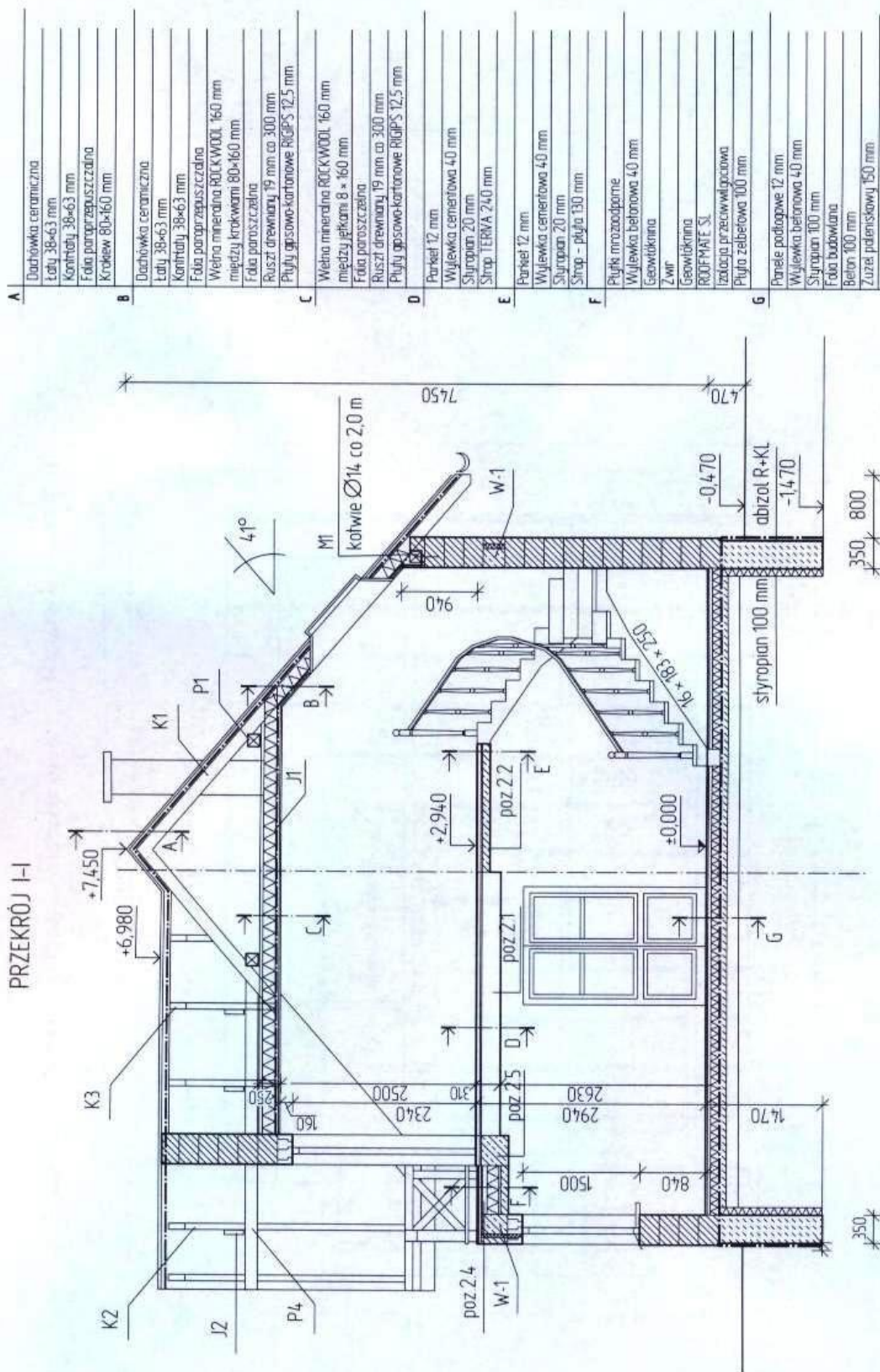
² Na rysunku 1.6 miejsca poszczególnych przegród poziomych, których dotyczą szczegółowe opisy rozwiązań materiałowo-technicznych, oznaczono jako przekroje od A do G.



Rys. 1.4. Rysunki elewacji domku jednorodzinnego: a) południowej (wejściowej), b) północnej (ogrodowej) – rys. BSiPBW AGROBISP [4]



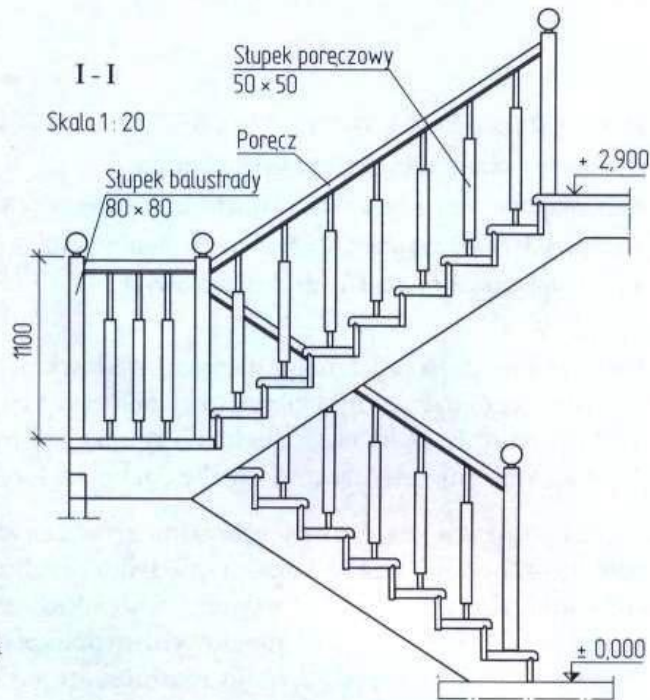
Rys. 1.5. Rzut parteru domu jednorodzinnego: a) rysunek, b) tabliczka informacyjna oraz opis ścian [4]



Rys. 1.6. Przekrój pionowy domu jednorodzinnego [4]



W projektach budynków ważnym elementem są **rysunki więźby dachowej** (rys. 1.7), czyli rzuty, przekroje i rysunki szczegółów niezbędne do właściwego rozmieszczenia elementów konstrukcji nośnej dachu (krokwie, płatwie, murlaty itd.). Można z nich odczytać rozstaw i wymiary przekrojów elementów konstrukcyjnych więźby. Ich uzupełnieniem są szczegółowe wykazy materiałów (patrz tabela 11.11). Rysunki więźby dachowej zalicza się do rysunków konstrukcyjnych i dokładniej omówimy je w rozdziale 11.



Rys. 1.8. Balustrada schodów drewnianych wewnętrznych

Projekt budynku o bardziej skomplikowanej architekturze wymaga uzupełnienia rysunkami tzw. **detali architektonicznych** (np. gzymsów¹, kolumn, attyk²). Dotyczy to także niektórych elementów wnętrza budynku (np. schodów drewnianych). Na rysunku 1.8 pokazano balustradę schodów drewnianych wewnętrznych.

PYTANIA I POLECENIA

1. Z jakich części składa się projekt architektoniczno-budowlany?
2. Wymień podstawowe rysunki projektu architektoniczno-budowlanego
3. Co znajduje się w opisie technicznym projektu architektoniczno-budowlanego?
4. W jakim celu sporządza się rysunki elewacji?
5. Jak nazywa się przekrój poziomy budynku?

¹ Gzyms – dekoracyjny poziomy pas, zwykle profilowany, wystający z powierzchni ściany zewnętrznej (gzymsy zewnętrzne) albo wewnętrznej (gzymsy wewnętrzne). Wśród gzymsów zewnętrznych rozróżnia się: gzymsy wieńczące, zwane też koronującymi albo głównymi, które stanowią górne zakończenie elewacji, gzymsy międzypiętrowe (podkreślające podział ściany na kondygnacje), cokołowe (usytuowane nad cokołem, tj. najniższą częścią elewacji wysuniętą lub cofniętą względem wyżej leżącej części ściany) oraz naddrzwiowe, nadokienne i podokienne. Gzymsy wewnętrzne wykonuje się zwykle jako nadokienne lub podokienne; mogą też pełnić funkcję ozdobnych elementów kominków, pieców itp.

² Attyka (od gr. *attikós* – attycki) – ścianka wieńcząca reprezentacyjną ścianę budynku i zastępująca dach; stosowana głównie w architekturze renesansu.

1.4

Rysunki konstrukcyjne

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie są rodzaje rysunków konstrukcyjnych
- co znajduje się na rysunkach konstrukcji żelbetowych
- co przedstawia rysunek fundamentów betonowych
- jak wyglądają rysunki konstrukcji stalowych

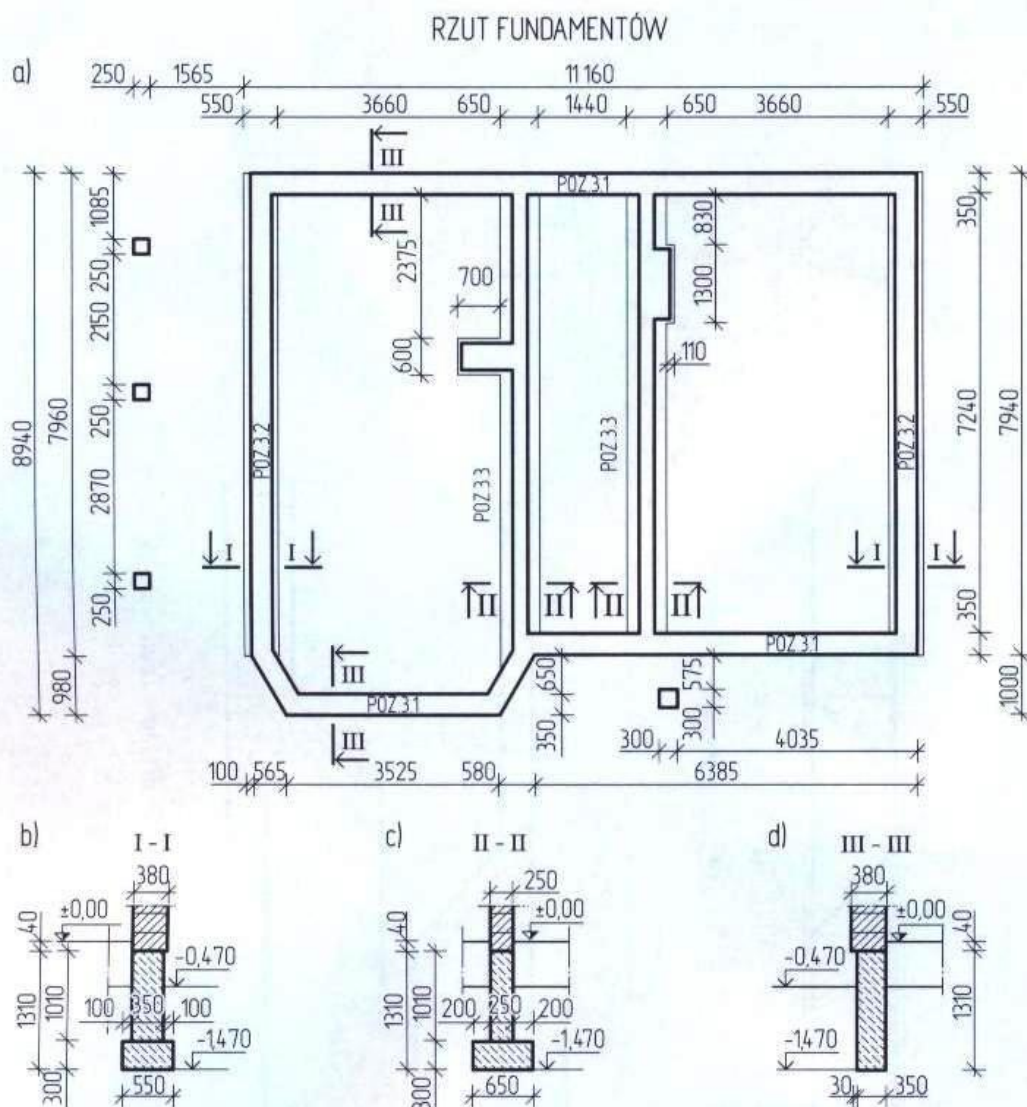
Nieodzowną częścią każdego projektu budowlanego są rysunki elementów konstrukcyjnych. Mogą to być rysunki konstrukcji żelbetowych, betonowych (rys. 1.9 i 1.10), stalowych albo murowych. W wielu projektach muszą się również znajdować rysunki konstrukcji drewnianych (np. elementów więźby dachowej – rys. 1.7).

Na **rysunkach konstrukcyjnych elementów żelbetowych** (np. belek, płyt, nadproży, słupów lub schodów) trzeba pokazać nie tylko przekroje każdego elementu wraz z układem zbrojenia, ale także kształt i wymiary wszystkich prętów zbrojenia. Na rysunku 1.11 pokazano zbrojenie podciągu w żelbetowym stropie płytowo-żebrowym. Warto zwrócić uwagę na sposób, w jaki przedstawiono rozmieszczenie strzemion. Gdy ich rozstaw jest stały, nie trzeba rysować każdego z nich na przekroju podłużnym, wystarczy jedynie zaznaczyć początek i koniec przedziałów oraz wpisać ich liczbę, średnicę i rozstaw nad linią wymiarową. Na rysunku 1.11 jest to $6\varnothing 6$ co 60 oraz $13\varnothing 6$ co 300.

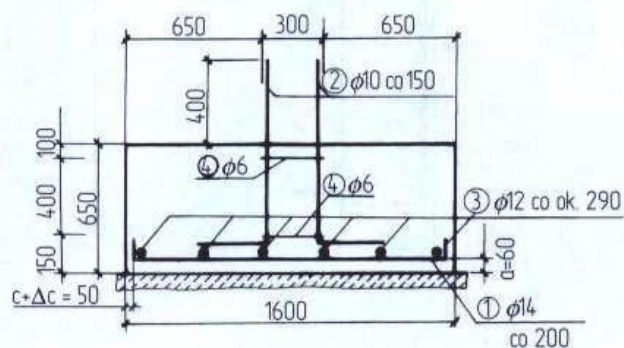
Uzupełnieniem rysunków konstrukcyjnych elementów żelbetowych w projekcie są zwykle wykazy zbrojenia, czyli prętów stalowych niezbędnych do wykonania danego elementu żelbetowego (patrz rys. 11.1b).

W budownictwie przemysłowym (hale fabryczne itp.) często stosuje się **konstrukcje stalowe**. W projektach takich obiektów znajdują się rysunki całych konstrukcji oraz tzw. detale, czyli szczegóły połączeń poszczególnych elementów, rozwiązania konstrukcyjne stóp słupów itp. Elementy konstrukcji stalowych mogą być łączone za pomocą nitów (obecnie jest to rzadziej spotykane), specjalnych śrub lub spawane. Niezależnie od zastosowanej technologii dla wykonawcy szczegółowe rysunki konstrukcyjne połączeń zawsze są bardzo ważne. Przykład rysunku ogólnego konstrukcji stalowej oraz rysunku szczegółu można zobaczyć na rysunku 1.12. Jest to fragment projektu konstrukcji więzara kratowego¹ z zespalanych kształtowników stalowych profilowanych na zimno (rys. 1.12a) oraz szczegół rozwiązania konstrukcji spawanej 1.12b). Warto zwrócić uwagę na sposób przedstawienia spoin na obu rysunkach. Ich oznaczenia są zgodne z PN-EN 22553:1997, choć rysunki 1.12a i 1.12b różnią się skalą.

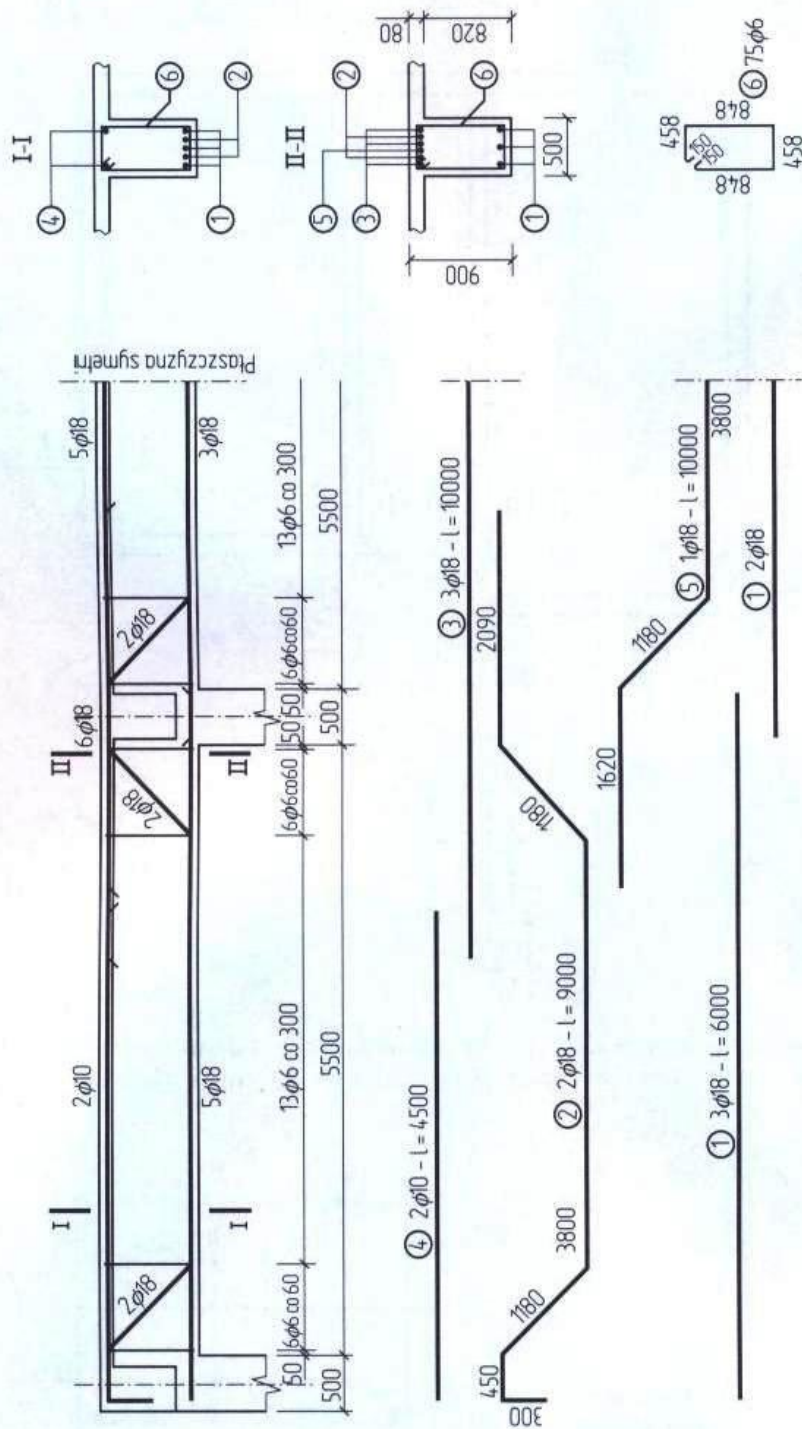
¹ Wiązar kratowy – poziomy element konstrukcyjny o dużej rozpiętości, zwany w skrócie kratownicą, stosowany np. w przekryciach dużych hal oraz konstrukcjach mostów.



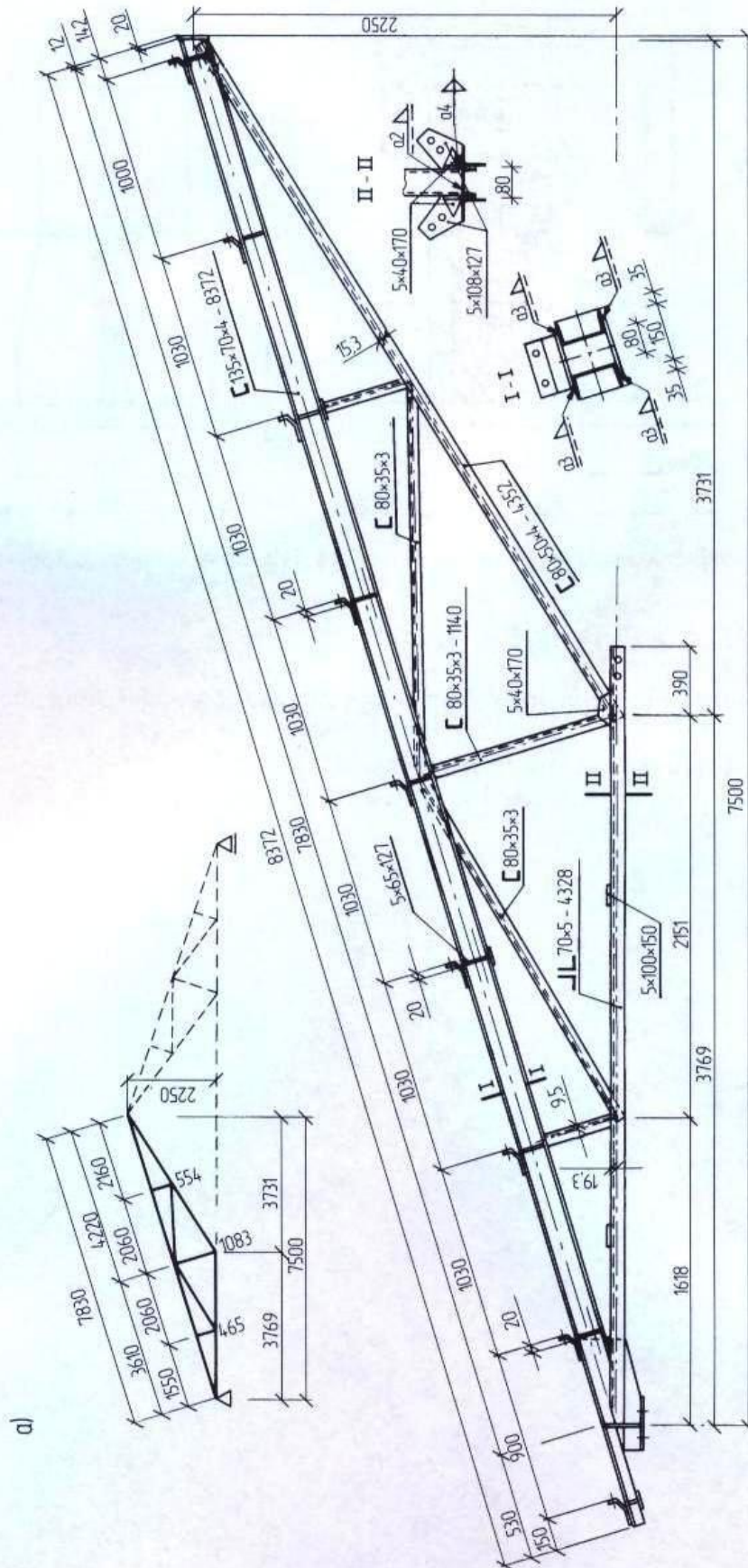
Rys. 1.9. Fundament betonowy w projekcie typowym budynku jednorodzinny: a) rzut fundamentu, b), c) i d) przekroje fundamentu – wykonane w podziałce dwukrotnie większej niż rzut [4]



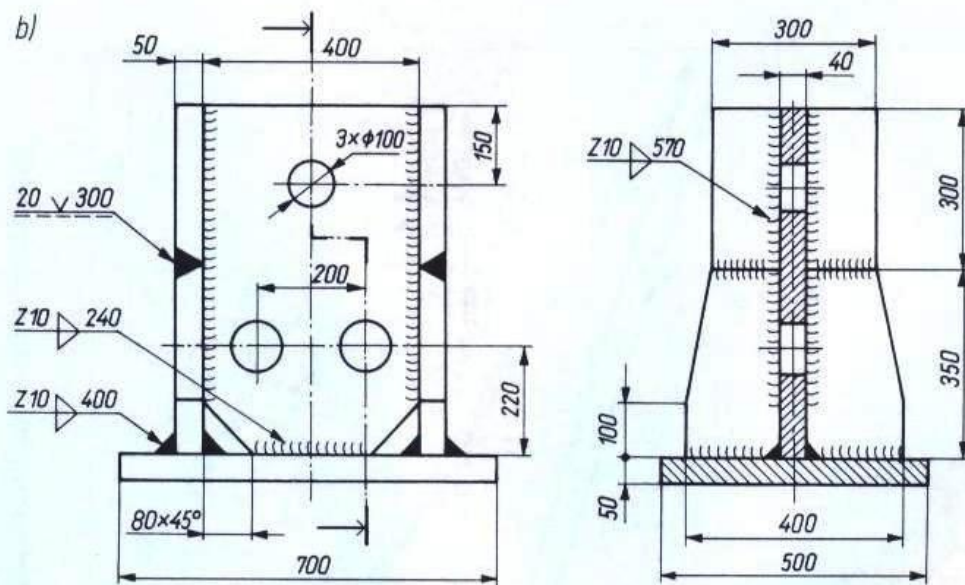
Rys. 1.10. Szczegółowy rysunek zbrojenia ławy fundamentowej w budynku dziesięciokondygnacyjnym, zawierający dane dotyczące liczby i rozmieszczenia prętów



Rys. 1.11. Rysunek zbrojenia podciagu żelbetowego w stropie płytowo-żebrowym [6]



Rys. 1.12. Przykłady konstrukcji stalowych: a) konstrukcja dźwigara kratowego z kształowników profilowanych na zimno [7]



Cd. rys. 1.12. Przykłady konstrukcji stalowych: b) rysunek wykonawczy konstrukcji spawanej – wg [2]



PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie rodzaje rysunków konstrukcyjnych mogą się znaleźć w projekcie architektoniczno-budowlanym?
2. Co zawierają rysunki konstrukcji żelbetowych?
3. Jak wyglądają rysunki konstrukcji stalowych?

1.5

Rysunki instalacyjne

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak sporządzane są rysunki instalacji budowlanych
- co obrazują rozwinięcia pionów instalacji sanitarnych
- na jakie rysunki nanosi się projektowane instalacje elektryczne

Ważną częścią projektu budowlanego są rysunki instalacji: kanalizacyjnej, wodociągowej, wody ciepłej, centralnego ogrzewania, gazowej, elektrycznej, a czasem także innych (np. centralnego odkurzacza, sprężonego powietrza w budynkach przemysłowych lub klimatyzacji w budynkach hotelowych i biurowych). Rysunki instalacji wykonuje się jako:

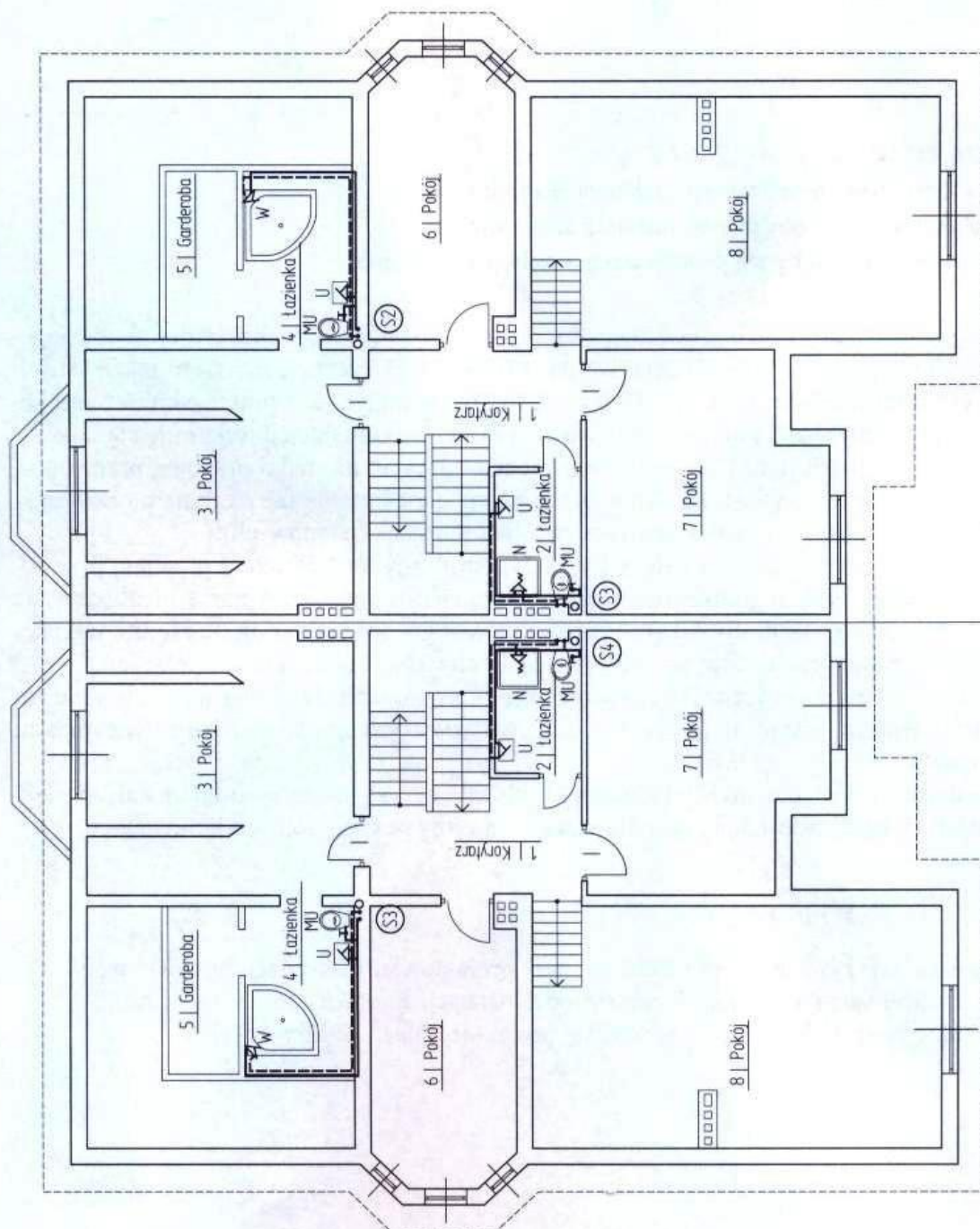
- **rzuty kondygnacji** (rys. 1.13), z których można odczytać nie tylko przebieg przewodów poszczególnych instalacji na danej kondygnacji, ale także rozmieszczenie pionów oraz wyposażenia (np. umywalek, wanien, natrysków, misek ustępowych);
- **rozwinięcia pionów instalacyjnych** (rys. 1.14), które również obrazują przebieg przewodów wzdłuż poszczególnych kondygnacji i zawierają inne informacje niezbędne dla wykonawcy instalacji, np. średnice przewodów $\times$ grubość ich ścianek, rzędne wysokościowe, spadki przewodów oraz informacje o ich uzbrojeniu i rodzaju połączeń.

Niekiedy rzuty kondygnacji i rozwinięcia pionów uzupełnia się bardziej obrazowym przedstawieniem instalacji (patrz rys. 5.7), ułatwiającym szybkie zrozumienie układu przewodów.

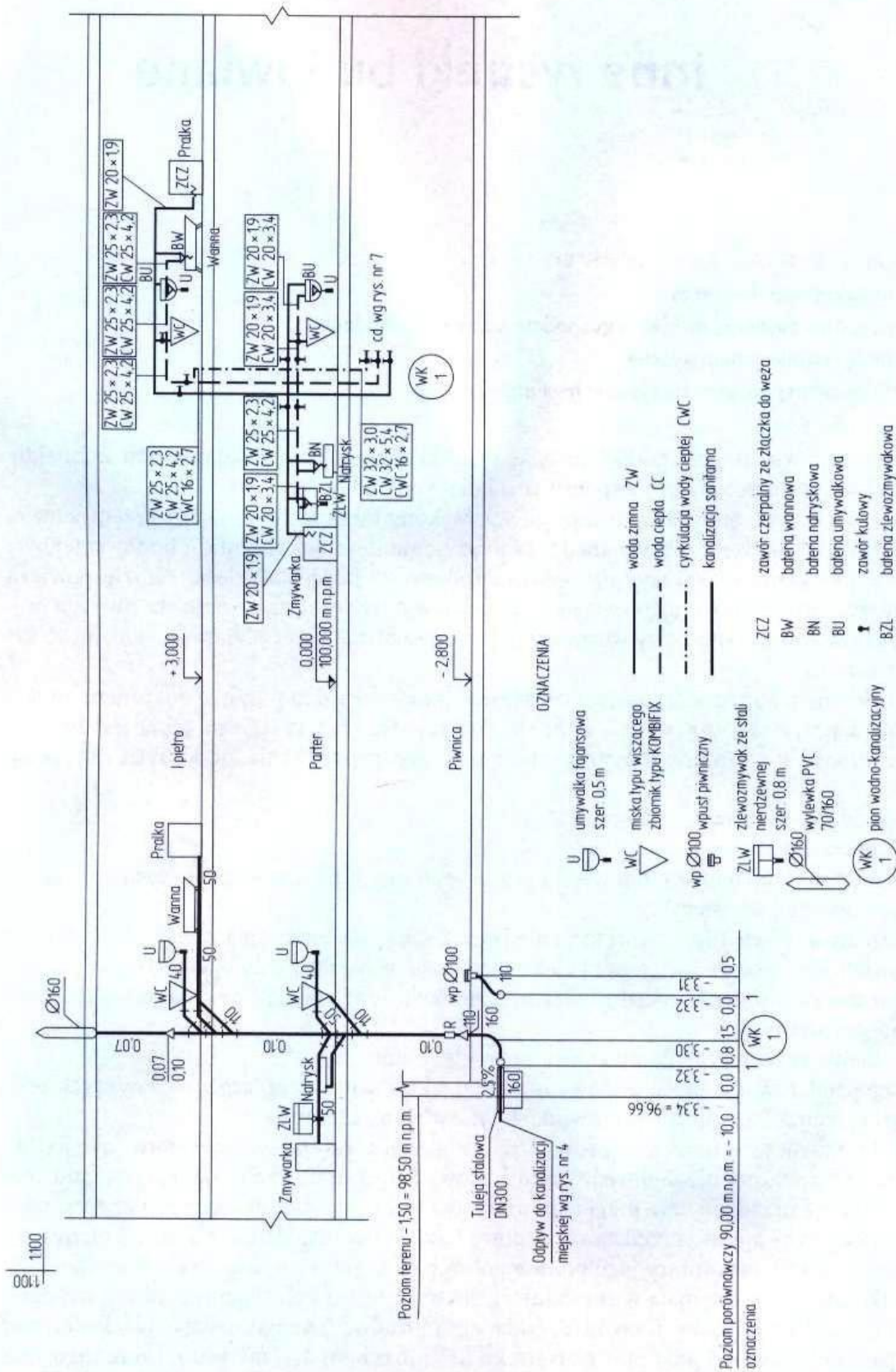
Elementem projektu architektoniczno-budowlanego są także rysunki instalacji elektrycznych. Projektowane instalacje nanosi się na rzuty poszczególnych kondygnacji.

PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie rodzaje rysunków sporządza się przy projektowaniu instalacji budowlanych?
2. Co znajduje się na rysunkach rozwinięcia instalacji sanitarnych?
3. Na jakie rysunki budowlane nanosi się projekt instalacji elektrycznych?



Rys. 1.13. Rzut piętra z rysunkiem instalacji wodociągowej i kanalizacyjnej [3]



Rys. 1.14. Rozwinięcie pionu instalacji kanalizacyjnej i wodociągowej [3]

1.6

Inne rysunki budowlane

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- co to są rysunki montażowe
- co powinien zawierać projekt zagospodarowania placu budowy
- co to są rysunki schematyczne
- w jakim celu sporządza się rysunki inwentaryzacyjne

W budownictwie można spotkać nie tylko rysunki wchodzące w skład projektu architektoniczno-budowlanego. Warto wspomnieć o kilku spośród nich.

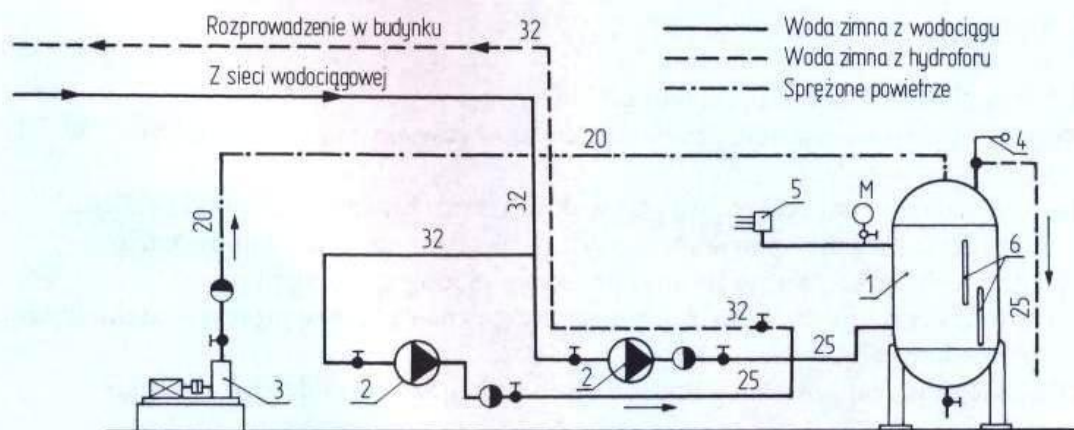
Gdy większość budynków mieszkalnych wykonywano w systemach uprzemysłowionych, czyli z tzw. wielkiej płyty, nieodzownym elementem dokumentacji budowlanej były **rysunki montażowe**. Wskazywały one robotnikom, w jakiej kolejności i gdzie powinni montować płyty określonego rodzaju. Na podstawie tych rysunków oraz zestawienia prefabrykatów zamawiano w wytwórniach potrzebne rodzaje płyt i planowano kolejność ich dostarczania.

Dla kierownika rozpoczynającej się właśnie budowy bardzo ważnym dokumentem jest **projekt zagospodarowania placu budowy**. Podstawową częścią tego projektu jest **rysunek placu budowy** z rozmieszczonymi elementami zagospodarowania, do których zalicza się m.in.:

- ogrodzenie i bramy wjazdowe,
- drogi transportowe,
- urządzenia transportu pionowego i poziomego (np. tory żurawi wieżowych z oznaczeniem zasięgu ich pracy),
- zbrojarnia, ciesielnia, rozmieszczenie betoniarek i składowisk materiałów,
- oświetlenie, sieć wodociągowa i elektryczna zaspokajające potrzeby budowy,
- tymczasowe budynki socjalne (szatnie, stołówki, umywalnie), gospodarcze, biurowe, magazynowe itp.,
- elementy zabezpieczenia przeciwpożarowego i inne.

Zagospodarowanie placu budowy zależy od jej rodzaju i rozmiarów, stosowanych podczas niej technologii, liczby pracowników oraz wielkości terenu.

W budownictwie możemy też mieć do czynienia z **rysunkami schematycznymi**. Ułatwiają one zrozumienie ogólnych zasad budowy i funkcjonowania różnego rodzaju mechanizmów i urządzeń oraz przebiegu procesów technologicznych. Za pomocą schematu można w prosty sposób przedstawić budowę i działanie urządzenia lub mechanizmu czy wyjaśnić zasady współpracy jego poszczególnych elementów. Rysunki schematyczne największe zastosowanie mają w mechanice, elektrotechnice i elektronice, jednak wykorzystywane są także w budownictwie. Przykładem może być schemat instalacji hydroforowej (zaopatrzenia w wodę) pokazany na rysunku 1.15 lub schematyczne rysunki konstrukcyjne znajdujące się w rozdziale 11.



Rys. 1.15. Schemat instalacji hydroforowej 1 – zbiornik hydroforowy, 2 – pompy, 3 – sprężarka, 4 – zawór bezpieczeństwa, 5 – wyłącznik bezpieczeństwa, 6 – szkła wodowskazowe

Specyficznym rodzajem rysunków stosowanych w budownictwie są **rysunki inwentaryzacyjne**, które się wykonuje, aby zinwentaryzować (zapisać) aktualny stan pomieszczenia, całego budynku lub jego części. Na początku mają one najczęściej formę szkiców (rysunków odręcznych), które później mogą być wykreslone ręcznie lub komputerowo. Ich specyfika polega na tym, że sporządzane są podczas wykonywania pomiarów, które przeprowadza się w taki sposób, aby zminimalizować skutki ewentualnych błędów (patrz rys. 10.9 i 10.10). Wykonywanie szkiców inwentaryzacyjnych wymaga nie tylko znajomości zasad sporządzania rysunku technicznego, ale także wyobraźni przestrzennej.

Na koniec warto jeszcze wspomnieć o kilku rodzajach spotykanych w budownictwie **rysunków specjalistycznych**. Mogą to być na przykład rysunki deskowań lub rusztowań, rysunki stolarki i ślusarki budowlanej, schematy montażu maszyn i urządzeń, które mają być wbudowane w określonym miejscu danego obiektu.

PYTANIA I POLECENIA

1. Co zawierają rysunki montażowe w budownictwie wielkopłytowym?
2. Wymień podstawowe elementy znajdujące się na rysunku zagospodarowania placu budowy.
3. Czy rysunki schematyczne mają zastosowanie w budownictwie?
4. W jakich przypadkach wykonywane są rysunki inwentaryzacyjne?

ZAPAMIĘTAJ

Projekt zagospodarowania działki lub terenu stanowi pierwszą część projektu budowlanego.

Projekt zagospodarowania działki zawiera rysunki i część opisową.

Rysunki instalacji wykonuje się jako rzuty kondygnacyjne i rozwinięcia pionów instrukcyjnych.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Jakie są główne składniki projektu budowlanego?
2. Projekt zagospodarowania działki budowlanej zawiera rysunek sytuacyjny. W jakim celu się go sporządza?
3. Jakiego rodzaju rysunki znajdują się w projekcie architektoniczno-budowlanym?
4. Jakie podstawowe informacje można odczytać z rysunku rzutu kondygnacji?
5. W jakim celu wykonuje się rysunki przekroju pionowego budynku?
6. Jakie rodzaje rysunków konstrukcyjnych mogą znaleźć się w projekcie architektoniczno-budowlanym?
7. Dla jakiego rodzaju instalacji budowlanych sporządza się oddzielne rysunki?

LITERATURA

- [1] *Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 roku w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego* (DzU 2012 nr 81, poz. 462).
- [2] J.Z. Mirski, K. Łacki, *Budownictwo z technologią*. Cz. 2, WSiP, Warszawa 2005.
- [3] M. Popek, B. Wapińska, *Rysunek zawodowy. Instalacje sanitarne*, WSiP, Warszawa 2003.
- [4] *Projekt architektoniczno-budowlany WB-3935. Budynek mieszkalny jednorodzinny*, Biuro Studiów i Projektów Budownictwa Wiejskiego AGROBISP, Kraków 2003.
- [5] *Projekt domu jednorodzinnego TUKAN*, Firma projektowa ARCHETON, Kraków 2005.
- [6] S. Pyrak, *Konstrukcje z betonu*. Seria: *Konstrukcje budowlane*. Cz. 5, WSiP, Warszawa 2004.
- [7] W. Włodarczyk, *Konstrukcje stalowe*. Seria: *Konstrukcje budowlane*. Cz. 4, WSiP, Warszawa 2006.

2. Normy techniczne stosowane w projektowaniu

- Rodzaje norm
- Formaty arkuszy rysunków budowlanych
- Informacje tekstowe na rysunkach
- Rodzaje linii rysunkowych
- Pismo techniczne
- Podziałki rysunkowe

2.1

Rodzaje norm

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- dlaczego stosowanie norm rysunkowych jest ważne
- kto w Polsce ustanawia normy
- jak oznakowane są obowiązujące w Polsce normy europejskie

Porozumiewanie się uczestników procesu budowlanego (inwestor, projektant, wykonawca) za pomocą rysunków technicznych jest możliwe pod warunkiem, że sporządza się je według jednolitych, znanych wszystkim zasad. Zostały one określone w **normach**¹ i są powszechnie stosowane w projektowaniu oraz przy sporządzaniu rysunków technicznych. Dzięki temu łatwo zrozumie je każdy fachowiec – i to nie tylko w Polsce. Przestrzeganie reguł określonych w normach pozwala jednakowo odczytać rysunek budowlany projektantowi, kierownikowi budowy, technikowi, majstrowi i robotnikom. Projekt wykonany zgodnie z międzynarodowymi normami w jednym kraju (na przykład w Niemczech, Wielkiej Brytanii czy w Czechach) może bez trudu zostać odczytany przez wykonawcę pochodzącego z innego kraju, zwłaszcza z obszaru Unii Europejskiej.

Ustanawianiem norm na obszarze danego kraju zajmują się specjalne instytucje. W Polsce prawo do wydawania norm krajowych ma Polski Komitet Normalizacyjny (PKN), mieszczący się w Warszawie przy ul. Świętokrzyskiej 14 (adres internetowy: www.pkn.pl). Do 1993 roku normy ustanawiał Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości (PKNMiJ) i część z nich nadal jest aktualna.

Normy są w specjalny sposób oznaczane, aby łatwiej można było odnaleźć potrzebne przepisy. Wydawane przez PKNMiJ normy (pochodzące sprzed 1994 r.) mają przed numerem symbol literowy branży, której dotyczą. Na przykład literą B oznaczano normy dotyczące budownictwa, M – normy obowiązujące w przemyśle maszynowym, H – normy hutnicze. Normy obowiązujące we wszystkich branżach miały literę N. Oto przykładowe numery i tytuły dwóch spośród obowiązujących do dziś norm z tego okresu:

- PN-B-01037:1987 *Projekty budowlane. Zasady rzutowania*, gdzie PN to oznaczenie polskiej normy, B – norma dotycząca budownictwa, 01037 – numer normy, 1987 – rok wydania lub uaktualnienia normy,
- PN-N-01603:1986 *Rysunek techniczny. Składanie formatów arkuszy* – została wydana w 1986 roku, dotyczy wszystkich branż i ma numer 01603.

Od 1994 roku obowiązuje w Polsce nowy system oznaczania norm. Powiązania gospodarki naszego kraju z gospodarką międzynarodową w ramach Unii Europejskiej wymusiły nie tylko konieczność dostosowania polskich norm do norm unijnych, ale także wdrożenia wielu norm europejskich jako polskich norm krajowych. Numery norm poprzedza się odpowiednim oznaczeniem literowym:

¹ Norma – słowo pochodzące z łaciny i oznaczające regułę, przepis lub zasadę postępowania w określonej dziedzinie lub sytuacji.

- PN-EN – gdy są to normy krajowe stanowiące wdrożenie norm europejskich;
- PN-ISO – gdy norma jest uzgodniona z Międzynarodową Organizacją Normalizacyjną (ISO to skrót angielskiej nazwy tej organizacji);
- PN-EN ISO – gdy jest to polska wersja normy europejskiej uzgodnionej z ISO. Po numerze normy i dwukropku podany jest rok jej wydania. Na przykład:
- PN-ISO 2594:1998 *Rysunek budowlany. Metody rzutowania* – polska norma uzgodniona z ISO, oznaczona numerem 2594 i wydana w 1998 roku;
- PN-EN ISO 5455:1998 *Rysunek techniczny. Podziałki* – polska wersja (PN) normy europejskiej (EN) uzgodnionej z ISO, która ma numer 5455 i została ustanowiona w 1998 roku.



PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie rodzaje norm stosowane są w Polsce?
2. Odczytaj wszystkie informacje zawarte w numerze normy PN-EN ISO 5457:2002.

2.2

Formaty arkuszy
rysunków budowlanych

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- dlaczego formaty rysunków powinny być ujednolicone
- jakie są wymiary nieobciętych i obciętych rysunków formatu A
- w jaki sposób tworzone są wymiary arkuszy formatu A
- jaki jest format podstawowy rysunków budowlanych

Wielkość arkuszy papieru (a także kalki technicznej czy folii), na których sporządza się rysunki techniczne lub drukuje książki, czasopisma, gazety i inne wydawnictwa, została ujednolicona (znormalizowana) na całym świecie. Ułatwia to pracę producentom papieru, wydawcom, drukarzom i sprzedawcom oraz technikom i inżynierom posługującym się rysunkami technicznymi.

 WARTO WIEDZIEĆ!

Ujednolicanie formatów rysunków zaczęto wprowadzać w XIX wieku.

Zgodnie z PN-EN ISO 5457:2002 rysunki techniczne powinny być wykonywane na możliwie małych arkuszach, jednak z zachowaniem niezbędnej czytelności. Zaleca się stosowanie tzw. **formatów głównej serii ISO-A** (od A0 do A4) przedstawionych na rys. 2.1 o wymiarach zawartych w tabeli 2.1. Każdy arkusz musi mieć margines, aby można go było przymocować do deski kreślarskiej. Sam rysunek również nie powinien zajmować całej powierzchni arkusza, gdyż byłoby to mało czytelne. W tabeli 2.1 zestawione zostały wymiary arkuszy nieobciętych (z marginesami), arkuszy obciętych oraz zalecanych pól rysunko-

Tabela 2.1. Wymiary arkuszy i pola rysunkowego – w milimetrach (wg PN-EN ISO 5457:2002)

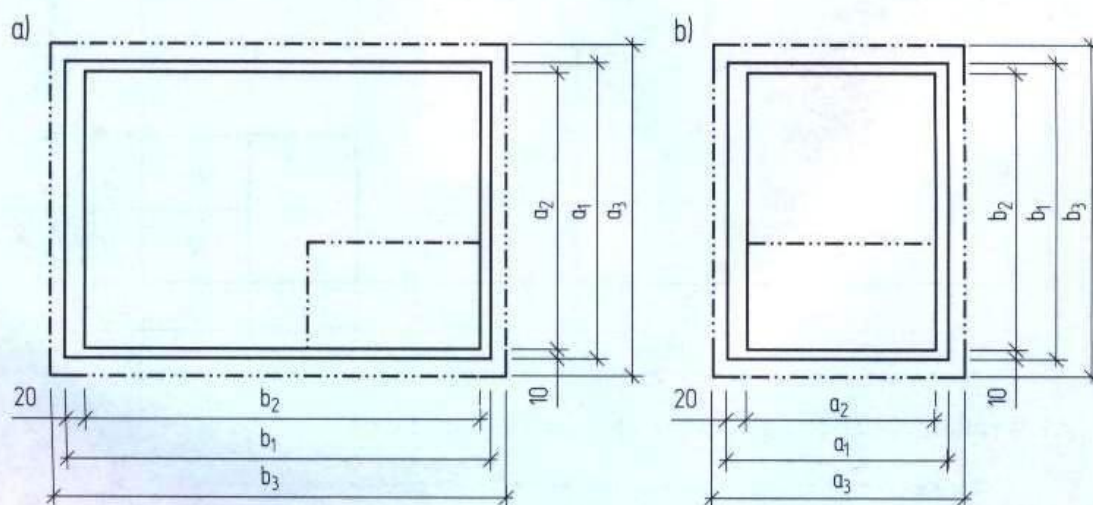
Oznaczenie	Arkusz obcięty (T)		Pole rysunkowe		Arkusz nieobcięty (U)	
	a_1	b_1	a_2	b_2	a_3	b_3
A0	841	1189	821	1159	880	1230
A1	594	841	574	811	625	880
A2	420	594	400	564	450	625
A3	297	420	277	390	330	450
A4	210	297	180	277	240	330

Zalecenia dotyczące formatów większych niż A0 są podane w PN-EN ISO 216:2004 *Papier do pisania i określone grupy druków. Formaty netto. Szereg A i B.*

wych (tj. powierzchni, na których powinien zmieścić się rysunek). Wymiary pola rysunkowego różnią się o 10 lub 20 mm od wymiarów arkusza obciętego (rys. 2.1).

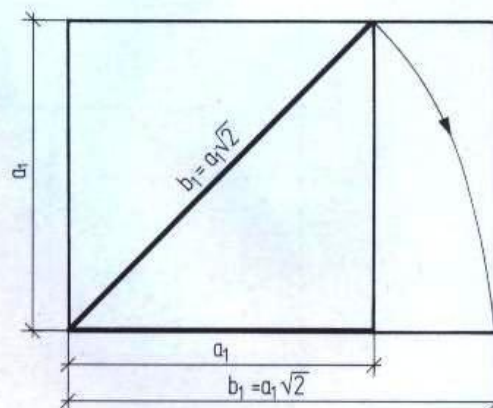
Warto zwrócić uwagę na to, że wymiary arkuszy po obcięciu¹ (tzn. $a_1 \times b_1$ podane w tab. 2.1) zostały ustalone w proporcji $a_1 : a_1\sqrt{2}$, a więc długość b_1 arkusza jest zawsze około 1,414 raza większa od jego szerokości a_1 (rys. 2.2). Wymiary obciętych arkuszy formatów głównej serii ISO-A zestawiono na rys. 2.3.

Najczęściej stosowanym formatem arkuszy rysunkowych jest A4 o wymiarach 210×297 mm (po obcięciu). Jest to tzw. **format podstawowy**. Rysunki wykonuje się także na arkuszach A3, A2 i A1 (patrz tab. 2.1). Format A5 (tj. 210 × 184 mm) nie jest wymieniony w PN-EN ISO 5457:2002 jako zalecany do rysunków.



Rys. 2.1. Formaty obciętych i nieobciętych arkuszy głównej serii ISO-A (wg PN-EN ISO 5457:2002): a) formaty od A3 do A0, b) format A4 (wartości liczbowe podano w tab. 2.1)

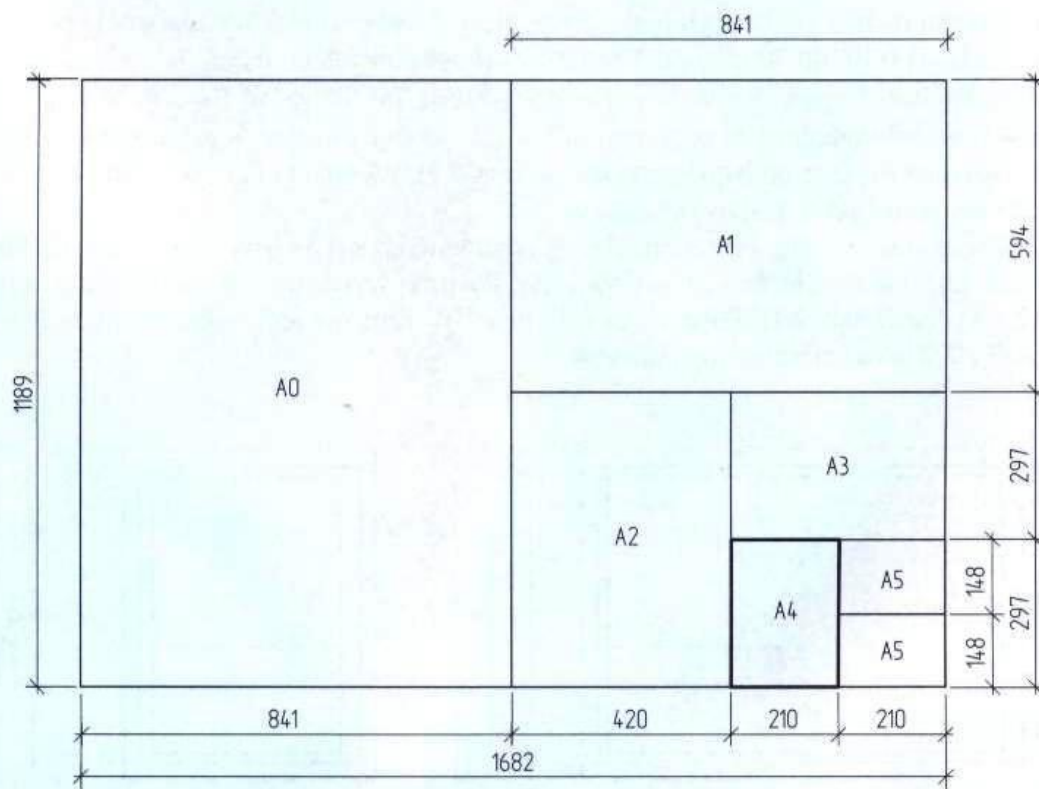
Jeśli mamy narysować obiekt o wydłużonym kształcie, np. belkę żelbetową, wygodniej jest stosować arkusze o **formatach wydłużonych**. System formatów podstawowych i wydłużonych przedstawiony jest na rysunku 2.4. Formaty wydłużone² powstają z kombinacji krótszego boku formatu serii A z wymiarami dłuższego boku większego formatu tej serii.



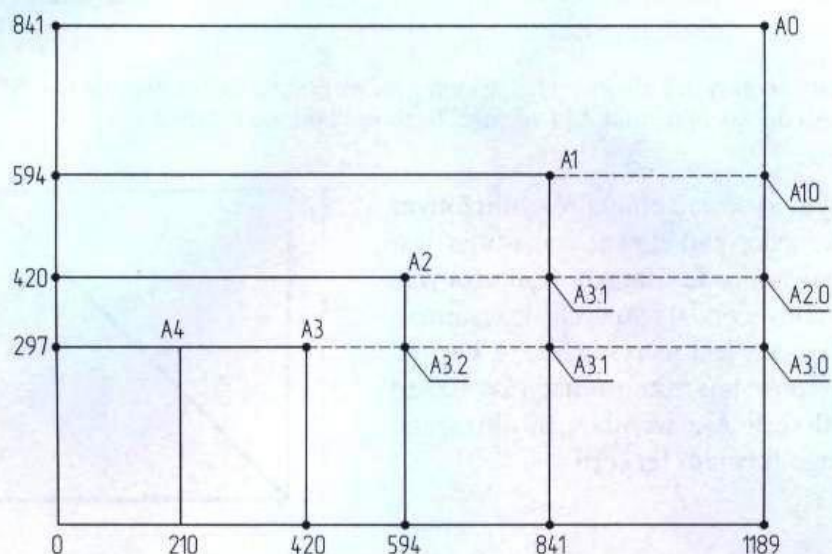
Rys. 2.2. Zasada tworzenia formatów znormalizowanych: wymiary arkuszy formatów głównej serii ISO-A po obcięciu zachowują proporcję $a_1 : a_1\sqrt{2}$

¹ W dawnej normie PN-80/N-01612 wartości te nazywano *formatami zasadniczymi*. Stosowano też zwielokrotnione formaty zasadnicze, czyli *formaty pochodne*, które oznaczano symbolem $m \cdot A4 \cdot n$ (gdzie zamiast litery m wpisywano liczbę całkowitą informującą, ile razy wydłużono dłuższy bok arkusza formatu A4, a zamiast n liczbę całkowitą odpowiadającą krotności wydłużenia krótszego boku arkusza A4).

² Zgodnie z PN-EN ISO 5457:2002 *Dokumentacja techniczna wyrobu. Wymiary i układ arkuszy rysunkowych*.



Rys. 2.3. Wymiary obciętych arkuszy formatów głównej serii ISO-A



Rys. 2.4. System rysunkowych formatów podstawowych i wydłużonych (wg PN-EN ISO 5457:2002)



PYTANIA I POLECENIA

1. W jakim celu ujednolicono formaty arkuszy rysunkowych?
2. Jakie są wymiary podstawowego arkusza rysunkowego formatu A4?
3. Znając zasadę powiększania arkuszy rysunkowych, określ wymiary arkusza A3 i A2.
4. Jakie zasady obowiązują przy tworzeniu formatów wydłużonych?

2.3

Informacje tekstowe na rysunkach

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- gdzie na rysunkach umieszczane są informacje
- co zawierają tabliczki tytułowe rysunków
- co powinno znajdować się na tabliczkach tytułowych rysunków wykonywanych w szkole
- jakie informacje umieszczane są w części tekstowej arkusza rysunkowego

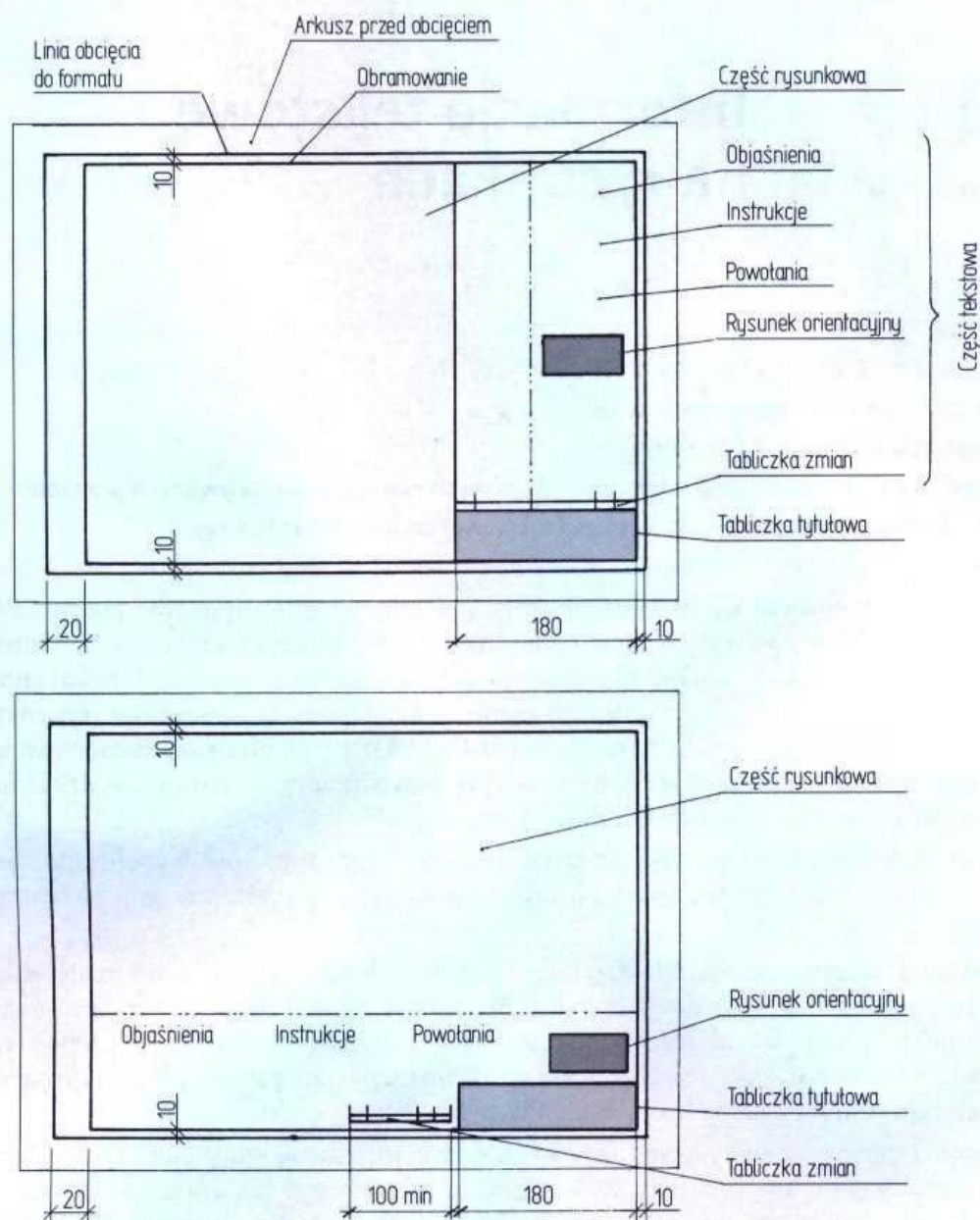
Jako przyszły dokument każdy rysunek musi być odpowiednio opisany i podpisany. Nie można jednak robić tego w dowolnym miejscu arkusza. Patrząc na rysunek powinniśmy wiedzieć, w którym miejscu szukać określonych informacji. Na rysunku 2.5 pokazano dwa sposoby rozmieszczenia poszczególnych elementów arkusza rysunkowego (rysunku, tabliczki i informacji tekstowych) zalecane w PN-ISO 9431:1994¹. Pierwszy sposób jest stosowany przy wykonywaniu rysunków o bardziej pionowym zarysie, natomiast drugi należy stosować wówczas, gdy rysunek ma układ poziomy.

Częścią tekstową każdego arkusza rysunkowego, która musi być wypełniona, jest **tabliczka tytułowa**. Pozostałe miejsca na informacje mogą być wypełnione, gdy zachodzi taka potrzeba.

Zgodnie z zaleceniami w PN-EN ISO 7200:2007 dopuszcza się stosowanie jednego z dwóch typów tabliczek tytułowych (rys. 2.6). Różnią się one rozmieszczeniem nazwisk osób projektujących. W tabliczce drugiego typu nazwiska te znajdują się obok siebie w pierwszym wierszu. Ponieważ tabliczki tytułowe obowiązują w całej Unii Europejskiej, nie wszystkie rubryki muszą być w Polsce wypełnione.

W polu 1. powinna znaleźć się nazwa pracowni firmy projektującej, w której dany rysunek został wykonany, a w polu 2. – nazwa tej firmy, czyli prawnego właściciela projektu. W polu 3. wpisujemy nazwisko projektanta koordynującego wszystkie prace nad projektem – w Polsce zazwyczaj jest on nazywany głównym projektantem. Pole 4. to miejsce przeznaczone na nazwisko projektanta, który sporządził projekt znajdujący się na tym arkuszu, a pole 5. – na nazwisko osoby zatwierdzającej projekt. Pola 6. i 7. służą do umieszczenia nazwy projektu (np. *Dom jednorodzinny TUKAN*) oraz określenia rodzaju rysunku (np. *architektura*). Pole 8. powinno zawierać informację, z jakim dokumentem (rysunkiem) mamy do czynienia i na jakim etapie projektowania został sporządzony, np. *w przygotowaniu*, *w zatwierdzaniu*, *wycofany* lub *do realizacji*. W polu 9. należy wpisać numer projektu i rysunku, a w polu 10. – numer wersji projektu. Datę sporządzenia rysunku wpisuje się w polu 11., natomiast w polu 12. – międzynarodowy symbol języka, w jakim projekt został opisany. Pole 13. służy do wpisania numeru strony rysunku, jeżeli projekt (lub jego część) składa się z większej liczby rysunków (np. oznaczenie 1/5 wskazuje, że jest to pierwszy rysunek z zestawu składającego się z pięciu rysunków).

¹ Tytuły wszystkich norm wymienionych w tekście zamieszczono w wykazie literatury na końcu rozdziału.



Rys. 2.5. Dwa sposoby rozmieszczania rysunków, tabliczek i informacji tekstowych na arkuszu rysunkowym zalecane w PN-ISO 9431:1994

Na arkuszach szkolnych w tabliczce umieszcza się nazwę szkoły, temat rysunku, nazwisko ucznia, klasę, numer rysunku, zastosowaną podziałkę i datę, pozostawiając miejsce na ocenę i podpis nauczyciela.

Część tekstowa arkusza rysunkowego służy do umieszczania ważnych informacji dodatkowych, które dotyczą danego rysunku lub całego projektu. W części przeznaczonej na **objaśnienia** podaje się informacje ułatwiające właściwe odczytanie rysunków (np. objaśnienia specjalnych symboli, skróty, jednostki wymiarowe). W części przeznaczonej na **instrukcje** umieszcza się informacje uzupełniające rysunki (np. podaje się klasę stali i betonu) oraz instrukcje dotyczące wykonania. W części tekstowej arkusza mogą znaleźć się także **powołania** projektanta na inne rysunki lub opisy znajdujące się w tym samym projekcie.

a)

1	3	6	8
2	4	7	9
	5		10 11 12 13

-----180-----

b)

1	3	4	5	
2		6	8	
		7	9	
			10 11 12 13	

-----180-----

Rys. 2.6. Dwa rodzaje tabliczek tytułowych wg PN-EN ISO 7200:2007 (objaśnienia w tekście)

Czasem na arkuszu jest też **tabliczka zmian** służąca do wpisywania zmian, które projektant wprowadza podczas realizacji projektu.



PYTANIA I POLECENIA

1. Do czego służy tabliczka tytułowa na rysunkach?
2. Jakie informacje umieszczane są w tabliczce tytułowej rysunku budowlanego?
3. Jak wygląda i co zawiera tabliczka tytułowa umieszczana na rysunkach szkolnych?
4. Gdzie na rysunkach umieszczane są informacje tekstowe?

2.4

Rodzaje linii rysunkowych

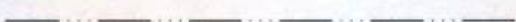
W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- od czego zależy grubość linii rysunkowych
- jakie rodzaje linii są stosowane, a jakie dopuszczane w rysunku technicznym
- jakie grubości linii są zalecane w zależności od wielkości arkusza rysunkowego
- ile rodzajów grubości linii może być stosowanych na jednym rysunku

Aby rysunek był czytelny, trzeba wykreślić go liniami, których grubość dobiera się odpowiednio do ich znaczenia i nie zmienia na całej długości. Inną grubość ma na przykład obrys przekroju budynku (bardzo gruba linia ciągła), a inną linie wymiarowe (cienka linia ciągła). Oprócz linii prostych ciągłych stosuje się linie kreskowe (zwane przerywanymi), punktowe (na przemian kreska i kropka), dwupunktowe (na przemian kreska i dwie kropki), wielopunktowe (same kropki) oraz faliste i zygzakowe. Aby zapobiec zbyt dużej dowolności, linie rysunkowe zostały znormalizowane¹.

W tabeli 2.2 przedstawione są wszystkie rodzaje linii stosowanych w rysunku technicznym, a w tabeli 2.3 ich dopuszczalne odmiany, m.in. linie z regularnie powtarzającymi się elementami geometrycznymi.

Tabela 2.2. Rodzaje linii w rysunku technicznym (wg PN-EN ISO 128-20:2002)

Nr	Wygląd linii*	Opis linii
01		ciągła
02		kreskowa
03		kreskowa z odstępami
04		z długą kreską i kropką
05		z długą kreską i dwiema kropkami
06		z długą kreską i trzema kropkami
07		kropkowa
08		z długą i krótką kreską
09		z długą kreską i dwiema krótkimi kreskami
10		kreskowo-kropkowa

¹ Zagadnień tych dotyczą normy: PN-EN ISO 128-20:2002 *Rysunek techniczny. Zasady ogólne przedstawiania. Część 20: Wymagania podstawowe dotyczące linii* oraz PN-ISO 128-23:2002 *Rysunek techniczny. Ogólne zasady przedstawiania. Część 23: Linie na rysunkach budowlanych*.

Nr	Wygląd linii*	Opis linii
11		z dwiema kreskami i kropką
12		kreskowa z dwiema kropkami
13		z dwiema kreskami i dwiema kropkami
14		z krótką kreską i trzema kropkami
15		z dwiema kreskami i trzema kropkami

* Zgodnie z PN-EN ISO 128-20:2002 elementy linii (kreskowych, punktowych, dwu- i wielopunktowych) o grubości d powinny mieć następujące długości: kreski – $12d$, kreski krótkie – $6d$, kreski długie – $24d$, kropki – co najmniej $0,5d$ przerwy między kreskami lub kropkami – $3d$ a odstępy (większe od przerw) – $18d$.

Liniami ciągłymi cienkimi rysuje się zarysy widoków elementów architektonicznych i konstrukcyjnych oraz linie wymiarowe przekrojów i ich znaki ograniczające, linie kreskowania rzutów i przekrojów. Zarysy przekrojów powinny być kreślone linią ciągłą grubą. Linia ciągła bardzo gruba służy do zaznaczania prętów zbrojenia konstrukcji żelbetowych i zarysów widocznych części przedstawianych na niezakreskowanym rzucie lub przekroju.

Linie przerywane różnego rodzaju są stosowane do kreślenia niewidocznych krawędzi, osi symetrii i osi przekrojów oraz linii podziałowych. Liniami cienkimi wielopunktowymi rysuje się części, których nie dotyczy projekt. Linie z elementami geometrycznymi służą na ogół do oznaczania urwania rysowanego przedmiotu, gdy nie ma potrzeby przedstawiania go w całości.

Tabela 2.3. Dopuszczalne odmiany linii stosowanych w rysunku technicznym (wg PN-EN ISO 128-20:2002 i PN-B-01027:2002)

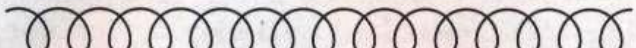
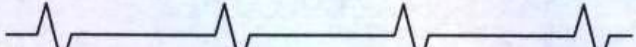
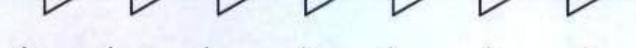
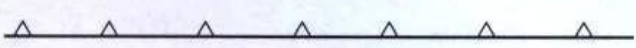
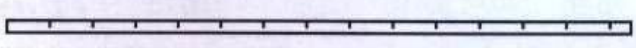
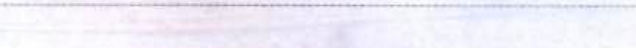
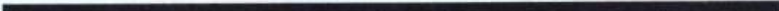
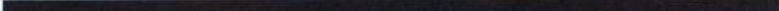
Odmiana linii	Wygląd linii
falista	
spiralna	
zygzakowa	
odręczna	
linie z regularnie powtarzającymi się elementami geometrycznymi	       

Tabela 2.4. Grubość linii wykreślonych kalibrowanymi pisakami do tuszu

Grubość linii [mm]	Wygląd linii
0,13	
0,18	
0,25	
0,35	
0,50	
0,70	
1,00	
1,40	
2,00	

W rysunku technicznym mogą być stosowane (zgodnie z normą) następujące grubości linii: 0,13, 0,18, 0,25, 0,35, 0,5, 0,7, 1, 1,4 i 2 mm. Aby ułatwić ocenę i dobór grubości linii do wykonywanego rysunku, w tabeli 2.4 przedstawione zostały rzeczywiste grubości linii wykonane kalibrowanym pisakiem (rapidografem).

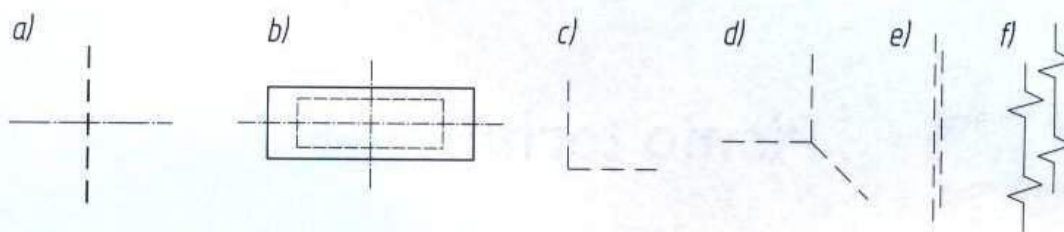
ZWRÓĆ UWAGĘ!

Każda następna spośród dopuszczalnych grubości linii jest większa od poprzedniej około 1,4 raza, czyli $\sqrt{2}$.

Jeśli nie ma się doświadczenia w rysowaniu, dobranie właściwej grubości linii nie jest łatwe. Należy brać pod uwagę wielkość i złożoność przedstawianego przedmiotu, zagęszczenie linii, podziałkę rysunku oraz format, czyli wielkość arkusza rysunkowego. Dobór grubości linii w zależności od wielkości arkusza rysunkowego (formatu) ułatwią wytyczne zamieszczone w tabeli 2.5.

Tabela 2.5. Wytyczne stosowania linii rysunkowych

Grupa linii	Grubość linii (wg PN-ISO 128-23:2002)				Przykłady zastosowania	
	cienka	gruba	bardzo gruba	symbole graficzne	format arkusza	liczba szczegółów na rysunku
0,25	0,13	0,25	0,50	0,18	A4 i mniejsze	bardzo duża
0,35	0,18	0,35	0,70	0,25	A3 i A4	duża
0,50	0,25	0,50	1,00	0,35	A1 i A2	niezbyt duża
0,70	0,35	0,70	1,40	0,50	A0 i większe	mała
1,00	0,50	1,00	2,00	0,70	A0 i większe	rysunki poglądowe



Rys. 2.7. Zasady właściwego rysowania linii przerywanych

Na jednym arkuszu powinny być stosowane linie tylko trzech grubości należące do jednej z pięciu grup podanych w tabeli 2.5. Przy dobieraniu właściwej grupy linii można kierować się wielkością (formatem) arkusza rysunkowego. Stosunek liczbowy grubości linii cienkich, grubych i bardzo grubych w każdej grupie linii wynosi 1:2:4. Oznacza to, że linia gruba powinna być dwa razy grubsza od cienkiej, a linia bardzo gruba – cztery razy.

Dla czytelności rysunku istotne jest także jednoznaczne określenie miejsca przecięcia linii. Jeśli linie są ciągłe, sprawa jest prosta. Trudniej, gdy są kreskowe lub kropkowe. Dlatego przyjęto zasadę, że linie kreskowe powinny przecinać się na kresce, wielopunktowe zaś – na kropce (rys. 2.7).

W zasadzie wszystkie linie powinny być czarne (lub białe, gdy tło jest ciemne). Stosowanie barwnych linii jest dopuszczalne tylko pod warunkiem, że znaczenie barw będzie objaśnione na rysunku.



PYTANIA I POLECENIA

1. Co na rysunkach budowlanych rysuje się ciągłymi liniami cienkimi, a co grubymi?
2. Od czego zależy grubość linii rysunkowych?
3. Ile rodzajów grubości linii można stosować na jednym rysunku?
4. Z tabeli 2.5 odczytaj, jaka grubość linii powinna być stosowana do rysowania linii grubych, a jaka do symboli graficznych na arkuszach formatu A4.
5. Czy na jednym rysunku może być stosowana dowolna liczba grubości linii?

2.5

Pismo techniczne

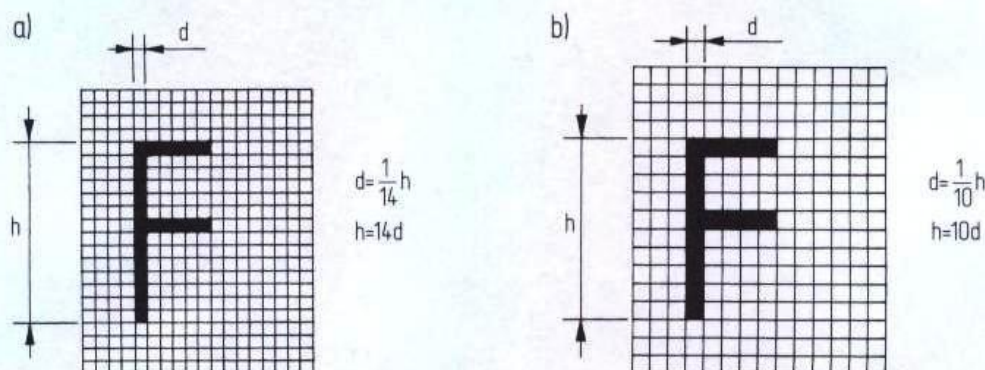
W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- dlaczego pismo do opisów rysunków zostało znormalizowane
- czym różni się pismo rodzaju A od pisma rodzaju B
- jak narysować pomocniczą siatkę do nauki pisania liter prostych i pochyłych
- jakie według normy są wymiary pisma technicznego
- jak wyglądają wzory pisma technicznego prostego i pochyłego

Na arkuszach rysunkowych w projektach oprócz samego rysunku znajdują się zwykle różnego rodzaju opisy oraz linie i liczby określające wymiary każdego elementu. Pismo (zarówno litery, jak i cyfry) powinno być tak dobrane, aby wszystkie opisy były łatwe do odczytania, ale nie zaciemniały rysunku. Dlatego rysunki techniczne powinny być opisywane pismem znormalizowanym¹. Dotyczy to zarówno pisma odręcznego lub wykonywanego za pomocą szablonów, jak też pisma komputerowego. Dla ułatwienia pracy kreślarz może posługiwać się specjalną siatką, szczególnie przydatną podczas nauki kreślenia liter.

Do ręcznego opisywania rysunków służy pismo techniczne dwóch rodzajów: A i B. W piśmie rodzaju **A** grubość linii d stanowi $1/14$ wysokości h jego wielkich liter (rys. 2.8a), natomiast w piśmie rodzaju **B** — $1/10$ tej wysokości (rys. 2.8b). Na rysunkach wykonywanych za pomocą komputera stosuje się pismo rodzajów CA oraz CB, które stanowią odpowiedniki pisma odręcznego rodzaju A i B.

Należy pamiętać, że do odręcznego opisywania rysunków zalecane jest stosowanie pisma rodzaju B. Jest to pismo o grubszej linii, dzięki czemu jest wyraźniejsze.



Rys. 2.8. Konstrukcja odręcznego pisma technicznego: a) rodzaju A, b) rodzaju B

¹ Jest to określone w PN-EN ISO 3098-0:2002 *Dokumentacja techniczna wyrobu. Pismo*.

Pismo rodzaju A i B może być zarówno proste (jak na rys. 2.8, w którego oznaczeniu stosuje się dodatkową literę V), jak i ukośne, tzn. pochylone do podstawy wiersza pod kątem 75° (rysunek oznacza się wtedy dodatkową literą S). Na przykład zbiór znaków graficznych pisma prostego rodzaju A, które są zgodne z PN-EN ISO 3098, należą do alfabetu łacińskiego i mają wielkość nominalną¹ $h = 20$ mm, jest oznaczany jako *pismo ISO 3098-AVL-20*.

Dla ułatwienia pisanie liter o właściwej grubości linii warto posługiwać się siatką pomocniczą (rys. 2.9). Oczywiście taka siatka może służyć tylko do nauki pisania.

Odpowiednie proporcje między grubością linii i wysokością liter to tylko jedna z wielu zależności obowiązujących w piśmie technicznym. Jego przejrzystość i elegancja zależą także od zachowania odpowiednich odstępów a między literami lub innymi znakami. Zgodnie z PN-EN ISO 3098-0:2002 odstęp ten jest zwykle równy podwójnej grubości linii pisma², tzn. $a = 2d$. Wszystkie te zależności przedstawiono w tabeli 2.6 i na rysunku 2.10.

Tabela 2.6. Wymiarowanie pisma technicznego rodzaju A i B (wg PN-EN ISO 3098-0:2002)

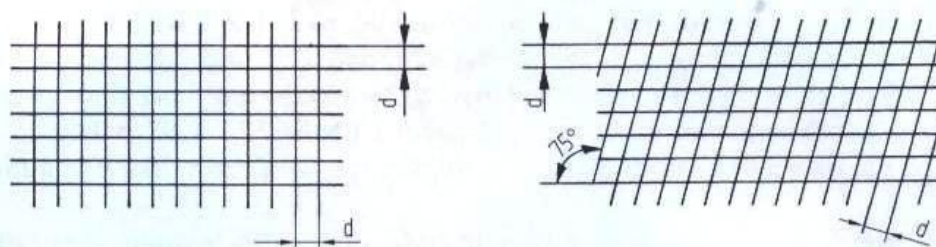
Cechy charakterystyczne pisma		Krotność wysokości h pisma	
		rodzaju A	rodzaju B
Wysokość pisma (wielkość nominalna pisma), która może wynosić 1,8, 2,5, 3,5, 5, 7, 10, 14 lub 20 mm	h	$(14/14) h$	$(10/10) h$
Wysokość liter małych	c_1	$(10/14) h$	$(7/10) h$
Wysokość części dolnych liter małych	c_2	$(4/14) h$	$(3/10) h$
Wysokość części górnych liter małych	c_3	$(4/14) h$	$(3/10) h$
Pole znaków diakrytycznych (litery wielkie)	f	$(5/14) h$	$(4/10) h$
Odstęp między znakami	a^*	$(2/14) h$	$(2/10) h$
Minimalny odstęp między kolejnymi liniami bazowymi, gdy pismo składa się z liter małych i wielkich ze znakami diakrytycznymi**	b_1	$(25/14) h$	$(19/10) h$
Minimalny odstęp między kolejnymi liniami bazowymi, gdy pismo składa się z liter małych i wielkich bez znaków diakrytycznych	b_2	$(21/14) h$	$(15/10) h$
Minimalny odstęp między kolejnymi liniami bazowymi, gdy pismo składa się tylko z wielkich liter	b_3	$(17/14) h$	$(13/10) h$
Odstęp między wyrazami	e	$(6/14) h$	$(6/10) h$
Grubość linii	d	$(1/14) h$	$(1/10) h$

* Odstępy między znakami można zmniejszyć do jednej grubości linii, tj. $a = (1/14) h = d$ w piśmie rodzaju A oraz $a = (1/10) h = d$ w piśmie rodzaju B, aby uzyskać lepszy wygląd opisu. Zalecenie to dotyczy na przykład odstępów między dwiema literami lub cyframi, których sąsiednie linie nie są równoległe (LA, TV, Tr, 17 itp.).

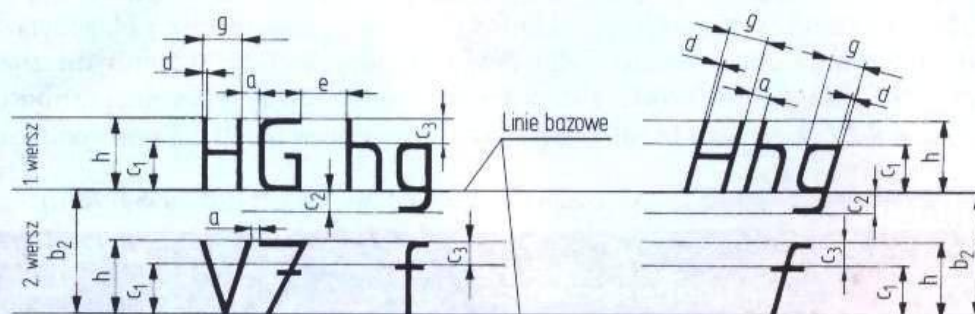
** Na przykład polskie litery: Ą, Ć, Ę, Ó, Ź, Ż.

¹ Wielkość nominalna (h) pisma – wysokość zarysu jego wielkich liter (tzw. wersalików).

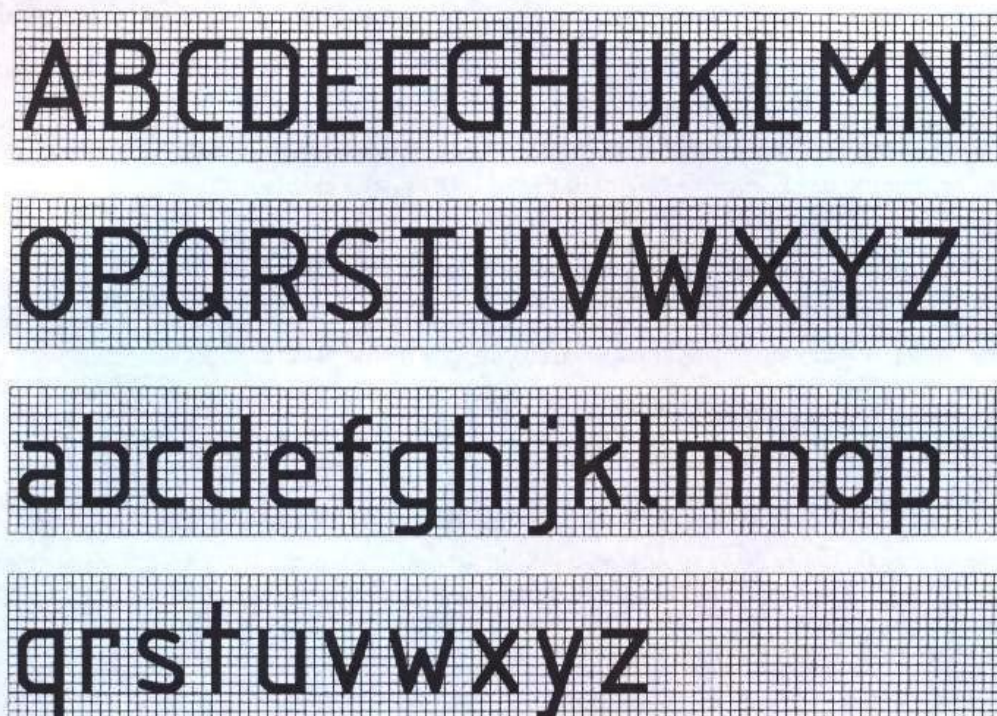
² Odstępy te są czasem zmniejszane o połowę (patrz pierwszy przypis pod tabelą 2.6).



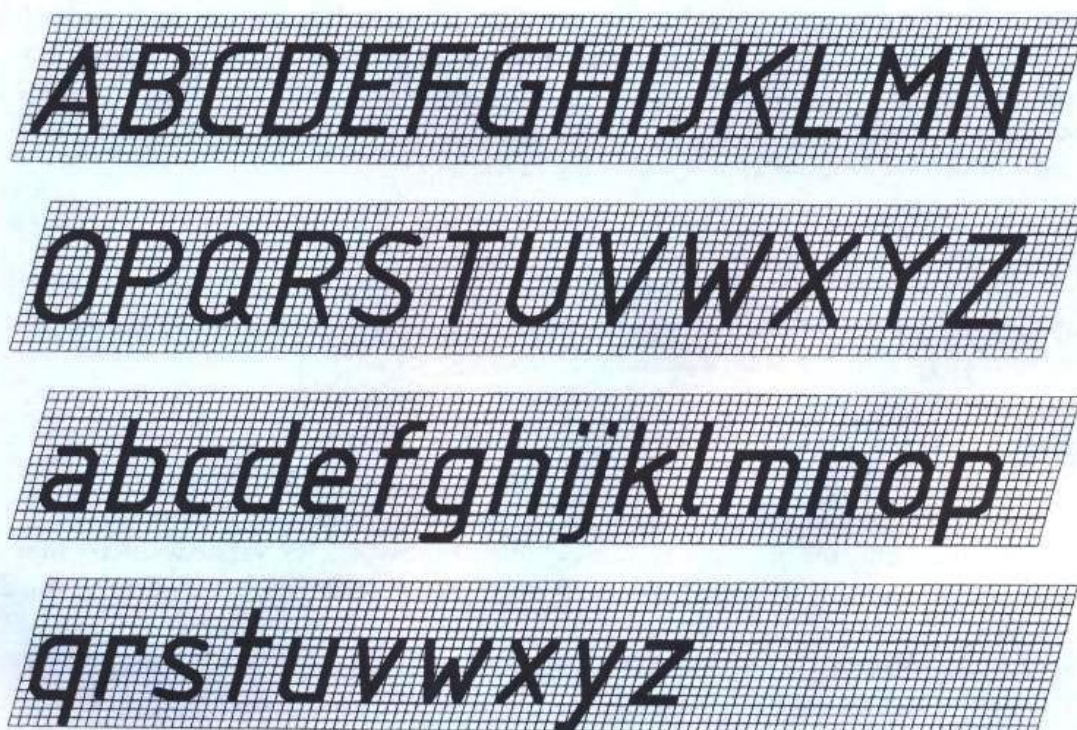
Rys. 2.9. Siatka prosta i pochyła pomocna w nauce pisma technicznego



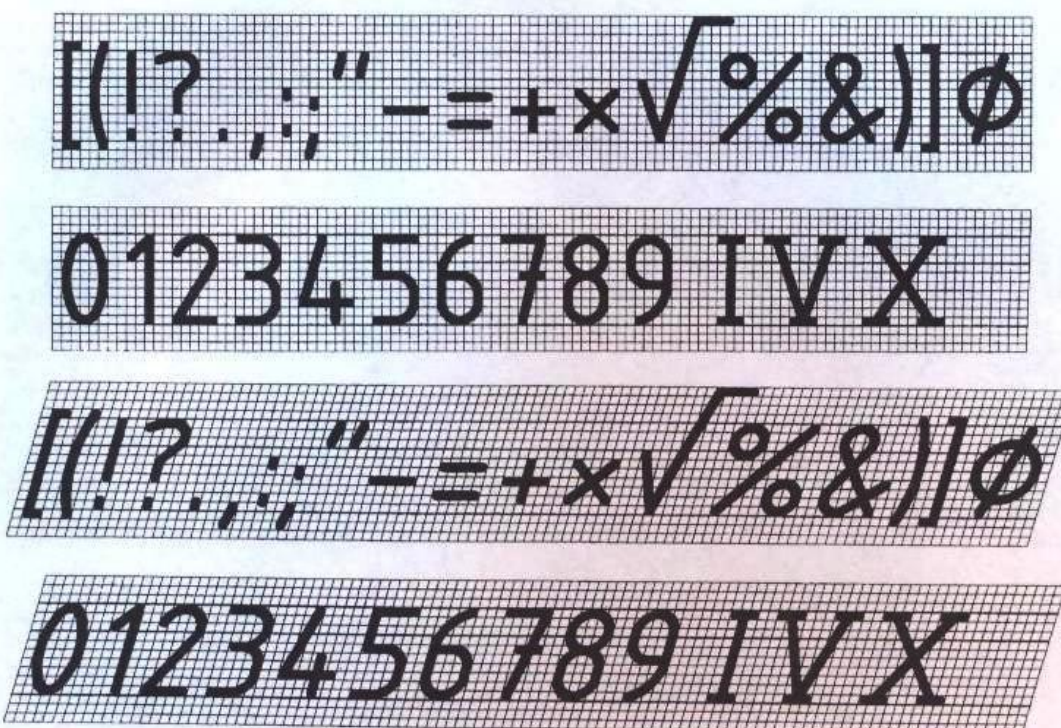
Rys. 2.10. Elementy odręcznego pisma technicznego prostego i pochylego h – wysokość pisma i jednocześnie wysokość dużych liter i cyfr, c_1 – wysokość liter małych, c_2 – wysokość części dolnych liter małych, c_3 – wysokość części górnych liter małych, d – grubość linii pisma, b_2 – minimalny odstęp między kolejnymi liniami bazowymi, gdy pismo składa się z liter małych i wielkich bez znaków diakrytycznych, g – szerokość liter, a – odstęp między znakami, e – odstęp między wyrazami



Rys. 2.11. Wzory liter odręcznego pisma technicznego rodzaju B prostego (wg PN-EN ISO 3098-0:2002)



Rys. 2.12. Wzory liter odręcznego pisma technicznego rodzaju B pochylego (wg PN-EN ISO 3098-0:2002)



Rys. 2.13. Wzory cyfr arabskich i rzymskich pisma technicznego rodzaju B prostego i pochylego (wg PN-EN ISO 3098-0:2002)

W nauce pisma technicznego bardzo pomocne są wzory liter zamieszczone w PN-EN ISO 3098-2. Ponieważ najczęściej posługujemy się pismem technicznym rodzaju B, więc na rysunkach 2.11 do 2.13 został pokazany właśnie ten rodzaj liter i cyfr. Narysowano je na siatce pomocniczej, aby ułatwić odczytanie proporcji wszystkich znaków. Odstęp między liniami siatki to oczywiście $1/10$ wysokości dużych liter.



ZWRÓĆ UWAGĘ!

Wszystkie informacje o piśmie technicznym podane w tym podrozdziale okażą się bardzo przydatne, gdy zaczniesz opisywać swoje rysunki.



PYTANIA I POLECENIA

1. Jaka jest różnica między pismem rodzaju A i pismem rodzaju B?
2. Korzystając z informacji znajdujących się w tabeli 2.6, wypisz wszystkie wymiary liter rodzaju A i B, których wysokość wynosi 7 mm. Określ także wielkość odstępu między literami oraz grubość linii.
3. Korzystając z tabeli 2.6, narysuj siatkę pomocniczą do liter prostych rodzaju B i wrysuj w nią kilka dużych i małych liter.

2.6

Podziałki rysunkowe

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- co to jest podziałka (skala) rysunkowa
- czym różni się podziałka zwiększająca od zmniejszającej i co to jest podziałka naturalna
- jakie podziałki są zalecane w rysunkach technicznych
- jakie podziałki są zwykle stosowane w rysunkach architektoniczno-budowlanych

Z pojęciem **podziałka** wszyscy zetknęliśmy się już w szkole podstawowej. Na lekcjach geografii korzysta się z map, które wykonywane są w określonej podziałce, czyli skali. Zastosowanie podziałki umożliwia zmieszczenie na mapie (lub rysunku) obrazu odwzorowywanego obszaru (lub przedmiotu). W budownictwie rysowanie w określonej podziałce oznacza zwykle konieczność proporcjonalnego zmniejszenia wszystkich wymiarów obrazu do takiej wielkości, aby rysunek zmieścił się na powierzchni arkusza, którym dysponujemy. Nie da się przecież narysować nawet niewielkiego domku jednorodzinnego lub ogródka w jego rzeczywistych wymiarach, czyli w podziałce 1:1. Dlatego konieczne jest dobranie odpowiedniej podziałki. Jakiej? Zależy to od rzeczywistej wielkości przedmiotu, oczekiwanej szczegółowości rysunku i wielkości arkusza, na którym rysujemy.

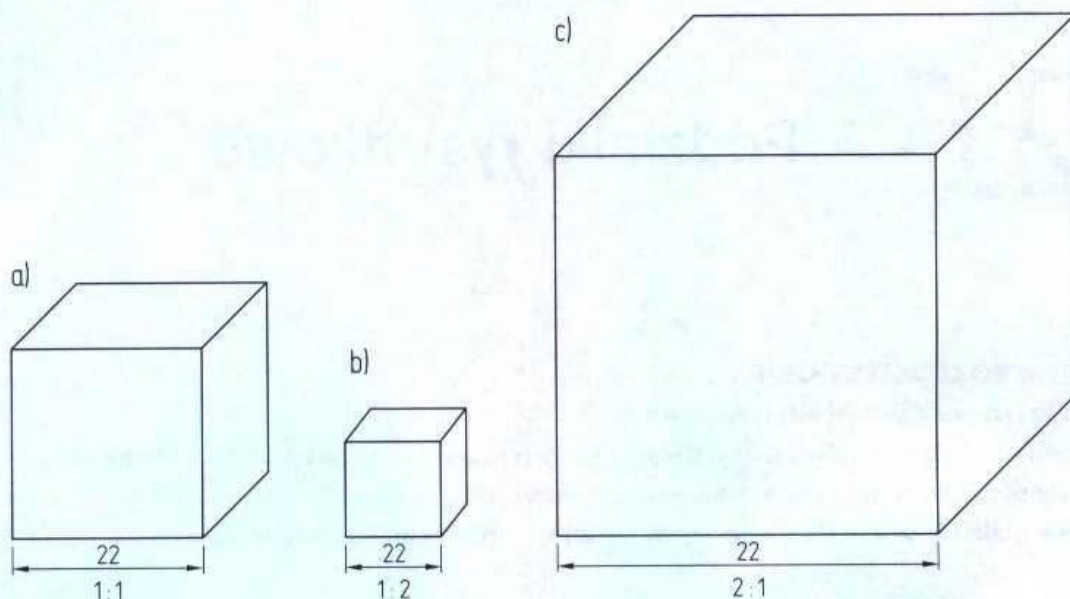
Dla przypomnienia – podziałka (skala) rysunku to stosunek liczbowy wymiarów liniowych przedstawionych na rysunku do ich wielkości rzeczywistej, zapisany w postaci ilorazu (np. 1:2, 1:10, 1:100, 1:1 lub 2:1).

Rodzaje podziałek:

- **zwiększające**, w których pierwsza liczba ilorazu jest większa od jedności (np. 2:1, 5:1, 10:1) i określa, ile razy wymiary na rysunku są większe niż w rzeczywistości (np. na rysunku w podziałce 2:1 wymiary liniowe są dwukrotnie większe niż w rzeczywistości);
- **naturalna** (tzn. 1:1), w której obraz przedmiotu ma takie same wymiary jak w rzeczywistości, czyli jest wielkości naturalnej;
- **zmniejszające**, w których druga liczba ilorazu jest większa od jedności (np. 1:2, 1:5, 1:50) i określa, ile razy wymiary na rysunku są mniejsze niż w rzeczywistości (np. na rysunku w podziałce 1:10 wszystkie wymiary liniowe są dziesięciokrotnie mniejsze niż w rzeczywistości).

Wielkość obrazu przedmiotu zależy od przyjętej skali. Przykładem może być prostopadłościan przedstawiony na rysunku 2.14 w wielkości naturalnej (1:1) oraz w dwóch różnych podziałkach: zmniejszającej i zwiększającej.

Rysunki techniczne w budownictwie wykonywane są najczęściej w podziałkach zmniejszających. Podziałkę zwiększającą stosuje się wtedy, gdy rysowane przedmioty są bardzo małe (np. w elektronice lub zegarmistrzostwie). Niektóre podziałki są łatwiejsze do stosowania (głównie wielokrotności 10), a inne trudniejsze (np. podziałka 1:88). W tabeli 2.7 podano, jakie podziałki zalecane są przy wykonywaniu rysunków technicznych.



Rys. 2.14. Rysunek prostopadłościanu w trzech różnych podziałkach: a) 1:1, b) 1:2, c) 2:1

Tabela 2.7. Podziałki zalecane przy wykonywaniu rysunków technicznych (wg PN-EN ISO 5455:1998)

Rodzaj	Zalecane podziałki*		
Podziałki zwiększające	50:1	20:1	10:1
	5:1	2:1	—
Podziałka normalna	—	—	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	1:10 000

* Podane w tabeli podziałki można uzupełnić całkowitymi wielokrotnościami 10 w górę i w dół albo (w wyjątkowych przypadkach) stosować wartości pośrednie.

Rysunki geodezyjne najczęściej wykonuje się w następujących podziałkach:

- 1:10 000 – geodezyjne plany orientacyjne,
- 1:500 – geodezyjne plany sytuacyjno-wysokościowe, stanowiące tzw. podkłady rysunków lokalizacji obiektu.

Podziałka rysunków architektoniczno-budowlanych powinna być dostosowana do specyfiki i wielkości obiektu budowlanego, jednak nie mniejsza niż:

- 1:200 – odwzorowania obiektów budowlanych, o dużych rozmiarach,
- 1:100 – obrazy innych obiektów budowlanych,
- 1:50 – rysunki wydzielonych części obiektów budowlanych podlegających przebudowie lub rozbudowie, oraz obiektów o małych rozmiarach,
- 1:20, 1:10, 1:5 (sporadycznie 1:2 lub 1:1) – szczegóły architektoniczne i konstrukcyjne.

PYTANIA I POLECENIA

1. Jak należy rozumieć, że rysunek jest wykonany w podziałce 1:20?
2. Jakie podziały rysunkowe są najczęściej stosowane w rysunkach architektoniczno-budowlanych?
3. Oblicz, jakie wymiary będzie miał budynek w rzeczywistości, jeżeli na rysunku w podziałce 1:50 jego długość wynosi 20 cm, a szerokość 16 cm.

ZAPAMIĘTAJ

Polski Komitet Normalizacyjny co roku wydaje **Katalog Polskich Norm**, w którym łatwo można odnaleźć potrzebną normę. Można też skorzystać z wyszukiwarki internetowej PKN o adresie www.pkn.pl.

Każdy arkusz rysunkowy powinien być zaopatrzony w tabliczkę tytułową, od której zaczynamy czytanie rysunku technicznego.

Na jednym arkuszu powinny być stosowane linie trzech grubości, należące do jednej z pięciu grup podanych w tabeli 2.5. W doborze właściwej grupy linii należy kierować się wielkością (formatem) arkusza rysunkowego. Stosunek liczbowy grubości linii cienkich, grubych i bardzo grubych w każdej grupie linii wynosi 1:2:4. Oznacza to, że linia gruba powinna być dwa razy grubsza od cienkiej, a linia bardzo gruba – cztery razy grubsza od cienkiej.

Do odręcznego opisywania rysunków zalecane jest stosowanie pisma rodzaju B o grubszej linii, dzięki czemu będzie wyraźniejsze.

Podziałka (skala) rysunku to stosunek liczbowy wymiarów liniowych przedstawionych na rysunku do ich wielkości rzeczywistej, zapisany w postaci ilorazu (np. 1:2, 1:10, 1:100, 1:1 lub 2:1).

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Co w symbolu poprzedzającym nazwę normy oznaczają skróty: PN, EN, ISO?
2. Czy w symbolu normy zapisany jest rok jej ustanowienia?
3. Podaj wymiary obciętego podstawowego arkusza rysunkowego A4.
4. Podaj zasady ustalania wymiarów arkuszy rysunkowych, biorąc za podstawę wymiary arkusza A4.
5. Jakie podstawowe informacje umieszczane są w tabliczce tytułowej?
6. Czy istnieje zależność między wielkością arkusza rysunkowego i grubością stosowanych linii, a jeżeli tak, to jaka?
7. Ile grubości linii rysunkowych może być stosowanych na jednym arkuszu rysunkowym?
8. Jaka jest różnica między pismem technicznym rodzaju A i rodzaju B?
9. Czy wg normy istnieje zależność między wysokością litery a grubością linii, jaką ta litera jest rysowana?
10. Wyjaśnij różnicę między podziałką zmniejszającą i zwiększającą. Podaj przykłady takich podziałek.
11. Jakie podziały są zalecane do wykonywania rysunków budowlanych? Podaj przykłady.

LITERATURA

- [1] Norma PN-EN ISO 128-20:2002 *Rysunek techniczny. Zasady ogólne przedstawiania. Część 20: Wymagania podstawowe dotyczące linii.*
- [2] Norma PN-EN ISO 5457:2002 *Dokumentacja techniczna wyrobu. Wymiary i układ arkuszy rysunkowych.*
- [3] Norma PN-ISO 9431:1994/Apl:1999 *Rysunek budowlany. Część arkusza rysunkowego przeznaczona na rysunek, tekst i tabliczkę tytułową.*
- [4] Norma PN-ISO 3098-0:2002 *Dokumentacja techniczna wyrobu. Pismo. Część 0: Zasady ogólne.*
- [5] Norma PN-EN-ISO 5455:1988 *Rysunek techniczny. Podziałki.*
- [6] Norma PN-EN-ISO 7200:2005 (U) *Dokumentacja techniczna wyrobu. Pola danych na tabliczkach rysunkowych i dokumentacyjnych.*
- [7] T. Buksiński, A. Szpecht, *Rysunek techniczny.* WSiP, Warszawa 1999.
- [8] L. Wojciechowski, *Rysunek techniczny. Seria: Dokumentacja budowlana. Cz.1.,* WSiP, Warszawa 2006.

3. Rysowanie przy użyciu przyborów

- Rysunek odręczny a rysunek techniczny
- Przybory do rysowania
- Kreślenie linii równoległych i prostopadłych
- Kreślenie kątów i figur geometrycznych
- Kreślenie krzywych
- Figura płaska a bryła

3.1

Rysunek odręczny a rysunek techniczny

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

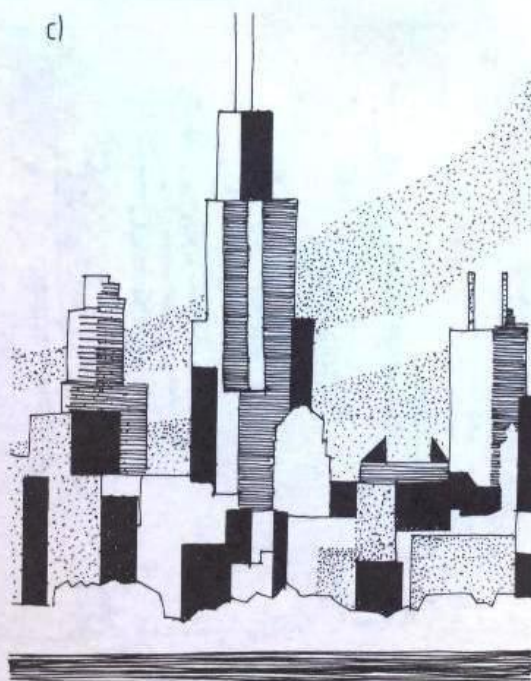
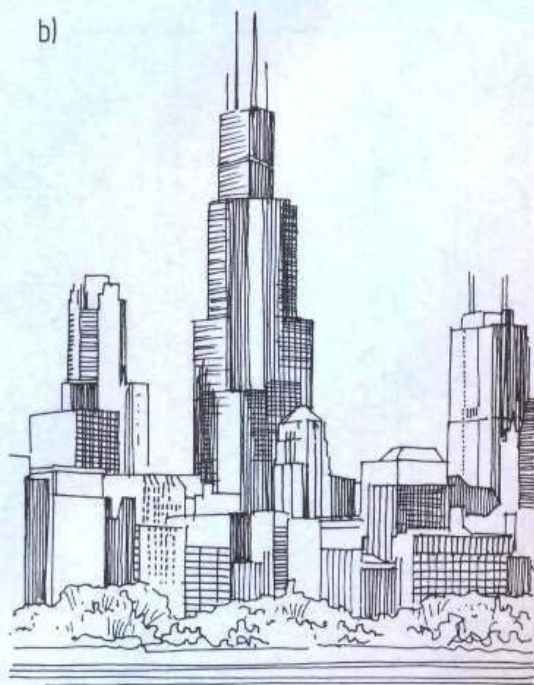
- jaka jest różnica między rysunkiem i rysunkiem technicznym
- czym różni się rysunek techniczny odręczny od rysunku wykonanego przy użyciu przyborów kreślarskich
- jak należy się przygotować do sporządzania odręcznych rysunków technicznych

Z pewnością zdajesz sobie sprawę z tego, że nie każdy rysunek jest rysunkiem technicznym. Na rysunkach technicznych przedstawia się rozwiązania techniczne w sposób zgodny z zasadami i normami opisanymi w poprzednich rozdziałach. Oczywiście na zwykłym rysunku także można pokazać jakieś rozwiązanie techniczne, jednak na jego podstawie bardzo trudno byłoby cokolwiek zbudować, gdyż brakowałoby na nim wielu istotnych informacji, które muszą być umieszczane na rysunkach technicznych. Poza tym zwykły rysunek niekoniecznie musi dokładnie odwzorowywać rzeczywistość. Dla przykładu wystarczy porównać fotografię fragmentu architektury dużego miasta (rys. 3.1a) i sporządzone na jej podstawie rysunki (rys. 3.1b i c). Rysunek 3.1 b dość wiernie oddaje rzeczywistość, ale rysunek 3.1 c jest już tylko graficznym uproszczeniem.

Drugi przykład – fotografia i rysunki staromiejskiej uliczki (rys. 3.2) – pozwala ocenić, jaki wpływ na odwzorowanie rzeczywistości ma zastosowana technika rysunku. Rysunek 3.2b, który wykonano cienkim piórkiem i tuszem, stanowi dość wierny obraz tej samej ulicy. Na rysunku 3.2c widać jedynie kontury (obrysy) elementów budynków, a linie są grubsze. Choć jest ciekawie wykonany, ma jednak sporo uproszczeń i bardziej przypomina abstrakcję.

Przykłady te świadczą o tym, że rysunki odręczne mogą być ciekawe i artystycznie wartościowe, ale nie pozwalają dokładnie określić wysokości budynków, odległości między nimi, wielkości okien i drzwi ani nie zawierają innych informacji potrzebnych wykonawcom prac budowlanych. Oczywiście rysunki artystyczne nie muszą spełniać takiego zadania, jednak w przypadku zastosowań technicznych niezbędne są rysunki techniczne, tj. wykonywane (najczęściej za pomocą specjalnych przyrządów) zgodnie z zasadami określonymi odpowiednimi normami. I właśnie podstaw wykonywania takich rysunków będziemy się teraz uczyć.

Czy rysunek techniczny może być wykonany bez użycia przyrządów, tj. odręcznie? Oczywiście, że tak – pod warunkiem jednak, że będzie wykonany bardzo starannie i z zachowaniem proporcji wymiarowych rysowanego przedmiotu. Taki rysunek nazywany jest **szkicem**. Patrząc na rysunek 3.3, można porównać sporządzony odręcznie szkic z jego odpowiednikiem – rysunkiem wykonanym przy użyciu przyrządów kreślarskich. Prosty i starannie sporządzony szkic niewiele różni się od rysunku wykonanego techniką kreślarską.

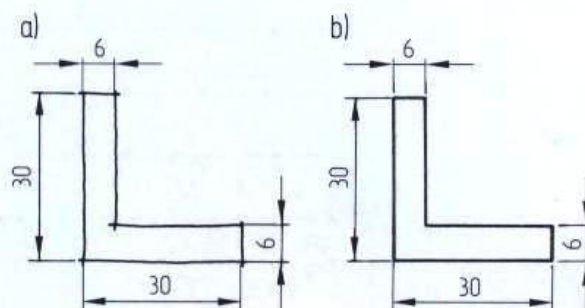


Rys. 3.1. Zabudowa wielkomiejska: a) fotografia (fot. EPA/TANNENMAURY), b) odwzorowanie rysunkowe zwykłe, c) odwzorowanie graficzne uproszczone



Rys. 3.2. Uliczka staromiejska: a) fotografia (fot. Photodisc/FPM/WSiP), b) i c) – rysunkowe odwzorowania tej fotografii

Rys. 3.3. Rodzaje rysunku technicznego: a) szkic odręczny, b) rysunek wykonany techniką kreslarską



Pamiętaj jednak o tym, że szkic wykonany niestarannie i bez zachowania proporcji jest bezwartościowy.

Rysowanie odręczne znane jest każdemu uczniowi szkoły zawodowej, był to jednak raczej rysunek artystyczny niż techniczny. Przypomnijmy sobie podstawowe zasady sporządzania rysunku odręcznego.

Trochę poćwicz

Przygotuj dwie kartki papieru formatu A4 (jedną w kratkę, drugą gładką) oraz ołówek. Wykonuj po kolei wymienione niżej ćwiczenia, najpierw na papierze w kratkę, a potem na gładkim. Jeżeli dobrze wykonałeś pierwsze ćwiczenie, przejdź do następnego. Jeśli nie, powtarzaj je tak długo, aż będzie wykonane bezbłędnie. Oczywiście wszystkie ćwiczenia trzeba wykonać odręcznie, bez użycia jakichkolwiek przyrządów. Do pomocy masz rysunek 3.4.

1. Wykreśl odcinek poziomy i podziel go na pół (na oko).
2. Narysuj najpierw jeden odcinek poziomy, a potem drugi tej samej długości.
3. Narysuj jeszcze jeden odcinek poziomy, a obok niego drugi – tym razem o połowę krótszy niż pierwszy.
4. Narysuj następny odcinek poziomy, a obok dwa równoległe do niego krótsze odcinki jednakowej długości.
5. Wykreśl dowolny kwadrat, zachowując kolejność rysowania boków pokazaną na rysunku 5.
6. Narysuj drugi kwadrat i podziel go na pół, zachowując kolejność kreślenia linii zgodną z rysunkiem 6.
7. Wykreśl kwadrat podzielony przekątnymi jak na rysunku 7. _____

Rysowanie bardziej złożonej figury (lub bryły) zaczynamy od naszkicowania cienkimi liniami jej obrysu. Po sprawdzeniu kształtu i proporcji wymiarów możemy pogrubić obrys. Grubość linii musi być dobrana odpowiednio do wielkości rysowanej figury (lub bryły). Pogrubianie obrysu wykonujemy dopiero wtedy, gdy uznamy, że rysunek jest dobrze naszkicowany i nie wymaga żadnych poprawek.

Trochę poćwicz

Sprawdź, jak sobie radzisz z rysowaniem złożonych figur płaskich. Narysuj figury takie jak na rysunku 3.5. Możesz je narysować najpierw na papierze w kratkę, a później na gładkim. Każdą figurę najpierw naszkicuj, a kiedy uznasz, że jest dobrze wykonana, pociągnij jej obrys grubszą linią. _____

3.2

Przybory do rysowania

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- czym różnią się ołówki kreślarskie i jakie są ich rodzaje
- jak powinien wyglądać prawidłowo zaostrzony ołówek
- jakie przybory służą do kreślenia tuszem
- jakie przybory służą do kreślenia linii prostych, a jakie do kreślenia krzywych
- dzięki czemu deska kreślarska pomaga w kreśleniu

Na czym powinno się sporządzać rysunki techniczne? Może to być zwykły gładki papier (maszynowy lub do kopiarek) albo brystol (wysokogatunkowy karton, zwykle używany w szkole), jednak projektanci najczęściej używają **kalki technicznej** oraz specjalnej **pół-przezroczystej folii poliestrowej**.

Rysunek techniczny wymaga dokładności (szkic nieco mniejszej) i dlatego wykonuje się go, używając odpowiednich przyborów. Czym można wykonać rysunek? Każdy oczywiście powie, że ołówkiem, ale **ołówki kreślarskie** mają różną twardość. Warto wiedzieć, jakie są ich rodzaje i właściwości oraz do czego mogą służyć (tabela 3.1).

Tabela 3.1. Oznaczenia, właściwości i zastosowanie ołówków kreślarskich [7]

Rodzaje grafitów	Stopień twardości	Właściwości	Zastosowanie
Bardzo miękkie	6B (najmiększy) 5B 4B 3B	Można nimi rysować grubą, bardzo czarną kreskę, ale są kruche, łatwo się łamią i szybko ścierają.	Do wykonywania rysunków odręcznych, szkiców koncepcyjnych i prac graficznych.
Miękkie i o umiarkowanej twardości	2B B HB F	Kreśli się nimi czarną kreskę, są praktyczne i wygodne w użyciu.	Do kreślenia i opisywania rysunków budowlanych wykonywanych na papierze.
Twarde i bardzo twarde	H 2H 3H 4H	Rysuje się nimi linie cienkie i szare. Są odporne na złamanie i ścieranie. Nie zamazują rysunku.	Do kreślenia na kalce technicznej oraz do wykonywania na papierze rysunków, które mają być później wykreślone tuszem.
Najtwardsze	5H (bardzo twardy) 6H (najtwardszy)	Można nimi kreślić linie bardzo cienkie, lecz szare.	Do specjalnych prac technicznych, litograficznych i retuszu.

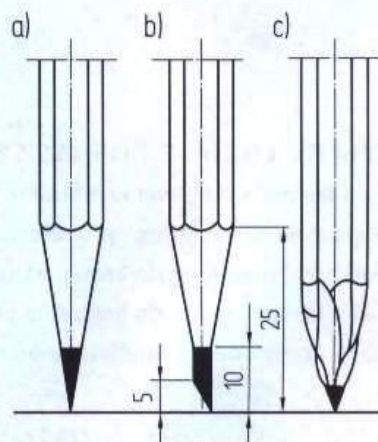
Warto zapamiętać, że ołówki oznaczone literą B są miękkie, literą H – twarde, a literami HB i F – umiarkowanie twarde.

Tradycyjne ołówki drewniane trzeba temperować i ostrzyć ich grafity (rys. 3.6), aby można było rysować nimi jednolite linie odpowiedniej grubości. Ołówki twarde mogą mieć bardziej odsłonięty grafit, bo nie grozi mu złamanie. Grafity miękkie są bardziej kruche, więc należy odsłaniać je mniej. Po zatemperowaniu ołówka grafit najlepiej zaostrić drobnoziarnistym papierem ściernym dostępnym w sklepach papierniczych.

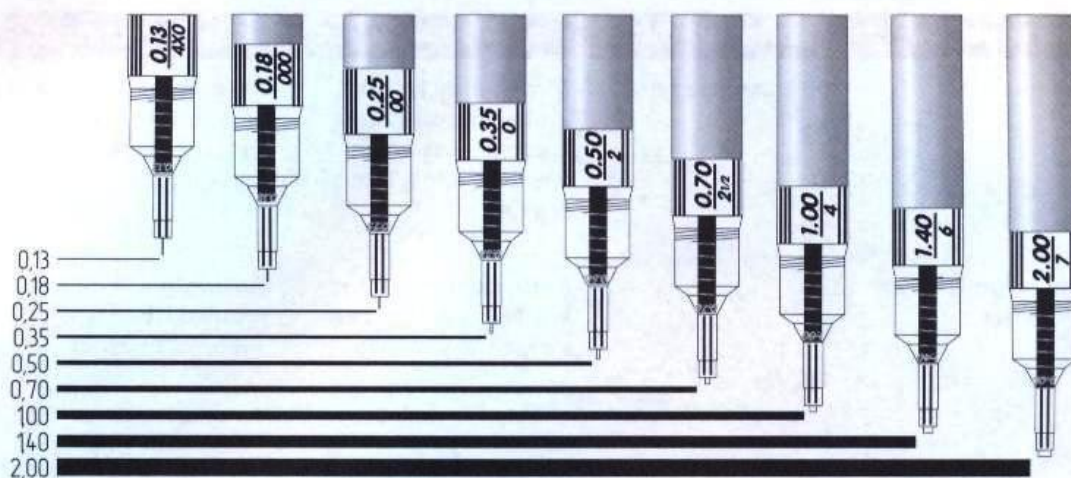
Obecnie do kreślenia zazwyczaj używa się ołówków automatycznych o wymiennych pręcikach grafitowych, najczęściej grubości 0,5 i 0,7 mm. Podczas kreślenia ołówek powinien być pochylony w kierunku rysowanej linii i lekko odchylony od liniału, przy którym kreślimy.

Powszechnie używanymi przyborami są **pisaki do kreślenia tuszem**, nazywane także **rapidografami**.

Mają one wymienne kalibrowane końcówki, umożliwiające kreślenie linii o dokładnie określonej grubości (rys. 3.7). Sprzedaje się je zwykle w zestawach. W mniejszych kompletach pisaków zazwyczaj jest tylko jedna oprawka, w którą wkręca się wymienne końcówki potrzebne do kreślenia linii o najczęściej stosowanych grubościach, a w większych – każda końcówka ma swoją oprawkę. Zestaw pisaków jest uzupełniony wkładką umożliwiającą zamocowanie pisaka w cyrku, przegubem ułatwiającym utrzymywanie pisaka w pionie podczas opisywania rysunków oraz niewielkim pojemnikiem z zapasem specjalnego tuszu kreślarskiego.



Rys. 3.6. Zaostwienie ołówka do rysowania: a), b) dobre, c) złe [7]

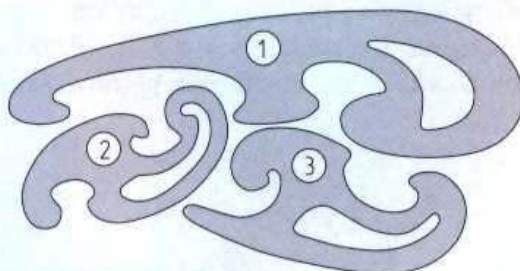


Rys. 3.7. Komplet pisaków do tuszu [3]

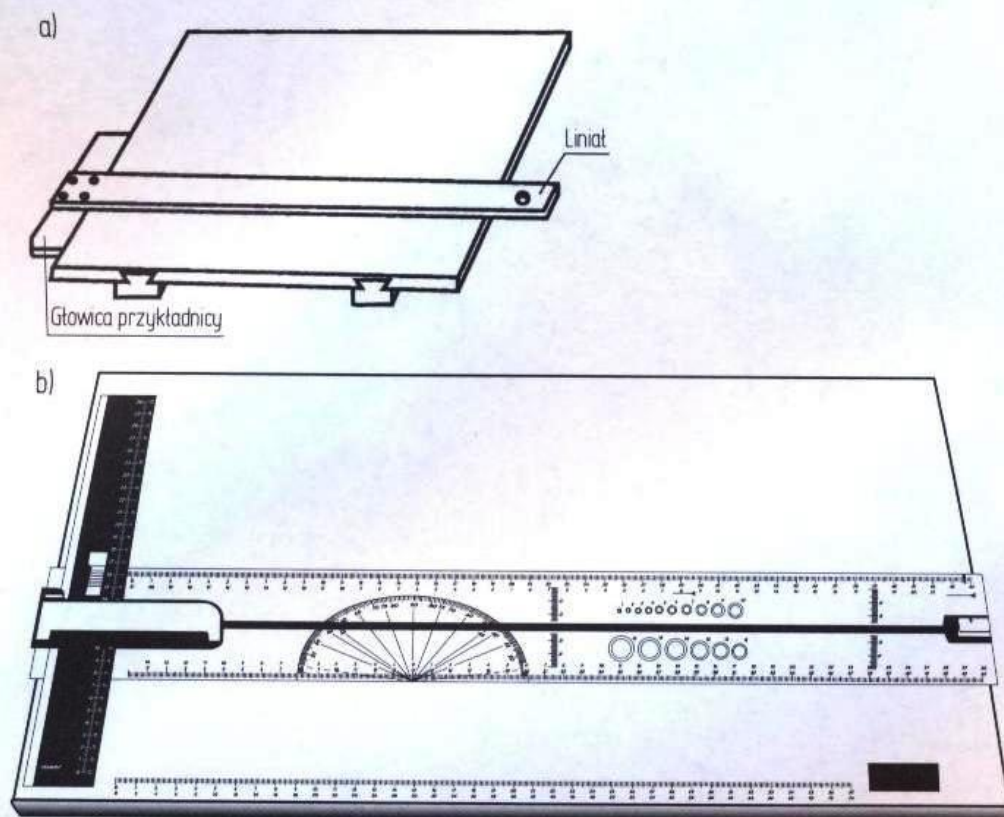
Rapidografy służą zarówno do kreślenia linii, jak i opisywania rysunków. Ponieważ końcówki pisaków są kalibrowane i mają znormalizowane średnice, kreślone nimi linie mają na całej długości jednakową, dokładnie określoną grubość. Tusz spływa ze zbiorniczka znajdującego się w oprawce cienką rurką, wewnątrz której jest „popychany” specjalną igłą-tłoczkiem. Dzięki temu nie zasycha w otworze pisaka i spływa na rysunek w ilości po-

trzebnej do wykreślenia linii. Rapidograf jest łatwy w użyciu i wymaga tylko prostopadłego trzymania w stosunku do powierzchni rysunku. W sprzedaży są też pisaki jednorazowego użytku, których po wyczerpaniu się tuszu nie można ponownie napełnić.

Ze względu na możliwość rozmazania tuszu kreślenie rozpoczyna się zawsze od góry lewej strony rysunku. Najpierw wykreśla się wszystkie linie cienkie, potem grubsze (zmieniając końcówkę pisaka), a na końcu linie wymiarowe. Dopiero wtedy rysunek można opisać. Linie krzywe rysuje się przed liniami prostymi, ponieważ łatwiej jest dopasować linię prostą do krzywej niż odwrotnie. Do wymiarowania i opisów można też używać specjalnych szablonów o różnych wysokościach liter i cyfr. Przed rozpoczęciem kreślenia tuszem trzeba najpierw wykonać rysunek cienkim ołówkiem.



Rys. 3.8. Komplet krzywików [3]



Rys. 3.9. Deska kreślarska z przykładnicą: a) tradycyjna, b) jej nowoczesna odmiana [3]

Coraz częściej rysunki sporządza się za pomocą komputera, obserwując powstający na monitorze obraz, a wydruk uzyskuje się za pomocą specjalnej drukarki, tzw. plotera. Będzie o tym mowa w rozdziale 12.

Nieodzownymi przyborami do rysowania linii prostych są różnego rodzaju **liniaty** (zwane linijkami) – **zwykłe** z podziałką centymetrową lub **specjalne** z podziałką redukcyjną o określonej skali (np. 1:50). Pomocne w rysowaniu linii prostych (szczególnie prostopadłych oraz nachylonych pod kątem 30° , 45° i 60°) są **trójkąty kreślarskie** (ekierki). Do rysowania linii krzywych służą **krzywki** (rys. 3.8).

Warunkiem dobrego wykonania rysunku technicznego jest dokładne przymocowanie brystolu, kalki albo folii do stabilnego podkładu. Najlepszym rozwiązaniem jest sporządzanie rysunków na arkuszach przymocowanych pineskami lub taśmą klejącą do **deski kreślarskiej**. Dodatkową korzyścią jest możliwość stosowania **przykładnicy**, która ułatwia rysowanie linii równoległych i prostopadłych, ponieważ jest wyposażona w specjalną poprzeczkę pozwalającą na przesuwanie jej wzdłuż krawędzi deski. Tradycyjna deska kreślarska (zwykle spotykana w szkołach) oraz jej nowsza odmiana zostały pokazane na rysunku 3.9.

PYTANIA I POLECENIA

1. Ołówki kreślarskie mają różne oznaczenia. Jak oznaczane są ołówki miękkie, a jak twarde?
2. Jakie są zalety rapidografów?
3. Do czego służą krzywki?
4. Dzięki czemu deska kreślarska ułatwia sporządzanie rysunków?

3.3

Kreślenie linii
równoległych
i prostopadłych

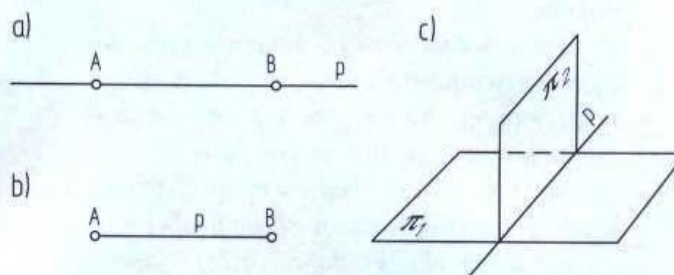
W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- co powinieneś sobie przypomnieć z geometrii
- jak kreślić linie równoległe
- jak wykreślać proste prostopadłe

Na początek warto sobie przypomnieć podstawowe wiadomości z geometrii i sprawdzić umiejętność wykreślania prostych konstrukcji geometrycznych, takich jak proste równoległe i prostopadłe, wykonywanie podziału odcinka, kąta i okręgu, kreślenie stycznych do okręgu oraz rysowanie różnych figur płaskich. Umiejętności te stanowią podstawę właściwego wykonywania rysunków technicznych.

Punkt, prosta i płaszczyzna to tzw. **pojęcia pierwotne**, których się nie definiuje. Ponieważ **punkt** nie ma wymiarów, możemy go sobie wyobrazić jako miejsce przebicia płaszczyzny przez prostą lub miejsce przecięcia się dwóch prostych. Na rysunkach oznacza się punkty wielkimi literami: A, B, C itd. (rys. 3.10).

Rys 3.10. Podstawy geometrii: a) prosta jest wyznaczana przez dwa punkty, b) odcinek to część prostej ograniczona dwoma punktami, c) prosta to przecięcie dwóch płaszczyzn



O **prostej** możemy powiedzieć, że jest nieskończenie długa i nie ma grubości, ponieważ jest zbiorem nieskończonej liczby punktów, które nie posiadają wymiarów. Wiemy też, że przez dwa dowolne punkty można przeprowadzić tylko jedną prostą; dlatego mówimy, że dwa punkty „wyznaczają” prostą. W geometrii proste oznaczają się małymi literami (np. p , l , k). Jeżeli na prostej umieścimy w dowolnym miejscu punkt A, podzielimy ją na dwie **półproste** – po lewej i po prawej stronie punktu A. Jeżeli na prostej umieścimy dwa punkty (np. A i B), ograniczoną tymi punktami część prostej możemy nazywać **odcinkiem**.

Płaszczyzna dzieli przestrzeń na dwie części, a przecięcie dwóch płaszczyzn wyznacza prostą. Prosta dzieli płaszczyznę na dwie **półpłaszczyzny**. Płaszczyzny i półpłaszczyzny oznaczają się zwykle literami alfabetu greckiego (np. α , β , π).

Kąt płaski to część płaszczyzny ograniczona dwiema półprostymi (mówimy zwykle, że są to dwa ramiona kąta), które wychodzą z jednego punktu.

Okrąg to zbiór wszystkich punktów jednakowo odległych od punktu nazywanego środkiem okręgu. Część okręgu nazywamy **łukiem**.

Koło jest fragmentem płaszczyzny ograniczonym od zewnątrz okręgiem.

Z geometrii wiemy, że dwie proste równoległe leżą w jednej płaszczyźnie i albo się pokrywają (te nas nie interesują) albo nie mają żadnych punktów wspólnych. Kreślenie prostych równoległych możemy wykonać za pomocą:

- przykładnicy na desce kreślarskiej (rysownicy),
- dwóch ekierek (trójkątów kreślarskich),
- liniału i cyrkla.

Trochę poćwicz

Wykreśl prostą równoległą do danej prostej, przechodzącą przez punkt A.

• Sposób 1. Czynności do wykonania:

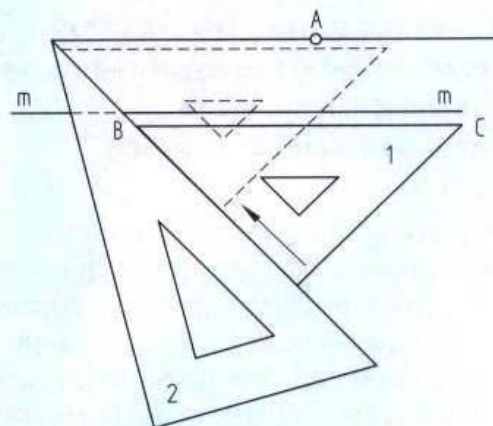
- przypnij arkusz papieru rysunkowego do rysownicy;
- przyłóż przykładnicę do boku rysownicy i w dowolnym miejscu narysuj prostą;
- w dowolnym miejscu nad prostą zaznacz punkt i oznacz go literą A;
- przesun przykładnicę tak, aby jej krawędź pokrywała się z punktem A;
- narysuj prostą przechodzącą przez punkt A.

• Sposób 2. Czynności:

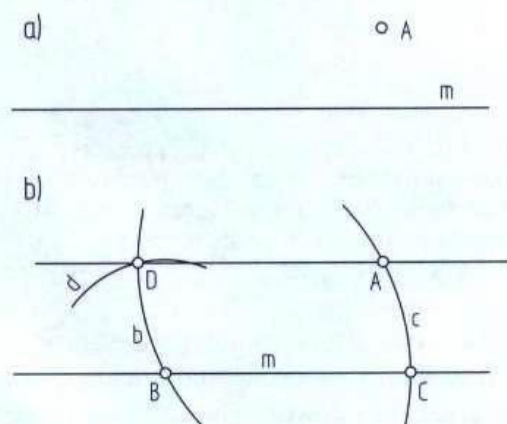
- weź dwie ekierki – mogą być różne lub jednakowe;
- używając jednej z nich, narysuj w dowolnym miejscu prostą i oznacz ją literą m;
- w dowolnym miejscu poza prostą m zaznacz punkt A (spójrz na rys. 3.11);
- przyłóż pierwszą ekierkę (na rysunku oznaczoną cyfrą 1) krawędzią BC do prostej m;
- do pierwszej ekierki dołóż drugą ekierkę i przytrzymaj ją;
- pierwszą ekierkę przesun wzdłuż drugiej tak, aby wykreślana wzdłuż krawędzi BC prosta przeszła przez punkt A.

• Sposób 3. Czynności:

- wykreśl prostą m i zaznacz punkt A (rys. 3.12);
- postaw ostrze cyrkla w punkcie A i dowolnym promieniem zakresł łuk b;
- punkt przecięcia z prostą m oznacz literą B;
- postaw ostrze cyrkla w punkcie B i tym samym promieniem co poprzednio zakresł łuk c do przecięcia z prostą m; punkt przecięcia oznacz literą C;
- postaw ostrze cyrkla w punkcie B i zakresł łuk d o promieniu równym odcinkowi AC do przecięcia z łukiem b;
- punkt przecięcia łuków b i d oznacz jako D;
- przez punkty A i D wykreśl prostą; będzie ona równoległa do prostej m.



Rys. 3.11. Kreślenie prostych równoległych za pomocą dwóch ekierek [6]



Rys. 3.12. Kreślenie prostej równoległej za pomocą liniału i cyrkla: a) dane, b) wykonane ćwiczenie [4]

Proste prostopadłe to linie proste przecinające się pod kątem prostym, czyli równym 90° . W zależności od położenia punktu, przez który mamy przeprowadzić prostą prostopadłą, istnieje kilka sposobów kreślenia.

Trochę poćwicz

ZADANIE 1

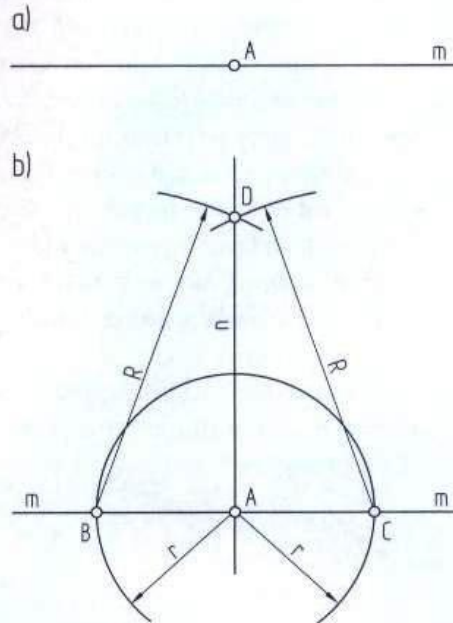
Narysuj prostą prostopadłą do danej prostej m , przecinającą ją w punkcie A (rys. 3.13a).

• Sposób 1. Czynności:

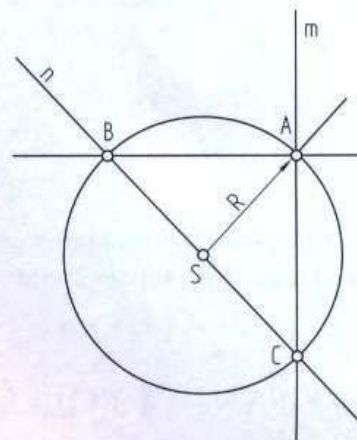
- postaw ostrze cyrkla w punkcie A i dowolnym promieniem r zakresł okrąg (lub część okręgu) tak, aby przecinał prostą m w dwóch punktach; punkty te oznacz jako B i C ;
- postaw ostrze cyrkla w punkcie B i zakresł łuk o promieniu R większym od promienia r ;
- postępując w ten sam sposób, z punktu C zakresł łuk o promieniu R ;
- punkt przecięcia obu łuków o promieniu R oznacz literą D ;
- przez punkty A i D poprowadź prostą i oznacz ją literą n ;
- prosta n jest prostopadła do prostej m i przechodzi przez punkt A .

• Sposób 2. Czynności:

- z dowolnego punktu S leżącego poza prostą m zakresł okrąg o promieniu równym odległości między punktami A i S , czyli $R = AS$ (rys. 3.14);
- punkt przecięcia okręgu z prostą m oznacz jako C ;
- przez punkty S i C przeprowadź pomocniczą prostą n ;
- punkt przecięcia prostej n z okręgiem oznacz jako B ;
- przez punkty A i B wykreśl prostą, która stanowi rozwiązanie tego zadania, gdyż jest prostopadła do prostej m i przechodzi przez punkt A .



Rys. 3.13. Kreślenie prostej prostopadłej za pomocą cyrkla i liniału sposobem pierwszym: a) dane, b) wykonane ćwiczenie [6]

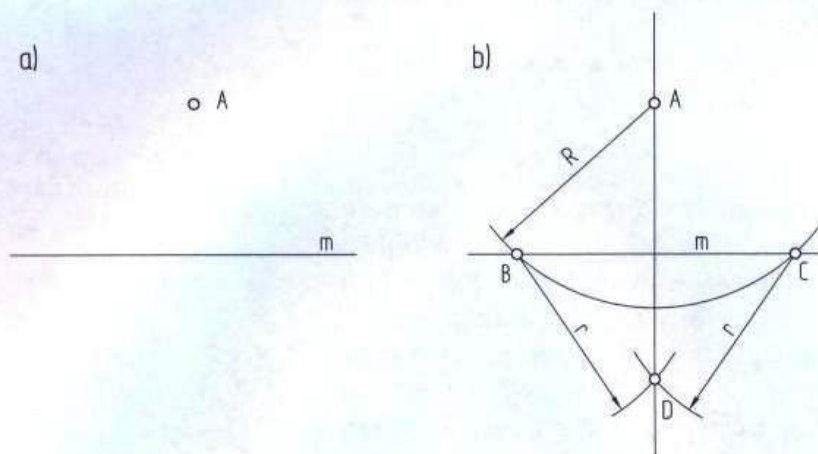


Rys. 3.14. Kreślenie prostej prostopadłej sposobem drugim [4]

ZADANIE 2

Poprowadź prostą prostopadłą do danej prostej m , przechodzącą przez punkt A , który nie znajduje się na prostej m .

- Sposób 1 – przy użyciu liniału i cyrkla. Czynności:
 - postaw nóżkę cyrkla w punkcie A i narysuj łuk o takim promieniu R , aby przecinał prostą m w dwóch punktach, po czym oznacz je jako B i C (rys. 3.15);
 - z punktów B i C zakresł przecinające się łuki o takim samym promieniu r ;
 - punkt przecięcia się łuków o promieniu r oznacz jako D ;
 - przez punkty A i D poprowadź prostą, która stanowi rozwiązanie tego zadania, gdyż jest prostopadła do prostej m i przechodzi przez punkt A .
- Sposób 2 – przy użyciu liniału i ekierki. Czynności:
 - wykreśl wyjściową prostą m i zaznacz obok niej dowolny punkt A ;
 - ułóż liniał w taki sposób, aby jego krawędź pokrywała się z prostą m , po czym przyciśnij go lekko do arkusza, żeby nie mógł się przesunąć; drugą dłonią weź ekierkę i przyłóż ją przyprostokątną (jednym z dwu krótszych boków) do przytrzymywanego na arkuszu liniału;
 - przesun ekierkę wzdłuż liniału tak, aby krawędź drugiej przyprostokątnej przechodziła przez punkt A ;
 - wykreśl fragment prostej przechodzącej przez punkt A , a potem przedłuż ją do prostej m ;
 - otrzymana prosta jest prostopadła do prostej m i przechodzi przez punkt A , który nie leży na prostej m .



Rys. 3.15. Wykreślanie linii prostopadłej do prostej m przechodzącej przez punkt A leżący poza prostą m : a) dane, b) wykonane ćwiczenie [6]



PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij pojęcia: punkt, prosta, półprosta i odcinek.
2. Kreślenie linii równoległych i prostopadłych nie jest trudne. Wykonaj ćwiczenia ze strony 68, 69 i 70.

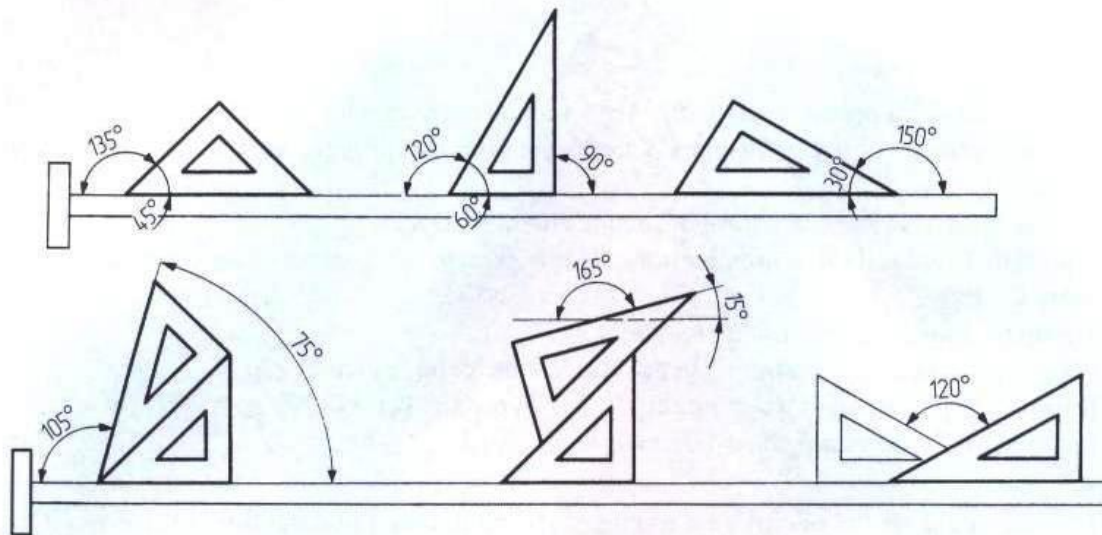
3.4

Kreślenie kątów
i figur geometrycznych**W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:**

- jak korzystać z ekierki przy kreśleniu niektórych kątów
- w jaki sposób przenosić kąty
- jak geometrycznie dzielić kąty
- jak podzielić odcinek na równe części
- co powinieneś wiedzieć o geometrycznych figurach płaskich
- jak wyznaczyć środek okręgu lub koła
- jak wykreślać figury płaskie, mając podane długości boków i kąty między nimi
- jak konstruować wieloboki foremne

W rysunku technicznym niektóre kąty (30° , 45° , 60° , 75° , 90° , 120° , 150° , a także 15° , 105° i 165°) można narysować bez pomocy kątomierza, używając jedynie przykładnicy oraz jednej lub dwóch ekierek (trójkątów kreślarskich). Jak to się robi? Spójrz na rysunek 3.16.

Niekiedy na rysunku trzeba przenieść jakiś kąt w inne miejsce w taki sposób, aby jego rozwarcie pozostało niezmienione. Nauczysz się to robić, jeśli wykonasz poniższe ćwiczenie.

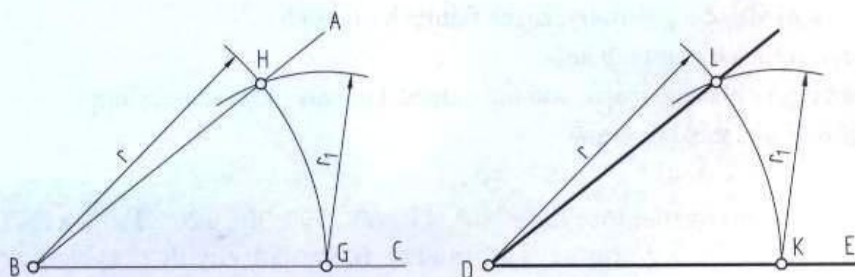


Rys. 3.16. Wykreślanie kątów za pomocą przykładnicy i ekierki [2]

Trochę poćwicz

Kąt ABC przenieś w taki sposób, aby jego wierzchołek znajdował się w punkcie D leżącym na tej samej prostej co ramię BC (rys. 3.17). Czynności:

- narysuj dowolny kąt ABC ;
- przedłuż prostą przechodzącą przez ramię BC i zaznacz na niej punkt D w dowolnym miejscu;
- z wierzchołka B cyrklem zakresł łuk o dowolnym promieniu r tak, aby przecinał oba ramiona kąta;
- punkty przecięcia tego łuku i ramion kąta ABC oznacz literami G i H ;
- z punktu D zakresł łuk o tym samym promieniu r ;
- miejsce przecięcia łuku z prostą DE oznacz literą K ;
- z punktu K zakresł łuk o promieniu $r_1 = GH$;
- punkt przecięcia łuku r_1 i r oznacz literą L ;
- kiedy połączysz punkty D i L , otrzymasz kąt KDL równy kątowi ABC .



Rys. 3.17. Przenoszenie dowolnego kąta: a) kąt do przeniesienia, b) wykonane ćwiczenie [2]

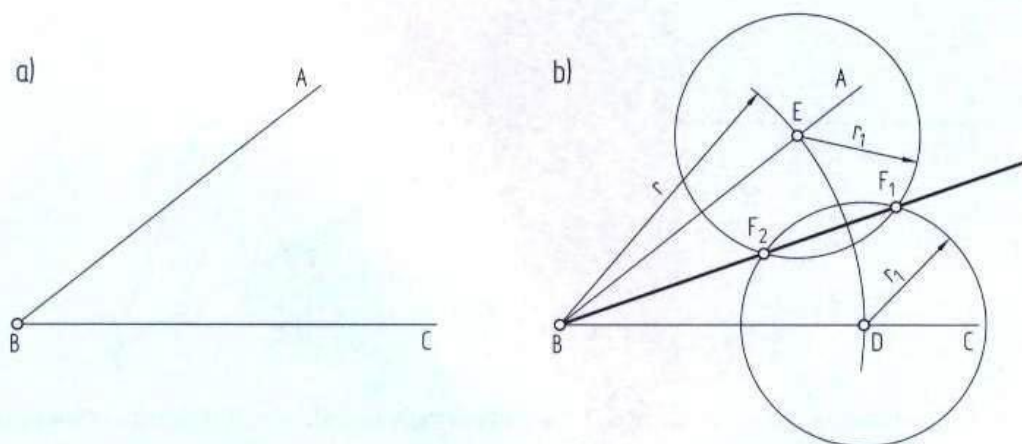
W czasie rysowania może się okazać, że trzeba podzielić jakiś kąt na dwie równe części. Jak to zrobić, używając ołówka, cyrkla i linijki, dowiesz się z kolejnego ćwiczenia.

Trochę poćwicz

Kąt ABC podziel na połowy (rys. 3.18). Aby wykonać to ćwiczenie:

- z wierzchołka B zakresł cyrklem łuk o dowolnym promieniu r przecinający oba ramiona kąta ABC ;
- punkty przecięcia ramion kąta ABC oznacz literami D i E ;
- z punktu D zakresł łuk o promieniu r_1 nieco większym niż połowa odległości między punktami D i E ;
- z punktu E także zakresł łuk o promieniu r_1 ;
- łuki o promieniach r_1 przetną się w punktach, które oznacz jako F_1 i F_2 ;
- półprostą poprowadzoną przez punkty B , F_2 i F_1 podziel kąt ABC na połowy;
- taką półprostą nazywamy dwusieczną kąta.

Podzielenie jakiegoś odcinka na równe części za pomocą podziałki na linijce wcale nie jest łatwe. Najpierw trzeba dokładnie zmierzyć jego długość, potem wykonać dzielenie arytmetyczne, a następnie odmierzyć poszczególne części. Jeśli w wyniku dzielenia otrzymamy część milimetra, odmierzenie takiej wartości będzie na pewno niedokładne i dlatego lepszą metodą jest zastosowanie odpowiedniej konstrukcji geometrycznej. Najprostszy przypadek to podział odcinka na dwie równe części.

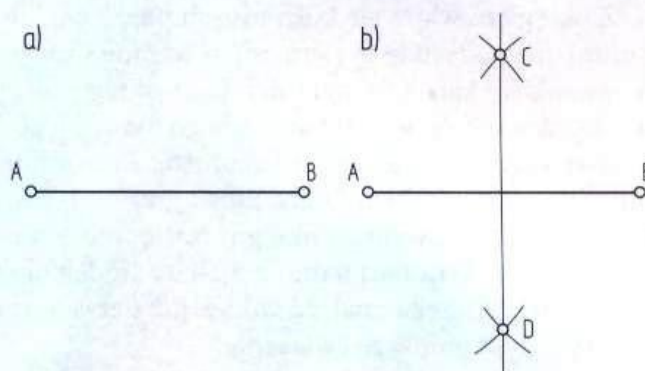


Rys. 3.18. Podział kąta na połowy: a) kąt do podziału, b) wykonane ćwiczenie

Trochę poćwicz

Podziel odcinek AB na dwie równe części (rys. 3.19). Czynności:

- z punktu A po obu stronach odcinka zakresł łuki o promieniu r większym od połowy odcinka AB;
- z punktu B zakresł łuki o tym samym promieniu r na tyle długim, by przecięły się po obu stronach odcinka AB;
- punkty przecięcia łuków oznacz literami C i D;
- połącz punkty C i D prostą – podzieli ona odcinek AB na dwie równe części; prostą CD nazywamy symetralną odcinka.



Rys. 3.19. Podział odcinka na dwie równe części: a) odcinek do podziału, b) wykonane ćwiczenie

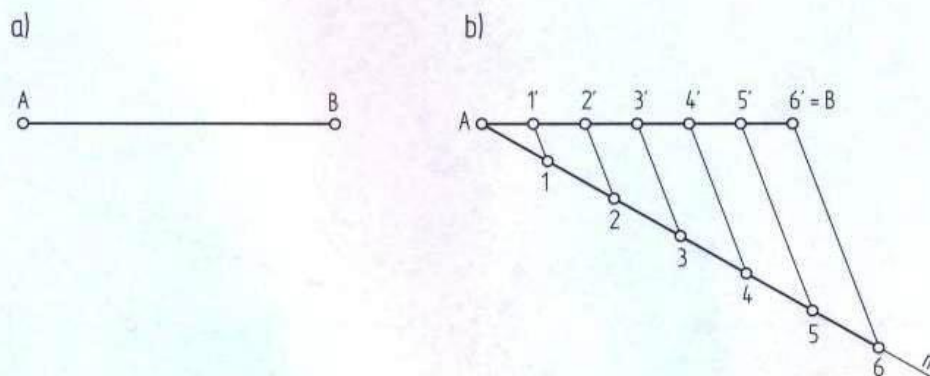
Podzielenie odcinka na więcej niż dwie równe części wymaga nieco innej konstrukcji geometrycznej. Zastosujemy tu twierdzenie Talesa¹.

Trochę poćwicz

Podziel odcinek AB na sześć równych części. Czynności:

- z punktu A poprowadź półprostą m ;
- od punktu A odmierz cyrklem na półprostej m sześć równych odcinków (rys. 3.20), a ich końce oznacz kolejnymi cyframi od 1 do 6;

¹ Twierdzenie Talesa: Jeżeli ramiona kąta przetniemy kilkoma prostymi równoległymi, stosunek długości dowolnych dwóch odcinków utworzonych na jednym z ramion będzie równy stosunkowi długości odpowiednich odcinków utworzonych na drugim ramieniu.



Rys. 3.20. Podział odcinka na sześć równych części: a) odcinek do podziału, b) wykonane ćwiczenie [4]

- połącz punkt 6 z punktem B;
- przez punkty od 1 do 5 poprowadź proste równoległe do prostej B-6, używając dwóch ekierok (trójkątów kreślarskich);
- wykreślone proste podzielą odcinek AB na sześć równych części.

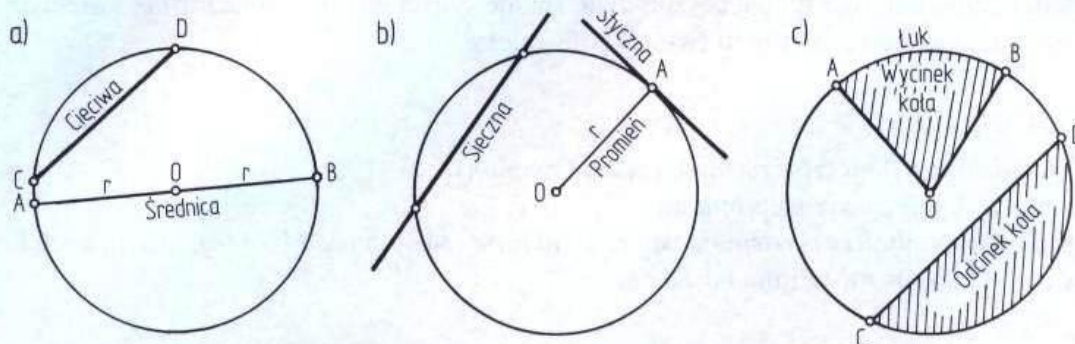
Na pewno pamiętasz z lekcji geometrii, że podstawowe figury geometryczne to okręgi, trójkąty, czworokąty (a więc także kwadraty, prostokąty, równoległoboki, romby i trapezy) oraz wielokąty foremne (np. pięcio-, sześćo- i ośmiokąty).

Różnica między okręgiem a kołem polega na tym, że **okrąg** jest zbiorem punktów jednakowo oddalonych od jednego punktu zwanego środkiem okręgu, natomiast **koło** to część płaszczyzny wydzielona okręgiem, czyli zbiór punktów, których odległość od punktu zwanego środkiem koła jest mniejsza lub równa długości danego odcinka (promienia).

Z okręgiem wiąże się kilka innych pojęć: **średnica**, **cięciwa**, **sieczna** i **styczna**. Dla przypomnienia wszystkie te elementy pokazane są na rysunku 3.21. Część koła nazywamy:

- **wycinkiem koła**, jeśli ograniczają go okrąg i dwa promienie tego okręgu,
- **odcinkiem koła**, jeśli ograniczają go okrąg i jego cięciwa.

Rysowanie okręgu jest bardzo proste. Zaznaczamy jego środek, po czym tak rozsuwamy ramiona cyrkla, aby ich końce (igła i grafit lub końcówka z tuszem) miały rozstaw równy promieniowi rysowanego okręgu. Następnie – nie zmieniając rozstawu ramion cyrkla – wbijamy igłę, kończącą jedno z nich, w środek okręgu, a drugim zataczamy koło. Zdarza się jednak, że trzeba znaleźć środek już narysowanego okręgu. Jak to zrobić, dowiesz się, gdy wykonasz poniższe ćwiczenie.



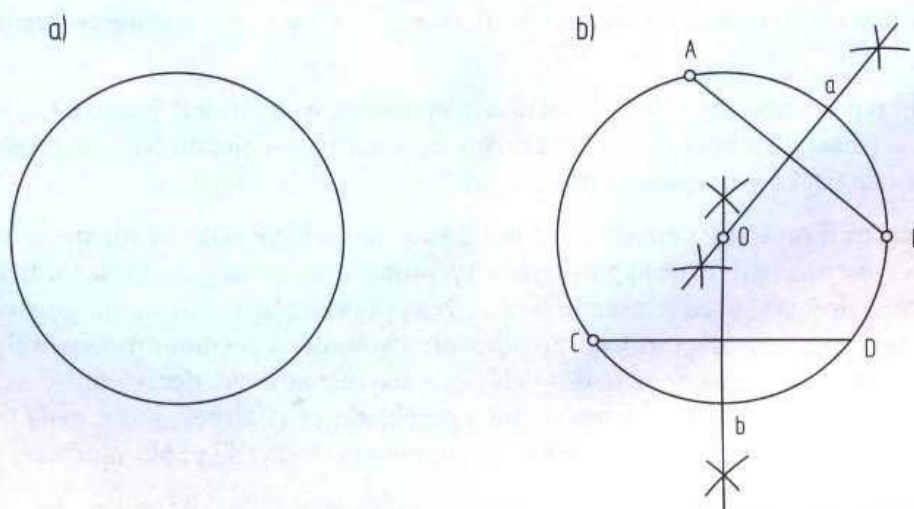
Rys. 3.21. Elementy: a) okręgu, b) okręgu, c) koła

Trochę poćwicz

Wyznacz środek danego okręgu (rys. 3.22).

Czynności:

- narysuj okrąg bez użycia cyrkla, na przykład obrysuj spodek lub płytę kompaktową;
- narysuj dwie dowolne nierównoległe względem siebie cięciwy;
- oznacz miejsca przecięcia cięciw z okręgiem literami A, B, C, D;
- znany już sposobem (jeszcze raz spójrz na rys. 3.19) narysuj symetralne cięciw AB i CD, po czym oznacz je literami a i b;
- punkt przecięcia symetralnych a i b oznacz literą O – będzie to poszukiwany środek okręgu.

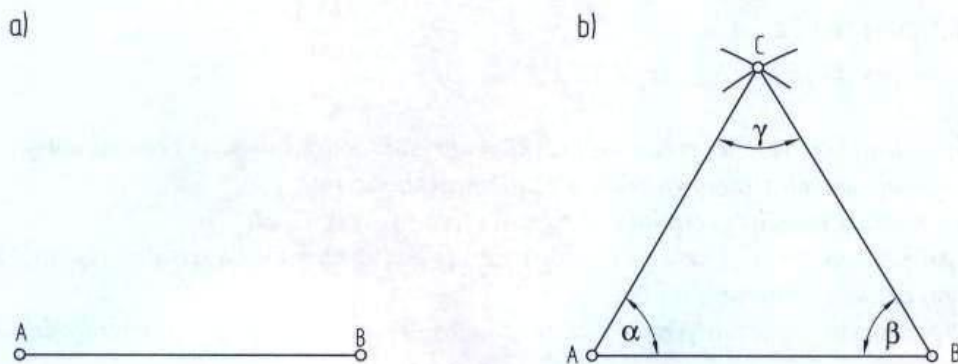


Rys. 3.22. Wyznaczanie środka okręgu: a) dane, b) wykonane ćwiczenie [4]

Każdy **trójkąt** składa się z trzech boków. Dowolny trójkąt jest łatwy do narysowania. Nieco trudniej narysować **trójkąt równoboczny**, tj. taki, który ma wszystkie boki jednakowej długości. W trójkącie równobocznym wszystkie kąty także są jednakowe – mają po 60° , gdyż suma kątów w każdym trójkącie wynosi 180° . Jak narysować taki trójkąt, mając daną długość jego boku? Dowiesz się tego, jeśli wykonasz poniższe ćwiczenie.

Trochę poćwicz

- Narysuj trójkąt równoboczny o danym boku AB (rys. 3.23).
- Czynności:
- z punktów A i B zakresł cyrklem łuki o promieniu równym odcinkowi AB;
- punkt przecięcia się łuków oznacz literą C;
- po połączeniu punktu C z punktami A i B otrzymasz trójkąt równoboczny;
- kąty CAB, CBA i ACB oznacz kolejno literami greckimi α , β , γ .



Rys. 3.23. Rysowanie trójkąta równobocznego: a) dany bok trójkąta, b) wykonane ćwiczenie [4]

Warto przypomnieć, że oprócz trójkątów równobocznych istnieją jeszcze **trójkąty równoramienne** (mają dwa boki równe) oraz **trójkąty prostokątne** (jeden kąt jest prosty, tj. ma 90°). Pozostałe trójkąty nazywamy dowolnymi.

Prostokąt to figura geometryczna, której dwa przeciwległe boki są równe, a wszystkie kąty proste. Jest ona najczęściej spotykana w rysunkach budowlanych. Bryła budynku to na ogół prostopadłościan, więc wszystkie jej ściany są prostokątami. Kreślenie prostokąta jest bardzo łatwe: rysujemy dwie proste prostopadłe (według wcześniej omówionych zasad), a następnie dwie inne równoległe do nich linie, usytuowane w odpowiedniej odległości. Znacznym ułatwieniem jest tu korzystanie z przykładnicy i ekierki, które mają jeden kąt prosty. Specyficznym prostokątem jest **kwadrat**, którego wszystkie boki są równe.

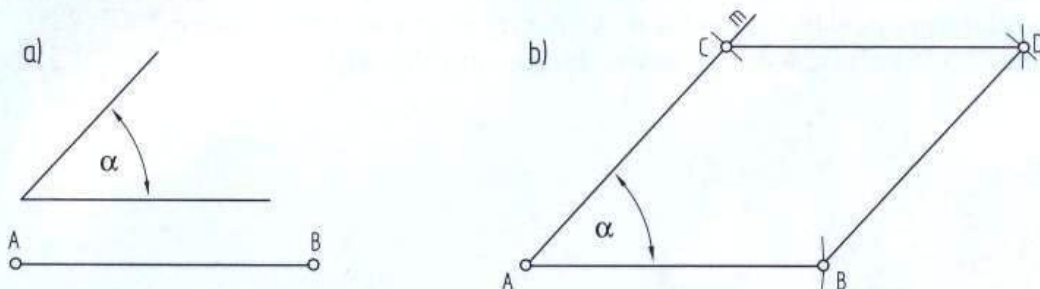
Romb ma wszystkie boki równe, ale jego kąty nie są proste, co odróżnia go od kwadratu. Mając dany kąt i długość boku, można wykreślić romb, używając jedynie cyrkla i liniału. Nie jest to skomplikowana konstrukcja, więc łatwo ją wykonać.

Trochę poćwicz

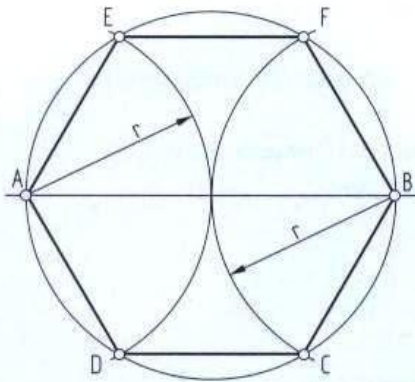
Używając cyrkla i liniału, wykreśl romb o podanym kącie α i boku AB (rys. 3.24).

Czynności:

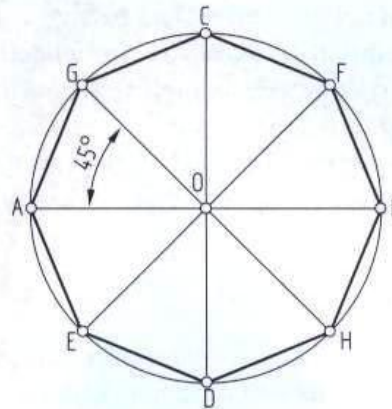
- narysuj odcinek AB i w punkcie A odmierź kąt α ;
- z punktu A narysuj półprostą m będącą ramieniem kąta α ;
- z punktu A zakresł łuk o promieniu AB;
- punkt przecięcia łuku z półprostą m oznacz literą C;
- z punktów B i C zakresł łuki o promieniu AB;
- punkt przecięcia łuków oznacz literą D;
- kiedy połączysz punkty C z D oraz B z D, otrzymasz romb.



Rys. 3.24. Wykreślanie rombu o podanym kącie i długości boku: a) dane, b) wykonane ćwiczenie [4]

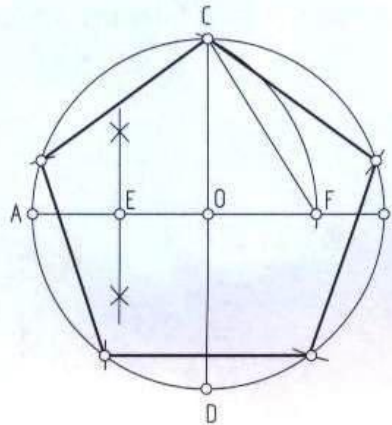


Rys. 3.25. Konstruowanie sześciokąta foremnego wpisanego w okrąg o promieniu r



Rys. 3.26. Konstruowanie ośmiokąta foremnego wpisanego w okrąg o promieniu r

W nieco bardziej skomplikowany sposób wykreśla się **wielokąt foremny**, tj. o wszystkich bokach równych. W budownictwie taki kształt mogą mieć na przykład przekroje kolumn. Punktem wyjścia do wykonania rysunku wielokąta foremnego jest zawsze okrąg. Najprostszą jest konstrukcja **sześciokąta foremnego** (rys. 3.25). Najpierw trzeba narysować okrąg o danym promieniu r i jego średnicę, a potem zaznaczyć na okręgu jej końce (na rys. 3.25 są to punkty A i B). Z tych punktów zakresła się półkola o promieniu r . Punkty przecięcia łuków z okręgiem wyznaczają wierzchołki sześciokąta (na rysunku oznaczone literami C, D, E, F). Po połączeniu odcinkami kolejnych wierzchołków otrzymuje się rysunek sześciokąta foremnego o boku równym (w przybliżeniu) promieniowi okręgu r . W podobny sposób można narysować **ośmiokąt foremny**. Tu także podstawą konstrukcji geometrycznej jest okrąg (rys. 3.26). Należy podzielić go średnicą (na rysunku oznaczoną jako AB) na dwie części, a następnie drugą (CD), prostopadłą do pierwszej, na cztery równe części. Potem rysuje się dwie kolejne średnice (na rysunku oznaczone jako EF i GH), które powinny być nachylone pod kątem 45° do wcześniej wykreślonych średnic. W tym celu wystarczy narysować dwusieczne kątów AOC i AOD (jeśli nie pamiętasz, jak to zrobić, jeszcze raz spójrz na rys. 3.18). Łącząc kolejno odcinkami osiem punktów, leżących na obwodzie okręgu w miejscach przecięcia go czterema średnicami, otrzymuje się rysunek ośmiokąta foremnego AGCFBHDE. Bardziej skomplikowane jest wykreślenie **pięciokąta foremnego**.



Rys. 3.27. Konstruowanie pięciokąta foremnego wpisanego w okrąg o promieniu r

Trochę poćwicz

Wykreśl pięciokąt foremny wpisany w okrąg o danym promieniu r (rys. 3.27).

Czynności:

- narysuj okrąg o promieniu r ;
- narysuj średnicę AB i prostopadłą do niej średnicę CD;

- podziel promień AO na połowy, a punkt podziału oznacz literą E ;
- z punktu E zakresł łuk o promieniu równym EC ;
- miejsce przecięcia łuku ze średnicą AB oznacz literą F ; odcinek CF będzie miał długość jednego boku pięciokąta;
- od punktu C obwód okręgu przetnij łukami o promieniu równym odcinkowi CF ;
- po połączeniu powstałych punktów otrzymasz pięciokąt foremny.



PYTANIA I POLECENIA

1. Korzystając z dwóch różnych ekierok, narysuj kąt 75° .
2. W jaki sposób można przenosić kąty? Wykonaj ćwiczenie ze strony 72.
3. W jaki sposób dzieli się odcinek na dwie równe części? Wykonaj ćwiczenie ze strony 73.
4. Wykonaj ćwiczenia ze strony 74 (podział odcinka), 75 (wyznaczanie środka okręgu), 75 i 76 (wykreślanie trójkąta równobocznego i rombu). Dzięki temu utrwalisz sobie zasady rysowania figur znane z geometrii.
5. Wykreśl pięciokąt foremny, korzystając z odpowiedzi w ćwiczeniu ze strony 79.

3.5

Kreślenie krzywych

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak wykreślać łuki i zaokrąglenia
- jakimi sposobami można wykreślić elipsę

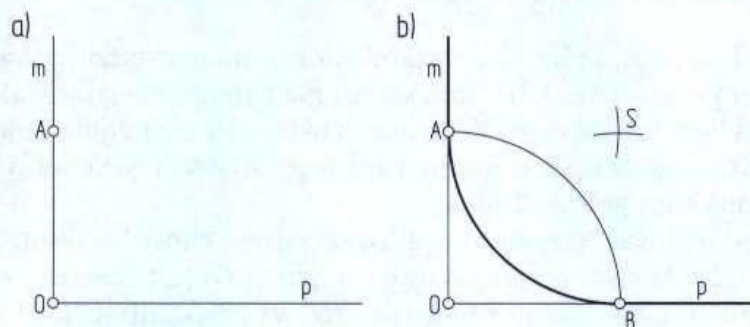
Czasem zdarza się, że trzeba zaokrąglić jakieś mniej lub bardziej ostre krawędzie czy narożniki, na przykład: oś i krawędzie dróg na łukach poziomych (zakrętach) i pionowych (na wierzchołkach wzniesień lub w wykopach), krawędzie jezdni na skrzyżowaniach ulic, przekroje niektórych sklepień lub nadproża łukowe nad oknami i drzwiami. Do wykonania tego rodzaju elementów konieczne są odpowiednie projekty zawierające oprócz obliczeń także część rysunkową.

Trochę poćwicz

ZADANIE 1

Dane są dwie proste (m i p), przecinające się pod kątem prostym w punkcie O oraz punkt A na jednej z nich (rys. 3.28a). Narysuj zaokrąglenie narożnika wyznaczonego przez proste m i p . Łuk tego zaokrąglenia musi zaczynać się w punkcie A i być styczny do obu prostych, a jego środek musi się znajdować na dwusiecznej zaokrąglanego kąta. Czynności:

- z punktu O zakreśl łuk o promieniu OA aż do przecięcia z prostą p ;
- punkt przecięcia z prostą p oznacz literą B ;
- z punktów A i B zakreśl łuki tym samym promieniem OA ;
- miejsce przecięcia się tych łuków oznacz literą S ; nie zmieniając rozstawu nóżek cyrkla, z punktu S zakreśl łuk od punktu A do B – ten łuk jest zaokrągleniem narożnika.

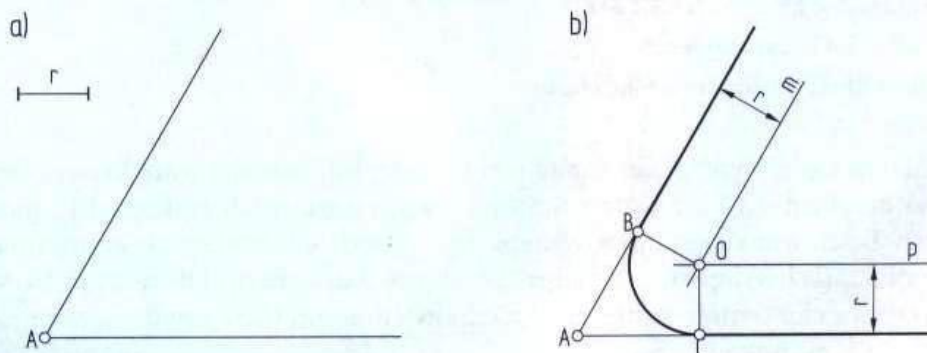


Rys. 3.28. Zaokrąglanie narożnika prostych prostopadłych, czyli kreślenie łuku stycznego do prostych prostopadłych w danym punkcie styczności: a) dane, b) rozwiązanie [4]

ZADANIE 2

Narysuj zaokrąglenie narożnika kąta ostrego, jeśli dany jest promień r (rys. 3.29), który musisz zastosować. Czynności:

- w odległości równej promieniowi r poprowadź pomocnicze proste m i p równoległe do ramion kąta;
- punkt przecięcia tych prostych oznacz literą O ;
- w znany sposób (spójrz na rysunek 4.6b) wykreśl proste prostopadłe do obu ramion kąta;
- punkty przecięcia tych prostopadłych z ramionami kąta oznacz literami B i C ; punkty te są punktami styczności łuku z ramionami kąta;
- z punktu O zakreśl łuk o promieniu r ; łuk ten stanowi zaokrąglenie narożnika kąta.



Rys. 3.29. Zaokrąglenie kąta ostrego zadany promieniem: a) dane, b) rozwiązanie [4]

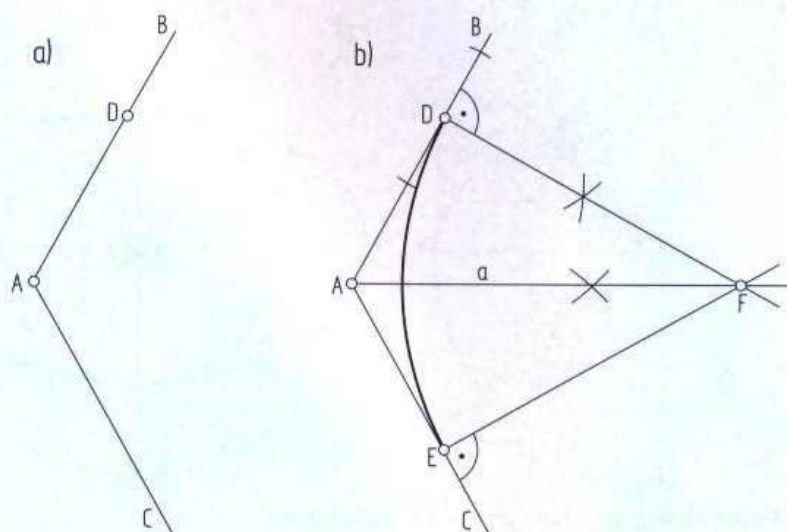
ZADANIE 3

Narysuj zaokrąglenie narożnika kąta rozwartego zaczynające się w danym punkcie D (rys. 3.30). Czynności:

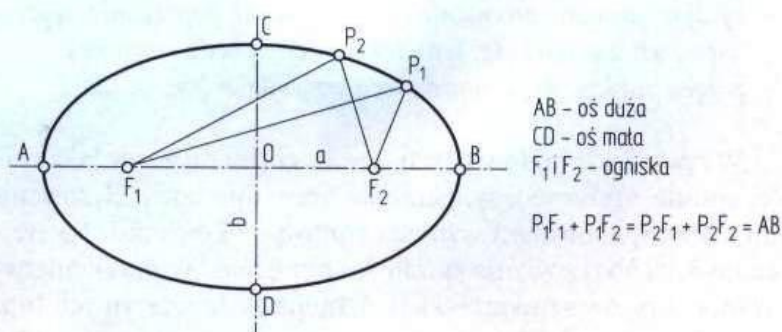
- na ramieniu AC kąta odmierzy cyrklem odcinek równy AD i otrzymany w ten sposób punkt oznacz literą E ;
- znany sposób (spójrz na rysunek 3.18b) podziel kąt BAC na połowy;
- otrzymaną dwusieczną oznacz literą a ;
- z punktu D wykreśl prostą prostopadłą do ramienia AB kąta;
- punkt przecięcia tej prostej z dwusieczną a oznacz F ;
- z otrzymanego punktu F zakreśl łuk o promieniu równym odcinkowi DF ; otrzymany łuk jest zaokrągleniem narożnika kąta rozwartego.

Wśród wielu krzywych, które są obrazami funkcji matematycznych, w technice najczęściej spotykamy **elipsę** (rys. 3.31). Taki kształt mają m.in. przekroje walca płaszczyzną skośną (nierównoległą do podstaw). W budownictwie wiele elementów i obiektów budowlanych ma kształt walca (okrągłe kolumny, rury, pręty stalowe i wiele innych), toteż umiejętność wykreślania elips jest niezbędna.

Elipsa ma dwie średnice. Nazywamy je dużą i małą osią elipsy (na rysunku 3.31 są oznaczone jako AB i CD). Miejsce przecięcia tych osi (punkt O) jest środkiem elipsy, a punkty F_1 i F_2 to jej ogniska. Elipsę definiuje się jako krzywą płaską (tj. leżącą na płaszczyźnie) utworzoną tylko z takich punktów P , których suma odległości od dwóch znanych punktów-ognisk (F_1 i F_2) jest jednakowa. Suma ta jest równa długości dużej osi elipsy AB .



Rys. 3.30. Zaokrąglanie narożnika kąta rozwartego: a) dane, b) rozwiązanie [4]



Rys. 3.31. Elipsa

Na rysunku 3.31 widać, że warunek ten spełniają punkty P_1 i P_2 . Ich usytuowanie nie ma żadnego znaczenia – jeśli krzywa na rysunku jest elipsą, wszystkie jej punkty muszą spełniać warunek $P_1F_1 + P_1F_2 = P_2F_1 + P_2F_2 = AB$, w przeciwnym razie mamy do czynienia nie z elipsą, lecz z krzywą zwaną owalem.

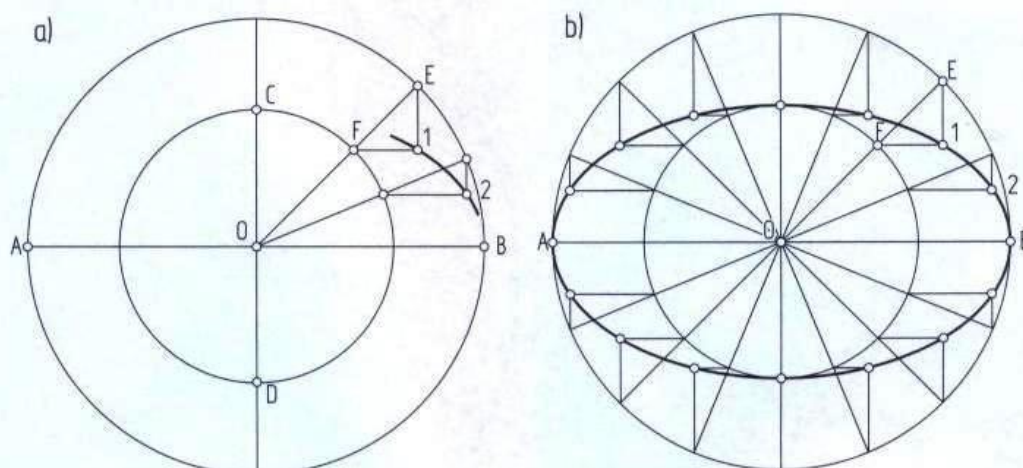
Elipsę rysuje się za pomocą krzywika. Warto się trochę pomęczyć i wykreślić ją samodzielnie.

Trochę poćwicz

Wykreśl elipsę, mając podane wartości jej dużej i małej osi (rys. 3.32).

Czynności:

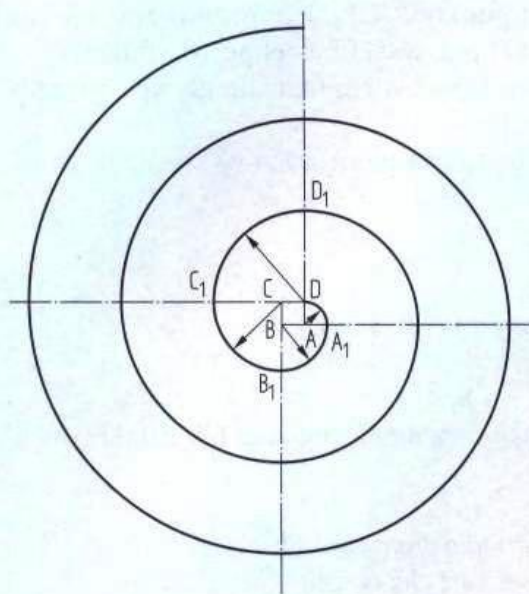
- narysuj dużą oś elipsy i oznacz jej końce literami A i B;
- w połowie dużej osi wykreśl prostą prostopadłą i odmierz na niej małą oś CD w taki sposób, aby duża oś dzieliła małą na połowy;
- punkt przecięcia osi oznacz jako O;
- z punktu O wykreśl okrąg o promieniu OA oraz drugi o promieniu OC;
- z punktu O poprowadź dowolny promień, który przetnie oba okręgi;
- punkt przecięcia narysowanego promienia z okręgiem zewnętrznym oznacz literą E, a punkt przecięcia z okręgiem wewnętrznym – literą F;
- z punktu E poprowadź prostą równoległą do małej osi elipsy CD;



Rys. 3.32. Wykreślanie elipsy, gdy dana jest jej oś duża i mała

- z punktu *F* poprowadź prostą równoległą do dużej osi elipsy *AB*;
- punkt przecięcia tych prostych oznacz na przykład cyfrą 1 (rys. 3.32a);
- rysując następne promienie i postępując jak poprzednio, wyznacz więcej punktów elipsy – im więcej ich wyznaczysz, tym dokładniejszy będzie rysunek;
- połącz punkty, używając do tego krzywków (rys. 3.32b).

W rysunkach budowlanych oprócz elipsy możemy także spotkać inne krzywe (np. owałe, spirale Archimedesza, parabole oraz hiperbole). Rysowanie tych krzywych jest jednak dość skomplikowane i wymaga wprawy w kreśleniu. Na rysunku 3.33 pokazano uproszczony sposób rysowania spirali Archimedesza. W budownictwie krzywa ta służy do wyznaczania obrysów sztukatorskich elementów dekoracyjnych (np. w głowicach kolumn).



Rys. 3.33. Rysowanie spirali Archimedesza uproszczonym sposobem [18]

Trochę poćwicz

Popatrz na rysunek 3.33 i w ten sam sposób narysuj w zeszycie spiralę Archimedesą.

Czynności:

- narysuj niewielki kwadrat ABCD;
- przedłuż boki kwadratu na zewnątrz (bok BA – w prawo, AD – w górę, DC – w lewo, CB – w dół),
- z punktu A zakresł łuk o promieniu AD aż do przecięcia z przedłużeniem boku BA i oznacz ten punkt jako A1;
- z punktu B zakresł łuk o promieniu BA1 aż do przecięcia z przedłużeniem boku CB i oznacz ten punkt jako B1;
- z punktu C zakresł łuk o promieniu CB1 aż do przecięcia z przedłużeniem boku DC i oznacz ten punkt jako C1;
- z punktu D zakresł łuk o promieniu DC1 aż do przecięcia z przedłużeniem boku AD i oznacz ten punkt jako D1;
- aby wyznaczyć następny zwój spirali, z punktu A zakresł łuk o promieniu AD1 aż do przecięcia z przedłużeniem boku BA, a potem z kolejnych wierzchołków kwadratu ABCD w ten sam sposób rysuj następne ćwiartki okręgów o coraz większych promieniach.



PYTANIA I POLECENIA

1. Zaokrąglenie kąta prostego, ostrego i rozwartego o zadanych parametrach nie jest trudne. Wykonaj samodzielnie ćwiczenia ze strony: 79–82, posługując się przedstawionymi w nich opisami czynności.
2. Samodzielnie wykreśl elipsę, mając dane jej średnice – tak jak w ćwiczeniu na stronie 83

3.6

Figura płaska a bryła

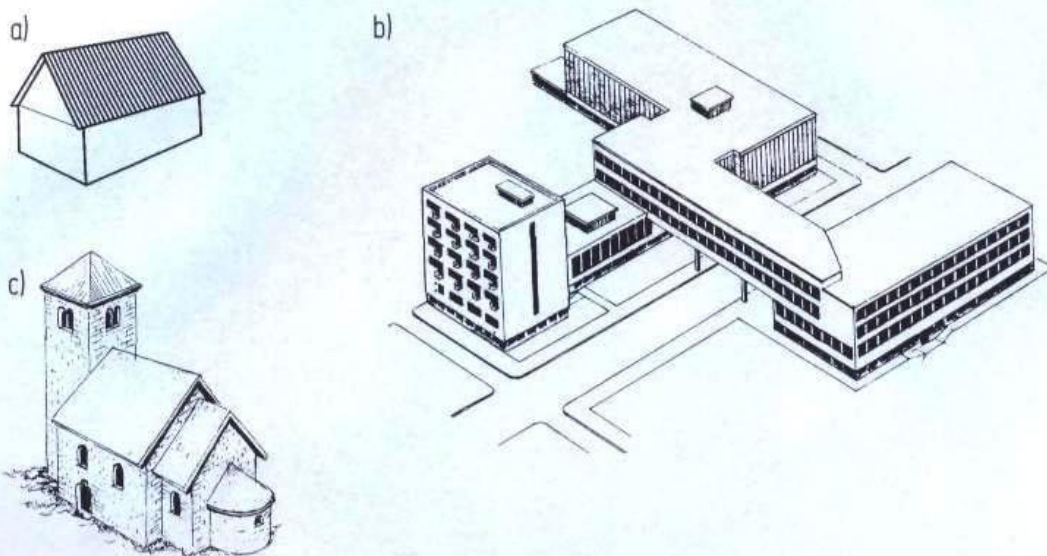
W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jaki jest związek między figurami geometrycznymi a elementami występującymi w budownictwie
- jakie są podstawowe bryły geometryczne
- w jaki sposób z połączenia brył powstają kształty obiektów budowlanych

W geometrii rozróżniamy punkt, prostą, figury płaskie (trójkąt, prostokąt, okrąg itd.) oraz bryły. Do czego te określenia geometryczne mogą służyć w budownictwie? Figurami płaskimi są m.in. arkusze papieru, arkusze blachy i innych materiałów, których trzeci wymiar (grubość) jest tak znikomy w stosunku do pozostałych, że można go pominąć. Krawędzie tego rodzaju arkuszy to zwykle linie proste, a punkt – który jest elementem bezwymiarowym, jak pamiętamy z nauki geometrii – można zobaczyć jako narożnik arkusza.

Nieco więcej miejsca warto poświęcić bryłom w technice, zwłaszcza ich zastosowaniu w budownictwie. W większości budowli nietrudno odnaleźć kształty podstawowych brył geometrycznych – sześciątów, prostopadłościanów, ostrosłupów, walców i stożków.

Najczęściej spotykaną w budownictwie bryłą jest prostopadłościan, ponieważ najwięcej budynków ma właśnie taki kształt. Bryły wielu budynków uzyskuje się z kilku brył, łącząc na przykład prostopadłościan o podstawie prostokątnej z położonym na nim prostopa-



Rys. 3.34. Przykłady połączeń brył geometrycznych w budownictwie [1]

dłóścianem o podstawie trójkątnej (tak np. wygląda budynek z dachem dwuspadowym, pokazany na rys. 3.34a). Równie często spotykane jest połączenie kilku różnie usytuowanych prostopadłościanów (rys. 3.34b). Już w dawnych czasach często nadawano budowlom bardziej skomplikowane formy, stosując zestawy różnych brył. W XIII-wiecznym kościele pokazanym na rysunku 3.34c bez trudu można wyodrębnić prostopadłościan o podstawie kwadratu przykryty ostrosłupem (dzwonnica), dwa prostopadłościany o podstawie prostokątnej przykryte graniastosłupami o podstawie trójkątnej (nawa główna¹) oraz półwalcową absydę² przykrytą półstożkiem.

PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij, na czym polega związek między figurami i bryłami geometrycznymi a elementami i obiektami występującymi w budownictwie.
2. Jakie rodzaje brył geometrycznych najczęściej występują w architekturze i budownictwie?
3. Na rysunku 3.34 wskaż bryły geometryczne, z których składają się przedstawione obiekty.

ZAPAMIĘTAJ

Szkic wykonany niestarannie i bez zachowania proporcji jest bezwartościowy.

Ołówki oznaczone literą B są miękkie, literą H – twarde, a literami HB i F – umiarkowanie twarde.

Przed rozpoczęciem kreślenia tuszem trzeba najpierw naszkicować rysunek cienkim ołówkiem.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Czym charakteryzuje się rysunek techniczny?
2. Kiedy rysunek odręczny można uznać za rysunek techniczny?
3. Jak powinien być przygotowany rysunek przed przystąpieniem do rysowania tuszem?
4. Jakie znasz podstawowe figury geometryczne?
5. Sprawdź, czy potrafisz samodzielnie wykonać ćwiczenia ze stron 75–78.
6. Sprawdź, czy wykonasz samodzielnie zaokrąglenie łuków według wskazań ze stron 79–81
7. Wyjaśnij na przykładzie, w jaki sposób z połączenia brył powstają kształty obiektów budowlanych.

¹ *Nawa* – część kościoła przeznaczona dla wiernych. *Nawa główna* (środkowa) prowadzi od wejścia do głównego ołtarza; często jest oddzielona kolumnami od równoległych do niej *naw bocznych*.

² *Absyda* (apsyda) – półkolisty lub wieloboczny pomieszczenie w kościele zamykające prezbiterium lub nawę boczną.

LITERATURA

- [1] W. Bogusz, *Zarys historii architektury*. Seria: *Dokumentacja budowlana*. Cz. 2., WSiP, Warszawa 2005.
- [2] T. Buksiński, A. Szpecht, *Rysunek techniczny*, WSiP, Warszawa 1999.
- [3] T. Lewandowski, *Rysunek techniczny dla mechaników*, WSiP, Warszawa 2004.
- [4] M. Popek, B. Wapińska, *Planowanie elementów środowiska*. Cz. 1., WSiP, Warszawa 2004.
- [5] M. Popek, B. Wapińska, *Rysunek zawodowy. Instalacje sanitarne*, WSiP, Warszawa 2003.
- [6] Z. Wasilewski, *Rysunek zawodowy. Instalacje sanitarne i rurociągi przemysłowe*, WSiP, Warszawa 1999.
- [7] L. Wojciechowski, *Zawodowy rysunek budowlany*, WSiP, Warszawa 1999.

4. Rzutowanie prostokątne

- Rzutowanie punktu i odcinka
- Rzutowanie figur
- Rzutowanie brył
- Zastosowanie rzutowania w rysunkach budowlanych

4.1

Rzutowanie punktu i odcinka

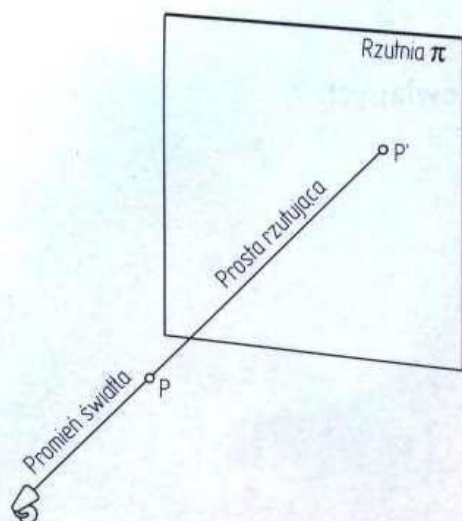
W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- w jaki sposób rzuca się punkt na płaszczyznę
- jaki powinien być układ trzech rzutni do rzutowania prostokątnego
- jak układ przestrzenny trzech rzutni rozwija się w układ płaski
- jak wygląda rzutowanie punktu
- jak przebiega rzutowanie odcinka

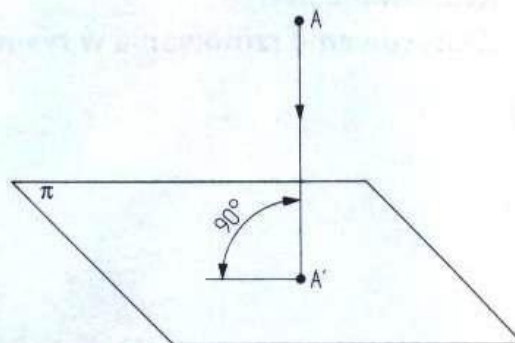
W technice (także w budownictwie) zarówno projektanci, jak i kreślarze odwzorowujący istniejące obiekty posługują się głównie rysunkami rzutów (nazywanych także widokami, jeśli odwzorowują przedmiot widziany z zewnątrz) oraz przekrojami.

O przekrojach będzie mowa w rozdziale 6., a teraz spróbujemy wyjaśnić, co to są rzuty i w jaki sposób się je wykonuje.

Wyobraźmy sobie, że gdzieś w sali lekcyjnej znajduje się punkt P . Jeśli skierujemy tam promień światła, wówczas na ścianie, którą na rysunku 4.1 oznaczono grecką literą π (czytaj: pi), pojawi się cień P' punktu P . Taki cień będziemy nazywać **rzutem punktu** P na płaszczyznę ściany π , czyli na tzw. **rzutnię**. Promień światła wyznaczający na ścianie π (rzutni) obraz P' (rzut) punktu P nazwiemy **prostą rzutującą**. Kąt między promieniem rzutowania a płaszczyzną rzutów może być dowolny. Gdy jest to kąt prosty, tzn. równy 90° , wówczas mamy do czynienia z **rzutowaniem prostokątnym**¹ (rys. 4.2). Wykonane w ten sposób rysunki są zrozumiałe i czytelne nie tylko dla rysującego, ale także dla innych.



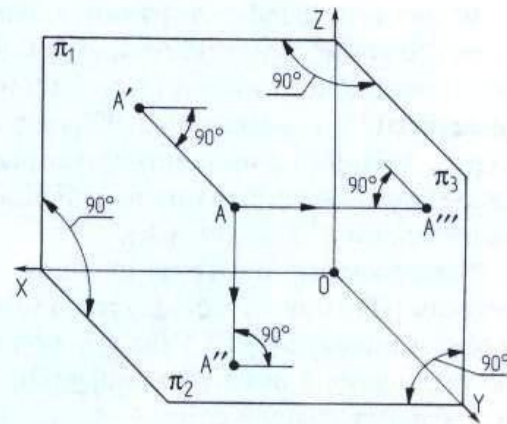
Rys. 4.1. Rzut punktu P na płaszczyznę π



Rys. 4.2. Rzutowanie prostokątne punktu na jedną płaszczyznę: A' – obiekt rzutowany (punkt), A' – rzut (obraz) obiektu (punktu), π – płaszczyzna rzutu (rzutnia), AA – prosta rzutująca prostopadła do płaszczyzny rzutu

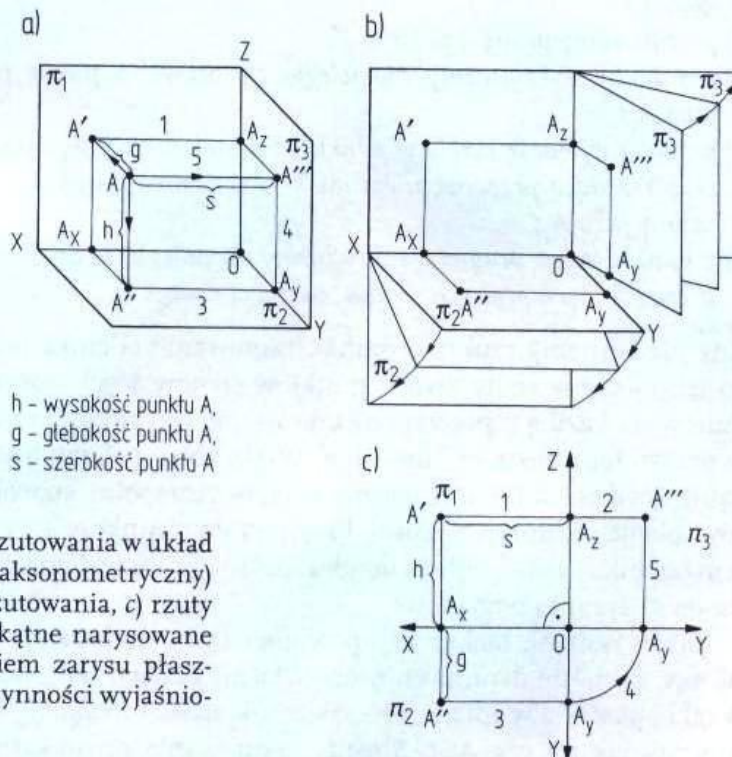
¹ Rzutowania prostokątnego dotyczy PN-EN ISO 5456:2002.

Do odwzorowania położenia obiektu (czy nawet punktu) w przestrzeni nie wystarczy jego rzut na jedną płaszczyznę – konieczne jest rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe płaszczyzny. Taki układ trzech płaszczyzn rzutowania i rzuty najprostszego obiektu, jakim jest punkt, pokazane są na rysunku 4.3¹. Płaszczyzny rzutowania (rzutnie) oznaczają się jako π_1 , π_2 , π_3 , a krawędzie przecinania się rzutni – tak samo jak osie współrzędnych – oznaczamy jako X, Y, Z. Układ rzutni możemy sobie wyobrazić na przykład jako róg pokoju, w którym dwie zbiegające się ściany i podłoga stanowią trzy płaszczyzny rzutów. Na rysunku 4.3 zostały zaznaczone kąty proste (90°) między płaszczyznami. Obiektem rzutowanym jest punkt A, a jego rzutami prostopadłymi na płaszczyzny π_1 , π_2 , π_3 – odpowiednio: A' , A'' oraz A''' .



Rys. 4.3. Układ trzech rzutni do rzutowania prostokątnego

Pokazany na rysunku 4.3 przestrzenny układ rzutni jest niewygodny w stosowaniu na rysunkach technicznych, więc zamiast odwzorowań przestrzennych zwykle stosuje się rzuty prostokątne na trzy płaszczyzny (maksimum na sześć płaszczyzn), dzięki czemu obiekt przestrzenny jest pokazany za pomocą płaskich rzutów.



Rys. 4.4. Rozwinięcie płaszczyzn rzutowania w układ płaski: a) rysunek poglądowy (aksonometryczny) rzutni, b) obracanie płaszczyzn rzutowania, c) rzuty punktu A na trzy rzutnie prostokątne narysowane w układzie płaskim z pominięciem zarysu płaszczyzn (cyfry od 1 do 5 to kolejne czynności wyjaśnione w tekście ćwiczenia) [8]

¹ Rysunek 4.3 układu rzutni jest rysunkiem poglądowym, podobnym do obrazu na zdjęciu fotograficznym. Sposób przedstawiania obiektów przestrzennych na jednym rysunku, czyli *aksonometria*, zostanie omówiony dokładnie w rozdziale 5. Na razie rysunki tego typu (stanowiące części a ilustracji od 4.4 do 4.18) powinny nam jedynie ułatwiać wyobrażenie sobie usytuowania omawianych obiektów w przestrzeni i nie będziemy analizować ich pod względem konstrukcyjnym.

W tym celu układ przestrzenny trzeba przekształcić w płaski układ trzech rzutni. Jak należy to zrobić, wyjaśnia rysunek 4.4. Jego część *a* to obraz układu rzutni w aksonometrii ukośnej oraz punktu *A* i jego rzutów na trzy płaszczyzny. Aby otrzymać układ płaski, płaszczyzny π_2 i π_3 obrócono o 90° , dzięki czemu znalazły się na tej samej płaszczyźnie co π_1 (rys. 4.4b). Jeśli pominiemy obrysy płaszczyzn, które tak naprawdę wcale nie są ograniczone, wówczas otrzymamy na jednej płaszczyźnie układ trzech rzutni oddzielonych od siebie osiami *X*, *Y*, *Z* (rys. 4.4c).

Należy zwrócić uwagę na to, że oś *Y* jest narysowana dwukrotnie. Dlaczego? Mamy przecież tylko trzy płaszczyzny rzutowania (wyznaczone parami osi *X* i *Z*, *X* i *Y* oraz *Y* i *Z*), a obszar między osią *Y* i *Y* (na rys. 4.4c) tak naprawdę nie istnieje, jest tylko powierzchnią do przenoszenia prostych rzutujących. Aby się o tym przekonać, wystarczy spojrzeć na wcześniejszy rysunek rzutni 4.4a.

Trochę poćwicz

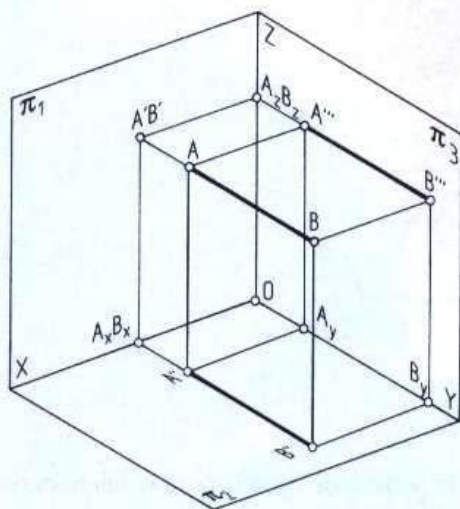
Wykonaj rzutowanie prostokątne punktu *A* na trzy płaszczyzny, mając dane: wysokość punktu $h = 5\text{ cm}$, głębokość $g = 6\text{ cm}$ i szerokość $s = 4\text{ cm}$. Skorzystaj z rysunku 4.4c. Wyznaczenie położenia rzutów punktu na płaszczyznach π_1 i π_2 nie stanowi problemu. W punkcie A_x znajdującym się w odległości s od początku układu *O* wystawiamy prostą prostopadłą do osi *X*. Następnie odmierzamy wzdłuż osi *Z* wysokość h , a wzdłuż osi *Y* głębokość g i oznaczamy jako rzuty punktu odpowiednio A' i A'' . Nieco trudniejsze jest wyznaczenie trzeciego rzutu A''' . Wykonujemy kolejne czynności oznaczone na rysunku 5.4c cyframi od 1 do 5:

- 1) z punktu A' rysujemy równoległą do osi *X*, a punkt przecięcia z osią *Z* oznaczamy jako A_z ;
- 2) przedłużamy prostą 1 poza oś *Z*;
- 3) z punktu A_z rysujemy równoległą do osi *X*, a punkt przecięcia z osią *Y* oznaczamy jako A_y ;
- 4) wstawiamy nóżkę cyrkla w punkt *O* i promieniem OA_y zakreślamy łuk do przecięcia z drugą osią *Y* będącą przedłużeniem osi *X* (spójrz na rysunek 4.4.c); punkt przecięcia także oznaczamy jako A_y ;
- 5) z punktu A_y na drugiej osi *Y* rysujemy równoległą do osi *Z*, aż do przecięcia z prostą 2; punkt przecięcia tych prostych wyznacza trzeci rzut A''' .

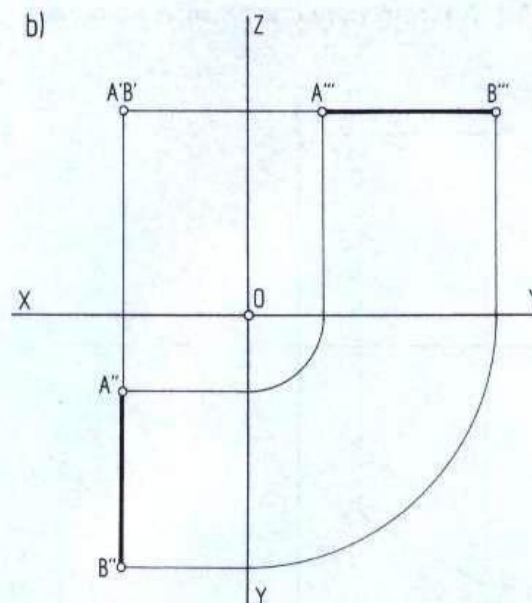
Gdy już umiemy rzutować punkt, rzutowanie odcinka jest bardzo proste. Potrzebne są do tego jedynie rzuty dwóch punktów stanowiących końce odcinka. Po połączeniu tych rzutów na każdej z płaszczyzn rzutowania otrzymamy rzuty odcinka. Położenie odcinka w przestrzeni może być dowolne. Warto zobaczyć, jak będą wyglądały jego rzuty prostokątne, jeśli zostanie usytuowany w jakiś szczególny sposób, na przykład prostopadle lub równolegle do którejś z rzutni. Przyjrzyj się rysunkom 4.5 i 4.6. Zwróć uwagę na to, że rzutem odcinka prostopadłego do płaszczyzny rzutu jest punkt. Dla ułatwienia obok zamieszczone są rysunki poglądowe.

Każdy rysunek techniczny powinien być zrozumiały i czytelny nie tylko dla swojego twórcy, ale także dla innych osób. Właśnie dlatego rzutowane przedmioty należy ustawiać w taki sposób, aby miały **jak najwięcej krawędzi równoległych lub prostopadłych do rzutni** (np. tak jak na rys. 4.5). Stosując rzutowanie prostokątne, łatwiej można przedstawić kształt i wielkość rysowanych obiektów. Na rysunku 4.5 odcinek *AB* jest prostopadły do rzutni π_1 i równoległy do rzutni π_2 oraz π_3 , dzięki czemu jego rzut $A'B'$ jest punktem, a rzuty $A''B''$ i $A'''B'''$ mają taką samą długość jak odcinek *AB*. Inaczej wygląda to w przypadku rzutów $A''B''$ i $A'''B'''$ na rysunku 4.6.

a)

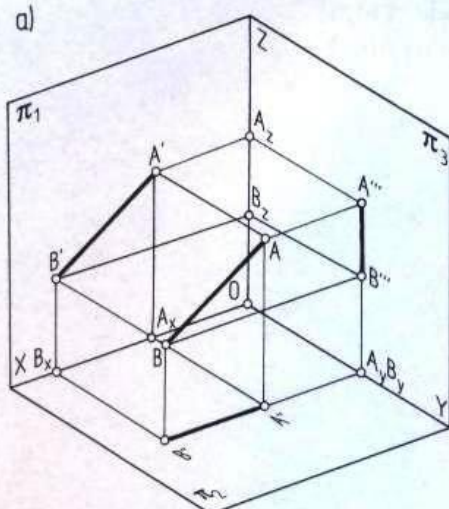


b)

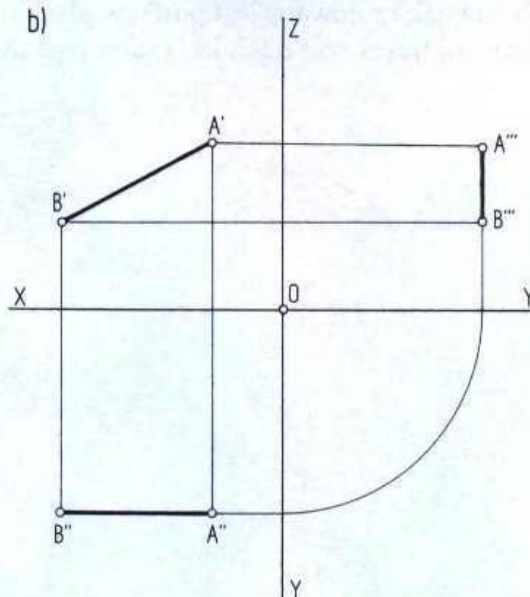


Rys. 4.5. Rzutowanie prostokątne odcinka prostopadłego do płaszczyzny π_1 : a) rysunek poglądowy, b) rzuty [8]

a)



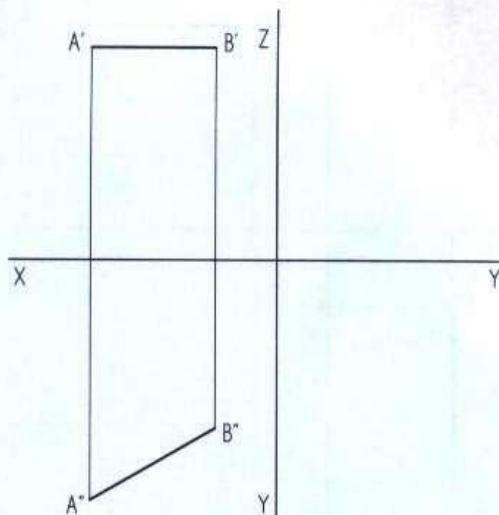
b)



Rys. 4.6. Rzutowanie prostokątne odcinka równoległego do płaszczyzny π_1 : a) rysunek poglądowy, b) rzuty [8]

Trochę poćwicz

Narysuj układ osi (płaski) do rzutowania prostokątnego. Przerysuj z rysunku 4.7 rzuty odcinka na dwie płaszczyzny. Narysuj trzeci rzut, przenosząc końce odcinka w taki sposób jak na rysunku 4.4. Najlepiej najpierw przenieś punkt A, a potem punkt B i połącz je ze sobą.



Rys. 4.7. Na podstawie dwóch rzutów odcinka dorysuj trzeci [8]

PYTANIA I POLECENIA

1. Pod jakim kątem ustawione są wobec siebie rzutnie do rzutowania prostokątnego?
2. W jaki sposób przestrzenny układ rzutni przekształca się w układ płaski?
3. Pokaż, jak rzutowany jest punkt w płaskim układzie rzutni.
4. Narysuj trzeci rzut odcinka, znając jego dwa rzuty (rysunek 4.7).

4.2

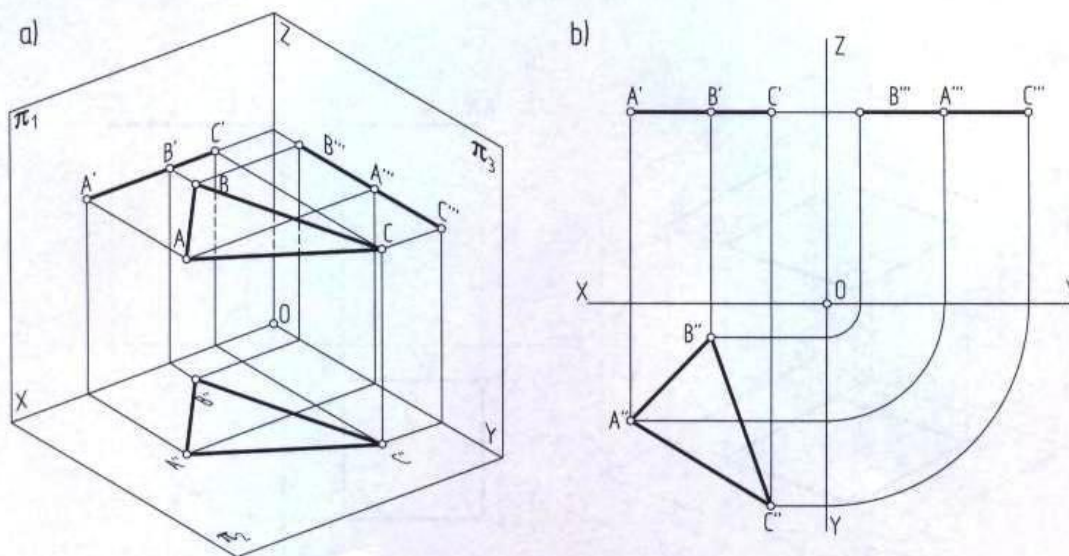
Rzutowanie figur

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

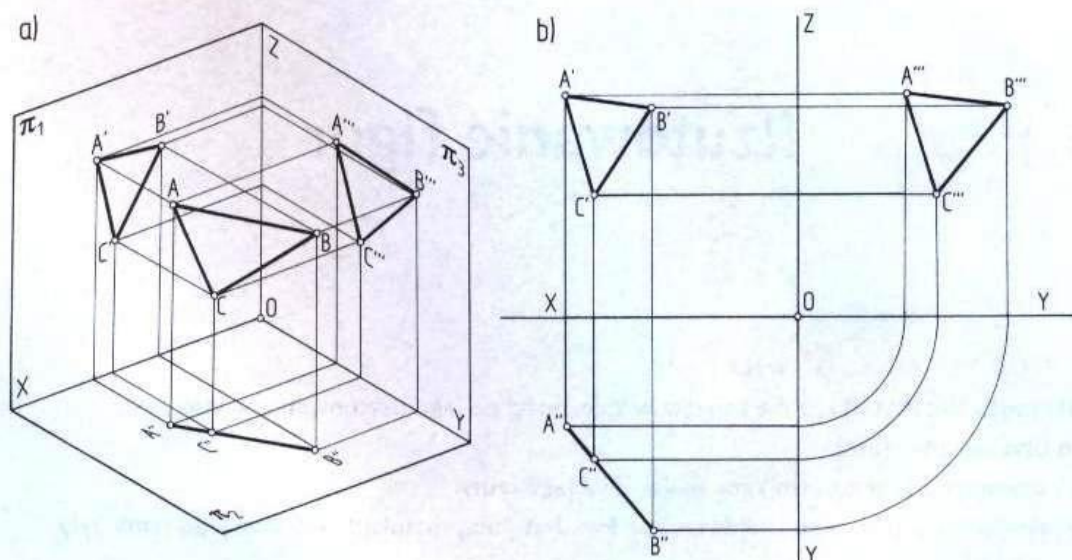
- jaki może być kształt rzutów trójkąta w zależności od jego usytuowania w stosunku do płaszczyzny rzutni
- jak utworzyć trzeci rzut trójkąta, mając dwa jego rzuty
- w jakiej pozycji powinien znajdować się kwadrat (lub prostokąt), aby dwa jego rzuty były odcinkami

Rzutowanie prostokątne figur geometrycznych jest nieco trudniejsze niż rzutowanie odcinka. Nie jest to jednak aż tak trudne, jak może się na początku wydawać. Obwód wielu figur geometrycznych (z wyjątkiem m.in. okręgu, elipsy, owalu) składa się z odcinków, toteż wystarczy rzutować końce tych odcinków, by po ich połączeniu otrzymać rzuty figury. Figury geometryczne mogą być dowolnie usytuowane w przestrzeni, ale zwykle ustawia się je wobec układu rzutni w taki sposób, aby miały choć jeden bok równoległy lub prostopadły do co najmniej jednej rzutni.

Najprostszą figurą geometryczną jest trójkąt. Jeżeli dowolny trójkąt będzie ustawiony równoległy do jednej z trzech rzutni, jego rzuty będą miały charakterystyczne kształty (rys. 4.8). Rzut trójkąta na płaszczyznę π_2 , do której jest równoległy, będzie dokładnie taki sam jak trójkąt. Dwa pozostałe rzuty nie będą trójkątami, lecz odcinkami.



Rys. 4.8. Rzutowanie prostokątne trójkąta równoległego do płaszczyzny π_2 : a) rysunek poglądowy, b) rzuty

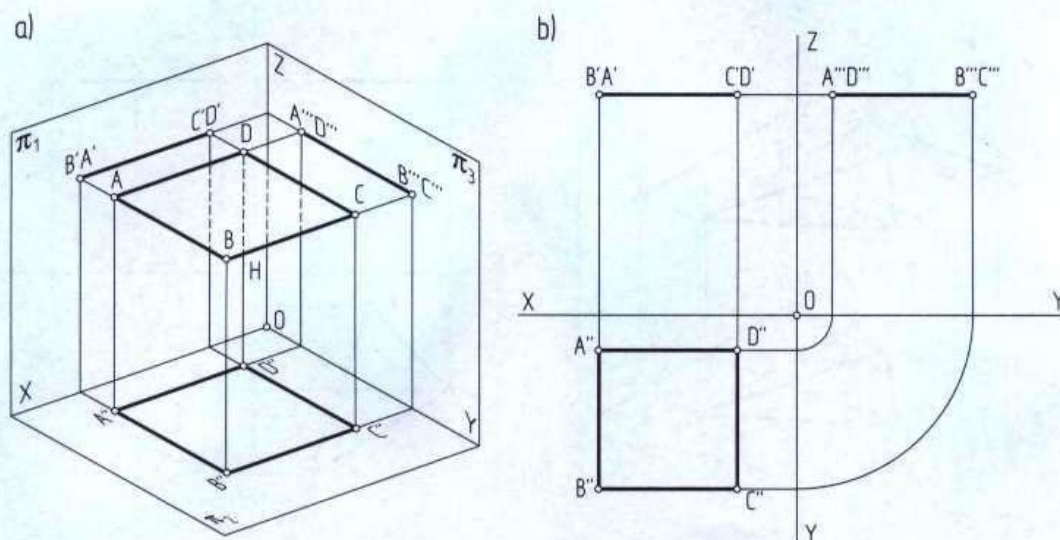


Rys. 4.9. Rzutowanie prostokątne trójkąta prostokątnego do płaszczyzny π_2 : a) rysunek poglądowy, b) rzuty [8]

Trójkąt może też być prostokątny do jednej rzutni, nie będąc równoległy do pozostałych. Wtedy dwa jego rzuty są trójkątami, a tylko trzeci jest odcinkiem.

Na rysunku 4.9 trójkąt jest prostokątny do poziomej płaszczyzny π_2 i dlatego jego rzut na tę płaszczyznę jest odcinkiem.

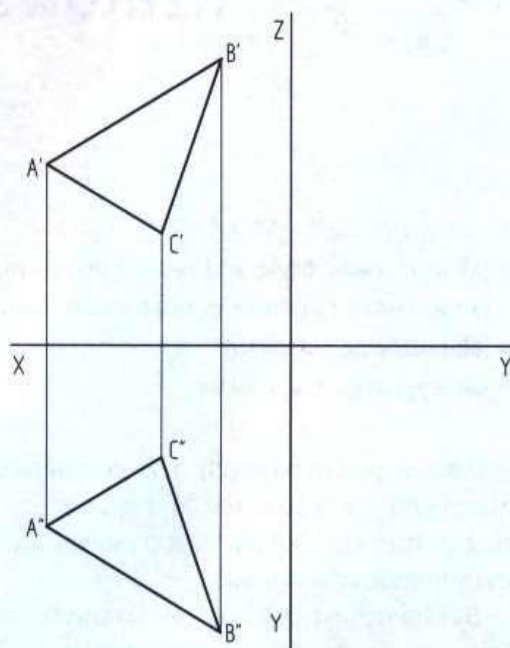
W podobny sposób rzutuje się inne figury geometryczne, na przykład kwadrat. Mając możliwość wyboru ustawienia kwadratu w stosunku do powierzchni rzutni, najlepiej wybierać takie pozycje jak na rysunku 4.10a. Kwadrat jest tu równoległy do rzutni poziomej π_2 i prostokątny do pozostałych. Rzut na płaszczyznę poziomą również jest wtedy kwadratem, a pozostałe dwa rzuty są odcinkami (rys. 4.10b).



Rys. 4.10. Rzutowanie prostokątne kwadratu równoległego do rzutni poziomej: a) rysunek poglądowy, b) rzuty

Trochę poćwicz

Narysuj trzeci rzut trójkąta ABC , znając jego dwa rzuty (rys. 4.11).



Rys. 4.11. Dane są dwa rzuty trójkąta ABC ; dorysuj trzeci [8]

PYTANIA I POLECENIA

1. Od czego zależy kształt rzutów figury, np. trójkąta?
2. Przeanalizuj sposób rzutowania trójkąta i narysuj jego trzeci rzut, mając dane dwa rzuty (rysunek 4.11).
3. Jak w stosunku do rzutni powinien być usytuowany prostokąt, aby jego dwa rzuty były odcinkami?

4.3

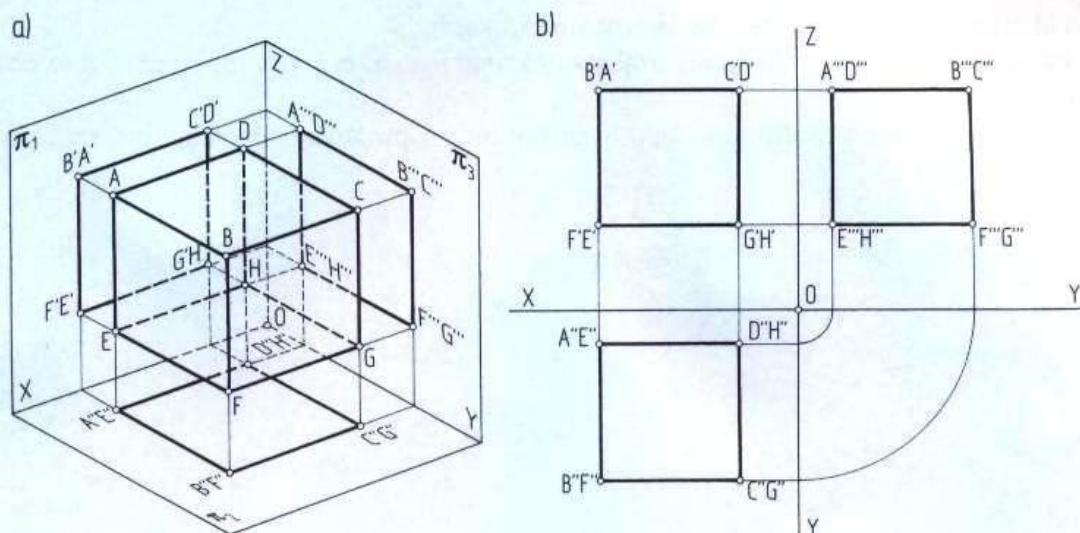
Rzutowanie brył

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak usytuować bryłę w stosunku do rzutni, aby jej rzutowanie było najprostsze
- jak wykonać rzutowanie prostopadłościanu na trzy rzutnie
- jak rzutować ostrosłup
- jak wyglądają rzuty walca

Ścianami podstawowych brył geometrycznych są trójkąty, kwadraty, prostokąty, koła lub inne figury. Rzutowanie brył sprowadza się do wykonania rzutów ich ścian, a to już przecież potrafisz. Najłatwiej narysować rzuty bryły ustawionej równolegle co najmniej jednym bokiem do rzutni.

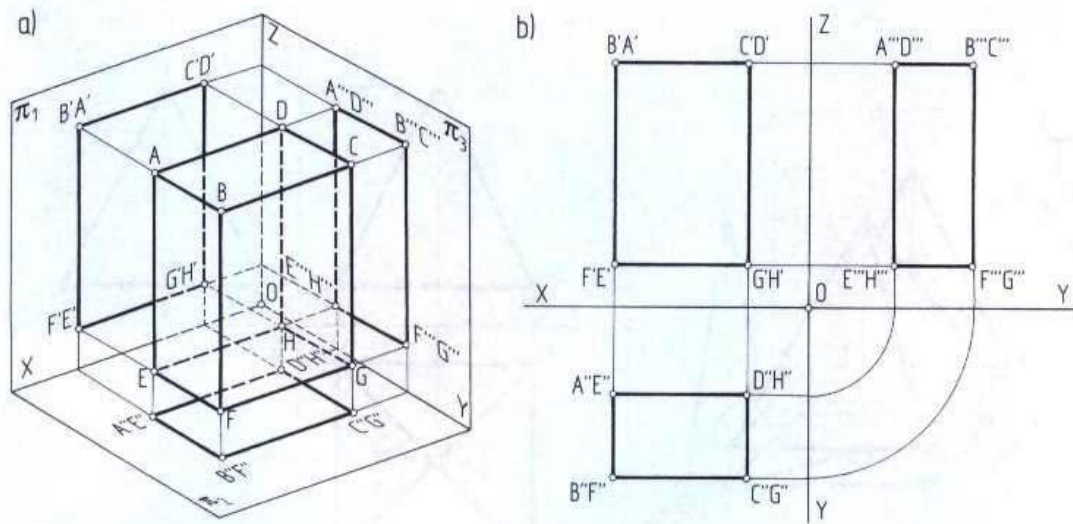
Sześcian jest prostopadłościanem, którego wszystkie boki są kwadratami. Rzuty sześciangu ustawionego w taki sposób, by każdy jego bok był równoległy do jednej z rzutni, także będą kwadratami (rys. 4.12). W identyczny sposób rzutuje się prostopadłościan. Ponieważ jego boki są prostokątami, więc jeśli zostaną ustawione równoległe do rzutni, wszystkie rzuty też będą prostokątami (rys. 4.13).



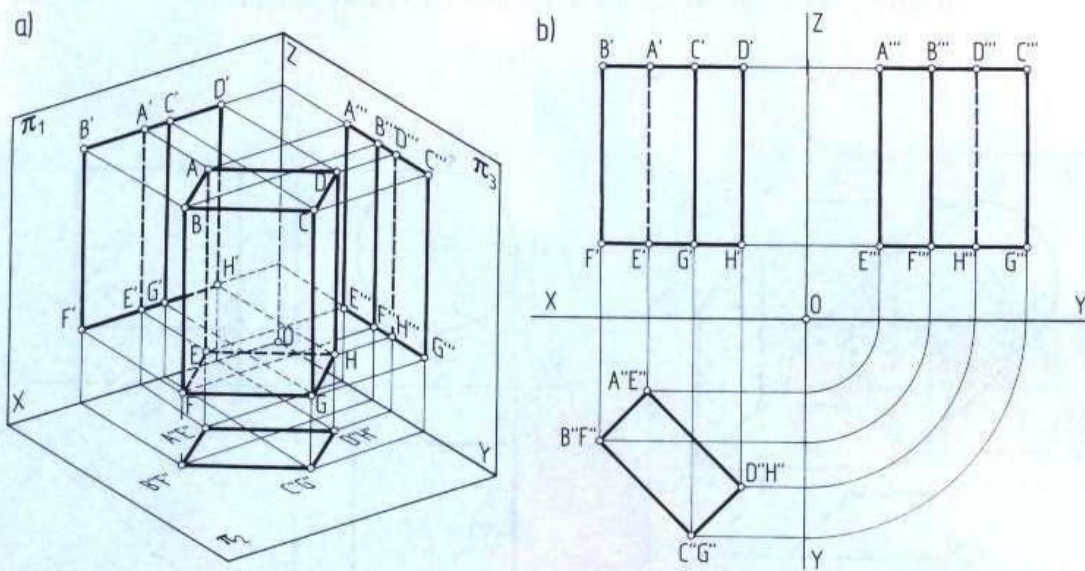
Rys. 4.12. Rzutowanie prostokątne sześciangu ABCDEFGH: a) rysunek poglądowy, b) rzuty [8]

Trochę poćwicz

Spróbuj samodzielnie wykonać rzutowanie prostokątne, posługując się tylko rysunkiem poglądowym 4.13a.



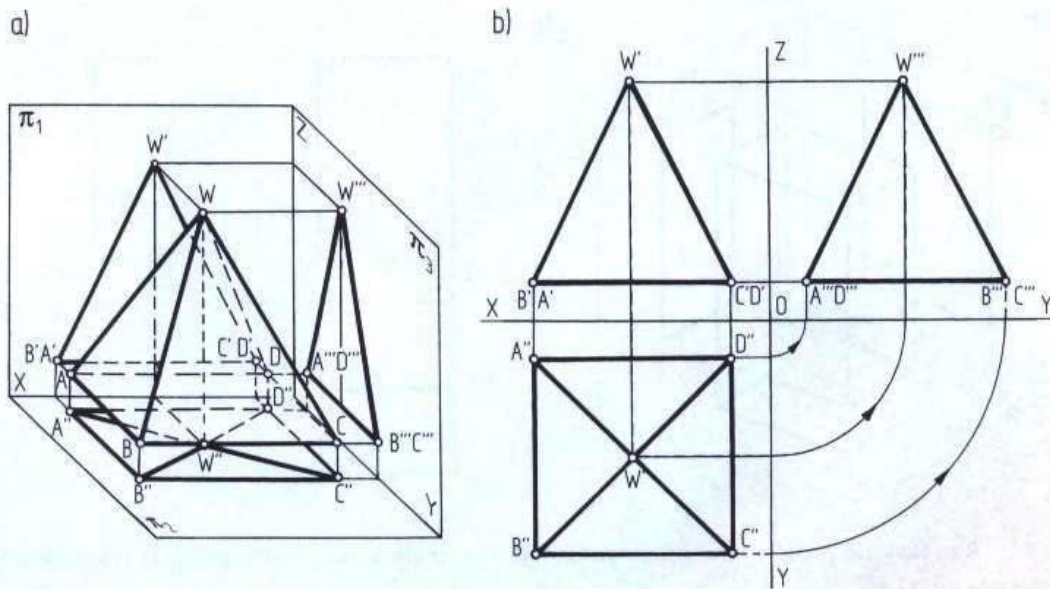
Rys. 4.13. Rzutowanie prostokątne prostopadłościanu o podstawie prostokątnej: a) rysunek poglądowy, b) rzuty [8]



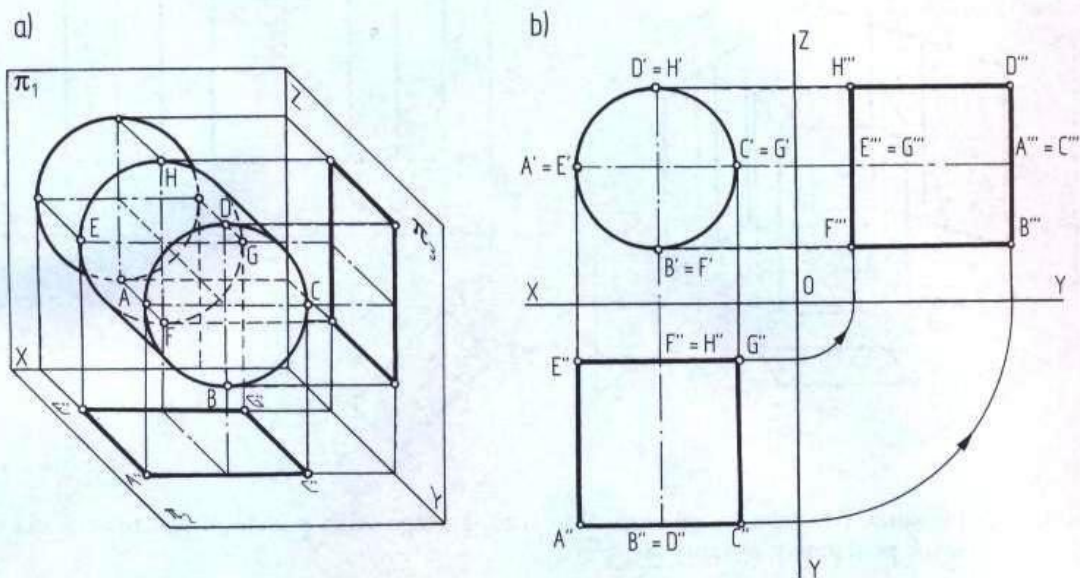
Rys. 4.14. Rzutowanie prostokątne prostopadłościanu, którego tylko podstawa jest równoległa do rzutni: a) rysunek poglądowy, b) rzuty [8]

Jeżeli ten sam prostopadłościan ustawimy między rzutniami nieco inaczej, na przykład równoległe do rzutni poziomej tylko podstawą, obraz rzutów okaże się nieco inny. Nadal będą prostokątami, ale będą też widoczne wszystkie krawędzie pionowe (rys. 4.14).

Jak wyglądają rzuty innych brył, można zobaczyć na kolejnych rysunkach. Pierwszy z nich to ostrosłup o podstawie kwadratowej równoległej do rzutni poziomej π_2 . Ponieważ ścianami bocznymi ostrosłupa są trójkąty, więc ich rzuty również będą trójkątami (rys. 4.15).



Rys. 4.15. Rzutowanie prostokątne ostrosłupa: a) rysunek poglądowy, b) rzuty

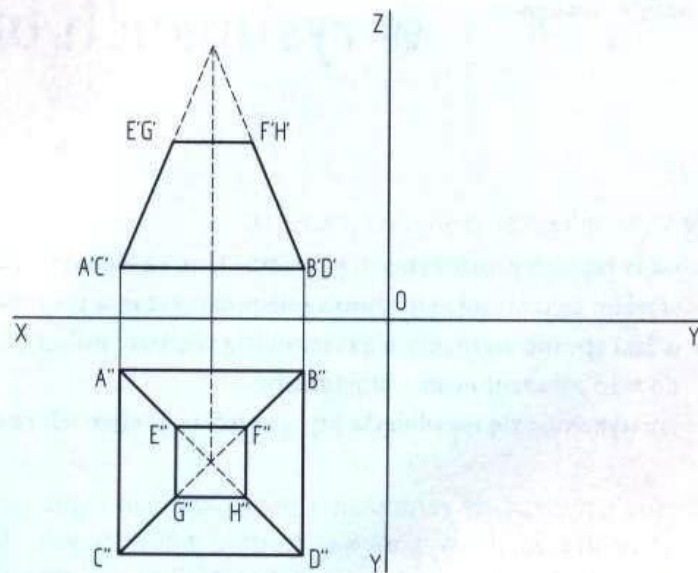


Rys. 4.16. Rzutowanie prostokątne walca: a) rysunek poglądowy, b) rzuty

Na następnym rysunku widzimy walec ustawiony podstawą równoległą do rzutni pionowej π_1 . Podstawą walca jest koło, więc jego rzutem na płaszczyznę równoległą także będzie koło. Na pozostałych rzutniach rzutami będą prostokąty lub kwadraty, jeśli wysokość walca będzie równa jego średnicy, jak na rysunku 4.16.

Trochę poćwicz

Znając dwa rzuty prostokątne ostrosłupa ściętego, narysuj jego trzeci rzut (rys. 4.17).



Rys. 4.17. Dwa rzuty ostrosłupa ściętego

PYTANIA I POLECENIA

1. Jeżeli sześcián będzie ustawiony wszystkimi bokami równoległe do rzutni, jaki kształt będą miały jego rzuty? Sprawdź na rysunku 4.12.
2. Porównaj wygląd rzutów prostopadłościanów ustawionych w różny sposób w stosunku do rzutni z rysunków 4.13 i 4.14. Jak wyglądałyby rzuty, gdyby żaden z boków prostopadłościanu nie był równoległy do płaszczyzny rzutni? Spróbuj je narysować.
3. Na rysunku 4.17 przedstawione są dwa rzuty ostrosłupa. Dorysuj trzeci.

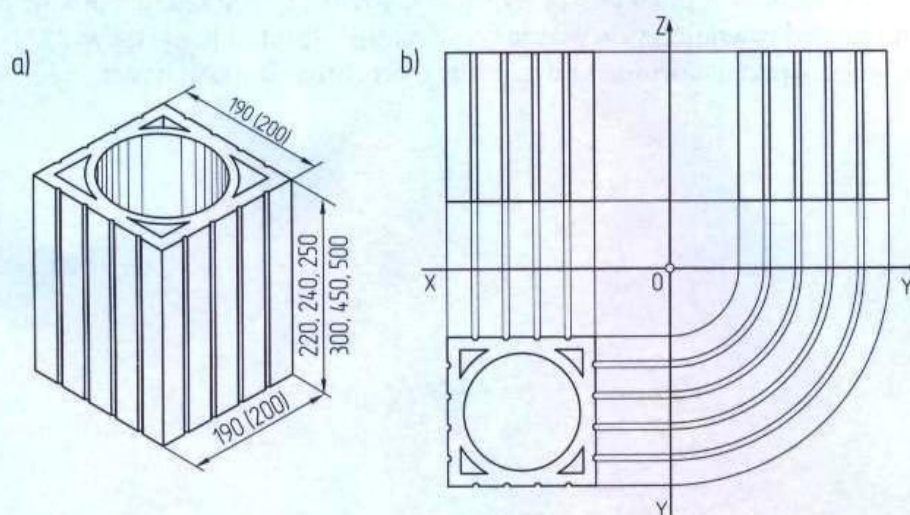
4.4

Zastosowanie rzutowania
w rysunkach budowlanych**W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:**

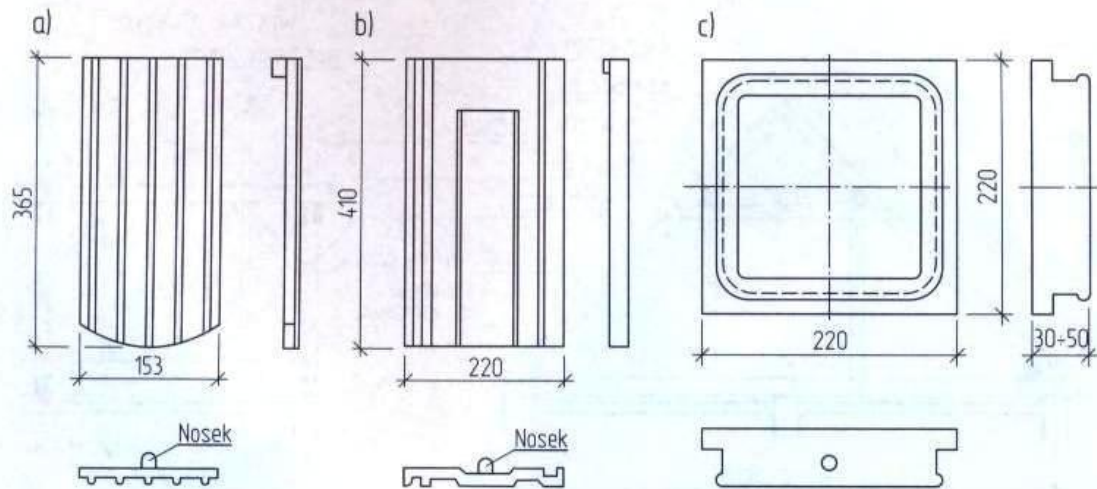
- jak w rzutach prostokątnych przedstawiane są elementy budowlane
- w jakim celu stosuje się rzutowanie prostokątne w rysunkach budowlanych
- w jaki sposób wyznacza się rzeczywistą wielkość połaci dachowych, wykorzystując do tego celu rzutowanie prostokątne
- jak wykonuje się rozwinięcia brył z wykorzystaniem ich rzutów prostokątnych

Poznaliśmy zasady rzutowania prostokątnego figur płaskich i brył geometrycznych. Być może potrafisz już wykonywać rysunki w ten sposób. Weź do ręki pudełko zapalek i spróbuj narysować jego rzuty. Nie jest to trudne, bo przecież to prostopadłościan. Wystarczy zmierzyć jego ściany i dobrać odpowiednią podziałkę rysunku.

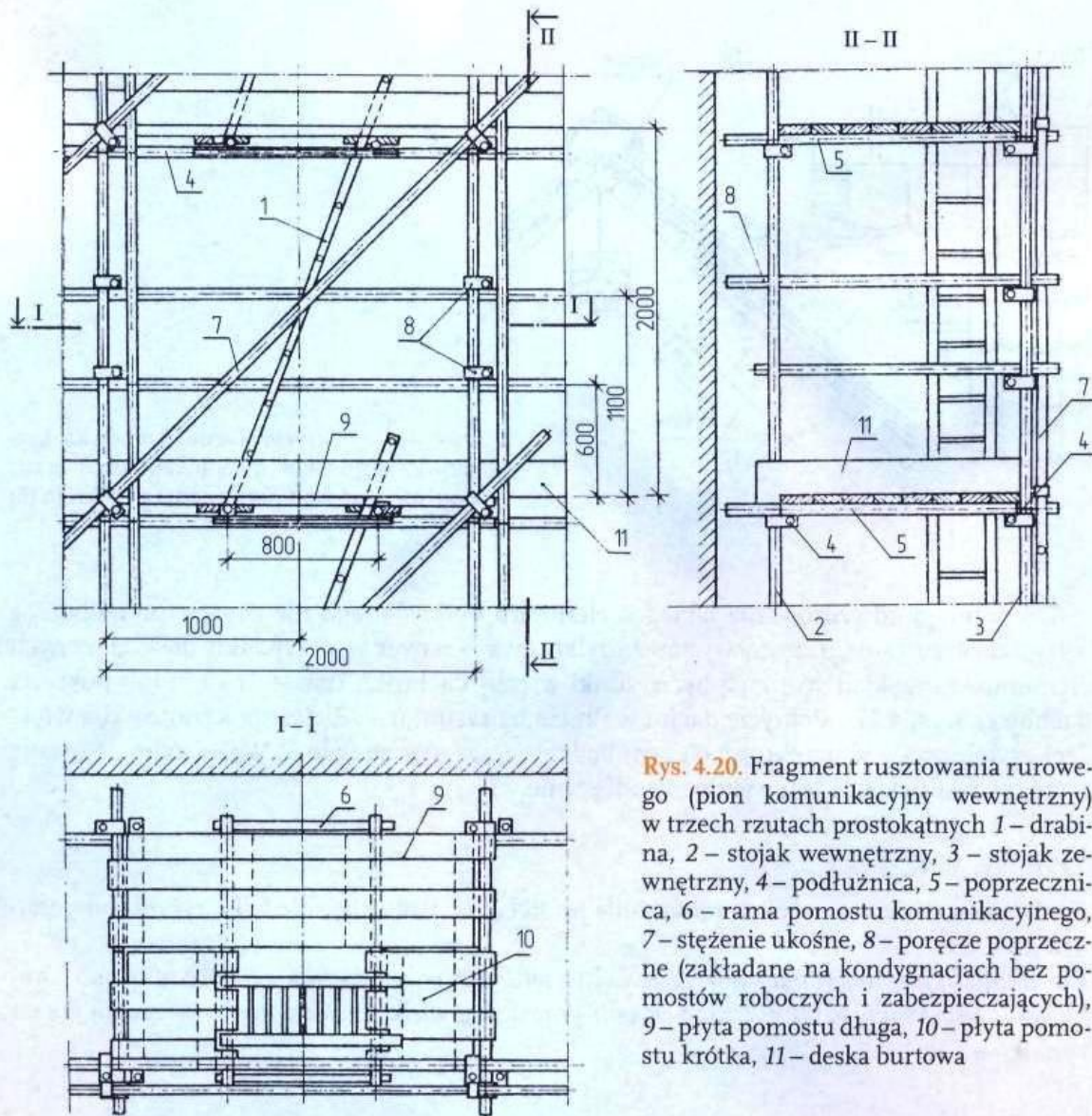
Warto przyrzeć się rysunkom rzutów przedmiotów i obiektów, które możemy spotkać w budownictwie, na przykład rysunkowi 4.18. Czy na podstawie rzutów potrafiłbyś wyobrazić sobie ceramiczny pustak kominowy? Jeżeli tak, to znaczy, że masz wyobraźnię przestrzenną i na pewno nie będziesz mieć problemów z czytaniem dokumentacji budowlanej.



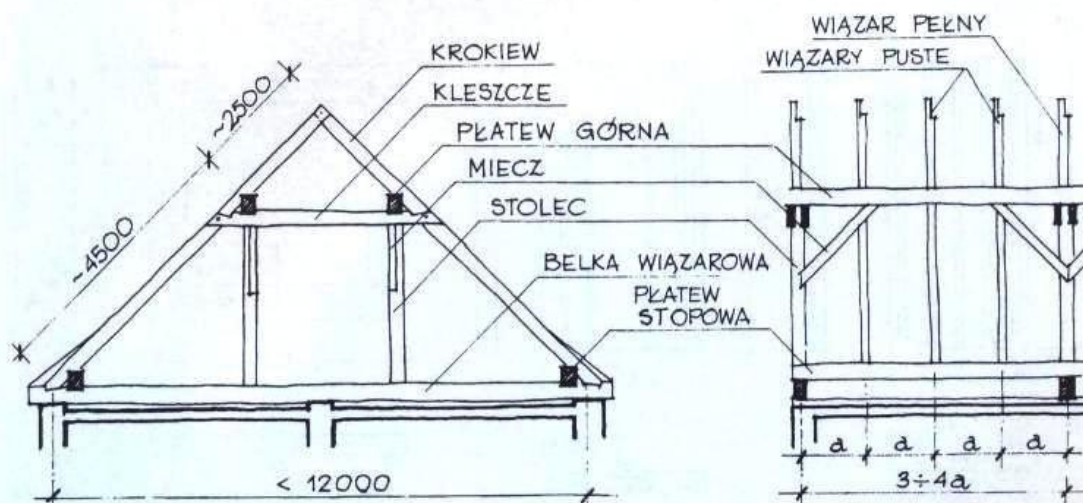
Rys. 4.18. Ceramiczny pustak kominowy: a) rysunek poglądowy, b) rzuty prostokątne [8]



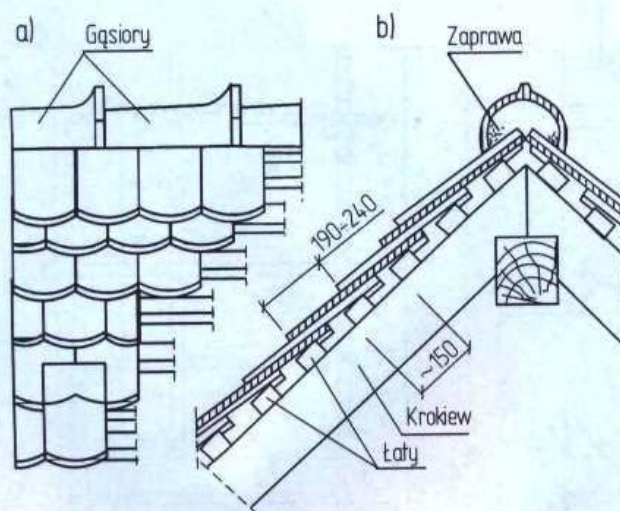
Rys. 4.19. Elementy budowlane w rzutach prostokątnych: a) dachówka karpiówka, b) dachówka zakładkowa, c) kafel piecowy



Rys. 4.20. Fragment rusztowania rurowego (pion komunikacyjny wewnętrzny) w trzech rzutach prostokątnych 1 – drabina, 2 – stojak wewnętrzny, 3 – stojak zewnętrzny, 4 – podłużnica, 5 – poprzeczni-
ca, 6 – rama pomostu komunikacyjnego, 7 – stężenie ukośne, 8 – poręcz poprzecz-
ne (zakładane na kondygnacjach bez po-
mostów roboczych i zabezpieczających), 9 – płyta pomostu długa, 10 – płyta pomostu krótka, 11 – deska burtowa



Rys. 4.21. Więźba dachowa kleszczowo-płatwiowa w dwóch rzutach



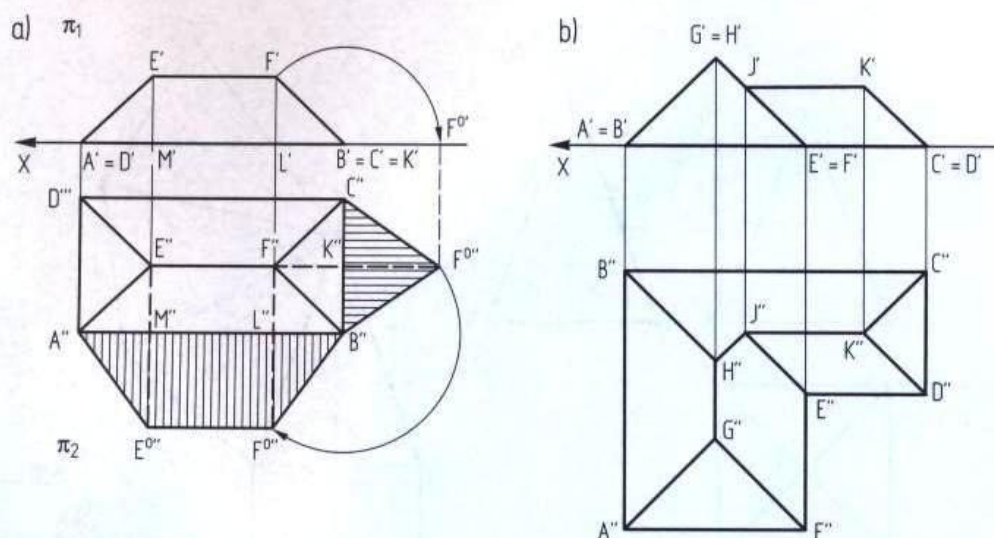
Rys. 4.22. Pokrycie dachu dachówką karpówką w łuskę w dwóch rzutach: a) rzut podłużny, b) rzut poprzeczny przekroju [6]

Do dobrego odwzorowania jakiegoś elementu budowlanego nie zawsze potrzebne są wszystkie trzy rzuty. Często wystarczą tylko dwa – nawet w przypadku dość złożonych elementów. Przykładem mogą być rysunki więźby dachowej (rys. 4.21 i 1.7) lub pokrycia dachówką (rys. 4.22). Pokrycie dachu w rzucie na rysunku 4.22b jest pokazane – dla większej czytelności – w przekroju, o czym będzie mowa w rozdziale 6. Warto zwrócić uwagę na to, że rysunek 4.21 jest wykonany odręcznie.

Trochę poćwicz

Spróbuj samodzielnie wykonać rzutowanie prostokątne, posługując się tylko rysunkiem poglądowym 4.13a.

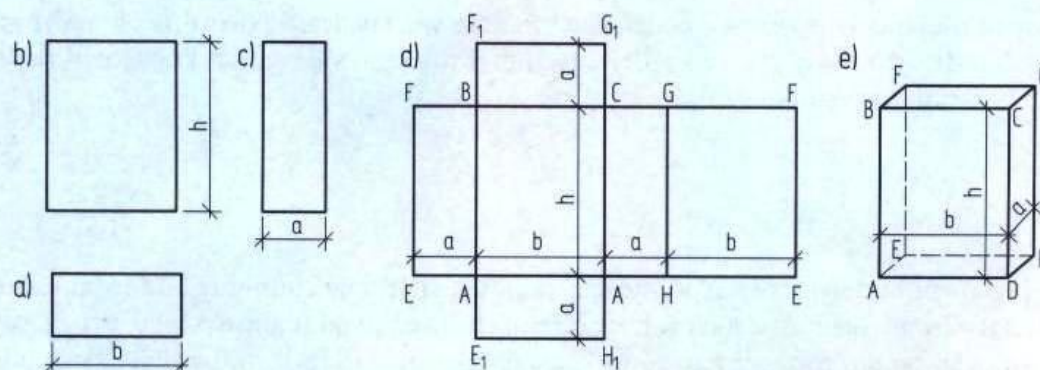
Przeanalizuj sposób wyznaczania rzeczywistej wielkości połaci dachowych pokazany na rysunku 4.23a i spróbuj w ten sam sposób określić prawdziwą wielkość połaci dachu o rzutach jak na rysunku 4.23b.



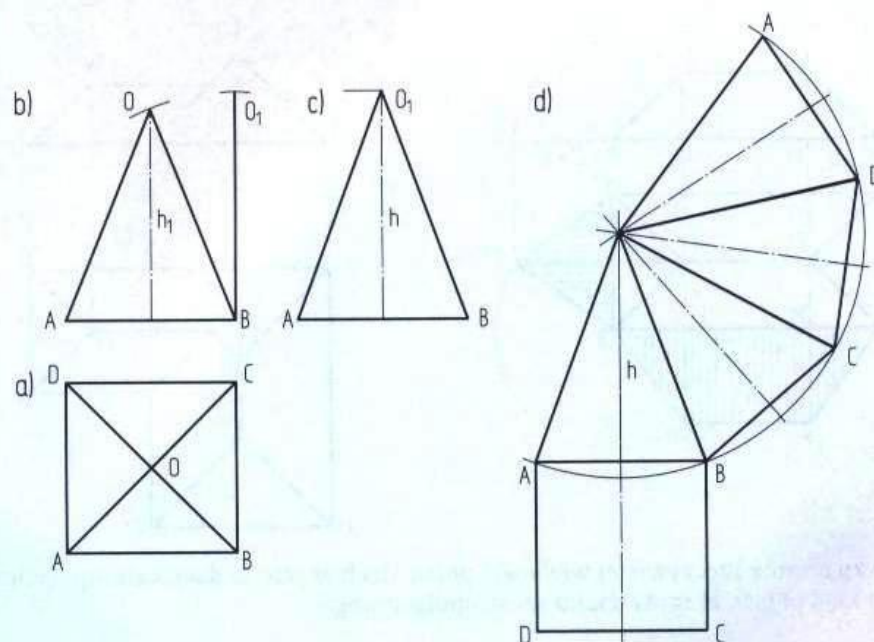
Rys. 4.23. Wyznaczanie rzeczywistej wielkości połaci dachowych: a) dach czteropołaciowy – rzuty prostokątne i kład połaci, b) rzuty dachu sześciopołaciowego

Aby określić rzeczywistą wielkość trójkątnej połaci BCF (rys. 4.23a), trzeba wykonać jej kład, tj. obrócić wzdłuż krawędzi BC na powierzchnię rzutni π_1 . W tym celu z punktu $B' = C'$ zatoczono łuk o promieniu $B'F'$ aż do przecięcia z osią X , a potem z wyznaczonego w ten sposób punktu $F^{0'}$ poprowadzono prostą prostopadłą do osi X , która przecięła się z przedłużeniem odcinka $E''F''$ w punkcie $F^{0''}$. Trójkąt $B''C''F^{0''}$ ma rzeczywiste wymiary połaci BCF. W podobny sposób należy postąpić z rzutem połaci ABFE: z punktu przecięcia prostej $F'F''$ z okręgiem zatoczonym z punktu B'' promieniem $B''F^{0''}$, czyli z wierzchołka $F^{0''}$, trzeba poprowadzić równoległą do osi X prostą, która przetnie się z prostą $E'E''$ w punkcie $E^{0''}$. Trapez $A''B''F^{0''}E^{0''}$ ma rzeczywiste wymiary połaci ABFE.

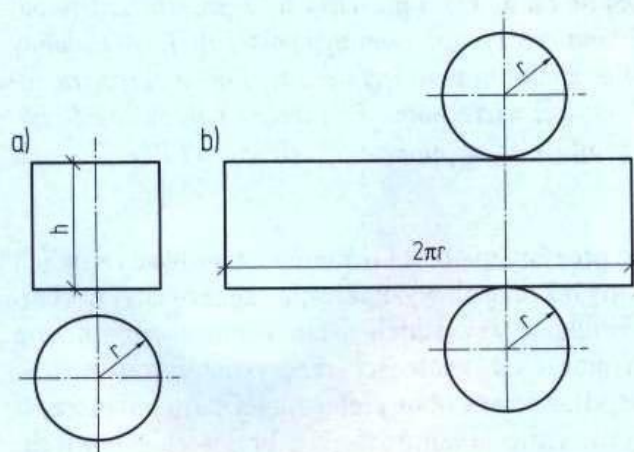
Wiemy już, na czym polega rzutowanie prostokątne brył i umiemy narysować rzuty ich ścian. W poprzednim ćwiczeniu poznaliśmy też sposób wyznaczania rzeczywistej wielkości ścian na podstawie rzutów. Znając wielkość wszystkich ścian wielościanu, można przedstawić jego **rozwinięcie**, czyli narysować w wielkości rzeczywistej (oczywiście z uwzględnieniem podziałki rysunku) wszystkie ściany obok siebie na tej samej płaszczyźnie. Na rysunkach 4.24 do 4.26 pokazano rozwinięcia najprostszych brył wielościennych:



Rys. 4.24. Rozwinięcie prostopadłościanu: a) wymiary powierzchni górnej i dolnej, b i c) wymiary powierzchni bocznych, d) rozwinięcie, e) rysunek poglądowy [7]



Rys. 4.25. Rozwinięcie ostrosłupa o podstawie kwadratu: a) rzut pionowy, b) rzut poziomy, c) rzeczywista wysokość boku ostrosłupa, d) rozwinięcie [7]



Rys. 4.26. Rozwinięcie walca: a) rzut pionowy i poziomy, b) rozwinięcie [7]

prostopadłościanu, ostrosłupa o podstawie kwadratowej i walca. Takie same obrazy można uzyskać, jeśli kartonowy model każdej z tych brył rozetnie się wzdłuż krawędzi i rozłoży płasko na arkuszu rysunkowym.



PYTANIA I POLECENIA

1. W pracowni budownictwa z pewnością znajdują się różne elementy budowlane. Spróbuj narysować niektóre z nich w trzech rzutach. Zaczynaj od najprostszego, np. od cegły dziurawki, potem możesz narysować pustak Akermanna lub inny, bardziej skomplikowany. Przekonasz się, jak łatwo w ten sposób odwzorowywać rzeczywistość.
2. W jakim celu sporządza się rozwinięcia połaci dachowych?

3. Wykonaj rozwinięcie połaci dachowych dachu sześciopołaciowego z rysunku 4.23b. Pomógł ci w tym przykład z rysunku 4.23a.
4. Umiejętność rozwijania brył jest bardzo przydatna w budownictwie, szczególnie w robotach blacharskich. Narysuj rozwinięcie ostrosłupa o podstawie trójkąta równobocznego. Możesz wzorować się na rysunku 4.25.

ZAPAMIĘTAJ

Rzutowanie prostokątne to rzutowanie na trzy płaszczyzny wzajemnie do siebie prostopadłe. W rysunkach technicznych zamiast układu przestrzennego trzech rzutni stosujemy ich **rozwinięcie w układ płaski**.

Rzutowanie figur i brył to rzutowanie ich boków, czyli odcinków i punktów.

Rysowanie w rzutach prostokątnych ma szerokie zastosowanie w rysunkach budowlanych.

Rozwinięcia połaci dachowych są potrzebne do określania ich rzeczywistej powierzchni.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Przygotuj płaski układ rzutni i narysuj w nim rzuty dowolnego odcinka.
2. Jak w stosunku do rzutni powinien być usytuowany trójkąt, aby jego dwa rzuty były odcinkami?
3. Jak należy ustawić prostopadłościan, aby jego rzutowanie było najprostsze?
4. Czy w rysunkach budowlanych zawsze jest konieczne stosowanie trzech rzutów?

LITERATURA

- [1] Norma PN-EN ISO 5456-1:2002 *Rysunek techniczny. Metody rzutowania. Część 1. Postanowienia ogólne*.
- [2] Norma PN-EN ISO 5456-2:2002 *Rysunek techniczny. Metody rzutowania. Część 2. Przedstawianie prostokątne*.
- [3] Norma PN-ISO 2594:1998 *Rysunek budowlany. Metody rzutowania*.
- [4] Norma PN-87/B-01037 *Projekty budowlane. Zasady rzutowania*.
- [5] T. Buksinski, A. Szpecht, *Rysunek techniczny*, WSiP, Warszawa 1999.
- [6] J.Z. Mirski, K. Łacki, *Budownictwo z technologią. Cz.2.*, WSiP, Warszawa 2005.
- [7] K. Straszak, *Rysunek zawodowy dla ZSB. Część ogólna*, WSiP, Warszawa 1988.
- [8] L. Wojciechowski, *Rysunek budowlany. Seria: Dokumentacja budowlana. Cz. 1.*, WSiP, Warszawa 2006.

5. Rysunki aksonometryczne

- Rodzaje rysunków aksonometrycznych
- Aksonometria ukośna
- Zastosowanie aksonometrii ukośnej w rysunkach budowlanych

5.1

Rodzaje rysunków aksonometrycznych

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- co to jest aksonometria
- jak mogą być ustawione rzutnie aksonometryczne
- czym charakteryzuje się aksonometria ukośna

Rysunki aksonometryczne mają w budownictwie zastosowanie przede wszystkim jako rysunki poglądowe – podobne do obrazów utrwalonych na zdjęciach fotograficznych. Różnica między nimi polega na tym, że rysunek budowlany jest wizją projektanta dotyczącą obiektu jeszcze nieistniejącego, którego sfotografować się nie da. Za pomocą rysunków aksonometrycznych projektant może zaprezentować swój pomysł inwestorowi.

Zgodnie z PN-EN ISO 5456-3:2002 **przedstawienie aksonometryczne** (nazywane też **rzutem aksonometrycznym** lub **aksonometrią**¹) jest prostym przedstawieniem rysunkowym otrzymanym przez rzutowanie przedmiotu widzianego z punktu w nieskończoności na jedną płaszczyznę rzutu (tzw. **rzutnię aksonometryczną** π_a – rys. 5.1a). Na rzutni aksonometrycznej π_a trzeba pokazać nie tylko rzut obrazowanego przedmiotu, ale także **osie aksonometryczne** X_a , Y_a , Z_a (czyli rzuty osi układu współrzędnych X, Y, Z na płaszczyznę π_a). Oś pionową zawsze oznacza się literą Z, a jej rzut jako Z_a .

Płaszczyzna rzutni aksonometrycznej π_a przecina układ płaszczyzn π_1 , π_2 i π_3 (płaszczyzny mogą być oznaczane cyframi rzymskimi, np. I, II, III), wyznaczonych przez osie układu współrzędnych X, Y, Z wzdłuż trójkąta, który nazywamy **trójkątem śladów aksonometrycznych** (rys. 5.1b).

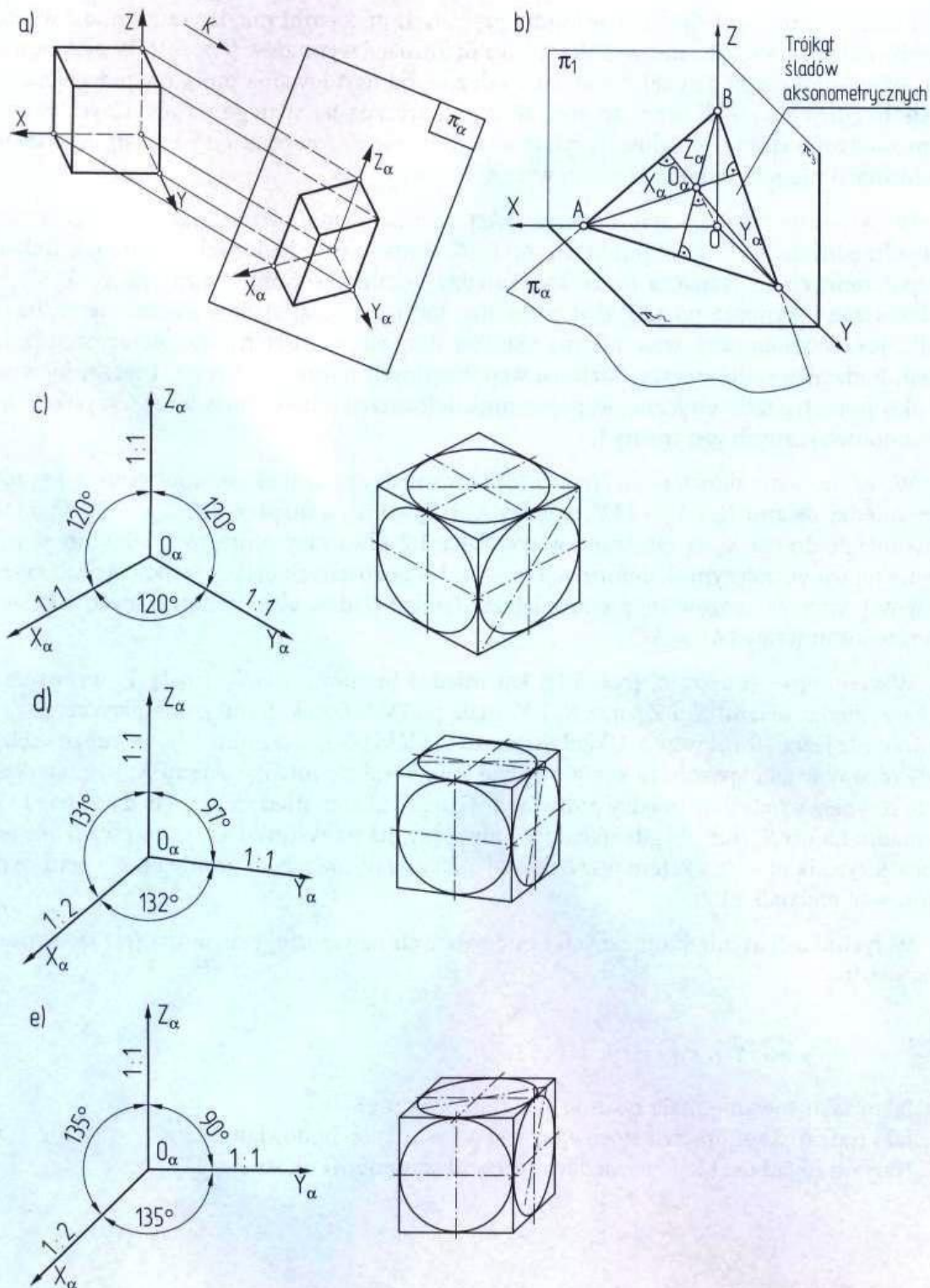
W aksonometrii kierunek rzutowania K może być prostopadły do rzutni aksonometrycznej π_a (jest to **aksonometria prostokątna** – jak na rys. 5.1b) lub nachylony pod dowolnym kątem (**aksonometria ukośna**).

Przedmioty przedstawiane w aksonometrii należy ustawiać w taki sposób, aby miały jak najwięcej powierzchni, osi i krawędzi równoległych do płaszczyzn układu współrzędnych X, Y, Z. Zaleca się pomijanie na rysunkach aksonometrycznych niewidocznych krawędzi i zarysów. Zwykle unika się też wymiarowania przedstawianych w ten sposób obiektów.

W normach dotyczących rysunku aksonometrycznego (PN-EN ISO 5456-3:2002 i PN-B-01037:1987) wielkości kątów między osiami aksonometrycznymi zostały dokładnie określone. Wymagania te wprowadzono po to, aby wszystkie wykonywane w ten sposób rysunki miały ujednolicony wygląd i były czytelne. Zgodnie z zaleceniami podanymi w PN-EN ISO 5456-3:2002 wyróżniamy trzy główne rodzaje aksonometrii:

- aksonometrię izometryczną (inna nazwa: izometria) – rys. 5.1c,
- aksonometrię dimetryczną (inaczej: dimetria prostokątna boczna) – rys. 5.1d,
- aksonometrię ukośną (inaczej: dimetria ukośna) – rys. 5.1e.

¹ Aksonometria – słowo pochodzenia greckiego, gdzie *akson* oznacza oś, a *metreo* – mierzę.



Rys. 5.1. Aksonometria: a) poglądowe przedstawienie metody rzutu aksonometrycznego, b) ustawienie rzutni aksonometrycznej π_α w przestrzeni względem prostokątnego układu odniesienia o płaszczyznach π_1 , π_2 , π_3 i osiach współrzędnych XYZ z zaznaczonym trójkątem śladów aksonometrycznych, c) aksonometria izometryczna – układ osi aksonometrycznych oraz rzut sześcianu, d) aksonometria dimetryczna – układ osi aksonometrycznych oraz rzut sześcianu, e) aksonometria ukośna – układ osi aksonometrycznych oraz rzut sześcianu [5]

Różnią się one układem osi aksonometrycznych (tj. kątami między rzutami osi współrzędnych) oraz wartościami współczynnika deformacji wymiarów (rys. 5.1). W aksonometrii przedmiot ulega pewnej deformacji zależnej od usytuowania punktów przecięcia osi współrzędnych X , Y , Z przez rzutnię aksonometryczną π_a , dlatego na niektórych osiach wprowadzono skróty odległości, czyli tzw. **współczynniki deformacji liniowej** m . Jeśli takiej deformacji nie ma, współczynnik m wynosi 1.

W **aksonometrii izometrycznej** (rys. 5.1c) rzutnia aksonometryczna π_a przecina osie współrzędnych X , Y , Z w punktach A , B , C jednakowo oddalonych od środka układu współrzędnych O . Oznacza to, że kąty między osiami aksonometrycznymi X_a , Y_a , Z_a są takie same i wynoszą po 120° (kąt pełny ma 360°), a trójkąt śladów aksonometrycznych ABC jest równoboczny, więc nie ma skrótów długości na osiach (brak deformacji liniowej). Podziałka rzutów wszystkich osi współrzędnych wynosi zatem 1:1. Inaczej mówiąc, w aksonometrii izometrycznej współczynnik deformacji liniowej m wzdłuż wszystkich osi aksonometrycznych jest równy 1.

W **aksonometrii dimetrycznej** (rys. 5.1d) kąty między osiami aksonometrycznymi są różne: między osiami X_a i Y_a – 132° , między X_a i Z_a – 131° , a między Y_a i Z_a – 97° . Wymiary równoległe do osi X_a są rysowane w podziałce 1:2 (dwa razy mniejsze). Mówimy wtedy, że na tej osi współczynnik deformacji $m = 1/2$. Na pozostałych osiach współczynnik m jest równy 1, więc wymiarów się nie zmniejsza. Trójkąt śladów aksonometrycznych ABC jest tu równoramienny ($AB = AC$).

W **aksonometrii ukośnej** (rys. 5.1e) kąt między pionową osią Z_a i osią Y_a wynosi 90° , a kąty między osiami X_a i Z_a oraz X_a i Y_a mają po 135° . Dzięki temu jedna płaszczyzna rysunku nie jest deformowana. Układ osi może być taki jak na rysunku 5.1e, ale może też być odwrócony w taki sposób, że kąt 90° będzie znajdował się między osiami X_a i Z_a . Oczywiście wtedy kąty między pozostałymi osiami aksonometrycznymi będą równe 135° . Ponadto na osi X_a (lub Y_a , gdy układ jest odwrotny niż na rysunku 5.1e), wprowadzony jest współczynnik $m = 1/2$, a zatem wszystkie wymiary na tej osi należy zmniejszać o połowę (tj. stosować podziałkę 1:2).

W rysunkach architektonicznych i budowlanych najczęściej stosowana jest **aksonometria ukośna**.



PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie zastosowanie mają rysunki aksonometryczne?
2. Jaki rodzaj aksonometrii stosowany jest w rysunkach budowlanych?
3. Narysuj układ osi i kątów między nimi w aksonometrii ukośnej.

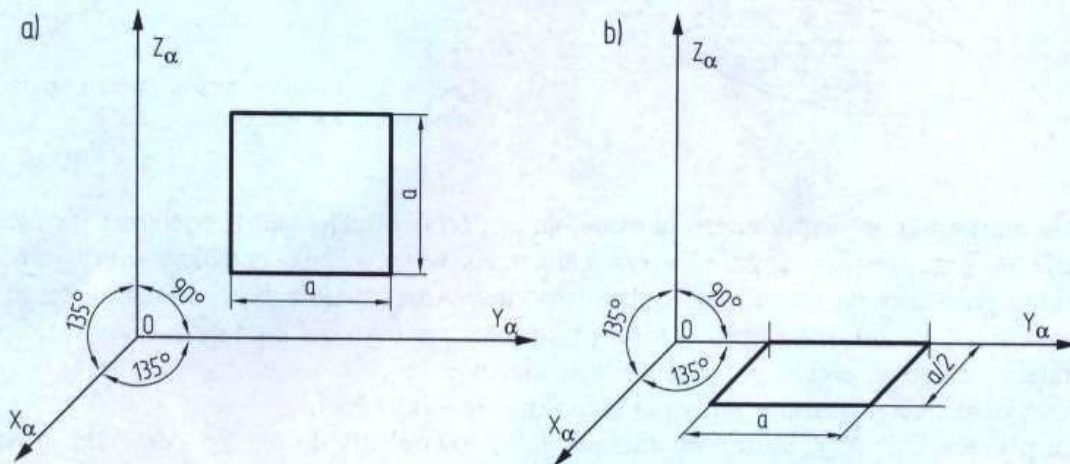
5.2

Aksonometria ukośna

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak rysować figury płaskie w aksonometrii ukośnej
- jak rysować bryły w aksonometrii ukośnej
- które wymiary na rysunkach w aksonometrii ukośnej są zmniejszane o połowę

Spośród wszystkich trzech rodzajów aksonometrii, które wymieniono w poprzednim punkcie, na rysunkach budowlanych najczęściej stosowana jest aksonometria ukośna. Spróbujmy wykonać w ten sposób kilka prostych rysunków. Ponieważ układ osi w aksonometrii ukośnej jest znany, nietrudno będzie je narysować (rys. 5.2a). Chociaż aksonometria służy głównie do obrazowania brył, zaczniemy od łatwiejszego zadania – narysowania figury płaskiej, na przykład kwadratu leżącego na płaszczyźnie YZ układu współrzędnych. Boki kwadratu rysujemy na płaszczyźnie wyznaczonej przez osie aksonometryczne Y_α i Z_α – równoległe do tych osi i bez zmniejszania wymiarów. Otrzymany w ten sposób obraz aksonometryczny kwadratu o boku a pozostaje takim samym kwadratem (rys. 5.2a). Jeżeli jednak kwadrat o takiej samej wielkości będziemy rysowali na płaszczyźnie wyznaczonej przez osie X_α i Y_α (lub X_α i Z_α), otrzymamy obraz aksonometryczny o innym kształcie, ponieważ zgodnie z zasadami aksonometrii ukośnej krawędzie (boki) kwadratu muszą być równoległe do osi, które wyznaczają płaszczyznę rzutowania. Należy też skrócić o połowę długości krawędzi równoległych do osi aksonometrycznej X_α (rys. 5.2b). Otrzymany w ten sposób równoległobok jest rzutem kwadratu na płaszczyznę $X_\alpha Y_\alpha$.

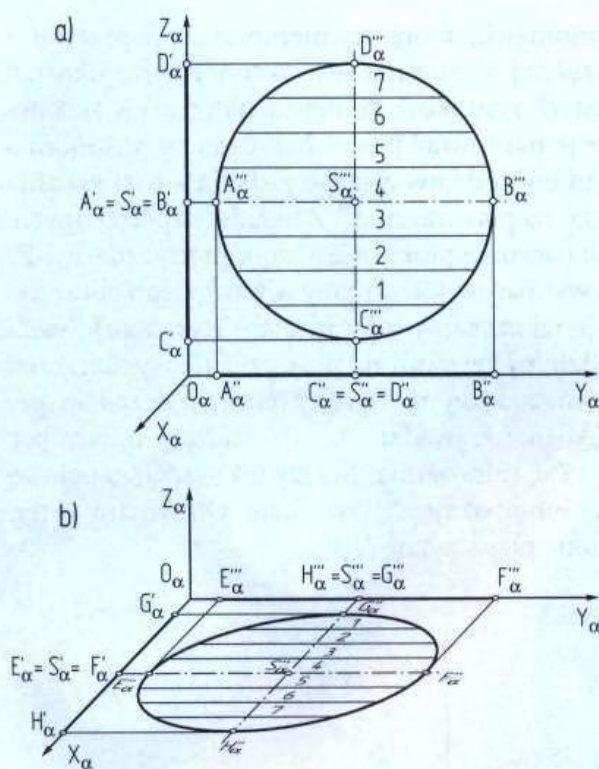


Rys. 5.2. Kwadraty w aksonometrii ukośnej (objaśnienia w tekście)

Trochę poćwicz

Narysuj układ osi w aksonometrii ukośnej, a następnie rzut kwadratu na płaszczyznę rzutów wyznaczoną przez osie aksonometryczne X_α i Z_α . Pamiętaj o skróceniu odcinków równoległych do osi X_α . Na rysunkach będzie widać, że tylko w płaszczyźnie $Y_\alpha Z_\alpha$ kwadrat nie jest zdeformowany, a na pozostałych płaszczyznach jest to już inna figura.

Podobnie będzie, gdy w aksonometrii ukośnej narysujemy okręgi leżące na powierzchniach płaszczyzn układu współrzędnych lub równoległe do nich. Tylko na płaszczyźnie $Y_\alpha Z_\alpha$ obraz aksonometryczny tak usytuowanego okręgu pozostanie takim samym okręgiem. Na przykład obrazem aksonometrycznym okręgu o promieniu r i środku w punkcie S , leżącego w płaszczyźnie YZ i przechodzącego przez punkty A, C, B, D (rys. 5.3a), na płaszczyźnie aksonometrycznej $Y_\alpha Z_\alpha$ będzie okrąg $A''_\alpha C''_\alpha B''_\alpha D''_\alpha$ (rys. 5.3b) o takiej samej wielkości jak okrąg $ACBD$.



Rys. 5.3. Okręgi w aksonometrii ukośnej (objaśnienia w tekście)

Aby narysować w aksonometrii ukośnej okrąg $EHFG$ o takiej samej wielkości jak okrąg $ACBD$, ale leżący na płaszczyźnie XY (rys. 5.3b), trzeba wykonać kilka dodatkowych czynności:

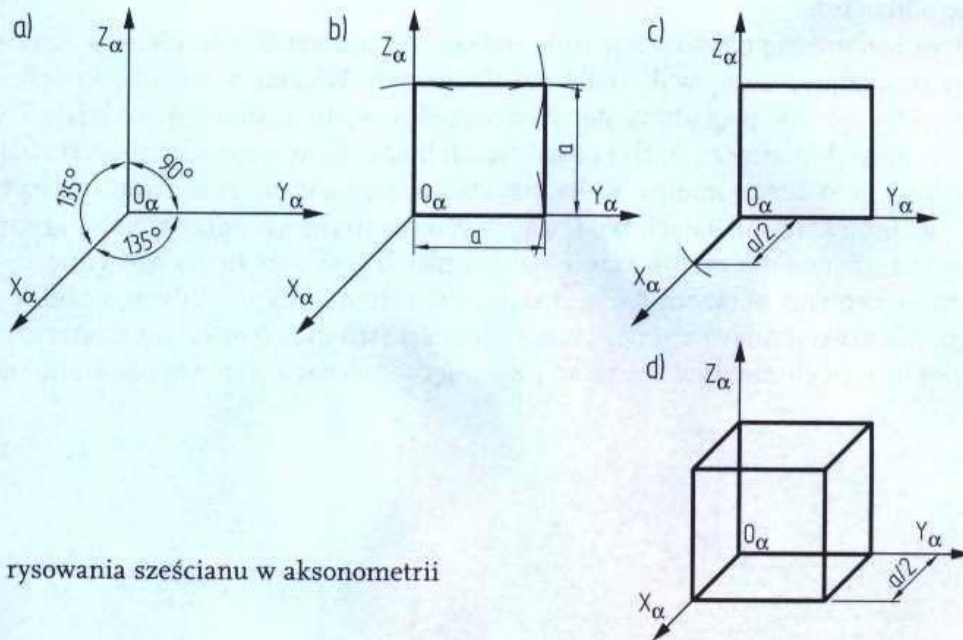
- okrąg pokazany na rysunku 5.3a dzielimy cięciwami równoległymi do osi aksonometrycznej Y_α na dowolną liczbę części (np. jak na rysunku 5.3a, gdzie zastosowano podział na osiem części za pomocą siedmiu cięciw);
- wszystkie cięciwy numerujemy (na rysunku 5.3a – od 1 do 7);
- na płaszczyźnie $X_\alpha Y_\alpha$ rysujemy odcinek $E''_\alpha F''_\alpha$ równoległy do osi Y_α (rys. 7.3b), równy średnicy okręgu $A''_\alpha C''_\alpha$ (z rys. 5.3a), i zaznaczamy jego środek S''_α ;
- przez punkt S''_α prowadzimy prostą równoległą do osi aksonometrycznej X_α i odkładamy po jej obu stronach odcinki o długości $\frac{1}{4}CD = \frac{1}{4} C''_\alpha D''_\alpha$ ($\frac{1}{4}$ a nie $\frac{1}{2}$, ponieważ wzdłuż osi X_α stosuje się podziałkę 1:2), a ich końce oznaczamy jako G''_α i H''_α ;

- odcinek $G''H''$ dzielimy na osiem równych części i przez wyznaczone w ten sposób punkty prowadzimy cięciwy równoległe do osi Y_α , numerujemy je, a następnie odmierzamy ich rzeczywiste długości (kolejne cięciwy na rys. 5.3b rysujemy, odkładając w prawo i w lewo od osi X_α po $\frac{1}{2}$ długości cięciwy oznaczonej takim samym numerem na rys. 5.3a);
- łączymy końce cięciw krzywą (przy użyciu krzywika), uzyskując rysunek elipsy, która jest szukanym rzutem okręgu na płaszczyznę X_0Y_α .

Rysowanie brył w aksonometrii ukośnej jest tylko nieco trudniejsze niż rysowanie figur płaskich, bo przecież bokami brył są figury płaskie. Prześledzimy teraz proces rysowania najprostszej bryły, czyli sześcianu, którego wszystkie boki są – jak wiadomo – kwadratami. Aby to zrobić, trzeba wykonać następujące czynności:

- narysować układ osi w aksonometrii ukośnej, pamiętając o tym, że kąty między nimi wynoszą 90° i 135° (rys. 5.4a);
- na płaszczyźnie $Y_\alpha Z_\alpha$ narysować kwadrat o boku a , zaczynając od punktu O_α (rys. 5.4b);
- na osi X_α odłożyć – również od punktu O_α – odcinek o połowę krótszy od odcinka a (rys. 5.4c);
- narysować proste równoległe do odpowiednich osi i wyznaczyć narożniki sześcianu (rys. 5.4d).

Po nabraniu wprawy rysowanie osi nie jest konieczne, wystarczy jedynie pamiętać o wielkościach kątów między nimi.



Rys. 5.4. Etapy rysowania sześcianu w aksonometrii ukośnej [6]

PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij na przykładzie, jakie są zasady rysowania figur płaskich w aksonometrii ukośnej.
2. Narysuj trzeci rzut okręgu na płaszczyźnie XZ (rys. 5.3). Wykorzystaj wskazówki ze strony 112.
3. Sporządź rysunek dowolnego prostopadłościanu w aksonometrii ukośnej. Możesz wzorować się na rysunku 5.4.

5.3

Zastosowanie aksonometrii ukośnej w rysunkach budowlanych

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

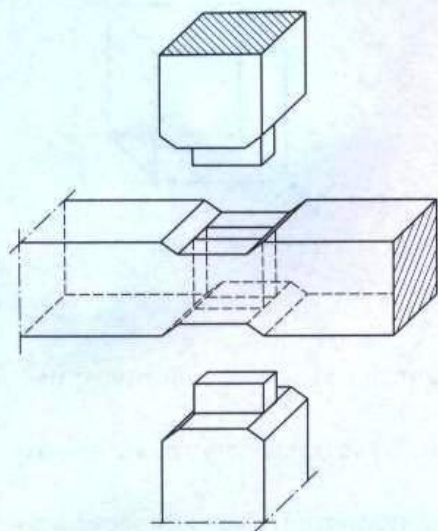
- w jakich przypadkach rysunek aksonometryczny jest nieodzowny
- dlaczego rysunek aksonometryczny jest przydatny w projektowaniu instalacji sanitarnych
- jakie rysunek aksonometryczny ma zastosowanie w budownictwie

Jak już wiemy, aksonometria służy głównie do sporządzania rysunków poglądowych, czyli prezentacji wizji projektanta danego przedmiotu czy urządzenia, a w budownictwie – budynku, budowli lub ich elementów. Za pomocą rysunku sporządzonego w aksonometrii ukośnej¹ można na przykład łatwo wyjaśnić budowę złącza ciesielskiego (rys. 5.5). Aby ułatwić zrozumienie jego konstrukcji, wszystkie elementy zostały rozłączone i narysowane oddzielnie.

Aksonometrię ukośną oraz inne rodzaje aksonometrii najczęściej wykorzystuje się przy sporządzaniu rysunków do celów szkoleniowych. Właśnie w ten sposób wykonywane są na przykład rysunki poglądowe stanowiące część *a* wielu ilustracji w rozdziale 5 tej książki.

W innych podręcznikach i poradnikach budowlanych również można znaleźć ilustracje wykonane w aksonometrii. Kilka przykładów jej zastosowania pokazano na rysunku 5.6.

W projektach instalacji wodociągowych, centralnego ogrzewania i gazowych aksonometria ukośna ma zastosowanie na rysunkach tzw. rozwinięć. Rozwinięcie instalacji jest przestrzennym obrazem danej instalacji w całym budynku lub jego części. Rysunek taki umożliwia wykonawcom obliczenie długości rur potrzebnych do montażu, liczby kształtek i innych elementów. Przykład rozwinięcia instalacji gazowej pokazano na rysunku 5.7.



Rys. 5.5. Złącze ciesielskie narysowane w aksonometrii ukośnej

¹ W aksonometrii ukośnej obowiązuje skrót 1:2 wzdłuż osi X_q .

5.3

Zastosowanie aksonometrii ukośnej w rysunkach budowlanych

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

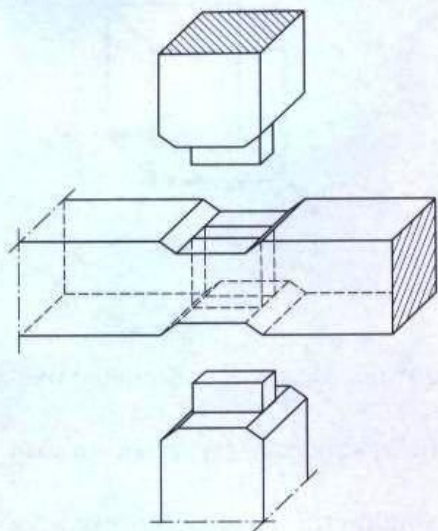
- w jakich przypadkach rysunek aksonometryczny jest nieodzowny
- dlaczego rysunek aksonometryczny jest przydatny w projektowaniu instalacji sanitarnych
- jakie rysunek aksonometryczny ma zastosowanie w budownictwie

Jak już wiemy, aksonometria służy głównie do sporządzania rysunków poglądowych, czyli prezentacji wizji projektanta danego przedmiotu czy urządzenia, a w budownictwie – budynku, budowli lub ich elementów. Za pomocą rysunku sporządzonego w aksonometrii ukośnej¹ można na przykład łatwo wyjaśnić budowę złącza ciesielskiego (rys. 5.5). Aby ułatwić zrozumienie jego konstrukcji, wszystkie elementy zostały rozłączone i narysowane oddzielnie.

Aksonometrię ukośną oraz inne rodzaje aksonometrii najczęściej wykorzystuje się przy sporządzaniu rysunków do celów szkoleniowych. Właśnie w ten sposób wykonywane są na przykład rysunki poglądowe stanowiące część *a* wielu ilustracji w rozdziale 5 tej książki.

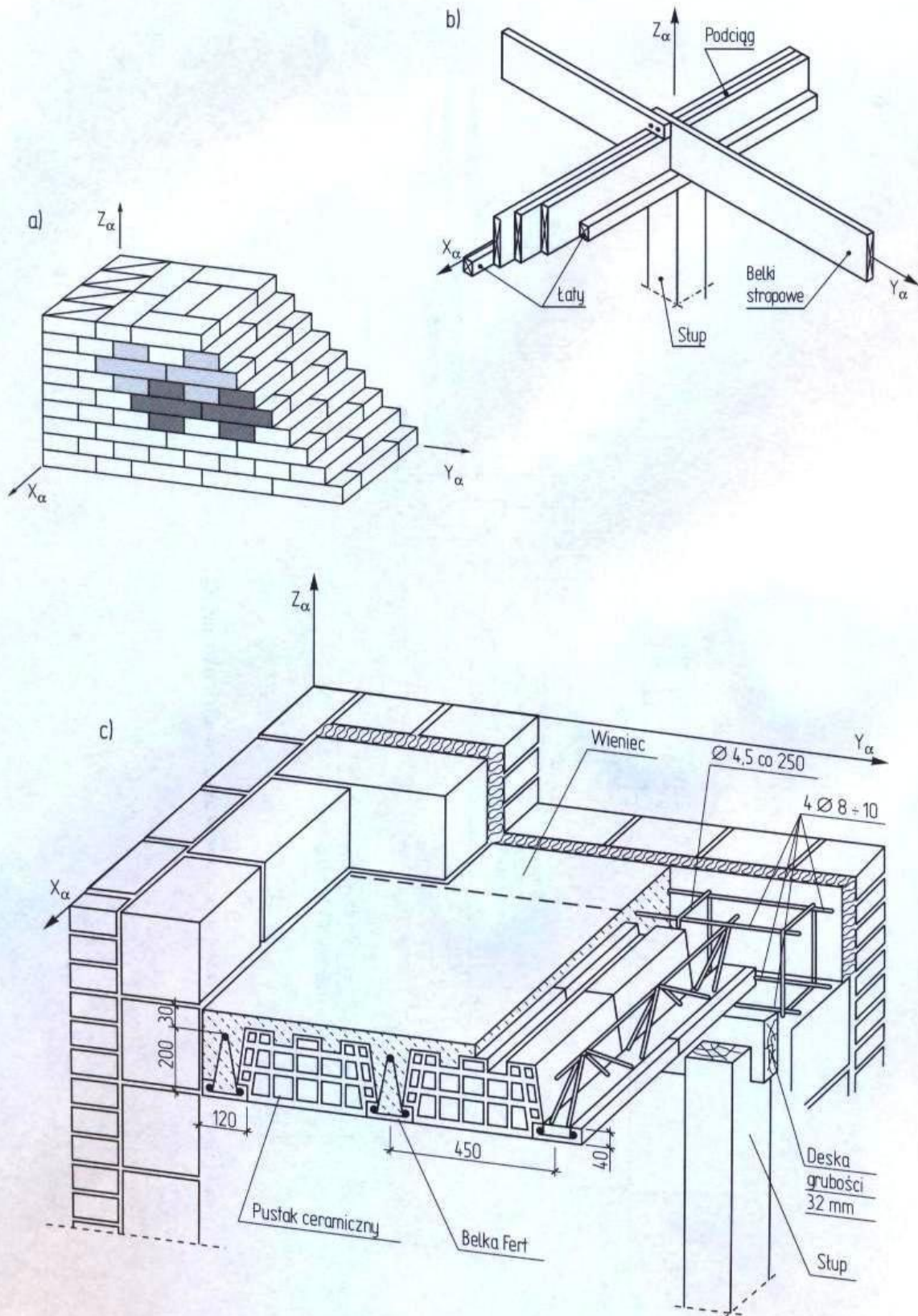
W innych podręcznikach i poradnikach budowlanych również można znaleźć ilustracje wykonane w aksonometrii. Kilka przykładów jej zastosowania pokazano na rysunku 5.6.

W projektach instalacji wodociągowych, centralnego ogrzewania i gazowych aksonometria ukośna ma zastosowanie na rysunkach tzw. rozwinięć. Rozwinięcie instalacji jest przestrzennym obrazem danej instalacji w całym budynku lub jego części. Rysunek taki umożliwia wykonawcom obliczenie długości rur potrzebnych do montażu, liczby kształtek i innych elementów. Przykład rozwinięcia instalacji gazowej pokazano na rysunku 5.7.

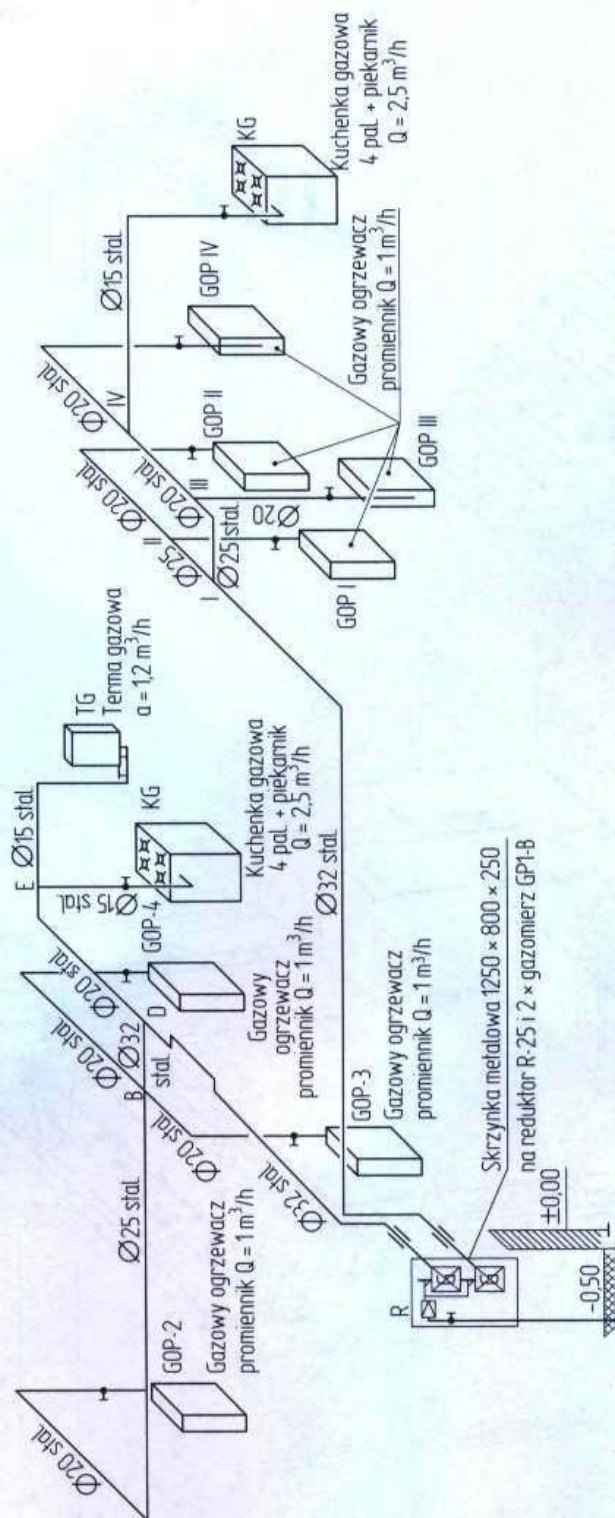


Rys. 5.5. Złącze ciesielskie narysowane w aksonometrii ukośnej

¹ W aksonometrii ukośnej obowiązuje skrót 1:2 wzdłuż osi X_a .



Rys. 5.6. Przykłady zastosowania aksonometrii na rysunkach poglądowych [8]: a) mur w wiązaniu krzyżowym w aksonometrii ukośnej, b) belki stropowe oparte na górnej powierzchni podciagu i łątach, c) strop typu Fert-45 [4]



Rys. 5.7. Rozwinięcie instalacji gazowej wykonane w aksonometrii ukośnej [6]



PYTANIA I POLECENIA

1. Narysuj dowolny element budowlany, na przykład cegłę dziurawkę, w aksonometrii ukośnej, posługując się przykładem ze strony 112.
2. Jakie zastosowanie ma aksonometria ukośna w rysunkach budowlanych?
3. Dlaczego rysunek aksonometryczny jest przydatny w projektach instalacyjnych?

ZAPAMIĘTAJ

W rysunkach architektonicznych i budowlanych stosowana jest głównie **aksonometria ukośna**.

W aksonometrii ukośnej:

kąt między osiami Z i Y jest równy 90° ;

kąty między osiami Z i X oraz X i Y są jednakowe i wynoszą 135° ;

krawędzie równoległe do osi X są zmniejszane o połowę.



SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Co wiesz o aksonometrii ukośnej?
2. Jaki rodzaj aksonometrii stosowany jest w rysunkach budowlanych?
3. Jakie zasady obowiązują przy rysowaniu figur i brył w aksonometrii ukośnej?
4. Podaj przykłady zastosowania aksonometrii w budownictwie.

LITERATURA

- [1] Norma PN-EN ISO 5456-2:2002 *Rysunek techniczny. Metody rzutowania. Część 2. Przedstawianie prostokątne.*
- [2] Norma PN-EN ISO 5456-3:2002:2002 *Rysunek techniczny. Metody rzutowania. Część 3. Przedstawianie aksonometryczne.*
- [3] Norma PN-87/B-01037 *Projekty budowlane. Zasady rzutowania.*
- [4] J.Z. Mirski, K. Łacki, *Budownictwo z technologią. Cz. 2.*, WSiP, Warszawa 2005.
- [5] M. Popek, B. Wapińska, *Planowanie elementów środowiska. Cz.1.*, WSiP, Warszawa 2004.
- [6] M. Popek, B. Wapińska, *Rysunek zawodowy. Instalacje sanitarne*, WSiP, Warszawa 2003.

6. Wykonywanie rysunków przekrojów i widoków

- Rodzaje przekrojów
- Rysunki widoków (elewacje)

6.1

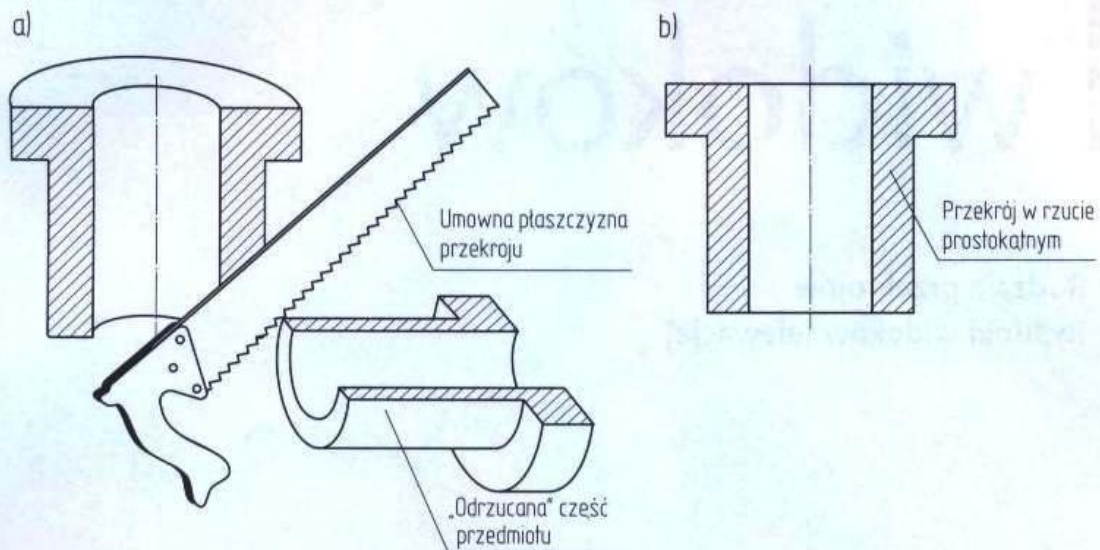
Rodzaje przekrojów

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- w jakim celu wykonuje się rysunki przekrojów
- jakie mogą być rodzaje przekrojów
- co to są rzuty i przekroje w rysunkach architektoniczno-budowlanych
- czym charakteryzują się rysunki profili

Rysunki, na których przedstawione są jedynie rzuty prostokątne, nie zawsze wystarczają do wykonania wielu obiektów budowlanych i przedmiotów. Na rzucie prostokątnym nie można pokazać wszystkiego, co znajduje się w środku przedmiotu. Trudno na przykład wyobrazić sobie wnętrze budynku, mając do dyspozycji tylko rysunki jego ścian i dachu, które wykonano metodą rzutowania prostokątnego. Dlatego w budownictwie powszechnie korzysta się z rysunków przekrojów obiektów budowlanych. Dotyczy to zarówno rysunków architektonicznych, jak i konstrukcyjnych.

Przekroje powstają przez przecięcie przedstawianego obiektu pewną umowną płaszczyzną (zwaną płaszczyzną przekroju) i odrzucenie części, która znajduje się przed nią. Mówimy, że płaszczyzna przekroju jest umowna, ponieważ trudno sobie wyobrazić, że dla wykonania rysunku zniszczymy przedmiot, naprawdę go przecinając. A jeśli przedmiotu jeszcze nie ma, co wtedy przetniemy? Piła na rysunku 6.1 służy jedynie do wyjaśnienia istoty przekroju.



Rys. 6.1. Powstawanie przekroju: a) przecinanie tulei w wyobraźni, b) rzut przekroju tulei [12]

6.1

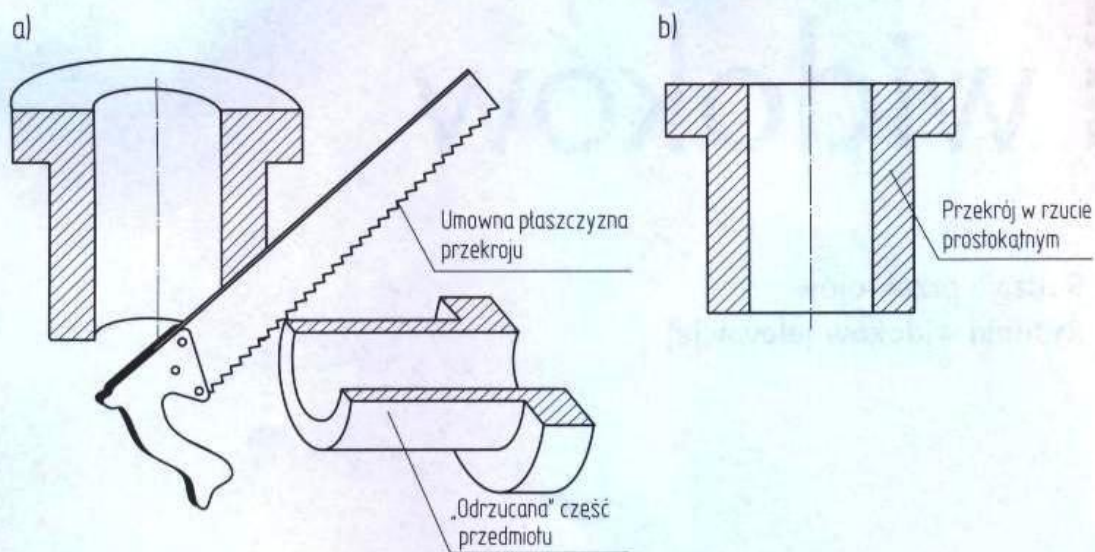
Rodzaje przekrojów

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

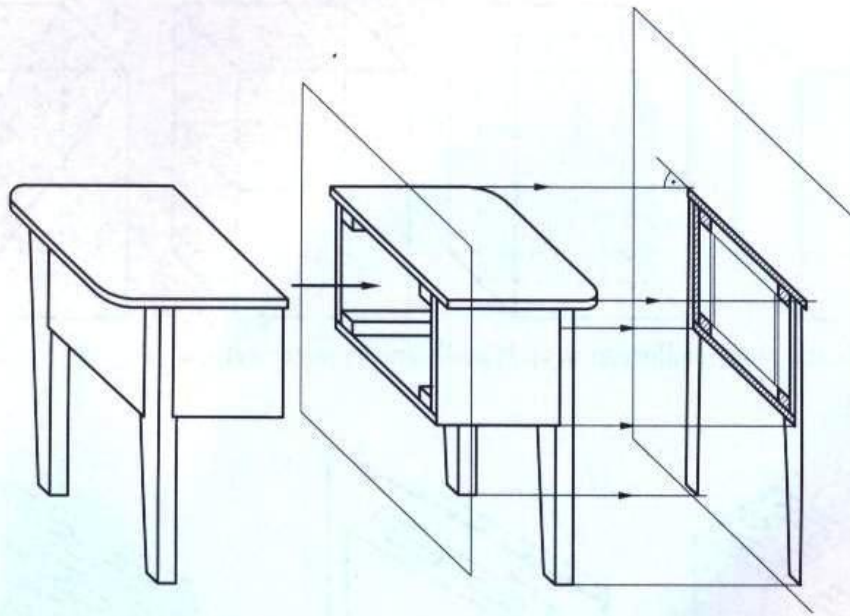
- w jakim celu wykonuje się rysunki przekrojów
- jakie mogą być rodzaje przekrojów
- co to są rzuty i przekroje w rysunkach architektoniczno-budowlanych
- czym charakteryzują się rysunki profili

Rysunki, na których przedstawione są jedynie rzuty prostokątne, nie zawsze wystarczają do wykonania wielu obiektów budowlanych i przedmiotów. Na rzucie prostokątnym nie można pokazać wszystkiego, co znajduje się w środku przedmiotu. Trudno na przykład wyobrazić sobie wnętrze budynku, mając do dyspozycji tylko rysunki jego ścian i dachu, które wykonano metodą rzutowania prostokątnego. Dlatego w budownictwie powszechnie korzysta się z rysunków przekrojów obiektów budowlanych. Dotyczy to zarówno rysunków architektonicznych, jak i konstrukcyjnych.

Przekroje powstają przez przecięcie przedstawianego obiektu pewną umowną płaszczyzną (zwaną płaszczyzną przekroju) i odrzucenie części, która znajduje się przed nią. Mówimy, że płaszczyzna przekroju jest umowna, ponieważ trudno sobie wyobrazić, że dla wykonania rysunku zniszczymy przedmiot, naprawdę go przecinając. A jeśli przedmiotu jeszcze nie ma, co wtedy przetniemy? Piła na rysunku 6.1 służy jedynie do wyjaśnienia istoty przekroju.



Rys. 6.1. Powstawanie przekroju: a) przecinanie tulei w wyobraźni, b) rzut przekroju tulei [12]



Rys. 6.2. Umowny przekrój stołu wraz z rysunkiem rzutu przekroju

Należy zwrócić uwagę na to, że podczas rysowania przekroju obowiązują te same zasady, które poznaliśmy w rozdziale o rzutowaniu prostokątnym. Umowny przekrój rzutowamy na płaszczyznę równoległą do płaszczyzny przekroju, a linie rzutowania są do niej prostopadłe. Zostało to wyjaśnione na rysunku 6.2, na którym widać płaszczyznę przekroju i płaszczyznę rzutowania.

Charakterystyczną cechą rysunków przekrojów jest to, że powierzchnie „przecięte” są zakreskowane, dzięki czemu łatwo odróżnić przekrój od widoku przedmiotu. W rysunku budowlanym stosuje się też inną metodę wyróżniania przekrojów – powierzchnie „przecięte” obrysowuje się linią dwukrotnie grubszą niż widoki.

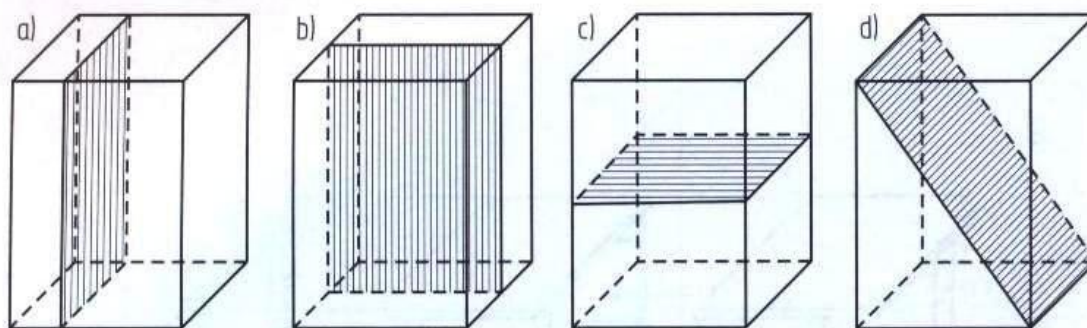
W rysunku technicznym płaszczyzna przekroju jest najczęściej równoległa do jednej z głównych płaszczyzn przedmiotu. Jeżeli jednak do pokazania wewnętrznej budowy konieczne jest wykonanie innego przekroju, na przykład ukośnego, to oczywiście się go robi. Przekroje wykonane jedną płaszczyzną nazywamy **przekrojami prostymi**. Można też wykonywać **przekroje złożone**, uzyskiwane dzięki przecięciu przedmiotu kilkoma płaszczyznami jednocześnie.

Jeśli przecinamy przedmiot lub element, którego długość znacznie przekracza szerokość, wówczas (dla łatwiejszej orientacji) przekroje nazywamy:

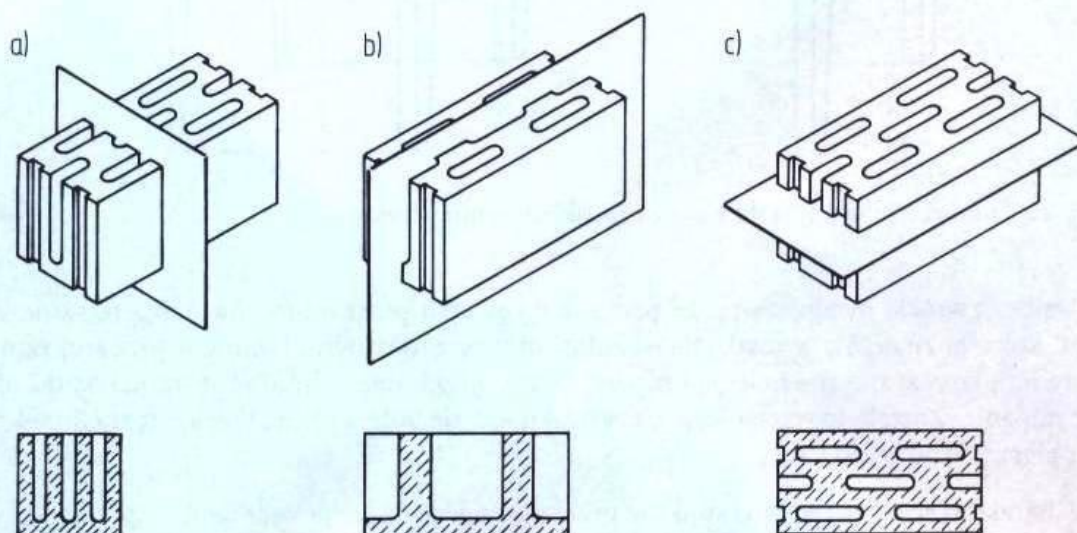
- **podłużnymi**, gdy płaszczyzna przekroju jest równoległa do dłuższego boku (rys. 6.3a, b oraz 6.5d);
- **poprzecznymi**, gdy płaszczyzna przekroju jest równoległa do krótszego boku (rys. 6.3c i 6.5c).

Używa się też określeń:

- **przekrój poziomy**, gdy płaszczyzna przekroju jest równoległa do powierzchni ziemi, czyli pozioma (rys. 6.3c, 6.4c oraz 6.5c);
- **przekrój pionowy**, gdy płaszczyzna przekroju jest prostopadła do powierzchni ziemi, czyli pionowa (rys. 6.3a, b, 6.4a, b oraz 6.5c i d).



Rys. 6.3. Przekroje prostopadłościanu: a), b) podłużne, c) poprzeczny, d) ukośny



Rys. 6.4. Przekroje pustaka ściennego typu Alfa: a) pionowy poprzeczny, b) pionowy podłużny, c) poziomy podłużny

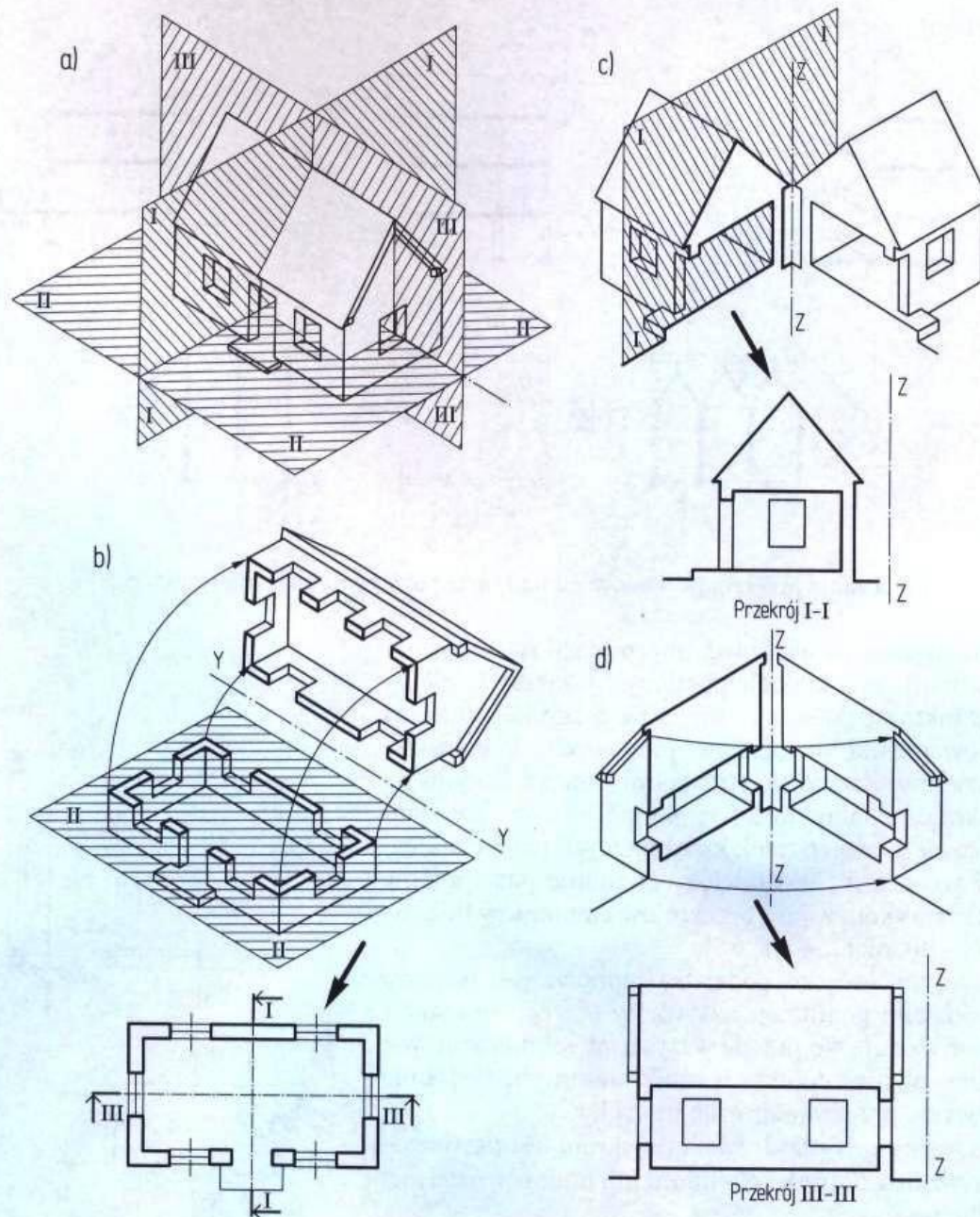
Jeśli to konieczne, można łączyć obydwa rodzaje wyżej wymienionych nazw, na przykład przekrój pionowy poprzeczny (rys. 6.4a i 6.5c) czy przekrój pionowy podłużny (rys. 6.4b i 6.5d), jednak zgodnie z PN-B-01025:2004 w rysunku architektoniczno-budowlanym lepiej używać określeń:

- **rzut** – przekrój poziomy elementu lub obiektu budowlanego, poprowadzony przez charakterystyczny poziom oraz kondygnację w takim miejscu, aby w przecięciu lub widoku¹ można było pokazać elementy budowlane projektowanego poziomu czy kondygnacji, określając funkcje użytkowe tego poziomu lub kondygnacji,
- **przekrój** – gdy płaszczyzna sieczna jest pionowa i tak dobrana, aby pokazać w przecięciu lub widoku jak najwięcej elementów budowlanych charakterystycznych dla przedstawianego obiektu (np. rys. 6.5c i d).

Ze względu na kierunek płaszczyzny siecznej rozróżnia się też przekroje:

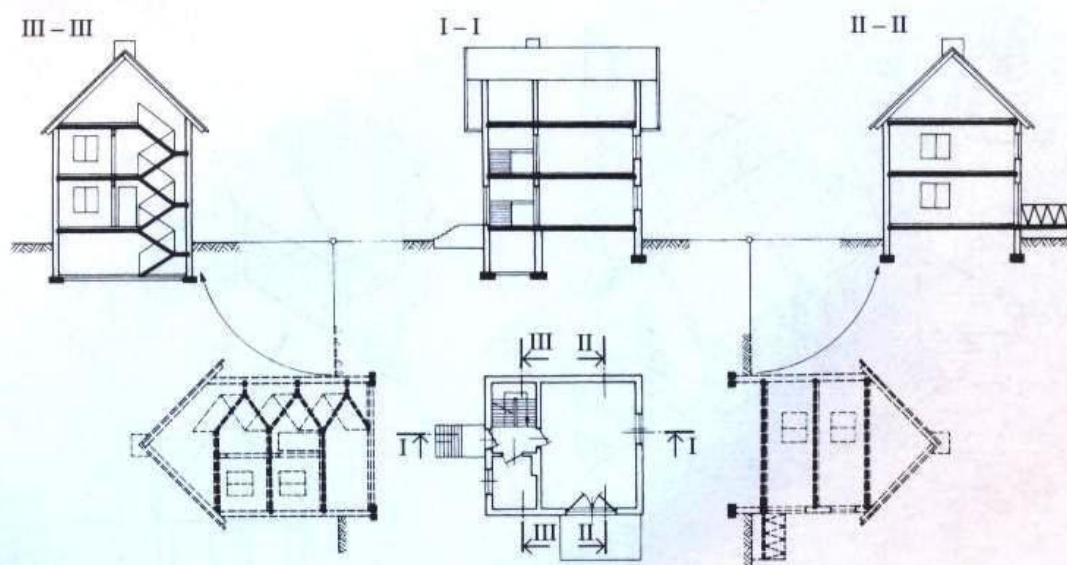
- **łamane**, w których stosuje się co najmniej dwie płaszczyzny przecinające obiekt wzdłuż linii łamanej o kącie rozwartym,
- **stopniowe**, w których płaszczyzna przekroju jest co najmniej dwukrotnie zagięta pod kątem prostym, czyli przekrój dwiema lub więcej równoległymi płaszczyznami (np. przekrój I-I na rys. 1.5).

¹ Pojęcie to objaśniono w następnym podrozdziale.



Rys. 6.5. Wykonywanie przekrojów: a) płaszczyzny przekrojów, b) sposób wykonywania przekroju podłużnego budynku oraz rezultat tej pracy, czyli rzut poziomy, c) sposób wykonywania przekroju poprzecznego budynku oraz gotowy przekrój, d) sposób wykonywania przekroju podłużnego budynku oraz gotowy przekrój [18]

Rzut kondygnacji (tj. jej przekrój poziomy) oraz przekrój pionowy to podstawowe rysunki projektu budowlanego. Rzut poziomy kondygnacji wykonuje się w taki sposób, aby przekrój przechodził przez otwory okienne, czyli zwykle na wysokości około 110-120 cm nad podłogą. Warto wrócić do rozdziału 1. i jeszcze raz uważnie przyjrzeć się rysunkom 1.5 i 1.6.



Rys. 6.6. Oznaczanie przekrojów pionowych na rzucie poziomym i ich interpretacja [7]

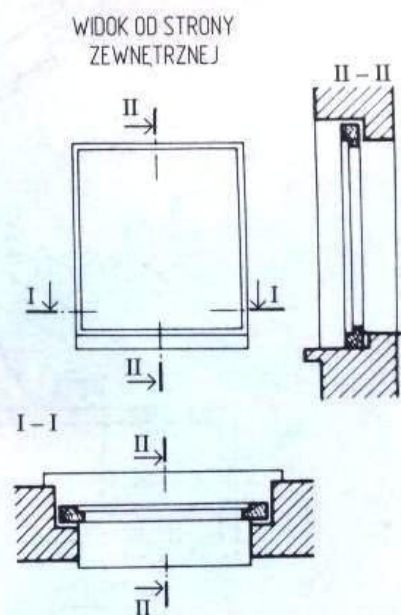
Dla ułatwienia właściwej interpretacji rysunków na rzutach (tj. przekrojach poziomych) zaznacza się linią punktową (kreska i kropka na przemian) miejsca poprowadzenia przekrojów pionowych, a kierunek patrzenia wskazuje się strzałkami umieszczonymi na obu końcach takiej linii (rys. 6.6). Część obiektu znajdująca się z tyłu strzałek kierunkowych (widoczna tylko w wyobraźni) jest odcięta. Podobnie postępujemy podczas wykonywania przekrojów elementów budowlanych (np. okien – rys. 6.7).

Przekrój, którego podziałka pionowa jest większa od podziałki poziomej, nazywamy **profilem**. Przekroje takie stosuje się przede wszystkim w budownictwie drogowym i w projektach robót ziemnych. Podobnie jak zwykłe przekroje, profile mogą być:

- **podłużne**, gdy płaszczyzna przekroju jest usytuowana wzdłuż długości elementu lub budowli, osi drogi albo terenu;
- **poprzeczne**, gdy przekrój jest prostopadły do rzutu osi przedmiotu, budowli, drogi albo terenu.

PYTANIA I POLECENIA

1. W jakim celu wykonuje się rysunki przekrojów?
2. Co jest charakterystyczną cechą rysunków przekrojów?
3. Jakie mogą być rodzaje przekrojów?
4. Wybierz dowolny element budowlany, np. pustak stropowy, i wykonaj rysunek jego przekroju poziomego i pionowego.
5. Jak nazywają się przekroje poziome w rysunkach budowlanych?
6. Na jakiej wysokości wykonuje się umowny przekrój poziomy kondygnacji w celu sporządzenia rysunku jej rzutu?



Rys. 6.7. Oznaczanie przekroju poziomego i pionowego na rysunku widoku okna i rysunki jego przekrojów

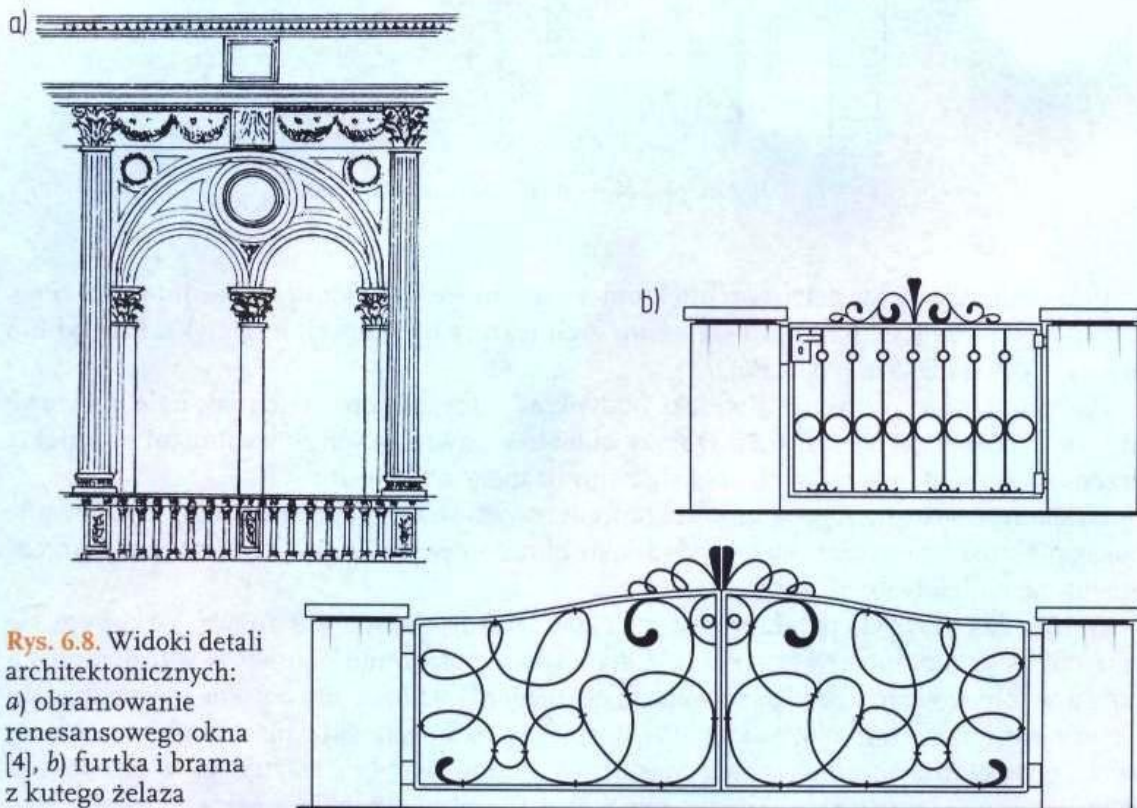
6.2

Rysunki widoków
(elewacje)

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- gdzie znajdują zastosowanie rysunki widoków
- co to są elewacje obiektów budowlanych
- jak powstają rysunki półwidoków-półprzekrojów i w jakim celu są sporządzane

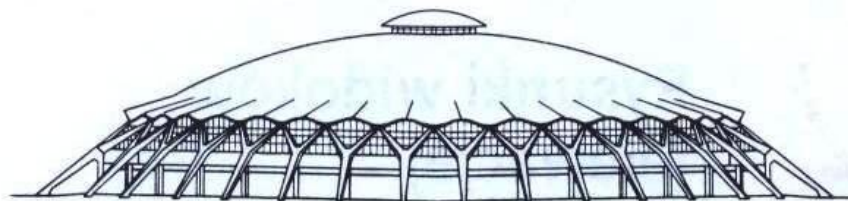
W rysunku technicznym **widok** to rzut przedmiotu odwzorowujący przedmiot widziany z zewnątrz. W budownictwie rysunki widoków to głównie rysunki **elewacji** (tzn. widoki ścian zewnętrznych od zewnątrz¹) i **detali architektonicznych** (np. attyk²). Takie rysunki stosowane są między innymi w projektowaniu budowli inżynierskich (np. mostów, wiaduktów czy zapór). W ten sposób architekt przedstawia swoją wizję wyglądu projektowanego budynku lub budowli. W rozdziale 1. są zamieszczone rysunki elewacji budynku jednorodzinnego (rys. 1.4). Warto je sobie przypomnieć.



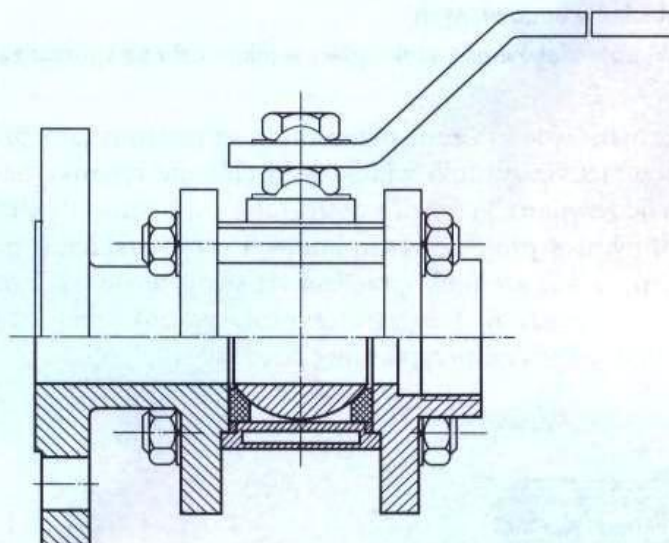
Rys. 6.8. Widoki detali architektonicznych:
a) obramowanie renesansowego okna [4], b) furtka i brama z kutego żelaza

¹ Zgodnie z definicją podaną w PN-B-01025:2004 *elewacja* to „(...) widok przedstawianego obiektu na tle rzutni pionowej charakteryzujący zewnętrzne ukształtowanie projektowanego obiektu”.

² Patrz przypis na dole s. 23.



Rys. 6.9. Widok hali sportowej w Rzymie (arch. P.L. Nervi)



Rys. 6.10. Półwidok-półprzekrój zaworu kulowego [5]

Przykładem widoku detalu architektonicznego może być rysunek obramowania renesansowego okna (rys. 6.8a) lub elementu architektury ogrodowej, na przykład furtki lub bramy z kutego żelaza (rys. 6.8b).

Najbardziej interesujące są widoki budynków nietypowych, takich jak hale sportowe (np. hala pokazana na rys. 6.9). Obrazy obiektów powstających w wyobraźni architekta przenoszone są na papier, aby mógł się z nimi zapoznać inwestor.

Dzięki nowoczesnym programom komputerowym wizja projektanta może być obecnie pokazana znacznie lepiej, na przykład jako obraz trójwymiarowy, który można obracać i ustawiać pod dowolnym kątem.

Oprócz klasycznych przekrojów i widoków, o których była już mowa, wykonuje się także **półwidoki-półprzekroje** – rysunki stanowiące połączenie obu wyżej wymienionych rodzajów obrazowania. Jest to sposób przedstawienia widoku zewnętrznego przedmiotu i jego wewnętrznej budowy. Najczęściej stosuje się go do sporządzania rysunków poglądowych, przedstawiających elementy maszyn. W budownictwie pokazuje się w ten sposób m.in. niektóre elementy rurociągów. Rysunek 6.10 jest półwidokiem-półprzekrojem wodnego zaworu kulowego. Jego górna część przedstawiona jest jako widok, a dolna – jako przekrój.

PYTANIA I POLECENIA

1. Co to są elewacje budynku i innych obiektów budowlanych?
2. Do czego służą rysunki półwidoków-półprzekrojów?

ZAPAMIĘTAJ

Charakterystyczną cechą rysunków przekrojów jest to, że powierzchnie „przecięte” są zakresowane. Dzięki temu łatwo można odróżnić przekrój od widoku przedmiotu. W rysunku budowlanym stosuje się też inną metodę wyróżniania przekrojów: powierzchnie „przecięte” obrysowuje się linią dwukrotnie grubszą niż widoki.

Rzut kondygnacji (tj. jej przekrój poziomy) oraz przekrój pionowy to podstawowe rysunki projektu budowlanego. Rzut poziomy kondygnacji wykonuje się w taki sposób, aby przekrój przechodził przez otwory okienne, czyli zwykle na wysokości około 110–120 cm nad podłogą. Warto wrócić do rozdziału 1. i jeszcze raz uważnie przyjrzeć się rysunkom 1.5 i 1.6.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. W jaki sposób powstają rysunki przekrojów?
2. Jakie rodzaje przekrojów stosuje się w rysunkach budowlanych?
3. Co w rysunkach budowlanych nazywamy rzutem kondygnacji?
4. Co przedstawiają rysunki elewacji?
5. W jakim celu wykonuje się rysunki półwidoków-półprzekrojów?

LITERATURA

- [1] Norma PN-91/N-01604 *Rysunek techniczny. Widoki, przekroje, kłady*.
- [2] Norma PN-B-01025:2004 *Rysunek budowlany. Oznaczenia graficzne na rysunkach architektoniczno-budowlanych*.
- [3] W. Bogusz, *Zarys historii architektury*. Seria: *Dokumentacja budowlana*. Cz. 2., WSiP, Warszawa 2005.
- [4] T. Buksiński, A. Szpecht, *Rysunek techniczny*, Warszawa, WSiP 1999.
- [5] M. Popek, B. Wapińska, *Rysunek zawodowy. Instalacje sanitarne*, WSiP, Warszawa 2003.
- [6] K. Straszak, *Rysunek zawodowy dla ZSB. Część ogólna*, WSiP, Warszawa 1989.
- [7] L. Wojciechowski, *Rysunek budowlany*. Seria: *Dokumentacja budowlana*. Cz. 1., WSiP, Warszawa 2006.

7. Wymiarowanie rysunków budowlanych

- Wymiar rysunkowy
- Zasady wymiarowania rysunków
- Wymiarowanie elementów budowlanych

7.1

Wymiar rysunkowy

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- z czego składa się wymiar rysunkowy
- jaka powinna być linia wymiarowa
- gdzie wpisuje się liczbę wymiarową
- jakie znaki wymiarowe stosowane są w rysunkach budowlanych

Z rozdziału 2. wiadomo, że rysunki techniczne wykonuje się w określonej podziałce. Dzięki temu po zmierzeniu jakiegoś odcinka na rysunku i pomnożeniu odczytanej wartości przez podziałkę, w której został wykreślony, można obliczyć długość rzeczywistą. Dokładność takiego pomiaru jest jednak niewielka, poza tym ustalanie w ten sposób wymiarów na budowie byłoby dość kłopotliwe. Dlatego rysunki techniczne, w tym także budowlane, muszą być zwymiarowane. Oznacza to, że na każdym rysunku – niezależnie od jego podziałki – trzeba podawać rzeczywiste wymiary przedmiotu, elementu, detalu itd.

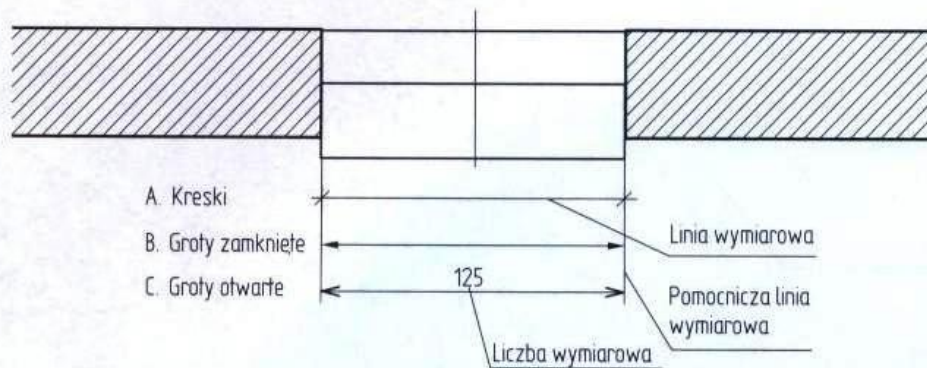
W wymiarowaniu rysunków budowlanych (rzutów, przekrojów, widoków itd.) obowiązują zasady ujęte w normach¹. **Wymiarem rysunkowym** nazywamy wyrażoną w jednostkach miary wielkość liniową lub kątową, której formą graficzną jest zespół linii, znaków i liczb. Forma graficzna wymiaru rysunkowego (rys. 7.1), o której mowa w definicji, składa się z: linii wymiarowej, pomocniczych linii wymiarowych, znaków ograniczenia linii wymiarowej oraz liczby wymiarowej, ewentualnie poprzedzonej znakiem wymiarowym (np. oznaczeniem średnicy – Ø).

W rysunku budowlanym podstawową liniową jednostką miary jest milimetr (mm), ale często stosuje się też centymetr (cm), a jednostką kątową – stopień (°), z minutami i sekundami (jeżeli występują). Stosowanie innych jednostek wymaga wyraźnego i jednoznacznego zaznaczenia tego faktu na rysunku.

Linia wymiarowa to cienka linia poprowadzona zwykle na zewnątrz narysowanego przedmiotu równolegle do jego linii konturowych, czyli zarysu. Linii wymiarowych nie należy rysować w odległości mniejszej niż 10 mm od zarysu przedmiotu ani bliżej niż 7 mm od sąsiedniej równoległej linii wymiarowej. Ogranicza się je **pomocniczymi liniami wymiarowymi** stanowiącymi cienkie przedłużenia linii konturowych. **Znaki ograniczenia linii wymiarowej**, które rysuje się w punktach przecięć linii wymiarowych i pomocniczych linii wymiarowych, mogą mieć postać:

- ukośnych kresek (rys. 7.1A), tj. krótkich cienkich linii nachylonych pod kątem 45°;
- grotów otwartych (rys. 7.1B) albo zamkniętych zaczernionych lub niezaczernionych (rys. 7.1C), rysowanych krótkimi liniami tworzącymi ostrze pod dowolnym kątem od 15 do 90° (najczęściej jest to 30°).

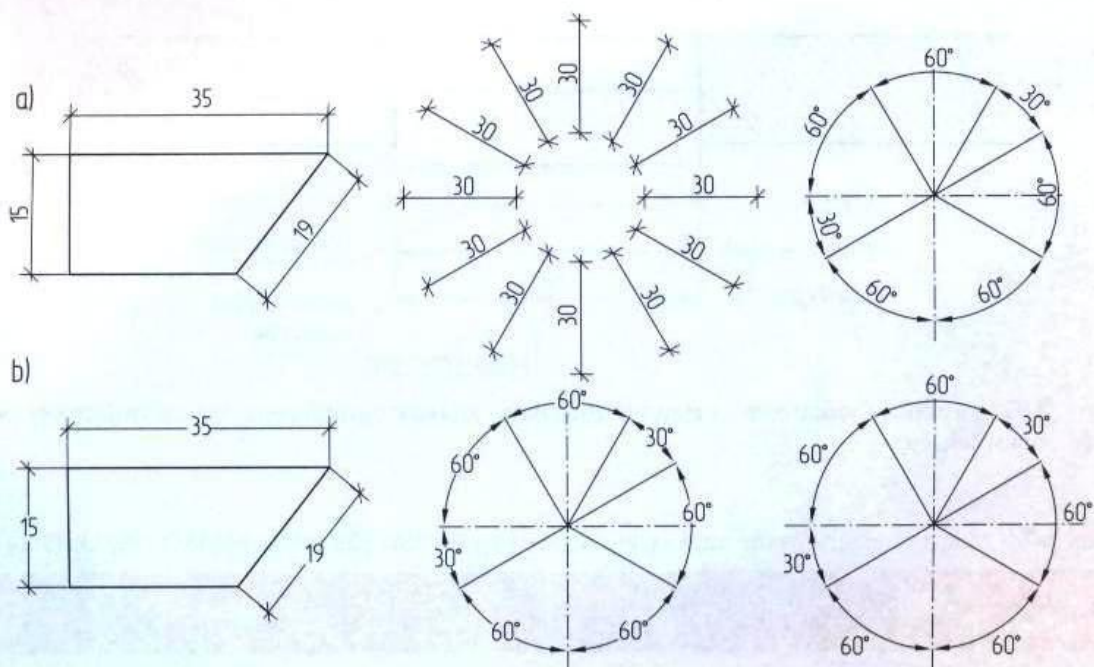
¹ Normy dotyczące wymiarowania rysunków budowlanych to: PN-ISO 129:1996 *Rysunek techniczny. Wymiarowanie* oraz PN-B-01029:2000 *Rysunek budowlany. Zasady wymiarowania na rysunkach budowlanych*.



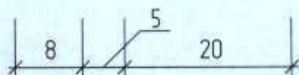
Rys. 7.1. Oznaczenia wymiarowe z czterema rodzajami znaków ograniczenia linii wymiarowej (objaśnienia w tekście)

Tabela 7.1. Najczęściej stosowane znaki wymiarowe (wg PN-ISO 129:1996 i PN-ISO 129/Ak:1996)

Znak wymiarowy	Opis	Przykład
	długość łuku	
R	promień	
SR	promień kuli	
Ø	średnica	
SØ	średnica kuli	
□	kwadrat	



Rys. 7.2. Zasady rozmieszczania liczb wymiarowych na rysunkach (wg PN-ISO 129:1996): a) równoległe do linii wymiarowych, b) równoległe do dolnej krawędzi arkusza rysunkowego



Rys. 7.3. Przykład umieszczenia liczby wymiarowej na odnośniku

Zwykle na jednym rysunku (albo nawet w całej dokumentacji) stosuje się jeden rodzaj znaków ograniczenia linii wymiarowych. W PN-B-01029:2000 zaleca się stosowanie kresek ukośnych.

Liczby wymiarowe wpisujemy 1 mm nad środkiem linii wymiarowej równoległe do niej. Dopuszczalne jest też umieszczanie liczb wymiarowych w przerwie linii wymiarowej lub równoległe do dolnej krawędzi arkusza (rys. 7.2). Cyfry powinny mieć jednakową wysokość na całym arkuszu. Jeśli brak miejsca na wpisanie liczby wymiarowej bezpośrednio nad linią wymiarową, można umieścić ją w odnośniku (rys. 7.3).

Przed liczbą wymiarową umieszcza się **znaki wymiarowe**. Są to elementy, które pozwalają wyjaśnić, jaki kształt ma narysowany przedmiot. Najczęściej stosuje się znaki:

- $\varnothing$ – symbol średnicy przekroju kołowego, stosowany powszechnie do wymiarowania prętów zbrojenia lub wszelkiego rodzaju rur,
- $\square$ – przekrój kwadratowy,
- R – promień łuku,
- $\frown$ – długość łuku.

Zestaw dopuszczonych do stosowania znaków wymiarowych wraz z przykładami umieszczono w tabeli 7.1.

PYTANIA I POLECENIA

1. Z czego składa się wymiar rysunkowy?
2. Jak powinna być rysowana linia wymiarowa?
3. Jakimi znakami ogranicza się linię wymiarową?
4. Gdzie należy wpisywać liczby wymiarowe?

7.2

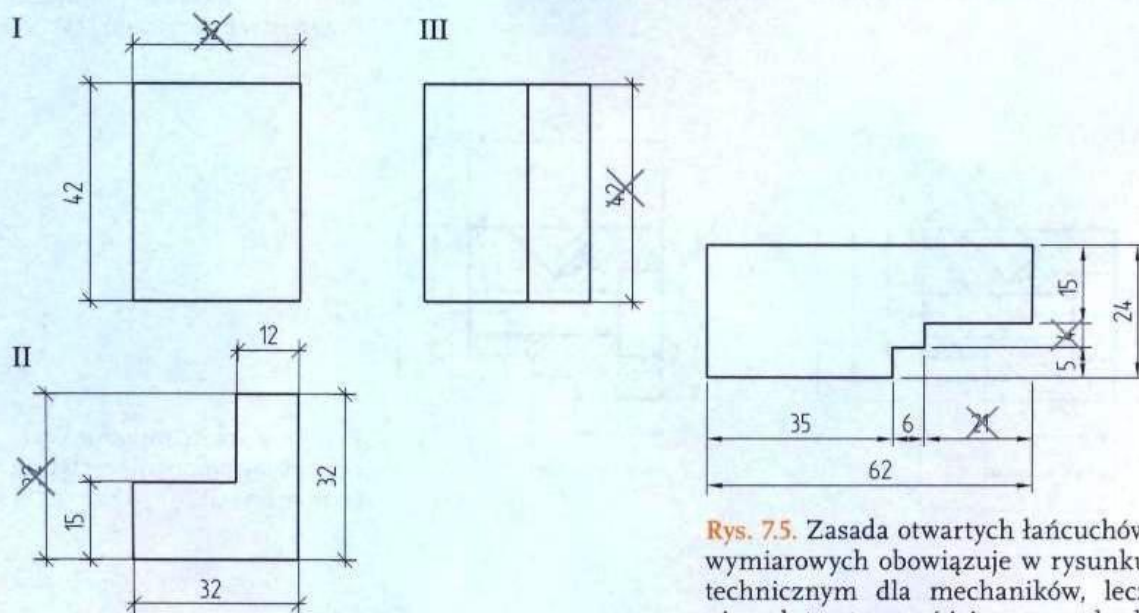
Zasady wymiarowania rysunków

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- na czym polega zasada niepowtarzania wymiarów
- na czym polega zasada otwartych łańcuchów wymiarowych
- na czym polega zasada unikania przecinania się linii pomocniczych
- jakie inne zasady obowiązują przy wymiarowaniu rysunków

Wymiarowanie rysunku powinno być wykonane w taki sposób, aby zawierał wystarczającą liczbę informacji umożliwiających wykonanie budowli zgodnie z projektem i jednocześnie nie ograniczałoby to jego czytelności. W tym celu wprowadzono następujące zasady:

1. **Zasada niepowtarzania wymiarów:** nie należy powtarzać wymiarów, aby nie zmniejszać przejrzystości rysunku (rys. 7.4).
2. **Zasada otwartych łańcuchów wymiarowych:** w tzw. łańcuchach wymiarowych należy opuścić jeden z wymiarów (zwykle skrajny), który można obliczyć, odejmując od wymiaru gabarytowego sumę wymiarów składowych (rys. 7.5). Obowiązuje ona w rysunku technicznym dla mechaników. Nie należy stosować jej na rysunkach budowlanych, mimo że w PN-B-01040:1994 zalecana jest do wymiarowania elementów i części na rysunkach roboczych. Podawanie wszystkich wymiarów, tj. zamkniętych łańcuchów wymiarowych (np. przy wymiarowaniu ścian – rys. 7.12) zapobiega pomyłkom spowodowanym błędnymi obliczeniami wykonawców. Zamknięte łańcuchy wymiarowe stosuje

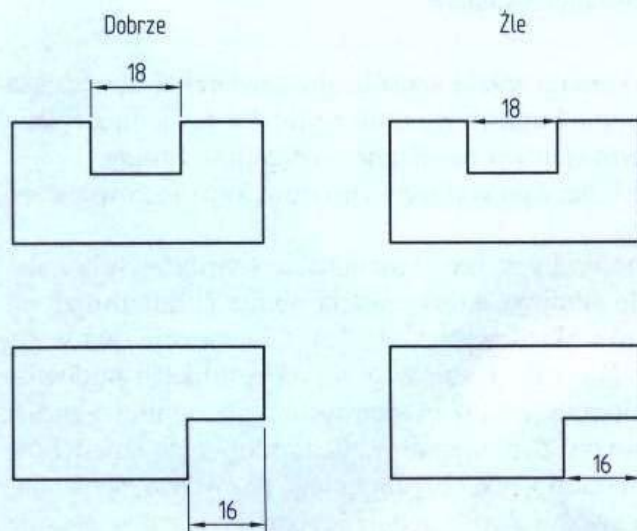


Rys. 7.4. Zasada niepowtarzania wymiarów

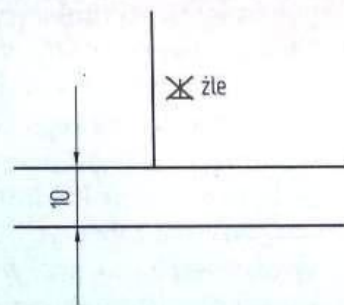
Rys. 7.5. Zasada otwartych łańcuchów wymiarowych obowiązuje w rysunku technicznym dla mechaników, lecz nie należy stosować jej na rysunkach budowlanych [24]

się na rysunkach sporządzanych wg PN-B-01025:2004, PN-B-01029:2000 i wielu innych norm budowlanych (z wyjątkiem PN-B-01040:1994).

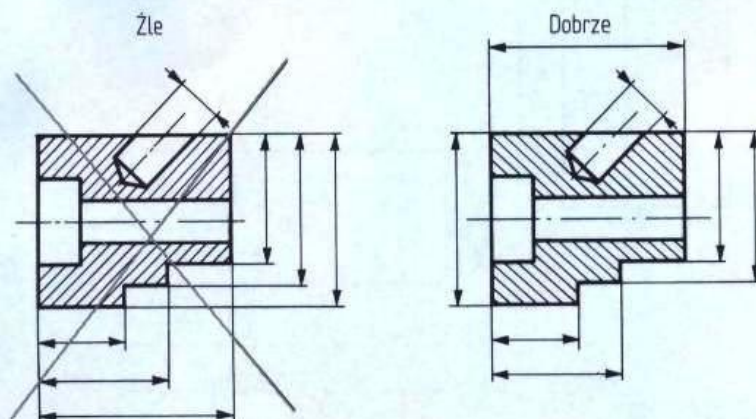
3. **Zasada nieumieszczania na rysunkach zbędnych oznaczeń**, na przykład znaków równoległości lub prostokątności, kiedy jest to oczywiste (rys. 7.6).
4. **Zasada niewykorzystywania linii krawędzi przedmiotu jako pomocniczych linii wymiarowych** (rys. 7.7).
5. **Zasada unikania przecinania się pomocniczych linii wymiarowych** (rys. 7.8).
6. **Zasada czytelnego umieszczania znaków ograniczenia i liczb wymiarowych** dotyczy sytuacji, gdy na rysunku jest za mało miejsca na umieszczenie znaku lub liczby między punktami wymiarowymi (rys. 7.9). Zgodnie z tą zasadą, gdy liczby wymiarowe wypadają jedna pod drugą, nie należy umieszczać ich w kolumnie, lecz – dla większej czytelności – mijankowo (rys. 7.10). Liczb wymiarowych nie powinno się też umieszczać na osiach symetrii (rys. 7.11).



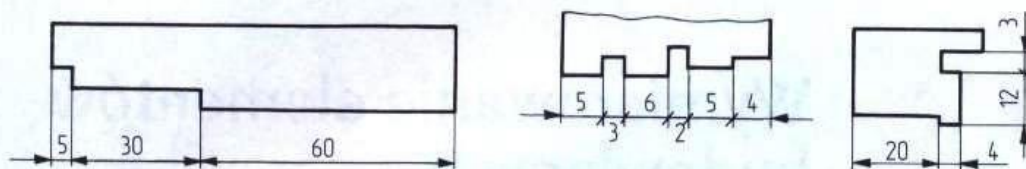
Rys. 7.7. Usytuowanie linii wymiarowych [24]



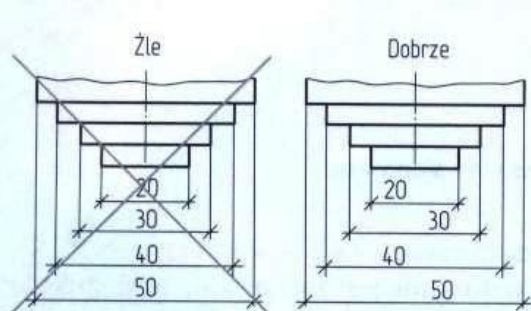
Rys. 7.6. Zasada pomijania oczywistych oznaczeń [24]



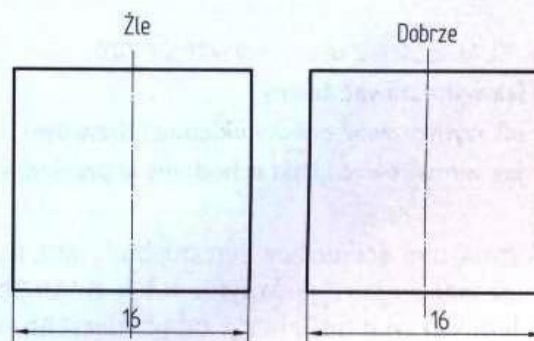
Rys. 7.8. Zasada unikania przecinania się pomocniczych linii wymiarowych



Rys. 7.9. Poprawne stosowanie znaków ograniczenia i liczb wymiarowych



Rys. 7.10. Rozmieszczanie liczb wymiarowych



Rys. 7.11. Wymiarowanie rysunku z naniesionymi osiami symetrii

PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie podstawowe zasady obowiązują przy wymiarowaniu rysunków?
2. Na czym polega zasada niepowtarzania wymiarów?
3. Wyjaśnij zasadę otwartych łańcuchów wymiarowych.

7.3

Wymiarowanie elementów budowlanych

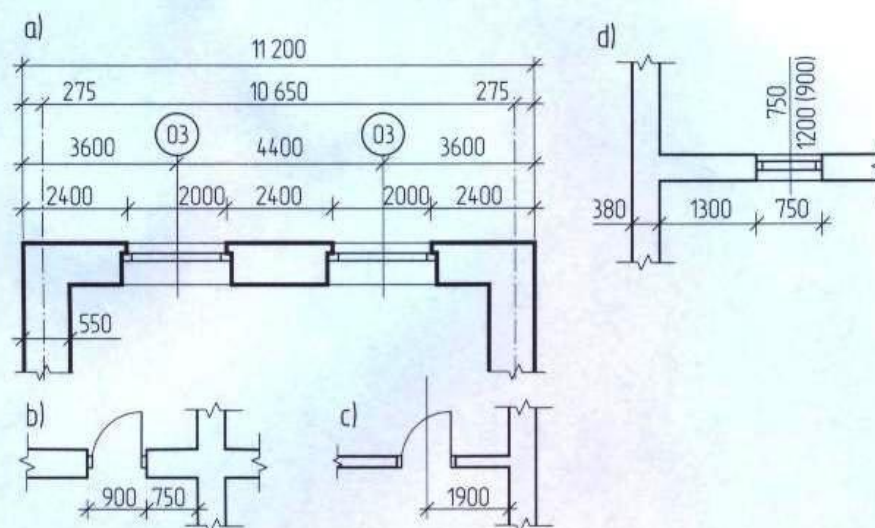
W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak wymiarować ściany
- jak wymiarować otwory okienne i drzwiowe
- jak wymiarować klatki schodowe w przekroju poziomym i pionowym

Wymiarując ścianę zewnętrzną budynku, trzeba zastosować **kilka linii wymiarowych**. Zgodnie z zaleceniami podanymi w PN-B-01029:2000 wymagane jest zachowanie następującej kolejności tych linii, licząc od powierzchni wymiarowanej ściany:

- wymiary szczegółowe (np. szerokość otworów i filarów między oknami i drzwiami),
- wymiary poszczególnych części budynku lub rozstaw osi (jeżeli występują),
- wymiary modułowe¹ (jeżeli występują),
- wymiary zewnętrzne obrysu całego obiektu lub jego części.

Przykład takiego wymiarowania pokazano na rysunku 7.12. Zgodnie z zaleceniami z PN-B-01029:2000 odchodzi się tu od przestrzegania zasady otwartych łańcuchów wymiarowych.



Rys. 7.12. Przykłady wymiarowania ścian z otworami: a) okiennymi (okna z wykazu stolarki), b i c) drzwiowymi, d) okiennymi nietypowymi

¹ W budownictwie wymiary elementów typowych stanowią wielokrotność wymiaru $M = 100$ mm, zwanego *modułem podstawowym*. Zgodnie z PN-ISO 2848:1998 *Budownictwo. Koordynacja modułowa. Zasady i reguły* wymiary modułowe to wielokrotności modułu podstawowego. W projektach (zwłaszcza budownictwa uprzemysłowionego i w produkcji elementów budowlanych) na rzutach stosuje się moduł projektowy $3M = 300$ mm, a na przekrojach $1 M = 100$ mm. Osie modułowe ścian oznacza się linią punktową cienką (patrz rys. 8.12a).

Położenie otworów okiennych i drzwiowych będzie jednoznacznie określone, jeśli na rysunku zostanie podana odległość:

- od ich krawędzi do najbliższego elementu konstrukcyjnego (np. od powierzchni ściany prostopadłej do ściany z wymiарowanym otworem – rys. 7.12b) lub do najbliższej krawędzi sąsiedniego otworu;
- od ich osi do najbliższego elementu konstrukcyjnego lub do najbliższej krawędzi sąsiedniego otworu (rys. 7.12c).

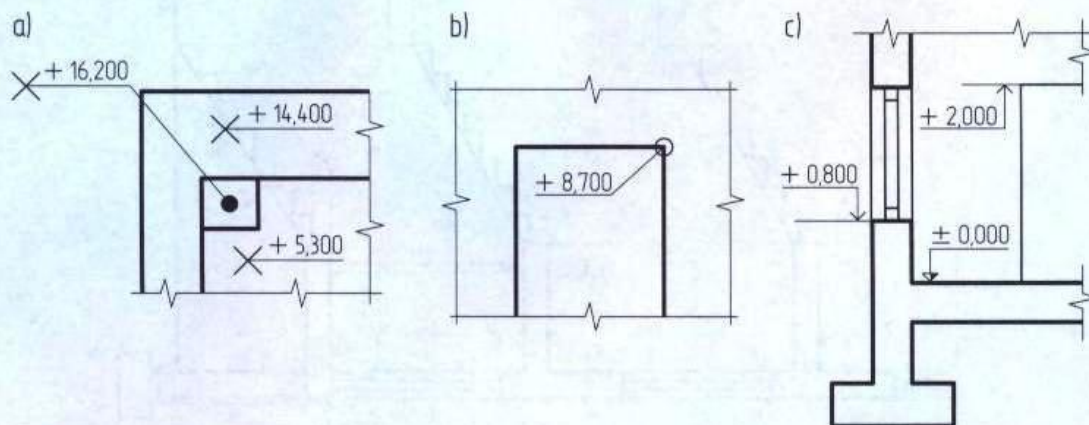
Na rzutach poziomych na końcu kreski narysowanej w osi okna lub drzwi może być umieszczone niewielkie kółeczko z numerem katalogowym z oferty producenta stolarki budowlanej albo numerem z wykazu stolarki znajdującego się w projekcie (rys. 7.12a). Zgodnie z PN-B-01029:2000: „Wymiary otworów okiennych i drzwiowych oraz bram należy podawać w świetle ościeżnicy¹ lub w świetle ościeży², jeśli otwory są bez ościeżnicy”. Wymiary otworów powinno się podawać na osi w postaci ułamka: w liczniku szerokość, w mianowniku wysokość.

W praktyce wymiary otworów podaje się:

- w świetle ościeży – na rzutach (np. rys. 9.3) na liniach wymiarowych obok otworów okiennych i drzwiowych oraz na osiach otworów okiennych;
- w świetle ościeżnicy – na rzutach (np. rys. 9.3) na osiach otworów drzwiowych oraz w wykazach stolarki budowlanej (patrz rys. 9.4).

Na rzucie poziomym (rys. 7.12d) oprócz wymiarów otworu (nad linią osi – szerokość, pod linią – wysokość) podaje się także wysokość parapetu, czyli odległość jego górnej powierzchni od podłogi (na rys. 7.12d znajduje się on pod linią i w nawiasie, ponieważ na rzucie poziomym podaje się tu długość odcinka nieleżącego w płaszczyźnie poziomej).

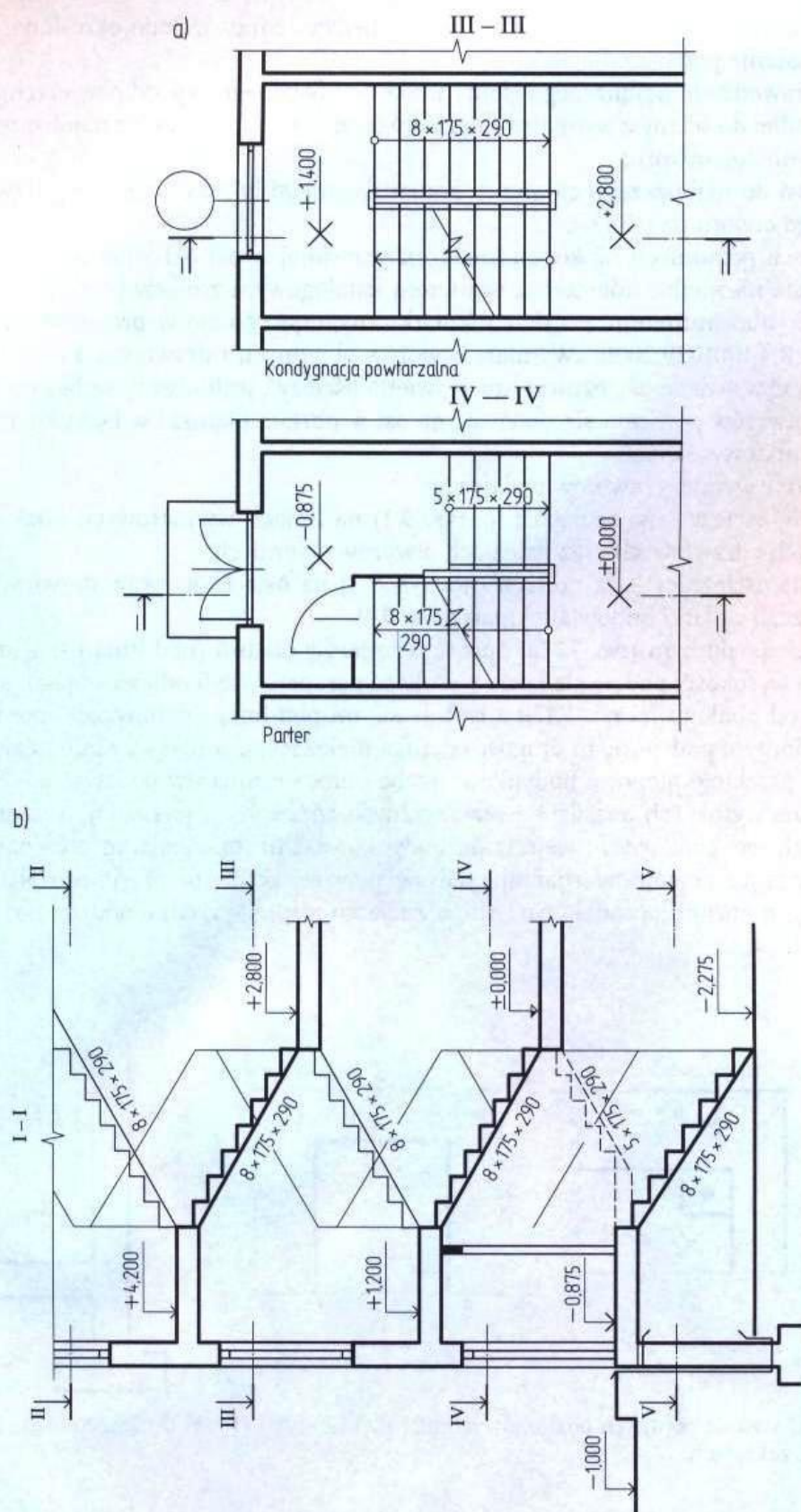
Rysując przekroje pionowe budynków, trzeba oprócz wymiarów podawać **rzędne poziomów** (rzędne wysokości) posadzek poszczególnych kondygnacji (rys. 7.13), a także piwnic, podestów klatek schodowych, wejścia do budynku, dachu itp. Znakiem plus oznacza się rzędne dotyczące poziomów znajdujących się powyżej poziomu przyjętego jako zerowy (zwykle jest to poziom posadzki parteru), a znakiem minus – rzędne poniżej poziomu zerowego.



Rys. 7.13. Oznaczanie rzędnych poziomów (wg PN-ISO 129:1996 i PN-B-01025:2004): a) i b) na rzutach, c) na przekrojach

¹ Ościeżnica — nieruchoma rama okienna lub drzwiowa przymocowana bezpośrednio do muru, na której zawieszają się otwierane skrzydła okienne z szybami albo drewniane skrzydło drzwi.

² Ościeże — wąska powierzchnia muru wokół otworu okiennego lub drzwiowego, zwykle prostopadła do płaszczyzny ściany.



Rys. 7.14. Wymiarowanie stopni i rzędnych podestów klatki schodowej zgodnie z PN-B-01025:2004:
a) na rzutach, b) w przekroju pionowym

Wymiarowanie klatki schodowej obejmuje nie tylko wymiary pomieszczenia i rzędne poziomów, ale także wymiary samych stopni schodowych. Podawane są one na rzutach i przekrojach w następującej postaci: $8 \times 175 \times 290$, gdzie 8 oznacza liczbę stopni w biegu, 175 to wysokość jednego stopnia, a 290 – jego szerokość (w mm). Na rysunku 7.14a pokazano rzuty pierwszego piętra (przekrój III-III) oraz parteru (przekrój IV-IV), a na rysunku 7.14b – przekrój pionowy budynku przez klatkę schodową. Warto zwrócić uwagę na oznaczenia rzędnych poziomów. Na przekroju (rys. 7.14b) poziom zerowy jest oznaczony biało-czarnym trójkątem, a inne poziomy – strzałkami. Na rzutach (rys. 7.14a) rzędne poziomów oznacza się krzyżykami. Stosowanie odmiennych oznaczeń różnego rodzaju poziomów jest zalecane w PN-B-01025:2004.

PYTANIA I POLECENIA

1. Jaka jest kolejność wymiarowania ściany z otworami? Wskaż na rysunku 7.12a tę kolejność.
2. Jak powinny być wymiarowane otwory okienne i drzwiowe?
3. Jaka jest różnica między oznaczeniami rzędnych poziomów w rzucie i w przekrojach?
4. Dlaczego wymiarowanie klatek schodowych powinno być wykonane zarówno w rzucie poziomym, jak i w przekroju pionowym?

ZAPAMIĘTAJ

W rysunku budowlanym **podstawową liniową jednostką miary jest milimetr (mm)**, ale często stosuje się też **centymetr (cm)**, a **jednostką kątową – stopień (°)** z dodaniem minut i sekund (jeżeli występują). Stosowanie innych jednostek wymaga wyraźnego i jednoznacznego zaznaczenia tego faktu na rysunku.

Na rysunkach **należy umieszczać tylko te wymiary**, które są niezbędne do wykonania danego przedmiotu.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Z jakich elementów składa się wymiar rysunkowy?
2. W rysunku budowlanym mogą być stosowane dwa rodzaje znaków wymiarowych. Narysuj je.
3. Czemu mają służyć zasady obowiązujące przy wymiarowaniu rysunków?
4. Przeanalizuj rysunek 8.1c. Sprawdź, czy wszystkie opisane w tym rozdziale zasady poprawnego wymiarowania zostały zachowane.
5. Wyjaśnij, co oznaczają liczby znajdujące się w otworach okiennych na rysunku 8.1c.
6. W jakim celu wymiarowanie klatek schodowych wykonuje się zarówno w rzucie, jak i w przekroju?

LITERATURA

- [1] Norma PN-ISO 128-22:2003 *Rysunek techniczny. Zasady ogółe przedstawiania. Część 22. Wymagania podstawowe i zastosowanie linii wskazujących i linii odniesienia.*
- [2] Norma PN-ISO 128-23:2002 *Rysunek techniczny. Ogólne zasady przedstawiania. Część 23. Linie na rysunkach budowlanych.*

- [3] Norma PN-ISO 129:1996 *Rysunek techniczny. Wymiarowanie. Zasady ogólne. Definicje. Metody wykonania i oznaczenia specjalne.*
- [4] Norma PN-ISO 129/Ak:1996 *Rysunek techniczny. Wymiarowanie. Zasady ogólne. Metody wykonania i oznaczenia specjalne (arkusz krajowy).*
- [5] Norma PN-B-01025:2004 *Rysunek budowlany. Oznaczenia graficzne na rysunkach architektoniczno-budowlanych.*
- [6] Norma PN-B-01029:2000 *Rysunek budowlany. Zasady wymiarowania na rysunkach architektoniczno-budowlanych.*
- [7] Norma PN-B-01040:1994 *Rysunek konstrukcyjny budowlany. Zasady ogólne.*

8. Oznaczenia stosowane na rysunkach budowlanych

- Zależność między dokładnością rysunku a stosowanymi oznaczeniami
- Oznaczenia materiałów budowlanych
- Oznaczenia graficzne ogólnych cech budynków
- Oznaczenia elementów konstrukcyjnych budynku i innych istotnych elementów
- Oznaczenia urządzeń i wyposażenia budynku oraz elementów wykończenia
- Oznaczenia stosowane w projektach robót remontowych i modernizacyjnych

8.1

Zależność między dokładnością rysunku a stosowanymi oznaczeniami

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- od czego zależy dokładność rysunku
- kiedy stosowane są na rysunkach oznaczenia umowne
- kiedy stosowane są oznaczenia uproszczone, a kiedy dokładne
- jaka jest zależność między dokładnością rysunku (podziałką) a stosowanymi oznaczeniami

W rysunku technicznym używa się wielu oznaczeń, których znajomość jest niezbędna, aby właściwie odczytać myśl projektanta. Na rysunkach budowlanych również są takie oznaczenia, na przykład sposób kreskowania przekroju zależy od rodzaju zastosowanych materiałów, odmiennie oznacza się kanały dymowe i wentylacyjne, a wykopy inaczej niż nasypy. W rysunku instalacyjnym znajomość symboli graficznych jest konieczna do zidentyfikowania rodzajów armatury, połączeń, oprzyrządowania itp. Wszystkie te oznaczenia muszą być ujednolicone, aby każdy odczytywał je jednakowo, i właśnie dlatego posługujemy się oznaczeniami zdefiniowanymi w normach¹.

Rodzaj i szczegółowość oznaczeń graficznych zależy od dokładności rysunków, którą wyraża podziałka (skala).

Najmniej dokładne są rysunki wykonane w podziałce 1:200 (lub mniejszej). W takiej podziałce wykonuje się zwykle architektoniczne rysunki koncepcyjne oraz rysunki projektu architektoniczno-budowlanego dużych obiektów. Zgodnie z PN-B-01025:2004 należy stosować na nich **oznaczenie umowne**, czyli znaki graficzne sygnalizujące jedynie fakt występowania jakiegoś elementu, części, wyposażenia itp.

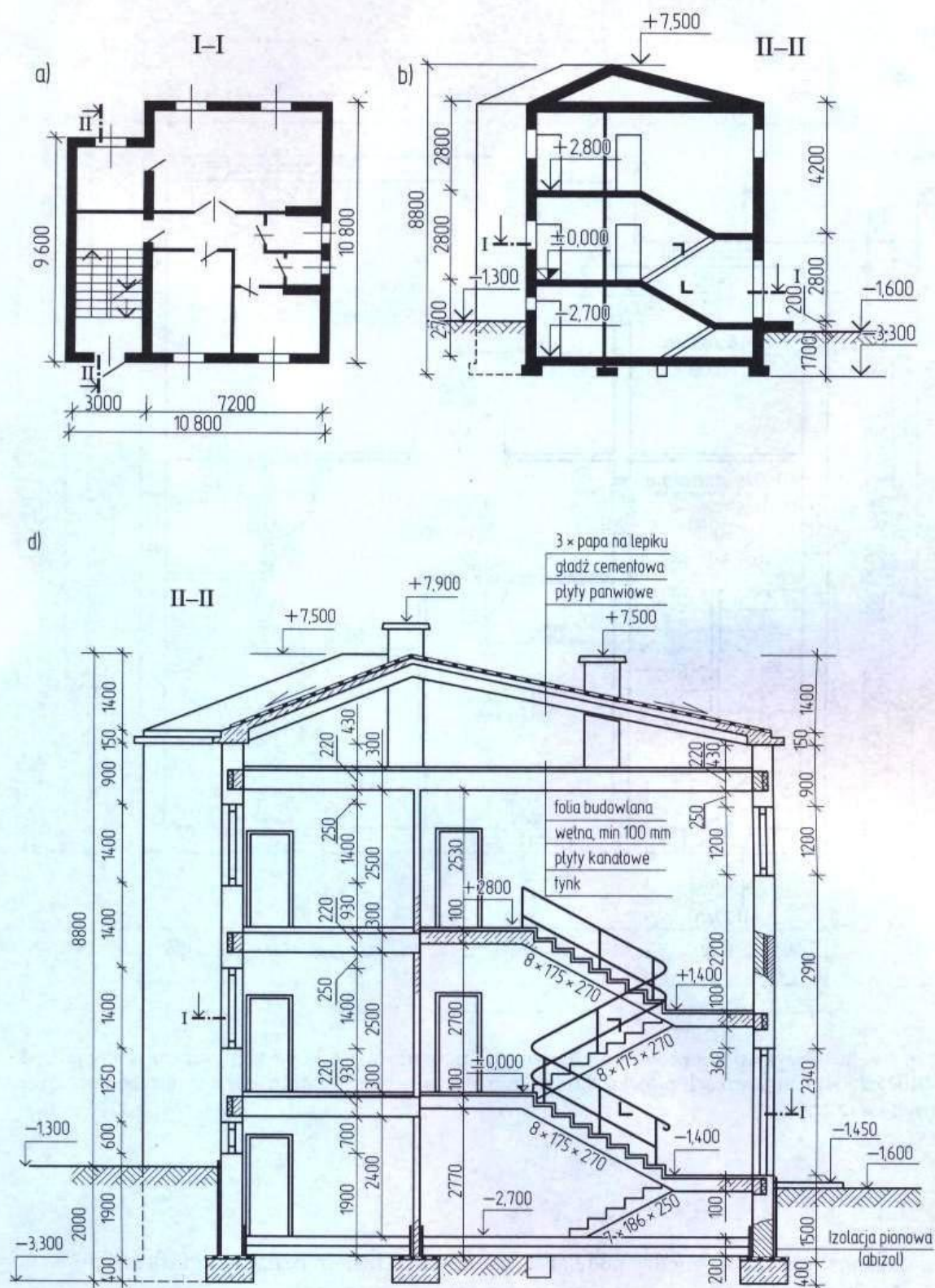
Bardziej dokładne są rysunki wykonane w podziałce 1:100 lub 1:50. Wiemy już, że właśnie taką podziałkę mają mieć rysunki w projektach architektoniczno-budowlanych². Powinny być na nich stosowane **oznaczenia uproszczone**. Są to znaki graficzne, za pomocą których można przedstawić poszczególne elementy projektowanego obiektu w taki sposób, aby dało się je zidentyfikować i zlokalizować.

Jaka jest różnica między oznaczeniami umownymi i uproszczonymi, można się przekonać, porównując na przykład rysunki 8.1a, b z rysunkami 8.1c, d. Przedstawione są na nich dwie wersje projektu budynku mieszkalnego. Na rysunkach 8.1a (rzut) i 8.1b (przekrój) zastosowano oznaczenia umowne, a na rys. 8.1c (rzut) i 8.1d (przekrój) – oznaczenia uproszczone. Nietrudno zauważyć różnice w wyglądzie zastosowanych oznaczeń i dokładności tych rysunków.

W rysunkach o podziałkach mniejszych niż 1:50 (np. 1:10 czy 1:5) należy stosować **oznaczenia dokładne**. Powinny to być odwzorowania rzeczywistego wyglądu, kształtu i wymiarów przedstawianych obiektów lub elementów, dlatego nie są one objęte żadną normą.

¹ Najczęściej będziemy stosować oznaczenia z dwóch norm: PN-B-01025:2004 *Projekty budowlane. Oznaczenia graficzne na rysunkach architektoniczno-budowlanych*, PN-B-01030:2000 *Rysunek budowlany. Oznaczenia graficzne materiałów*.

² Podstawowe wiadomości o podziałkach można znaleźć na końcu rozdziału 2.



Rys. 8.1. Przykład zastosowania umownych i uproszczonych oznaczeń graficznych (wg PN-B-01025:2004) na rysunkach projektu budynku mieszkalnego: a) zastosowanie oznaczeń umownych na rzucie kondygnacji niewielkiego budynku, b) zastosowanie oznaczeń umownych na przekroju tego samego budynku, d) zastosowanie oznaczeń uproszczonych na przekroju

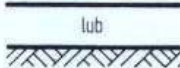
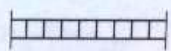
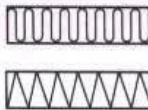
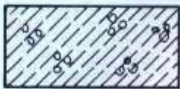
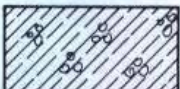
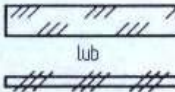
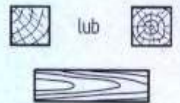
8.2

Oznaczenia
materiałów
budowlanych**W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:**

- jak oznacza się materiały budowlane na rysunkach rzutów i przekrojów
- kiedy nie jest konieczne oznaczanie stosowanych materiałów

W tabeli 8.1 zestawiono oznaczenia materiałów stosowane w rysunkach budowlanych. Oznaczenia takie umieszcza się na elementach widocznych na rzutach i przekrojach¹.

Tabela 8.1. Oznaczenia graficzne materiałów budowlanych (wg PN-B-01030:2000)

Lp.	Nazwa materiału	Oznaczenie	Lp.	Nazwa materiału	Oznaczenie
1.	powierzchnia gruntu (przekrój)		9.	sklejka	
2.	podsyпка, tynk, zaprawa		10.	płyty drewnopochodne	
3.	beton niezbrojony i kamień		11.	metal	
4.	beton zbrojony (żelbet)		12.	izolacja termiczna i akustyczna	
5.	beton lekki		13.	izolacja wodochronna	
6.	beton lekki zbrojony		14.	szkło i inne materiały przezroczyste w stanie suchym	
7.	cegła i pustaki				
8.	drewno: a) przekrój prostopadły do włókien, b) przekrój wzdłuż włókien		15.	tworzywa sztuczne	

¹ Zgodnie z PN-B-01025:2004 przekroje poziome powinno się nazywać *rzutami*, a przekroje pionowe – *przekrojami*.

Oznaczenia materiałów mogą występować razem z innymi oznaczeniami, na przykład elementów konstrukcyjnych. Rodzaju materiałów można nie oznaczać, jeśli:

- powierzchnia przekroju jest zbyt mała, aby oznaczenie materiału było czytelne,
- rodzaj materiału jest podany w opisie,
- mimo braku oznaczenia nie ma wątpliwości, z jakiego materiału ma być wykonany element.



PYTANIA I POLECENIA

1. Na jakich rysunkach umieszcza się oznaczenia materiałów budowlanych?
2. Kiedy można nie oznaczać rodzaju materiałów na rysunku?

8.3

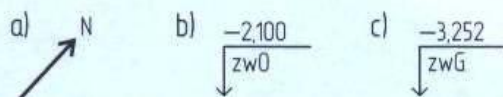
Oznaczenia graficzne ogólnych cech budynków

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie oznaczenia stosowane są na zewnątrz obrysu budynku
- w jaki sposób oznacza się kondygnacje i numeruje pomieszczenia w budynku

Zanim poznamy oznaczenia elementów konstrukcyjnych budynku, wspomnijmy o kilku oznaczeniach, które stosuje się na zewnątrz obrysu budynku. Jednym z nich jest **oznaczenie stron świata** (rys. 8.2a) – strzałka wskazująca północ. Na zewnątrz budynku (zwykle na przekroju pionowym) umieszcza się też informację o **rzędnej zwierciadła wody otwartej** (np. powierzchni stawu – rys. 8.2b) oraz **gruntowej** (rys. 8.2c).

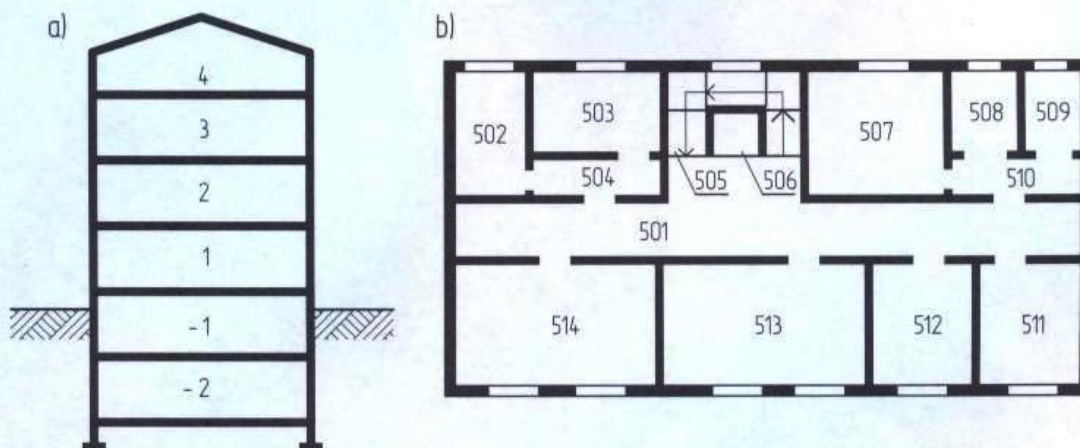
W miejscu styku terenu zewnętrznego z budynkiem umieszcza się oznaczenia **wejścia do budynku**. W zależności od poziomu wejścia względem poziomu zerowego stosowane są dwa rodzaje oznaczeń (rys. 8.3).



Rys. 8.2. Oznaczenia stosowane na zewnątrz budynku: a) oznaczenie północy, b) rzędna zwierciadła wody otwartej, c) rzędna zwierciadła wody gruntowej



Rys. 8.3. Oznaczenie wejść do budynku usytuowanych: a) w poziomie zerowym lub powyżej poziomu zerowego, b) poniżej poziomu zerowego



Rys. 8.4. Numerowanie: a) kondygnacji (wg PN-B-01025:2004), b) pomieszczeń (wg PN-B-01025:2004 i PN-EN ISO 4157-2:2001)

Znormalizowany jest też **sposób oznaczania kondygnacji** budynku oraz numeracji pomieszczeń. Zgodnie z PN-B-01025:2004 parter budynku oznacza się numerem 1, pierwsze piętro ma numer 2, a następne kondygnacje – kolejno 3, 4, 5 itd. Kondygnacje podziemne oznacza się numerami poprzedzonymi znakiem minus (rys. 8.4a).

Numerowanie pomieszczeń na każdej kondygnacji należy zaczynać od wejścia głównego¹ i kontynuować zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Numer pomieszczenia powinien składać się z dwóch (lub trzech) cyfr poprzedzonych numerem kondygnacji. Zaleca się, aby klatki schodowe, szyby dźwigowe (windy) itp. miały ten sam numer na wszystkich piętrach (np. 105 na parterze, 205 – na pierwszym piętrze, 305 – na drugim). Na rysunku 8.4b pokazano przykład numeracji pomieszczeń na piątej kondygnacji.



PYTANIA I POLECENIA

1. Jak jest różnica między oznaczeniami rzędnej zwierciadła wody otwartej a wody gruntowej?
2. W jaki sposób oznacza się kondygnacje podziemne, a jak nadziemne?
3. Jak powinny być numerowane pomieszczenia na poszczególnych kondygnacjach?

¹ W PN-EN ISO 4157-2:2001 dopuszcza się także inne – logicznie uzasadnione – miejsca rozpoczęcia numeracji.

8.4

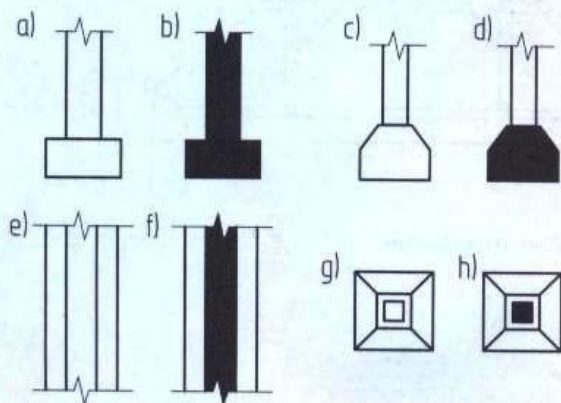
Oznaczenia elementów konstrukcyjnych i innych istotnych elementów budynku

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

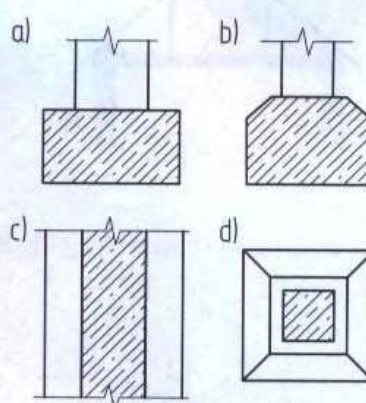
- jakie są umowne i uproszczone oznaczenia fundamentów
- jak oznaczane są w sposób umowny i uproszczony stropodachy i dachy budynków
- w jaki sposób opisuje się na rysunkach przegrody wielowarstwowe
- jaki oznacza się kanały w budynkach
- w jaki sposób oznaczane są otwory okienne i drzwiowe oraz wnęki i bruzdy
- jak oznaczane są na rysunkach pochylnie, drabiny i szyby dźwigowe
- jak oznacza się spadki połaci dachowych oraz nachylenie skarp wykopów i nasypów

Stawianie budynku zaczyna się od fundamentów. Wybór odpowiedniego oznakowania fundamentu na rysunku zależy od rodzaju i dokładności rysunku. Zależności między podziałką rysunku a rodzajem oznaczeń (uproszczone lub umowne) są takie same, jak opisano na początku tego rozdziału. Oznaczenia umowne fundamentów zostały pokazane na rysunku 8.5, a oznaczenia uproszczone – na rysunku 8.6. Nietrudno dostrzec różnice między nimi. W podobny sposób zróżnicowane są oznaczenia ścian (rys. 8.7 i 8.8).

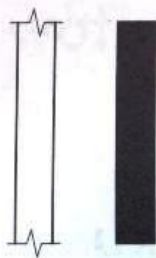
Elementami konstrukcyjnymi budynku są także stropy, stropodachy i dachy. Na rysunkach **stropy** powinny być oznaczane w sposób podany tabeli 8.2, **stropodachy** – zgodnie z rysunkiem 8.9, a **dachy** – jak na rysunku 8.10.



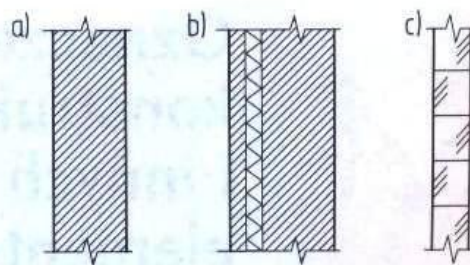
Rys. 8.5. Fundamenty – oznaczenia umowne (wg PN-B-01025:2004): a i b) przekroje ław fundamentowych, c i d) przekroje stóp fundamentowych, e i f) rzuty ław fundamentowych, g i h) rzuty stóp fundamentowych



Rys. 8.6. Fundamenty – oznaczenia uproszczone (wg PN-B-01025:2004): a) przekroje ław fundamentowych, b) przekroje stóp fundamentowych, c) rzuty ław fundamentowych, d) rzuty stóp fundamentowych



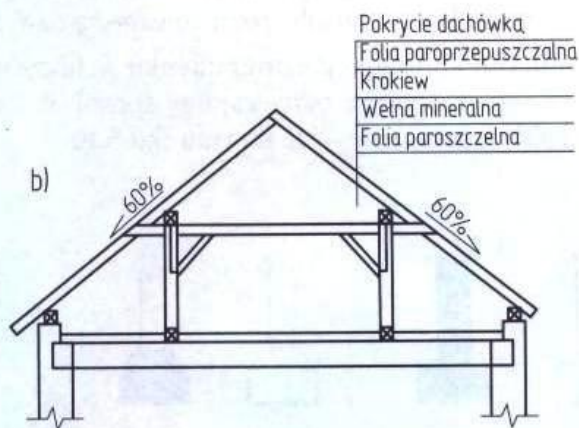
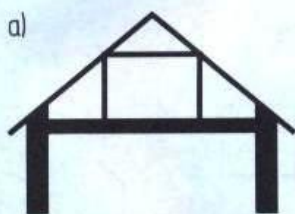
Rys. 8.7. Ściany – oznaczenia umowne (wg PN-B-01025:2004)



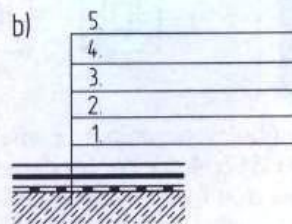
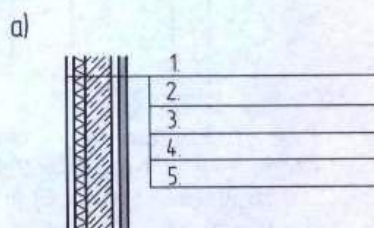
Rys. 8.8. Ściany – oznaczenia uproszczone (wg PN-B-01025:2004): a) ściany jednorodne, b) ściany warstwowe, c) ściany wykonane z kształtek szklanych



Rys. 8.9. Oznaczenia stropodachów (wg PN-B-01025:2004): a) oznaczenie umowne, b) oznaczenie uproszczone



Rys. 8.10. Oznaczenia dachów (wg PN-B-01025:2004): a) oznaczenie umowne, b) oznaczenie uproszczone



Rys. 8.11. Opisywanie przegród wielowarstwowych (wg PN-B-01025:2004): a) pionowych (warstwy należy numerować od strony lewej do prawej), b) poziomych (numeracja warstw – od góry w dół)

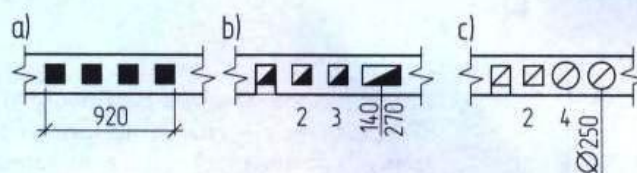
Tabela 8.2. Oznaczenia rysunkowe stropów (wg PN-B-01025:2004)

Przekroje	Stropy	Oznaczenia umowne	Oznaczenia uproszczone
Pionowe	elementy prefabrykowane		PS3
	żelbetowe wylewane	lub	
	żebrowe		
	wiszące (na cięgnach)		według stanu rzeczywistego
Poziome (rzuty)	płyty żelbetowe zbrojone jednokierunkowo		
	płyty żelbetowe zbrojone krzyżowo (dwukierunkowo)		

W projektach konstrukcji stropów i przekryć żelbetowych bardzo ważne jest oznaczenie kierunku zbrojenia. Inaczej oznacza się płyty żelbetowe jednokierunkowo zbrojone, a inaczej płyty dwukierunkowo zbrojone (tab. 8.2).

Wielowarstwowe przegrody pionowe (ściany) i poziome (stropy, stropodachy, dachy) powinny mieć dodatkowo **opis warstw**. W PN-B-01025:2004 zaleca się stosować sposób przedstawiony na rysunku 8.11.

Do odprowadzania dymu i spalin gazowych z wnętrza budynków oraz zapewnienia wentylacji pomieszczeń służą odpowiednie kanały w ścianach. Kanały o większych przekrojach mogą być projektowane jako wydzielone kominy. **Oznaczenia kanałów dymowych, spalinowych i wentylacyjnych** są pokazane na rysunku 8.12, a **oznaczenia kominów** – na rysunku 8.13.

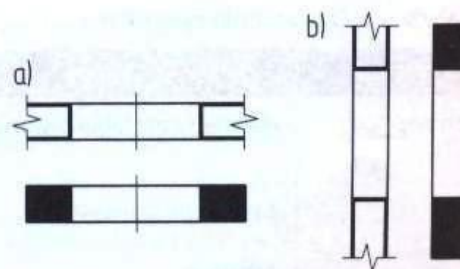


Rys. 8.12. Oznaczenia kanałów w ścianach (wg PN-B-01025:2004): a) kanały dymowe, b) kanały gazowo-spalinowe, c) kanały wentylacyjne

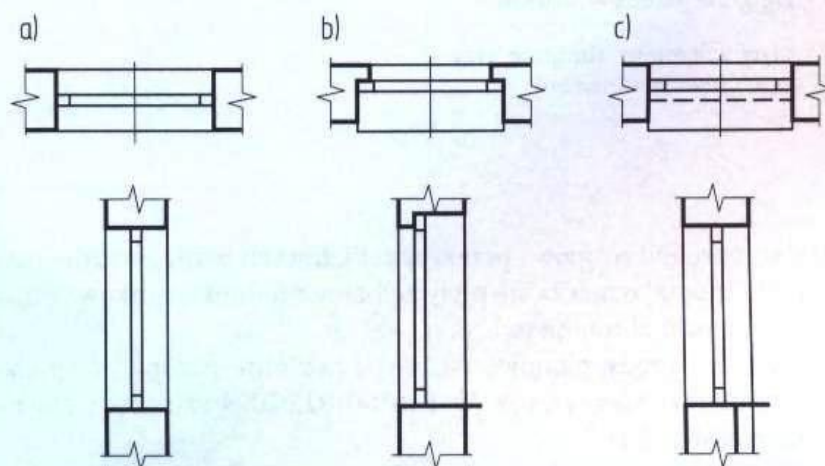
Kreska poprowadzona w osi kanału (np. na rys. 8.12c w osi kanału pierwszego od prawej) oznacza, że z tego kanału wykonano wylot do pomieszczenia na kondygnacji, która jest pokazana na danym przekroju. Liczby na osi kanału oznaczają jego wymiary w mm (np. 140 × 270). Liczba w liczniku oznacza jego wymiar prostopadły do linii ściany, a w mianowniku – wymiar równoległy. Liczby przy kanałach dotyczą budynków wielokondygnacyjnych i oznaczają kondygnację, z którą kanał jest połączony.



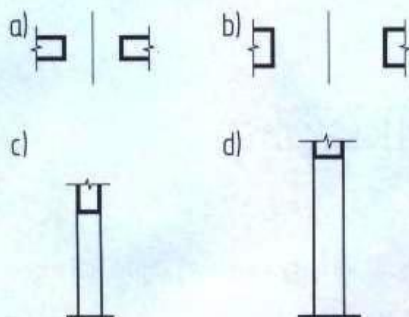
Rys. 8.13. Oznaczenia kominów (wg PN-B-01025:2004)



Rys. 8.14. Otwory okienne – oznaczenia umowne (wg PN-B-01025:2004): a) przekroje poziome (rzuty), b) przekroje pionowe



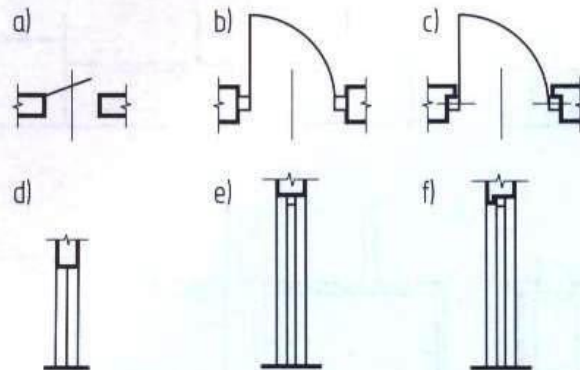
Rys. 8.15. Otwory okienne – oznaczenia uproszczone (u góry – przekroje poziome, u dołu – przekroje pionowe, wg PN-B-01025:2004): a) okna bez węgarka i parapetu, b) okna z węgarkiem i parapetem, c) okna z parapetem i wnęką podokienną



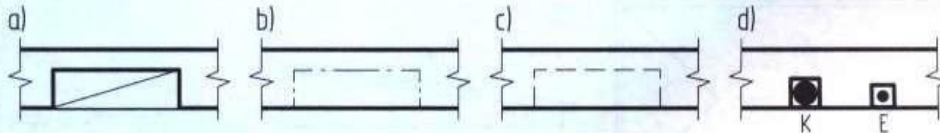
Rys. 8.16. Niezabudowane otwory drzwiowe (wg PN-B-01025:2004): a) oznaczenie umowne na przekrojach poziomych (rzutach), b) oznaczenie uproszczone na przekrojach poziomych, c) oznaczenie umowne na przekrojach pionowych, d) oznaczenie uproszczone na przekrojach pionowych

W ścianach i stropach mogą być wykonywane przebicia, mające służyć do różnych celów, na przykład **otwory na okna i drzwi**. Ich oznaczenia na przekrojach poziomych i pionowych zostały przedstawione na rysunkach od 8.14 do 8.17.

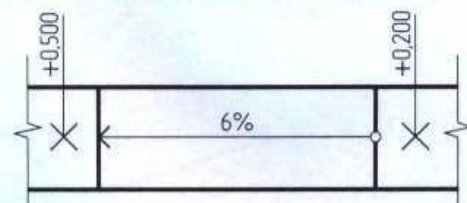
W ścianach oprócz otworów mogą być wnęki i bruzdy. **Oznaczenia wnęk** różnią się nieco w zależności od ich położenia względem poziomego przekroju (rys. 8.18a, b, c). **Oznaczenie bruzd** (rys. 8.18d) zawiera symbol literowy, odpowiadający rodzajowi instalacji, która będzie tymi bruzdami przeprowadzona.



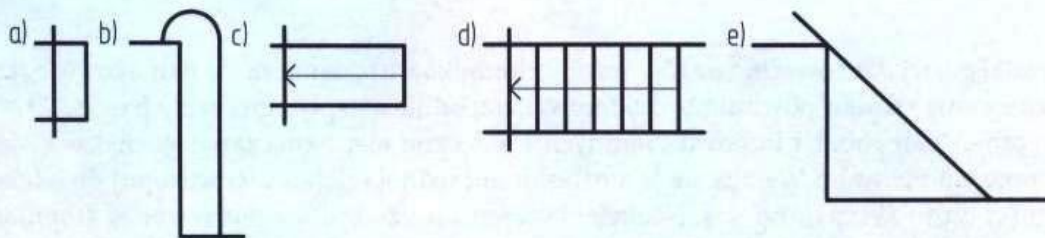
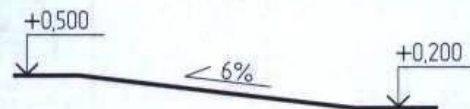
Rys. 8.17. Zbudowane otwory drzwiowe (wg PN-B-01025:2004): a) oznaczenie umowne na przekrojach poziomych, b) oznaczenie uproszczone okien bez węgarka, stosowane na przekrojach poziomych, c) oznaczenie uproszczone okien z węgarkiem, stosowane na przekrojach poziomych, d) oznaczenie umowne na przekrojach pionowych, e) oznaczenie uproszczone okien bez węgarka, stosowane na przekrojach pionowych, f) oznaczenie uproszczone okien z węgarkiem, stosowane na przekrojach pionowych



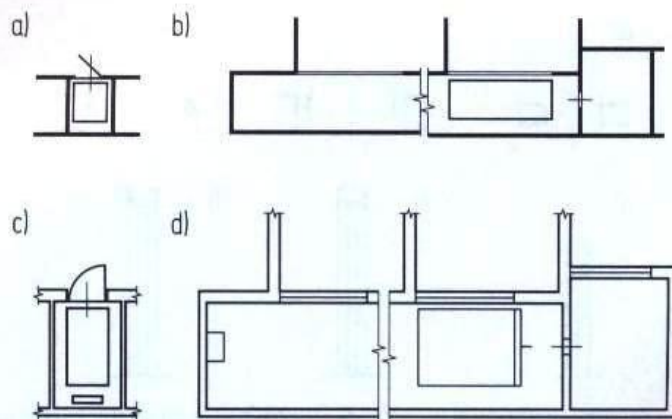
Rys. 8.18. Oznaczenia wnęk i bruzd (wg PN-B-01025:2004): a) wnęka w płaszczyźnie przekroju, b) wnęka powyżej płaszczyzny przekroju, c) wnęka poniżej płaszczyzny przekroju, d) bruzdy (E — instalacja elektryczna, K — instalacja kanalizacyjna)



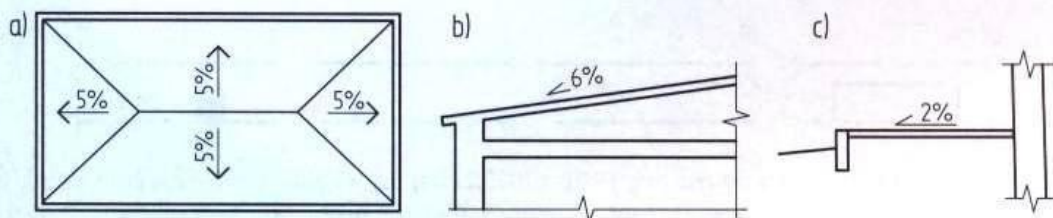
Rys. 8.19. Oznaczenie pochylni (wg PN-B-01025:2004) stosowane na przekrojach poziomych (u góry) i pionowych (u dołu)



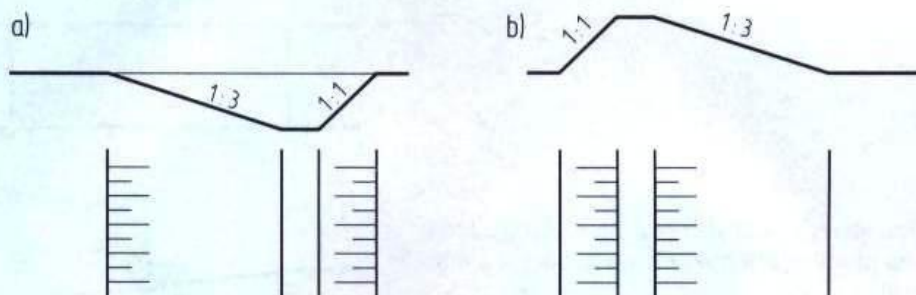
Rys. 8.20. Drabiny i schody drabiniaste (wg PN-B-01025:2004): a) drabina – oznaczenie umowne i uproszczone stosowane na przekrojach poziomych (rzutach), b) drabina – oznaczenie umowne i uproszczone na przekrojach pionowych, c) schody drabiniaste – oznaczenie umowne na przekrojach poziomych, d) schody drabiniaste – oznaczenie uproszczone na przekrojach poziomych, e) schody drabiniaste – oznaczenie umowne i uproszczone na przekrojach pionowych



Rys. 8.21. Oznaczenia szybów dźwigowych (wg PN-B-01025:2004): a) oznaczenie umowne na przekrojach poziomych, b) oznaczenie umowne na przekrojach pionowych, c) oznaczenie uproszczone na przekrojach poziomych, d) oznaczenie uproszczone na przekrojach pionowych



Rys. 8.22. Oznaczenia spadków (wg PN-B-01025:2004): a) połaci dachowych w widoku z góry, b) połaci dachowych w przekroju, c) chodnika w przekroju pionowym



Rys. 8.23. Oznaczenia nachylenia skarp o poziomych liniach brzegowych (wg PN-B-01025:2004): a) wykop, b) nasyp

Spadki połaci dachowych, tarasów, jezdni, chodników itp. oznacza się jednakowo. Strzałka oznaczenia spadku powinna być skierowana zgodnie ze spływem wody (rys. 8.22).

W projektach robót i budowli ziemnych konieczne jest oznaczanie **nachylenia skarp wykopów lub nasypów**. Wyraża się je stosunkiem rzędnej (głębokości wykopu) do odciętej (długości rzutu skarpy), np. 1:3. Nachylenie terenu może być też podawane w stopniach, procentach (np. $1:1,75 = 0,57 = 57\%$) lub promilach ($1\text{‰} = 1\text{‰} : 10 = 1/1000 = 0,001$). Jeśli skarpy mają poziome linie brzegowe, to na rysunkach widoku z góry górną część wykopu lub nasypu oznacza się specjalnym kreskowaniem, na przemian dłuższymi i krótszymi kreskami (rys. 8.23). Skarpy o nieregularnym kształcie należy przedstawiać za pomocą warstwic kreślonych zgodnie z zasadami kartografii.

PYTANIA I POLECENIA

1. Które oznaczenia elementów konstrukcyjnych są bardziej szczegółowe: umowne czy uproszczone?
2. Na rysunku 8.10 znajdują się rysunki umowne i uproszczone konstrukcji dachu. Jakie dodatkowe informacje zostały umieszczone na rysunku *b* w stosunku do rysunku *a*?
3. W jakiej kolejności opisuje się na przekrojach warstwy przegród wielowarstwowych pionowych i poziomych?
4. W jaki sposób oznacza się na rysunkach kanały wentylacyjne, a w jaki spalinowe i dymowe? Podaj przykłady.
5. W jakim kierunku zwrócony jest grot strzałki oznaczenia spadku dachu, a w jakim – pochylni?
6. W jaki sposób oznacza się na rysunkach nachylenie skarp wykopów i nasypów?

8.5

Oznaczenia urządzeń i wyposażenia budynku oraz elementów wykończenia

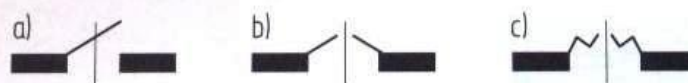
W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak oznaczane są okna w wykazie stolarki
- jakie stosuje się oznaczenia umowne i uproszczone różnych rodzajów drzwi
- jak na rysunkach rzutów oznaczane są sufity podwieszane
- jak oznaczane są urządzenia kuchenne i grzewcze
- jak umownie oznacza się urządzenia wodociągowo-kanalizacyjne na rysunkach budowlanych
- jak oznaczane są meble wbudowane

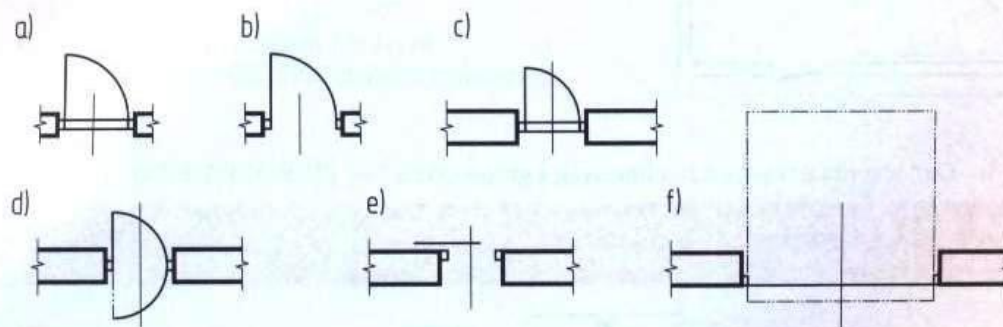
Tylko nieliczne elementy, które możemy zaliczyć do wykończeniowych, mają na rysunkach specjalne oznaczenia. Pozostałe informacje podaje się w części opisowej projektu. Specjalne oznaczenia mają drzwi i okna. Zestawienie oznaczeń **otworów okiennych** zgodne z PN-B-01025:2004 jest zamieszczone na rysunku 8.15. W wykazach stolarki budowlanej stosuje się podobne oznaczenia z uwzględnieniem liczby skrzydeł okiennych i kierunku ich otwierania (tab. 8.3).

Tabela 8.3. Oznaczenia rodzajów okien stosowane w wykazach stolarki budowlanej

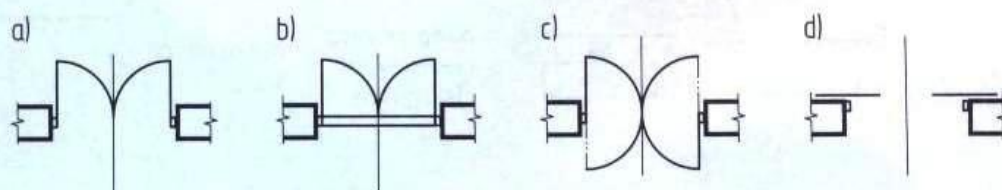
Rodzaj okna	Oznaczenie	Rodzaj okna	Oznaczenie
jednoskrzydłowe pojedyncze rozwierane 		jednoskrzydłowe przesuwne 	
dwuskrzydłowe pojedyncze rozwierane 		dwuskrzydłowe pojedyncze uchylne 	
jednoskrzydłowe pojedyncze obracane 		dwuskrzydłowe rozwierane uchylne 	



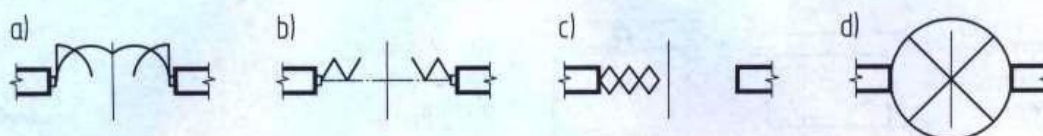
Rys. 8.24. Oznaczenia umowne drzwi i wrót (wg PN-B-01025:2004): a) jednoskrzydłowych, b) dwuskrzydłowych, c) wieloskrzydłowych



Rys. 8.25. Oznaczenia uproszczone drzwi i wrót jednoskrzydłowych (wg PN-B-01025:2004): a) rozwieranych z progiem (z wyjątkiem balkonowych), b) rozwieranych bez progu (z wyjątkiem balkonowych), c) rozwieranych balkonowych, d) wahadłowych, e) przesuwnych, f) podnoszonych



Rys. 8.26. Oznaczenia uproszczone drzwi i wrót dwuskrzydłowych (wg PN-B-01025:2004): a) rozwieranych (z wyjątkiem balkonowych), b) rozwieranych balkonowych, c) wahadłowych, d) przesuwnych

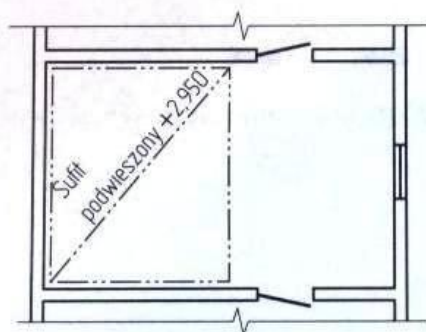


Rys. 8.27. Oznaczenia uproszczone drzwi i wrót innych niż na rys. 8.25 i 8.26 (wg PN-B-01025:2004): a) składanych, b) harmonijkowych, c) fałdowych, d) obrotowych

Zestawienie oznaczeń rodzaju **drzwi** – z uwzględnieniem liczby i rodzaju skrzydeł oraz sposobu ich otwierania – zamieszczono na rysunkach od 8.24 do 8.27.

Coraz powszechniej stosowanym elementem wykończeniowym są **sufity podwieszane**. Ich oznaczenie graficzne jest pokazane na rysunku 8.28.

W czasie robót budowlanych wykończeniowych albo po ich zakończeniu instaluje się w mieszkaniach i innych pomieszczeniach różnego rodzaju urządzenia. Mogą to być urządzenia kuchenne i grzewcze, wodociągowe i kanalizacyjne oraz instalacje elektryczne.



Rys. 8.28. Przykład oznaczania sufitu podwieszanego zgodnie z PN-B-01025:2004

Tabela 8.4. Oznaczenia urządzeń kuchennych i grzewczych (wg PN-B-01025:2004)

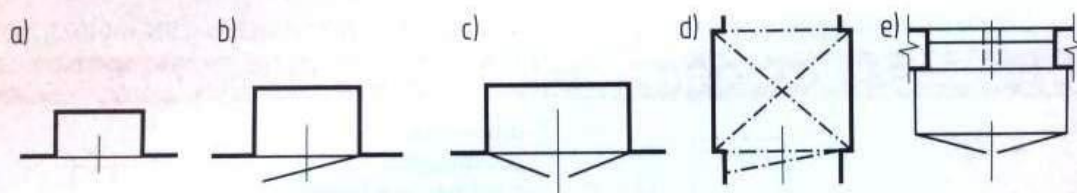
Nazwa urządzenia	Oznaczenia umowne	Oznaczenia uproszczone	Nazwa urządzenia	Oznaczenia umowne	Oznaczenia uproszczone
piec ogrzewczy stały			podgrzewacz ciepłej wody na paliwo gazowe	nie oznacza się	
kominek ogrzewczy			podgrzewacz ciepłej wody elektryczny	nie oznacza się	
trzon kuchenny węglowy stały			kocioł c.o. na paliwo stałe	nie oznacza się	
trzon kuchenny przenośny węglowo-gazowy			kocioł c.o. na paliwo płynne	nie oznacza się	
trzon kuchenny przenośny na gaz lub paliwo płynne			kocioł c.o. na gaz	nie oznacza się	
trzon kuchenny przenośny elektryczny			kocioł c.o. elektryczny	nie oznacza się	

Uwaga: Wewnątrz oznaczenia uproszczonego urządzenia można wpisywać jego wymiary (długość x szerokość x wysokość)

Tabela 8.5. Oznaczenia uproszczone* urządzeń wodociągowo-kanalizacyjnych (wg PN-B-01025:2004)

Nazwa urządzenia	Oznaczenia uproszczone	Nazwa urządzenia	Oznaczenia uproszczone
hydrofor		umywalka prostokątna z jednym punktem czerpalnym	
miska ustępowa		umywalka zbiorowa szeregową przyścienną	
miska ustępowa stopowa (turecka)		umywalka prostokątna z baterią czerpalną	
bidet		wanna wolno stojąca	
wpust podłogowy		wanna do obmurowania	
wpust podwórzowy		brodzik natryskowy	
pisuar muszlowy ścienny		wodomierz	
pisuar korytkowy		zawór wodociągowy czerpalny	
pisuar podłogowy		zawór wodociągowy czerpalny z końcówką do węża	
zlew owalny		zawór czerpalny z ruchomą wylewką	
zlew prostokątny		bateria czerpalna	
zlewozmywak kuchenny dwukomorowy		zawór hydrantowy w szafce wnękowej (z lewej) i w szafce naściennej (z prawej)	

* Na rysunkach instalacji urządzeń wodociągowo-kanalizacyjnych nie stosuje się oznaczeń umownych



Rys. 8.29. Oznaczenia mebli wbudowanych (wg PN-B-01025:2004): a) oznaczenie umowne szafy (zarówno jedno-, jak i dwudrzwiowej), b) oznaczenie uproszczone szafy jednodrzwiowej, c) oznaczenie uproszczone szafy dwudrzwiowej, d) oznaczenie uproszczone pawlacza (nie stosuje się oznaczeń umownych), e) oznaczenie uproszczone szafki podokiennej (nie stosuje się oznaczeń umownych)

Każde z nich ma swoje rysunkowe oznaczenie w PN-B-01025:2004. W tabeli 8.4 zostały przedstawione **oznaczenia urządzeń kuchennych i grzewczych**, a w tabeli 8.5 – **oznaczenia urządzeń wodociągowych i kanalizacyjnych**. Warto się z nimi zapoznać, aby umieć właściwie odczytać rysunki projektu budowlanego.

Do stałych elementów wyposażenia mieszkań zalicza się także **meble wbudowane**: szafy, pawlacze i szafki podokienne. Ich oznaczenia przedstawia rysunek 8.29.



PYTANIA I POLECENIA

1. Czy w wykazach stolarki zaznaczane są kierunki otwierania skrzydeł okiennych?
2. Jakie rodzaje urządzeń mogą znajdować się na rysunkach budowlanych?
3. Jakie elementy wyposażenia mogą znajdować się w projektach budowlanych?

8.6

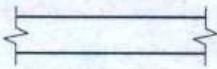
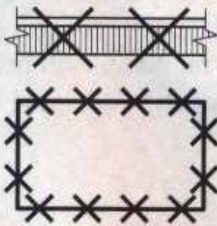
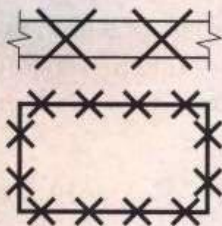
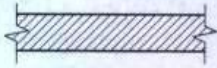
Oznaczenia stosowane w projektach robót remontowych i modernizacyjnych

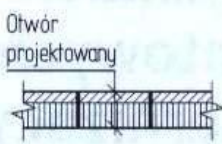
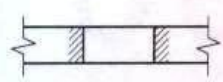
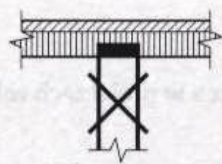
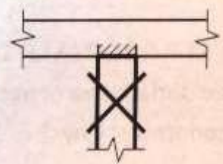
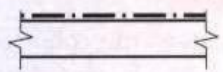
W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie dodatkowe oznaczenia są konieczne w projektach robót remontowych i modernizacyjnych
- jak oznacza się elementy do usunięcia (otwory, rozebrania)

Projektowanie robót remontowych oraz rozbudowy, przebudowy i modernizacji budynków lub ich części wymaga dodatkowego oznaczania na rysunkach elementów, które w nowych budynkach nie występują. Konieczne jest oznaczenie **elementów do usunięcia** (rozebrania, wybicia otworu itp.), **uzupełnień elementów**, a także **wypełnień otworów** itp. Wszystkie rodzaje tego typu oznaczeń zestawione są w tabeli 8.6. Różnią się w zależności od tego, czy są stosowane na starych rysunkach (tj. w istniejącej dokumentacji obiektu), czy też na nowo wykonanych rysunkach projektu remontu lub modernizacji.

Tabela 8.6. Oznaczenia stosowane na rysunkach budowlanych remontowych i modernizacyjnych (wg PN-ISO 7518:1998)

Opis	Oznaczenia na rysunku	
	istniejącym	nowym
Część istniejąca przewidziana do zachowania	bez zmian	
Część istniejąca przewidziana do usunięcia		
Część nowa (projektowana)	 kreskowanie lub cieniowanie, które wyraźnie różni się od kreskowania już istniejącego	 kreskowanie lub cieniowanie zgodne z PN ISO 4069:1999
Wypełnienie istniejącego otworu	 kreskowanie lub cieniowanie, które wyraźnie różni się od kreskowania już istniejącego	 kreskowanie lub cieniowanie zgodne z PN ISO 4069:1999

Opis	Oznaczenia na rysunku	
	istniejącym	nowym
Projektowany otwór w istniejącej konstrukcji		
Uzupełnienie części istniejącej po usunięciu części połączonej z nią wcześniej		
Prace wymagające zmiany warstwy powierzchniowej		



PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie dodatkowe elementy, których nie ma w nowych projektach, są oznaczane na rysunkach robót remontowych i modernizacyjnych?
2. Dlaczego w tabeli 8.4 są dwa rodzaje oznaczeń?

ZAPAMIĘTAJ

Im większa **dokładność rysunku**, tym bardziej szczegółowe powinny być stosowane na nim oznaczenia.

Opisywanie przegród wielowarstwowych pionowych (ścian) zaczynamy od strony lewej, natomiast przegród poziomych (np. stropów) – od góry.

Oznaczanie materiałów budowlanych na rysunkach projektu architektoniczno-budowlanego jest konieczne. Można od tego odstąpić tylko w wyjątkowych przypadkach.



SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Jaka jest zależność między podziałką rysunku a rodzajem oznaczeń graficznych?
2. Kiedy można nie oznaczać rodzaju materiału na rysunkach?
3. Jakie są różnice w oznaczaniu kondygnacji nadziemnych i podziemnych na rysunkach?
4. W jaki sposób opisuje się warstwy przegród wielowarstwowych poziomych i pionowych?
5. Czy oznaczenia nachylenia pochylni i spadku dachu różnią się od siebie?
6. Jak oznacza się nachylenie skarp wykopów i nasypów?
7. W projektach budowlanych mogą być również oznaczone urządzenia i elementy wyposażenia. Wymień niektóre z nich.
8. W robotach remontowych i modernizacyjnych często projektuje się nowe otwory (np. drzwiowe) w już istniejących ścianach. Jak oznacza się je na rysunkach?

LITERATURA

- [1] Norma PN-EN ISO 4157-1:2001 *Rysunek budowlany. Systemy oznaczeń. Część 1: Budynki i części budynków.*
- [2] Norma PN-EN ISO 4157-1:2001 *Rysunek budowlany. Systemy oznaczeń. Część 2: Nazwy i numery pomieszczeń.*
- [3] Norma PN-ISO 7518:1998 *Rysunek techniczny. Rysunki budowlane. Uproszczone przedstawianie rozbiórki i przebudowy.*
- [4] Norma PN-B-01025:2004 *Rysunek budowlany. Oznaczenia graficzne na rysunkach architektoniczno-budowlanych.*
- [5] Norma PN-B-01030 *Rysunek budowlany. Oznaczenia graficzne materiałów budowlanych.*
- [6] *Nowy poradnik majstra budowlanego.* Praca zbiorowa pod red. J. Panasa, Arkady, Warszawa 2003.

9. Ćwiczymy czytanie projektów budowlanych

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- skąd uzyskiwać podstawowe informacje o projektowanym budynku
- jak odczytywać szczegółowe informacje dotyczące zastosowanych rozwiązań technologiczno-materiałowych
- co znajduje się na tabliczkach informacyjnych rysunków pomieszczeń
- jakie informacje można uzyskać z wykazu stolarki
- jak weryfikuje się wymiary podane na rysunkach
- co można zobaczyć na rysunkach elewacji

Umiejętność odczytywania informacji zawartych w projekcie budowlanym musi posiadać każdy pracownik budowlany, od inżyniera poczynając, a na robotniku kończąc. Dlatego teraz, po zapoznaniu się z zasadami wymiarowania i oznaczania na rysunkach, nauczysz się je poprawnie odczytywać. Rysunki przeznaczone do ćwiczeń są częścią projektu domu jednorodzinnego¹ wykonanego przez architekta, konstruktora i projektantów instalacji.

Najpierw kilka podstawowych informacji na temat omawianego budynku. Jest to parterowy, niepodpiwniczony dom z poddaszem użytkowym, zaprojektowany dla pięcioosobowej rodziny. Na parterze znajdują się następujące pomieszczenia: wiatrołap (zimny przedsionek), hol ze schodami prowadzącymi na poddasze, pokój dzienny, drugi pokój, kuchnia, łazienka i pomieszczenie gospodarcze. Na poddaszu są trzy sypialnie, łazienka i hol. Budynek jest wyposażony we wszystkie instalacje: wodociągową, kanalizacyjną, centralnego ogrzewania, gazową, elektryczną i telekomunikacyjną, sygnalizacyjną, odgromową i wentylacyjną. Ciekawym rozwiązaniem jest zaprojektowanie na dachu kolektorów słonecznych wspomagających ogrzewanie wody.

Zewnętrzne wymiary budynku wynoszą $8,00 \times 11,00$ m (główna bryła), co wraz z wykuszem (wystająca na zewnątrz część pokoju dziennego) daje $93,0 \text{ m}^2$ powierzchni zabudowy. Powierzchnia całkowita domu wynosi $138,0 \text{ m}^2$, a powierzchnia użytkowa na parterze i poddaszu (łącznie) – $122,2 \text{ m}^2$. Budynek ma wysokość $7,92$ m (od poziomu terenu do kalenicy), a jego dach jest zaprojektowany jako dwuspadowy, z dodatkowym zadaszeniem werandy wejściowej. Wieżba dachowa ma być wykonana z drewna sosnowego klasy C-30, a pokrycie dachowe – z dachówki ceramicznej na łątach drewnianych.

Mając wyobrażenie o wyglądzie budynku i podstawowe informacje dotyczące jego wymiarów, możemy przystąpić do odczytywania poszczególnych rysunków projektu. W praktyce zwykle wyszukuje się tylko informacje, które potrzebne są w danym momencie. Żeby jednak móc tak robić, trzeba najpierw nauczyć się odczytywać wszystkie dane znajdujące się na rysunku.

Trochę poćwicz

ZADANIE 1

Rzut parteru budynku przedstawiono na rysunku 1.5 w rozdziale 1. Jest tam wiele informacji istotnych dla zrozumienia projektu. Zacznijmy od najprostszych zadań.

1. Wymień pomieszczenia znajdujące się na parterze i policz je.
2. Odszukaj na rysunku łazienkę i wykorzystując znajomość oznaczeń (tabela 7.5), podaj nazwy zainstalowanych tam urządzeń.
3. Na podstawie oznaczeń wysokości określ różnicę poziomów między terenem a posadzką parteru.
4. Zwróć uwagę na oznaczenia wysokości parapetów wewnętrznych (litera P) i odczytaj, na jakiej wysokości będą w kuchni, a na jakiej w pomieszczeniu gospodarczym.
5. W budynku zaplanowane są dwa kominy. W jednym z nich jest kanał dymowy do przewidywanego kominka. Wskaż ten kanał na rysunku.
6. W domu będą dwuskrzydłowe drzwi balkonowe wychodzące na taras. Znajdź je na rysunku.
7. Popatrz na rysunek i powiedz, jak otwierają się drzwi w łazience i w wejściu do budynku – na zewnątrz czy do środka?
8. Odczytaj z rysunku, w jaki sposób będzie wykonana wentylacja łazienki.

¹ Patrz pozycja [4] w wykazie literatury na końcu rozdziału.

ZADANIE 2

Zgodnie z omawianymi wcześniej zasadami, na rysunku 1.5 oprócz rzutu parteru umieszczono informacje tekstowe. Odpowiedz na pytania:

1. Z jakich materiałów mają być wykonane ściany zewnętrzne, wewnętrzne konstrukcyjne (grubsze) i wewnętrzne działowe (cieńsze)? Poszukaj informacji na ten temat w opisie obok rysunku.
2. Z jakich materiałów będą wykonane podłogi w poszczególnych pomieszczeniach parteru domu? Informacji na ten temat poszukaj w opisie na rysunku i w tabelce obok.
3. Ile parkietu (tj. deszczulek posadzkowych) potrzeba do ułożenia podłogi w pokoju nr 17? Pamiętaj, że do powierzchni pomieszczenia trzeba dodać 5% na odpady powstające przy przycinaniu deszczulek.
4. Czy podana w tabelce powierzchnia podłogi kuchni jest właściwie obliczona? Aby to sprawdzić, wystarczy pomnożyć długość i szerokość kuchni.
5. Czy podane w opisie grubości ścian są zgodne z wymiarami znajdującymi się na rysunku?
6. Ile stopni będą miały schody z parteru na poddasze i jaką mają mieć wysokość?

Nieodzowną częścią projektu architektoniczno-budowlanego jest **zestawienie stolarki**. Jest to wykaz zaprojektowanych okien i drzwi w całym budynku z podaniem ich najważniejszych wymiarów (rys. 9.1).

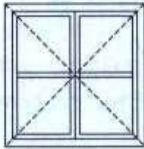
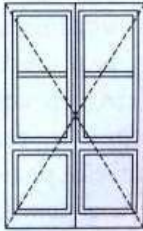
ZADANIE 3

Korzystając z rysunku rzutu parteru (rys. 1.5) i wykazu stolarki (rys. 9.1), odpowiedz na poniższe pytania:

1. Czy szerokość otworu okiennego (w świetle ościeży) różni się od szerokości ościeznicy? Jeżeli tak, ile ta różnica wynosi?
2. Czy wysokość otworu okiennego różni się od wysokości ościeznicy? Jeżeli tak, to dlaczego?
3. Jaki rodzaj drzwi będzie wstawiony między kuchnią a pokojem dziennym: pełne z małą szybą czy dużą?
4. W których pomieszczeniach będą zainstalowane małe okna o wymiarach 580×550 mm?
5. Czy okna i drzwi balkonowe będą tylko otwierane czy także uchylne? _____

Rysunek przekroju pionowego pozwala projektantowi na pokazanie nie tylko układu i wysokości kondygnacji oraz grubości stropów i dachu. Jest na nim również pokazany układ warstw poszczególnych przegród poziomych, a z opisu znajdującego się obok rysunku można się dowiedzieć, z jakich materiałów są wykonane. Przekrój pionowy domu jednorodzinnego, którego rzut parteru był przedmiotem poprzednich ćwiczeń, znajduje się na rysunku 1.6 w rozdziale 1.

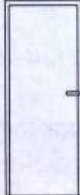
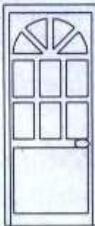
a)

SYMBOL		01	02	DB1
SCHEMAT				
WYMIARY W ŚWIETLE OŚCIEŻY	So	600	1500	1500
	Ho	900	1500	2340
WYMIARY ZEWNĘTRZNE OŚCIEŻNICY	Sz	580	1480	1480
	Hs	550	1450	2340
PARTER		3	3	1
PODDASZE			4	1
RAZEM		3	7	2

Okno dach.
FAKRO

780
1000
775
994
1
1

b)

SYMBOL		D6		D9		DŁ		Dz	
SCHEMAT									
WYMIARY W ŚWIETLE OŚCIEŻY	So	900		900		900		1000	
	Ho	2050		2050		2050		2340	
WYMIARY W ŚWIETLE OŚCIEŻNICY	S	800		800		800		900	
	H	2000		2000		2000		2300	
RODZAJ SKRZYDŁA		L	P	L	P	L	P	L	P
PARTER		1	3	1			1		1
PODDASZE		1	2			1			
RAZEM		2	5	1		1	1		1

Rys. 9.1. Wykaz stolarki: a) okiennej, b) drzwiowej – rys. BSiPBW AGROBISP [4]

Trochę poćwicz

ZADANIE 4

Patrząc na rysunek 1.6 (przekrój pionowy domu jednorodzinnego), wykonaj następujące zadania:

1. Oblicz głębokość posadowienia fundamentów budynku. Odczytaj potrzebne wartości z odpowiednich rzędnych poziomów.
2. Jak jest izolowany fundament od strony zewnętrznej, a jak od wnętrza budynku? Która z tych izolacji jest przeciwwilgociowa, a która stanowi ochronę cieplną?
3. Przekrój G na rysunku 1.6 jest wykonany przez podłogę położoną na gruncie. Podłoga ta składa się z sześciu warstw (jakie to warstwy, podano na rys. 1.6). W znajdującej się poniżej tabelce w dowolnej kolejności wypisane są funkcje, jakie spełniają w podłodze poszczególne warstwy. Korzystając z powyższego opisu i rysunku przekroju, dopisz w tabelce nazwę materiału, z którego powinna być wykonana każda warstwa, oraz podaj jej grubość.

Funkcja warstwy	Rodzaj materiału	Grubość warstwy
1. Izolacja przeciwwilgociowa		
2. Wyrównanie pod posadzkę		
3. Wyrównanie gruntu i ocieplenie		
4. Posadzka		
5. Izolacja cieplna podłogi		
6. Warstwa konstrukcyjna podłogi		

4. Na wysokości stropu nad parterem budynek otoczony jest żelbetowym wieńcem zaznaczonym na rysunku jako W-1. Przyjrzyj się rysunkowi i powiedz, czy wieńiec ma izolację cieplną.
5. Z czego wykonana jest izolacja cieplna poddasza i jaką ma grubość? Poszukaj informacji na ten temat w opisie na rysunku 1.6.
6. Jaka jest wysokość budynku od poziomu gruntu do kalenicy? _____

Jeśli nie jesteś pewien poprawności swoich odpowiedzi, porównaj je z odpowiedziami, które zamieszczono na s. 169 i 170.

Odpowiedzi do zadania pierwszego:

1. Pomieszczeń jest siedem: kuchnia, pokój dzienny, drugi pokój, hol, łazienka, pomieszczenie gospodarcze i wiatrołap. • 2. Brodzik, umywalka i sedes. • 3. Poziom terenu to – 0,470, a posadzki parteru 0,000. Różnica poziomów wynosi 47 cm. • 4. W kuchni na wysokości 84 cm, a w pomieszczeniu gospodarczym 114 cm. • 5. Kanał dymowy jest oznaczony kolorem czarnym. • 6. Dwuskrzydłowe drzwi prowadzące na taras znajdują się w pokoju dziennym oznaczonym nr 12. • 7. Drzwi do łazienki otwierają się na zewnątrz, a wejściowe – do środka. • 8. Wentylacja będzie doprowadzona do łazienki ukośnym kanałem dochodzącym do komina w pomieszczeniu gospodarczym.

Odpowiedzi do zadania drugiego:

1. Ściany zewnętrzne i wewnętrzne konstrukcyjne wykonane są z bloczków typu Porotherm grubości 38 cm, na lekkiej zaprawie klasy M5, a wewnętrzne działowe z bloczków tego samego typu, ale grubości 12 cm, na zwykłej zaprawie klasy M2. • 2. W wiatrołapie, pomieszczeniu gospodarczym i łazience będzie położona terakota, a w pozostałych pomieszczeniach – parkiet (deszczułki posadzkowe, czyli tzw. klepka). • 3. W zestawieniu jest podane, że pokój nr 17 ma powierzchnię 11,2 m². Można to sprawdzić, mnożąc przez siebie wymiary pomieszczenia, czyli 3,96 m × 2,84 m = 11,24 m², a gdy dodamy 5%, będzie 11,24 m × 1,05 m = 11,81 m²; i właśnie tyle trzeba materiału. • 4. Kuchnia ma wymiary 2,48 m × 3,96 m. Jeśli je pomnożysz, stwierdzisz, że jej wymiary podane w tabelce i na rysunku są takie same. • 5. Tak. • 6. Schody będą miały 16 stopni, z których każdy powinien mieć wysokość 18,3 cm.

Odpowiedzi do zadania trzeciego:

1. W wykazie stolarki szerokość jest oznaczona literą S. Wymiar otworu w świetle ościeży wynosi 150 cm (na rysunku rzutu jest taka sama), a zewnętrzna szerokość ościeżnicy – 148 cm. Różnica między tymi wymiarami wynosi 2 cm. • 2. Różnica między wysokością otworu okiennego i wysokością ościeżnicy wynosi 5 cm, ponieważ pod oknem musi być miejsce na parapet. • 3. Z rysunku 1.5 (rzutu) wiemy, że drzwi między kuchnią a pokojem dziennym mają oznaczenie D6. W wykazie stolarki można zobaczyć, że są to drzwi z dużą szybą. • 4. W pomieszczeniu gospodarczym i łazience (oznaczenie O1). • 5. Po sprawdzeniu w oznaczeniach stolarki (tab. 8.3) łatwo stwierdzić, że okna i drzwi balkonowe pokazane na rysunku 9.1 otwierają się tylko na boki.

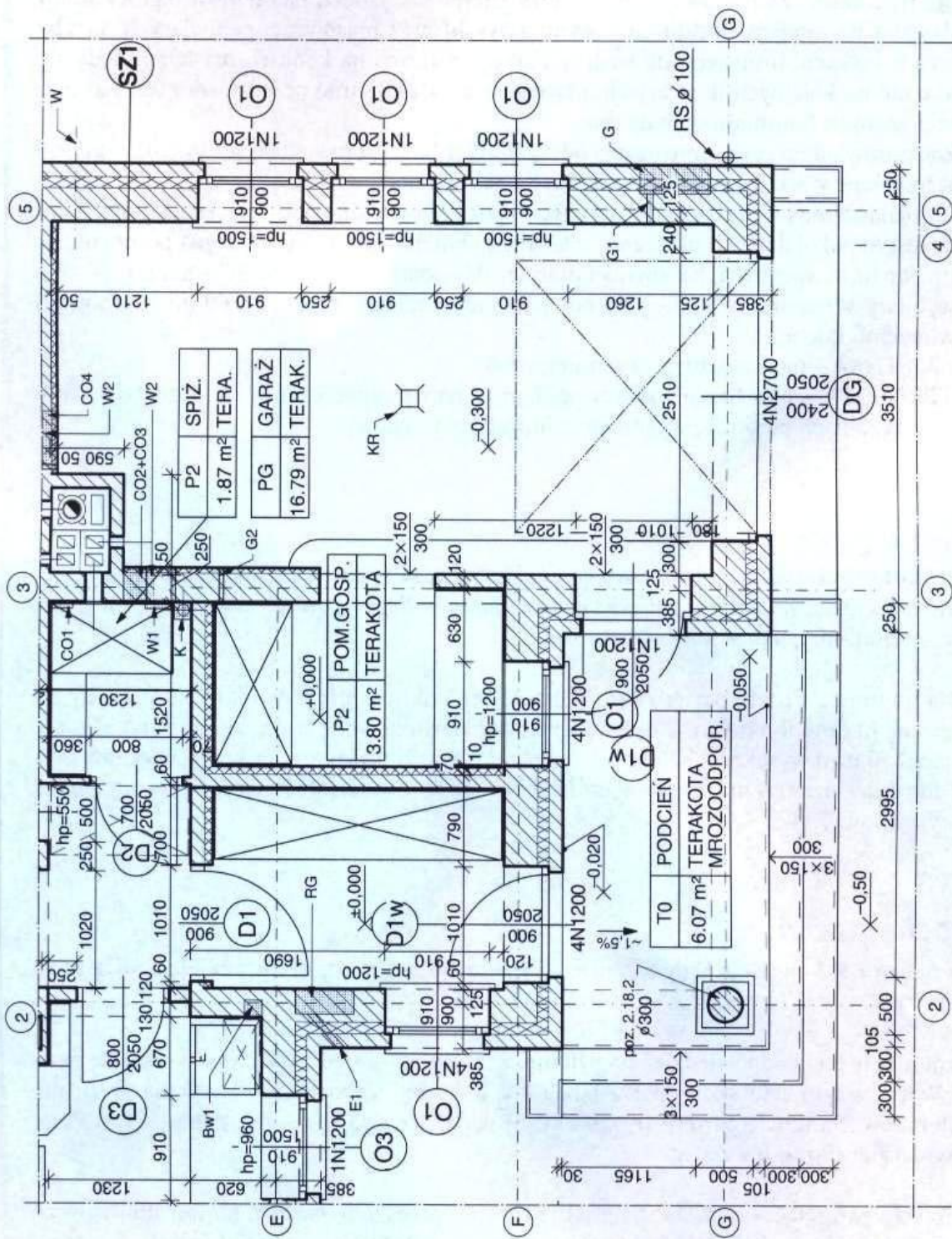
Odpowiedzi do zadania czwartego:

1. Fundamenty są posadowione na poziomie -1,47 m, a poziom terenu to -0,47 m. Różnica tych poziomów wynosi 1,00 m i na takiej głębokości będą posadowione fundamenty. • 2. Od strony zewnętrznej położona jest warstwa abizolu (izolacja przeciwwilgociowa), a od wewnątrz – styropian grubości 100 mm (izolacja cieplna). • 3. W kolejnych wierszach w tabelce należy wpisać: 1. Folia budowlana, 2. Wlewka betonowa – 4 cm, 3. Żużel paleniskowy – 15 cm, 4. Panele podłogowe – 1,2 cm, 5. Styropian – 10 cm, 6. Beton – 10 cm. • 4. Tak. Warstwa izolacji cieplnej jest zaznaczona zygzakami. • 5. Szukamy w opisie przekroju C. Jest to wełna mineralna ROCKWOOL grubości 16 cm. • 6. Budynek ma wysokość 7,45 + 0,47 = 7,92 m.

Rysunki w projektach architektoniczno-budowlanych mogą być znacznie trudniejsze do odczytania niż omawiane do tej pory. Budynek – nawet jeśli jest to niewielki dom jednorodzinny – może mieć bardziej skomplikowaną architekturę, a rysunki mogą zawierać więcej informacji i dodatkowe oznaczenia. Ponieważ możesz mieć do czynienia również z takimi projektami, warto podjąć próbę odczytania rysunków innego domu jednorodzinnego¹, którego będą dotyczyć wszystkie ilustracje zamieszczone w tym rozdziale, poczynsz od rysunku 9.2.

Podobnie jak budynek omawiany poprzednio, także ten jest parterowy, niepodpiwniczony i ma poddasze użytkowe. Jest jednak większy, bo powierzchnia zabudowy wynosi 154,56 m², a powierzchnia całkowita (parter i poddasze łącznie) – 290 m². Dach jest wielopołaciowy, nad główną częścią domu – dwuspadowy. Na parterze zaprojektowano następujące pomieszczenia: sień, hol, pokój dzienny, pokój gościnny, kuchnię, jadalnię, spiżarnię, łazienkę, kotłownię z pralnią oraz pomieszczenie gospodarcze i garaż. Na poddaszu przewidziano trzy sypialnie, łazienkę i przedpokój. Jest to dom jednorodzinny przeznaczony dla 4–7 osób.

¹ Patrz pozycja [5] w wykazie literatury na końcu podręcznika.



Mając podstawowe informacje o budynku, spróbujmy odczytać dane umieszczone na rysunkach. Najpierw zajmiemy się **rzutem parteru**. Na rysunku 9.2 (wkładka na końcu podręcznika) pokazano rysunek z projektu, a na następnych ilustracjach – jego powiększone fragmenty. Zwróć uwagę na rozmieszczenie wszystkich elementów tego rysunku (zwłaszcza na miejsce i liczbę linii wymiarowych) oraz opisów uzupełniających. Liczby i litery w kółkach, umieszczone wzdłuż obrzeży rysunku na końcach osi ścian, będą się powtarzać na kolejnych ilustracjach, ułatwiając zlokalizowanie przedstawionych na nich powiększonych fragmentów budynku.

Zacznijmy od rzeczy najprostszej i odczytajmy na rys. 9.2 (wkładka) **prostokątne tabliczki** narysowane w każdym pomieszczeniu. Są na nich podane:

- *P* – oznaczenie pomieszczeń (w projekcie jako *P1* oznaczono pomieszczenia główne, tutaj jest to pokój dzienny połączony z jadalnią i holem, *P2* – pomieszczenia pomocnicze, np. kuchnia, spiżarnia, kotłownia i pralnia, *PS* – klatka schodowa, *PG* – garaż);
- wymiary wyrażone w m^2 – pola powierzchni pomieszczeń (np. $9,69 m^2$ to pole powierzchni kuchni);
- ŁAZIENKA – nazwa jednego z pomieszczeń;
- TERAKOTA – określenie rodzaju podłogi w tym pomieszczeniu (w pozostałych pomieszczeniach posadzkę wykonano z innych materiałów).

Trochę poćwicz

Odczytaj wszystkie tabliczki informacyjne, znajdujące się na rysunku 9.2 (wkładka na końcu podręcznika). Oblicz, ile terakoty potrzeba do wykonania podłogi w garażu i pomieszczeniu gospodarczym (łącznie), a ile w kuchni i spiżarni.

Na fragmencie rzutu parteru (rys. 9.3) pokazano m.in. wejście do budynku i schody zewnętrzne (u dołu ilustracji). Z opisu na strzałce kierunkowej wynika, że są to trzy stopnie mające 150 mm wysokości i 300 mm szerokości. Warto przypomnieć sobie zalecenia normy dotyczące oznaczania schodów, które były podane w rozdziale 7., i jeszcze raz przyjrzeć się rysunkowi 7.14.

Trochę poćwicz

Na rysunku 9.2 znajdź schody wewnętrzne i odczytaj, z ilu stopni się składają i jakie mają wymiary.

Spróbujemy teraz odpowiedzieć na pytanie, z jakich **materiałów** mają być wykonane ściany. Warto w tym celu skorzystać z tabeli 8.1, w której zestawiono oznaczenia graficzne materiałów. Na rzucie parteru (rys. 9.2 i 9.3) widać, że ściany zewnętrzne są warstwowe i składają się z trzech warstw.

Należy pamiętać o tym, że materiał izolacyjny przegrody (ściany, stropu itd.) zawsze powinien znajdować się od strony zimniejszej, tj. narażonej na działanie niższych temperatur (np. ocieplenie ścian budynków mieszkalnych – od strony zewnętrznej, a izolacja ścian chłodni – od wewnątrz). W przeciwnym razie wewnątrz ścian będzie się wykraplać para wodna zawarta w powietrzu.

Trochę poćwicz

Korzystając z tabeli 8.1, określ, z jakich materiałów składa się ściana zewnętrzna budynku. Czy potrafisz znaleźć na rysunku ściany wewnętrzne, które zostały ocieplone materiałem izolacyjnym? Spróbuj!

Na rysunku rzutu parteru znajduje się bardzo wiele **wymiarów** składających się z linii wymiarowych, pomocniczych linii wymiarowych, ukośnych kresek i liczb wymiarowych (porównaj z rys. 7.1). Warto zwrócić uwagę, że oprócz wymiarów obrysów (ścian, filarków, pomieszczeń, otworów itd.) są tu także podane wymiary osiowe, czyli między osiami ścian. Jest to konieczne, ponieważ projektanci dopuszczają różne warianty rozwiązania materiałowego ścian i ich warstwy izolacyjnej. Zastosowanie innych materiałów może spowodować zmianę grubości zarówno warstwy konstrukcyjnej, jak i izolacyjnej ściany. Porównaj sposób wymiarowania ścian oraz otworów okiennych i drzwiowych na rysunkach 9.2 z zaleceniami podanymi w rozdziale 7., dotyczącymi m.in. konieczności zachowania określonej kolejności linii wymiarowych (rys. 7.12a).

Trochę poćwicz

Odczytaj i zapisz kilka poniższych wymiarów znajdujących się na rysunku 9.2, a następnie poproś kolegę o ich sprawdzenie.

- Dodaj wszystkie wewnętrzne wymiary długości garażu i sprawdź, czy ich suma wynosi tyle samo co wymiar na zewnątrz, czyli 570 cm.
- Jakie są wymiary filarków międzyokiennych w garażu od strony wewnętrznej i z zewnątrz?
- Jakie wymiary ma łazienka?
- Jaka jest średnica okrągłego słupa w podcieniu zewnętrznym przy wejściu?
- Jakie są wymiary spiżarni? Czy jej powierzchnia jest równa $1,87 \text{ m}^2$?

Poziomy, czyli **rzędne wysokości**, podaje się zarówno na przekrojach, jak i na rzutach. W projekcie zastosowano oznaczenia zgodne z PN-B-01025:2004 (porównaj z rys. 7.13). Jako poziom zerowy przyjęto poziom podłogi parteru (zwykle tak właśnie się robi).

Trochę poćwicz

Na fragmencie rzutu parteru wraz z przylegającym do budynku terenem jest kilka rzędnych poziomów (rys. 9.3). Określ:

- ile centymetrów wyżej od poziomu terenu jest położona posadzka parteru?
- ile wynosi różnica poziomów między terenem a posadzką garażu?

Na rysunku rzutu parteru zaznaczone są **otwory okienne i drzwiowe**. Jeżeli masz trudności z ich odszukaniem, porównaj rysunek z oznaczeniami otworów okiennych i drzwiowych na rysunkach 8.14–8.17. Przyjrzyj się rzutowi parteru i powiedz, czy zaprojektowane otwory okienne mają węgarki¹.

¹ Węgarek — wysunięta (zwykle o 1/4 cegły) część ościeża (tj. wewnętrznej powierzchni muru wokół otworu okiennego, zwykle prostopadłej do płaszczyzny ściany), która osłania ościeżnicę (ramę) okienną lub drzwiową.

Od strony wewnętrznej pod każdym oknem w projektowanym budynku przewidziano parapet. Projektowana wysokość ściany pod parapetem jest podana nie tylko na przekroju pionowym, ale także na rzucie. Na rysunkach 9.2b i 9.3 pod każdym oknem jest oznaczenie hp (h – wysokość, p – parapet). Na przykład w garażu $hp = 1500$, co oznacza, że parapet powinien być mocowany na wysokości 1500 mm. Spróbuj odczytać, jaki powinien być poziom parapetów w kuchni i jadalni.

Warto także zwrócić uwagę na to, że na zewnątrz budynku zaznaczone są rury spustowe, odprowadzające wodę deszczową z rynien dachowych. Na rysunkach 9.2 i 9.3 mają one oznaczenie $RS0100$, co oznacza, że będą to rury (R) spustowe (S) o średnicy 100 mm. Odszukaj je na rysunkach.

Wszystkie okna i drzwi na rys. 9.2 i 9.3 mają w osi kółeczka z wpisanym oznaczeniem, na przykład $O3$ (okno) lub D_1 (drzwi). W rozdziale 7. wyjaśniono, że oznaczenia tego rodzaju dotyczą wykazu stolarki. Rysunek 9.4 jest fragmentem wykazu stolarki okiennej, a rysunek 9.5 – wykazu stolarki drzwiowej. Porównaj wymiary okien podane na rysunku rzutu parteru (na rysunku 9.2 i 9.3 są to liczby umieszczone w osi otworu) z wymiarami w wykazie stolarki. Okazuje się, że wartości te dotyczą wymiaru nie samego okna, ale otworu okiennego, czyli wymiaru w świetle ościeży. Warto o tym pamiętać. Jest to uzasadnione, ponieważ murarza wykonującego ścianę nie interesuje wymiar okna, lecz wymiar otworu, który musi zostawić w ścianie.

Trochę poćwicz

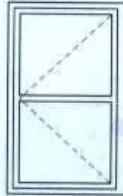
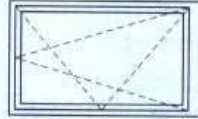
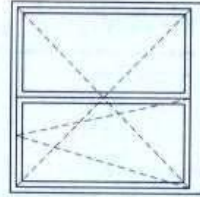
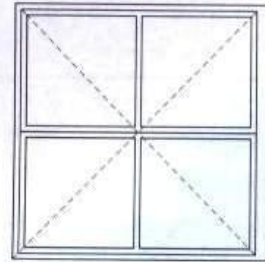
W wykazie stolarki okiennej (rys. 9.1) znajdują się dane dotyczące kilku rodzajów okien nowo projektowanego domu. Skorzystaj z wykazu oznaczeń w tabeli 8.3 i określ, ile skrzydeł mają okna w wykazie na rysunku 9.1 oraz w jaki sposób mogą być otwierane.

W podobny sposób wymiarowane są otwory drzwiowe. Na przykład otwór drzwi wejściowych $D1w$ na rysunku 9.3 ma w świetle ościeży szerokość 1010 mm, co jest zapisane na linii wymiarowej powyżej tych drzwi. Ale na osi tego otworu w postaci ułamka zapisane są także wymiary 900/2050. Co to za liczby? Jeśli porównasz je z wymiarami podanymi w wykazie stolarki drzwiowej na rysunku 9.5, okaże się, że jest to szerokość (900 mm) i wysokość (2050 mm) otworu drzwiowego w świetle ościeżnicy. W taki sam sposób należy wymiarować wszystkie otwory drzwiowe:

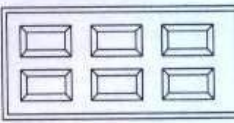
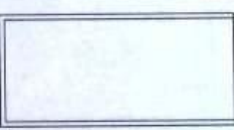
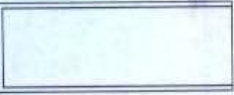
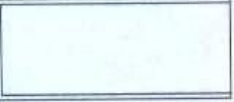
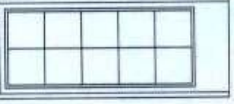
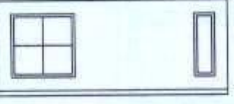
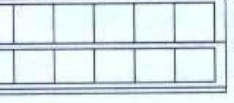
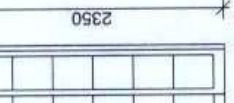
- na rzucie na linii wymiarowej w pobliżu otworu podaje się szerokość w świetle ościeży, a w osi otworu – ułamek szerokość/wysokość w świetle ościeżnicy,
- w wykazie stolarki drzwiowej oprócz wymiarów w świetle ościeżnicy ($S \times H$) podaje się także wymiary otworu w ścianie, czyli wymiary w świetle ościeży ($S_0 \times H_0$).

Trochę poćwicz

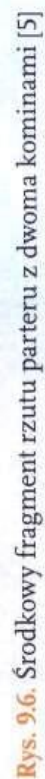
Na rzucie parteru (rys. 9.2) zaznaczono kilkoro drzwi jednoskrzydłowych rozwieranych oraz drzwi przesuwne. Odszukaj te drzwi. Gdybyś miał trudności, przypomnij sobie sposób oznaczania drzwi (rys. 8.24–8.27).

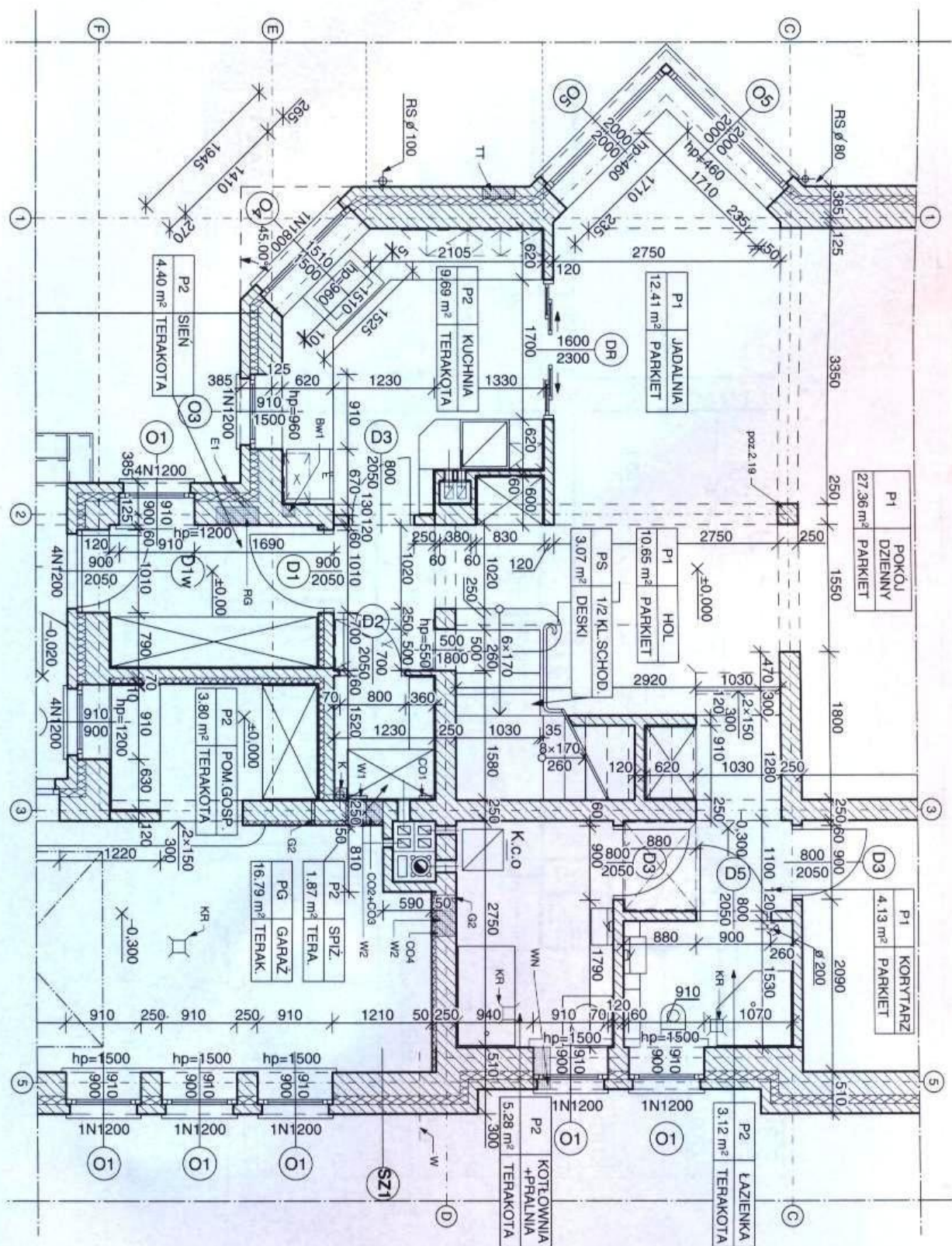
LICZBA PORZĄDKOWA	1	2	3	4	5
RODZAJ WYROBU	STOLARKA DREWNIANA LUB Z PCV JEDNORAMOWA DWU LUB TRZYSZYBOWA Z MIKROWENTYLACJĄ				
SYMBOL NA RYSUNKU	O1	O2	O3	O4	O5
SYMBOL WG ALBUMU TYPOWEJ STOLARKI OKIENNEJ I DRZWIOWEJ DLA BUDOWNICTWA OGÓLNEGO B-2-1/PR-5/84	O1	O2	O31	O34	—
SCHEMAT					
Wymiary w świetle ościeży So x Ho	910 x 900	1510 x 900	910 x 1500	1510 x 1500	2000 x 2000
Wymiary zewnętrzne ościeżnicy Sz x Hz	880 x 855	1480 x 855	880 x 1455	1480 x 1455	1980 x 1955
RAZEM SZTUK STOLARKI	7	1	2	2	2
UWAGI :	okna typowe: indywidualny podział				
	Wymiary sprawdzić na budowie				
	W przypadku zastosowania okien bez mikrowentylacji należy w ścianach zewn. wykonać otwory wentylacji nawiew				
	okna indywidualne				

Rys. 9.4. Fragment wykazu stolarki okiennej [5]

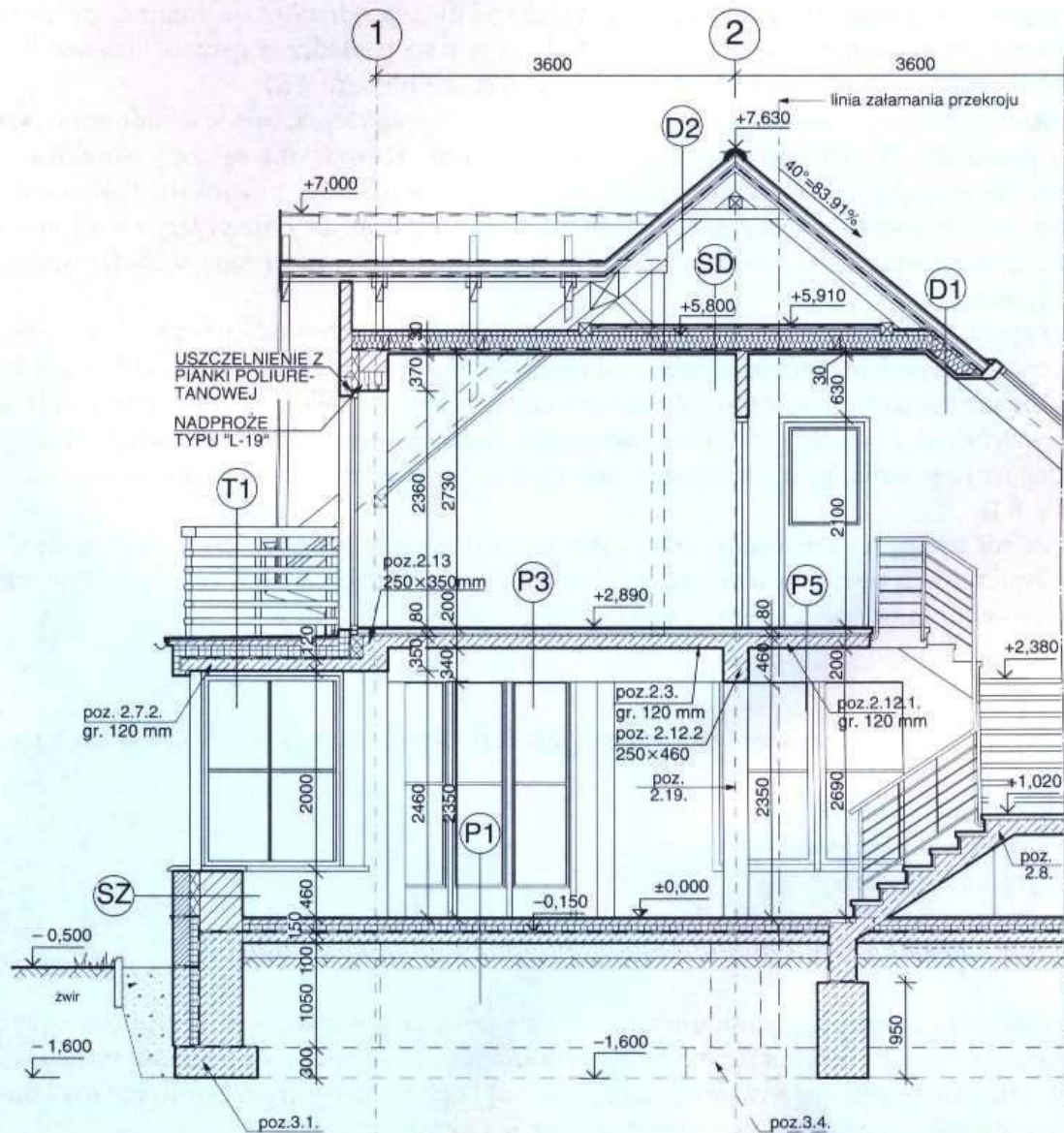
LICZBA PORZĄDKOWA	1	2	3	4	5	6	7	8
RODZAJ WYROBU	DRZWI ZEWNĘTRZNE	DRZWI WEWNĄTRZLOKALOWE						DRZWI WEWN. POMOCNICZE
SYMBOL	D1w	D1	D2	D3	D4	D5	DR	DS
SYMBOL WG ALBUMU TYPOWEJ STOLARKI OKIENNEJ I DRZWIOWEJ DLA BUDOWNICTWA OGÓLNEGO B-2-1/PR-5/84	D11w	D3c	D9c	D6c	drzwi rozsuwane			
SCHEMAT								
	1010 x 2100	1010 x 2100	800 x 2100	900 x 2100	900 x 2100	900 x 2100	1700 x 2350	800 x 1050
	900 x 2050	900 x 2050	700 x 2050	800 x 2050	800 x 2050	800 x 2050	1600 x 2300	700 x 100
	L P	L P	L P	L P	L P	L P	1	L P
	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1	1
RAZEM SZTUK STOLARKI	2	1	1	3	3	2	1	1
UWAGI:	drzwi nietypowe							
	wymiary sprawdzić na budowie							

Rys. 9.5. Fragment wykazu stolarki drzwiowej [5]





Rys. 9.7. Środkowy fragment rzutu parteru z elementami wyposażenia [5]



Rys. 9.8. Fragment przekroju pionowego jednorodzinnego budynku mieszkalnego [5]

Ważnym elementem pojawiającym się na rysunkach otworów okiennych i drzwiowych są nadproża. Ich oznaczenia umieszcza się po zewnętrznej stronie otworów. Na rysunkach 9.2 i następnych przykładem takiego oznaczenia jest zapis 1N1200. W tym oznaczeniu: 1 to liczba elementów nadprożowych, N – symbol nadproża, 1200 – długość elementu nadprożowego w milimetrach.

W budynku zaprojektowane są dwa **kominy**, składające się z kilku kanałów. Na powiększonym środkowym fragmencie rysunku rzutu parteru (rys. 9.6) widać przekroje tych kanałów, a z oznaczeń wynika, że są to kanały wentylacyjne oraz jeden spalinowy od pieca centralnego ogrzewania (porównaj z oznaczeniami na rys. 8.12). Warto zwrócić uwagę na to, w jaki sposób zaznaczone są wloty do kanałów z poszczególnych pomieszczeń.

Na rysunku rzutu parteru oprócz elementów budowlanych znajdują się również **elementy wyposażenia**. W kuchni pokazano zlewozmywak i ustawienie kuchni gazowej, w kotłowni-pralni kocioł centralnego ogrzewania (oznaczony jako K.c.o.) oraz wannę, umywalkę i pralkę. W łazience został zaznaczony brodzik natrysku, umywalka i miska ustępowa.

Wszystkie te elementy wyposażenia sanitarnego można odnaleźć na fragmencie rzutu parteru z tymi pomieszczeniami (rys. 9.7). Poza tym na podłódze w garażu, łazience i kotłowni-pralni pokazane są kratki ściekowe (oznaczone literami KR).

Na tym samym rysunku widać też inne elementy wyposażenia: meble wbudowane (szafy i pawlacz). W sieni, przedpokoju i pod schodami przewidziane są szafy wbudowane, które na rysunku 9.7 przedstawiono jako przekreślone na krzyż prostokąty. Pawlacz nad wejściem do kotłowni został narysowany w taki sam sposób, ale linią przerywaną (porównaj z oznaczeniami na rys. 8.29). W kuchni przerywaną linią zaznaczone są szafki wiszące na ścianie.

Zapoznanie się z innym rysunkiem projektu domu jednorodzinnego – **przekrojem pionowym** (rys. 9.8) – rozpoczniemy od określenia **rodzaju materiałów**, z jakich mają być wykonane fundamenty i stropy. Z oznaczeń na przekroju wynika, że fundamenty są ławami (porównaj z rys. 8.5). Z jakich materiałów mają być wykonane? Nietrudno odpowiedzieć na to pytanie, jeśli pamiętamy, jak oznacza się materiały budowlane na rysunkach (tab. 8.1).

Zwróć uwagę na oznaczenia znajdujące się przy ławach (np. poz. 3.1). Odnoszą się one do konkretnych pozycji w obliczeniach i rysunków znajdujących się w konstrukcyjnej części projektu (niezamieszczonych w tym podręczniku).

Trochę poćwicz

Posługując się tabelą oznaczeń materiałów (tab. 8.1), określ, z jakich materiałów mają być wykonane:

- ławy fundamentowe,
- ściany fundamentowe,
- strop nad parterem,
- schody,
- strop nad poddaszem.

Przekrój pionowy budynku umożliwia także dokładne określenie **rzędnych poszczególnych poziomów budynku**, zaczynając od poziomu posadowienia, czyli poziomu fundamentów, i na kalenicy (tj. najwyższej krawędzi dachu) kończąc (na tym przekroju nie ma komińców). Zwróć uwagę na odmienne oznaczenie poziomu zerowego.

Trochę poćwicz

Oznaczenia rzędnych na rysunku przekroju pionowego (rys. 9.8) pozwalają określić różnicę poziomów między kondygnacjami. Sprawdź, czy po dodaniu poszczególnych wymiarów (wysokość pomieszczenia, wysokość belki, grubość stropu itd.) różnica poziomów będzie taka sama. Oblicz też, na jakiej głębokości w stosunku do poziomu terenu posadowione są fundamenty.

Z rysunku przekroju pionowego można również odczytać, jaki jest **spadek połaci dachu**. (np. 40° na rys. 9.8).

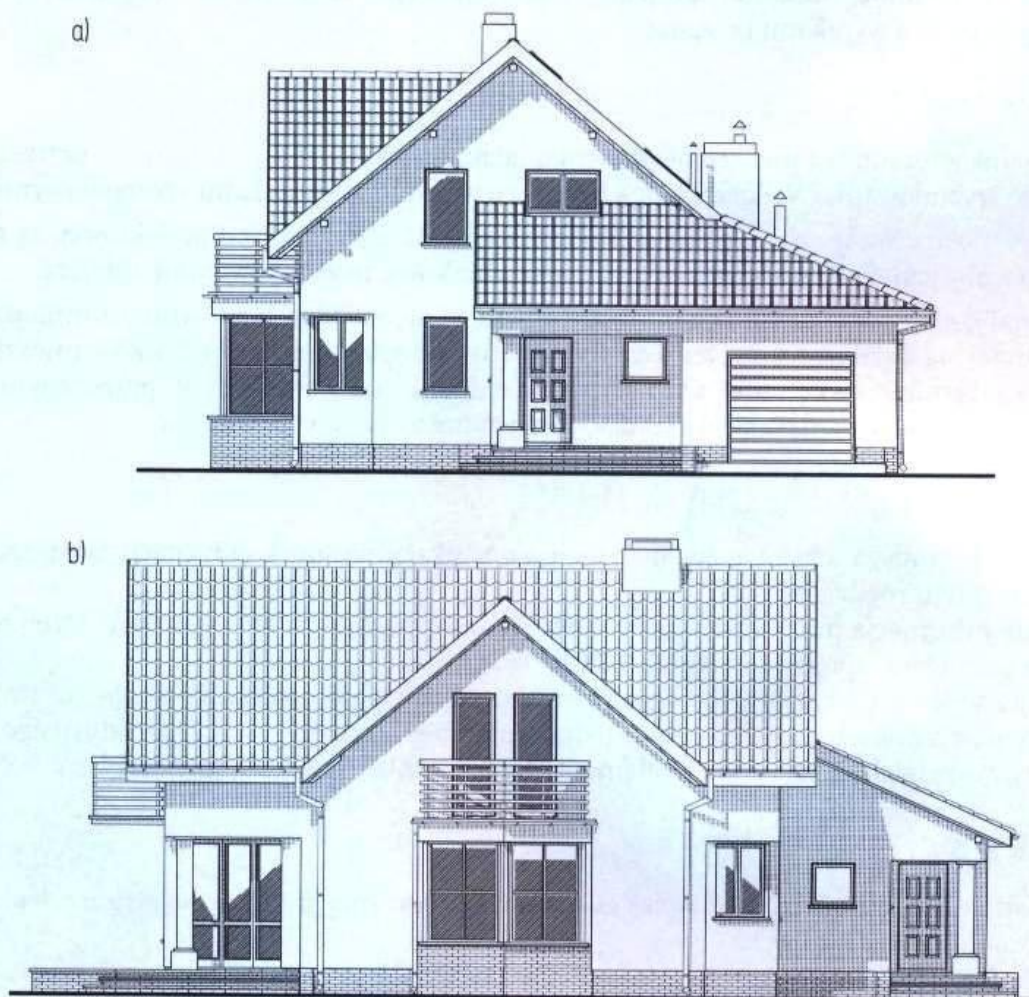
Jeśli dach ma połacie pochylone pod kątem 45° do poziomu, to można zapisać, że jego pochylenie wynosi 100%. Dlaczego? Jak pamiętamy, kąt 45° występuje w trójkącie prostokątnym o przyprostokątnych jednakowej długości. Jeśli kąt pochylenia połaci dachowej ma 45°, to jedną przyprostokątną jest rzut tej połaci na oś pionową przechodzącą przez kalenicę (na przekroju będzie to najwyższy punkt obu połaci dachu dwuspadowego), a drugą przyprostokątną – rzut połaci na oś poziomą przechodzącą przez najniższy punkt połaci.

Obie przyprostokątne są równe, więc jeśli podzielimy długość pionowej przyprostokątnej przez długość poziomej przyprostokątnej (tj. obliczymy tangens kąta nachylenia połaci do poziomu), zawsze otrzymamy $1:1 = 1,00 = 100\%$. Taką samą wartość otrzymamy, mnożąc przez 100 wartość tangensa kąta pochylenia połaci (odczytaną z tablic lub obliczoną za pomocą kalkulatora). Jeśli ten kąt ma 45° , $100 \times \text{tg } 45^\circ = 100 \times 1,00 = 100\%$.

W taki sam sposób można przeliczyć na procenty inne kąty pochylenia. Na przykład na rysunku 9.8 dach ma pochylenie $40^\circ = 83,91\%$, gdyż $100 \times \text{tg}40^\circ = 100 \times 0,8391 = 83,91$.

Trochę poćwicz

Do tej pory ćwiczyliśmy czytanie projektu na rysunku rzutu parteru. Sprawdź swoją umiejętność czytania i rozumienia rysunków budowlanych: spójrz na rzut poddasza tego samego domu jednorodzinnego (rys. 9.9 we wkładce). Jeżeli wszystko na tym rysunku jest dla Ciebie jasne, to bardzo dobrze. Jeżeli jednak masz jakieś wątpliwości, wróć do początku tego rozdziału, do wyjaśnień dotyczących rzutu parteru.



Rys. 9.10. Elewacje: a) wejściowa, b) boczna [5]

Na zakończenie nauki odczytywania rysunków budowlanych projektu domu jednorodzinnego warto zapoznać się z rysunkami **elewacji**. Pozwalają one nie tylko poznać wygląd budynku, ale także porównać rzuty i przekrój z widokiem zewnętrznym. Jeżeli uważnie przyjrzyj się rzutom parteru (rys. 9.2 we wkładce) i poddasza (rys. 9.9 we wkładce), z pewnością bez trudu odnajdziesz na nich drzwi wejściowe i okna pokazane na rysunku elewacji wejściowej (rys. 9.10a). Tak samo łatwo odnajdziesz drzwi i okna na elewacji bocznej (rys. 9.10b).

PYTANIA I POLECENIA

1. Wykonaj zadanie 1. i 2. Odpowiedz na pytania, odczytując odpowiedzi z rysunku rzutu parteru domu jednorodzinnego (znajduje się on w załączniku do podręcznika).
2. Zapoznaj się z wykazem stolarki i odpowiedz na pytania zawarte w zadaniu 3.
3. W załączniku znajduje się też rysunek przekroju pionowego budynku. Wykonaj zadanie 4., korzystając z tego rysunku.
4. Wykonaj pozostałe ćwiczenia z tego rozdziału. Odczytywanie informacji z rysunków jest dla technika budowlanego jedną z podstawowych umiejętności. Porównaj swoje odpowiedzi z wynikami kolegów.

ZAPAMIĘTAJ

Na rysunkach rzutów i przekrojów budynku znajdują się **wszystkie informacje** potrzebne do jego wybudowania. Niekiedy mogą być one uzupełnione rysunkami szczegółowymi.

Wykazy stolarki okiennej i drzwiowej, stanowiące część dokumentacji projektowej, są niezbędne, aby zamówić właściwe okna i drzwi i wbudować je w odpowiednie miejsca.

Materiał izolacyjny w przegrodzie zawsze powinien się znajdować od strony zimniejszej, narażonej na działanie niższych temperatur (np. ocieplenie ścian budynków mieszkalnych – od strony zewnętrznej, a izolacja ścian chłodni – od wewnątrz). W przeciwnym razie wewnątrz ścian będzie się wykraplać para wodna zawarta w powietrzu.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Jaką informacją tekstową znajdują się na rysunkach rzutów kondygnacji zamieszczonych w tym rozdziale?
2. Jaką informację można odczytać z tabliczek informacyjnych pomieszczeń? Jeżeli tego nie pamiętasz, spójrz na rysunek 9.2 lub 9.3.
3. Czy z wykazu stolarki można się dowiedzieć, gdzie należy umieścić okno lub drzwi?
4. Czy na rysunkach projektu domu jednorodzinnego (np. na rys. 9.7) znajdującego się w tym rozdziale zaznaczone są elementy wyposażenia? Jeżeli tak, to je wymień.

LITERATURA

- [1] Norma PN-B-01025:2004 *Rysunek budowlany. Oznaczenia graficzne na rysunkach architektoniczno-budowlanych.*
- [2] PN-B-01029:2000 *Rysunek budowlany. Zasady wymiarowania na rysunkach architektoniczno-budowlanych.*
- [3] PN-B-01030 *Rysunek budowlany. Oznaczenia graficzne materiałów budowlanych.*
- [4] *Projekt architektoniczno-budowlany WB-3935. Budynek mieszkalny jednorodzinny.* Biuro Studiów i Projektów Budownictwa Wiejskiego AGROBISP, Kraków 2003.
- [5] *Projekt domu jednorodzinnego TUKAN.* Firma Projektowa ARCHETON, Kraków 2001.

10. Zasady rysunku odręcznego

- Rysunek odręczny na budowie
- Inwentaryzacja budowlana
- Rysowanie w perspektywie

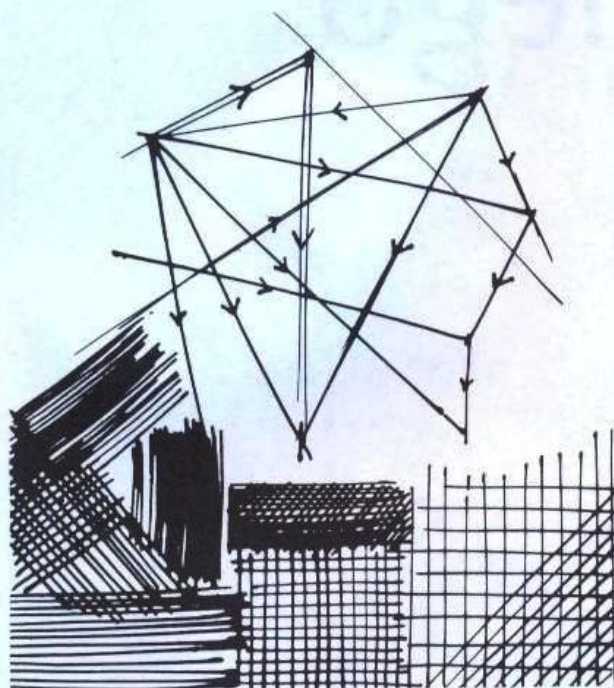
10.1

Rysunek odręczny
na budowie**W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:**

- jakie są główne cechy budowlanego rysunku odręcznego
- w jaki sposób należy rozpocząć ćwiczenie rysunku odręcznego
- jaka powinna być kolejność rysowania brył
- jakie powinny być etapy rysowania szkicu budowlanego
- jakie cechy powinien mieć dobrze wykonany szkic budowlany
- w jaki sposób ćwiczyć budowlany rysunek odręczny

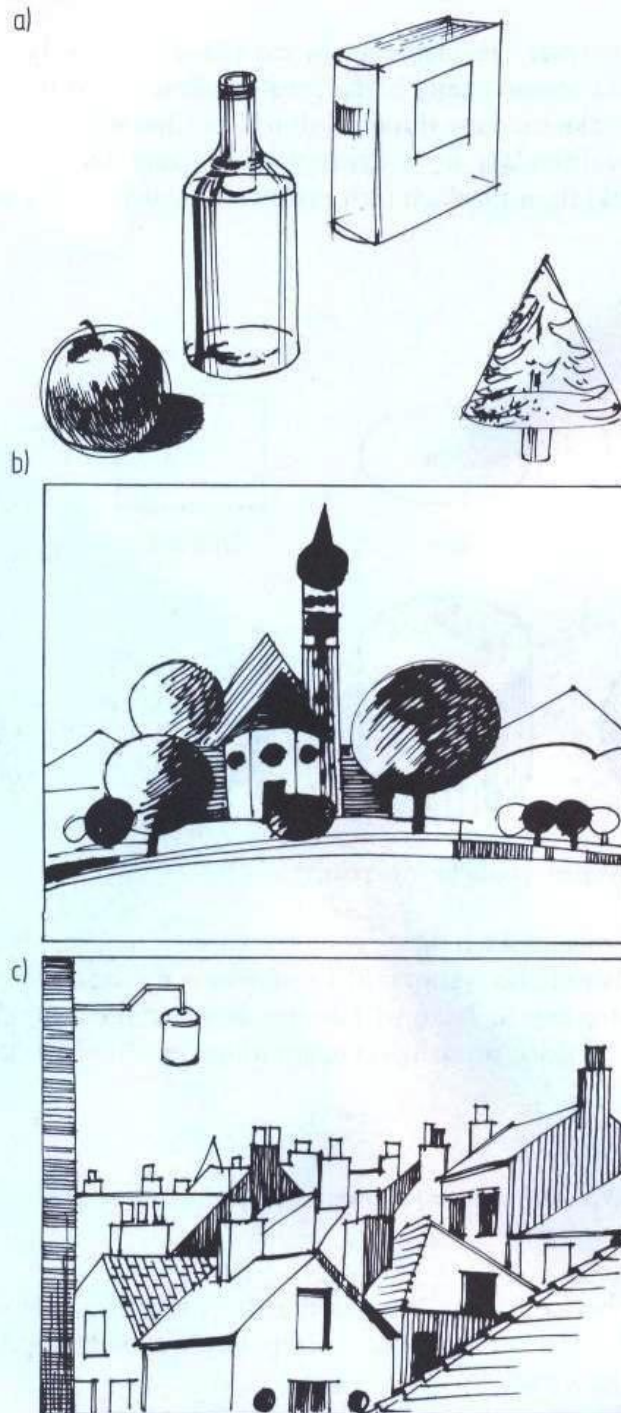
Oprócz właściwego odczytywania informacji umieszczonych w projektach każdy pracownik budowlany powinien umieć szkicować, czyli sporządzać proste rysunki odręczne. Rysunki odręczne wykonuje się oczywiście bez użycia przyrządów kreślarskich – linii, ekierki, cyrkli itp. W tym rozdziale znajdziesz podstawowe wskazówki dotyczące wykonywania odręcznych szkiców budowlanych.

W rysunku odręcznym przedmioty lub obiekty (np. dom jednorodzinny) przedstawia się w sposób poglądowy, zwykle w perspektywie lub w aksonometrii. Szkice techniczne sporządza się w rzutach prostokątnych, a w razie potrzeby – w przekrojach. Oczywiście cechą rysunku odręcznego budowlanego jest konieczność zachowania proporcji wymiarowych rysowanego przedmiotu lub obiektu.



Rys. 10.1. Ćwiczenie w odręcznym rysowaniu linii

W rozdziale 3. zapoznaliśmy się z podstawowymi wiadomościami na temat rysunku odręcznego, a teraz uzupełnimy je i poćwiczymy. Naukę rysunku odręcznego zaczyna się zwykle od opanowania umiejętności swobodnego rysowania linii prostych o założonych kierunkach. W tym celu należy wykonać ćwiczenie pokazane na rysunku 10.1. Jeżeli jednokrotne wykonanie tego ćwiczenia uznasz za niewystarczające, powtarzaj je tak długo, aż stwierdzisz, że już potrafisz rysować linie proste w określonych kierunkach. Druga część ćwiczenia to rysowanie linii równoległych.

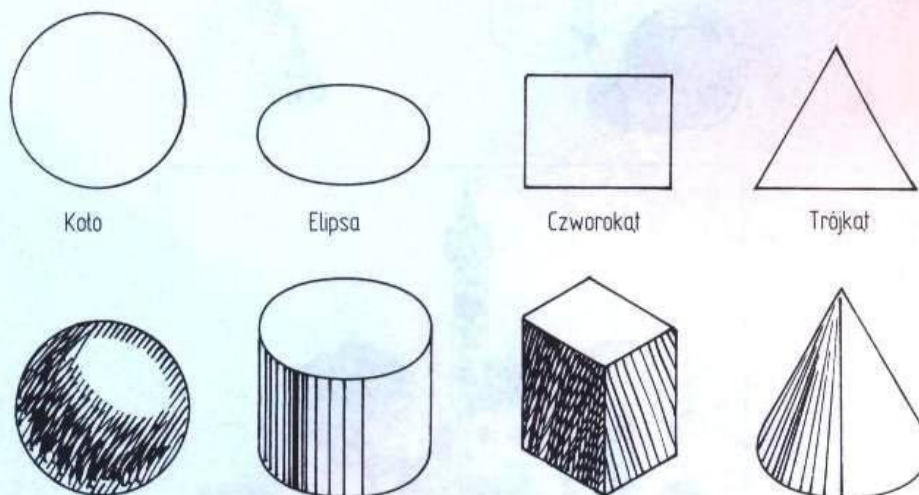


Rys. 10.2. Przykłady opisywania przedmiotów i dużych obiektów znanymi bryłami

Trochę poćwicz

Na arkuszu papieru – najlepiej formatu A4 – blisko jego brzegów narysuj ołówkiem (średnio miękkim) dowolną liczbę punktów, po czym połącz je liniami prostymi. Staraj się nie obracać arkusza w czasie rysowania linii i patrz na punkt docelowy. Po wykonaniu tej części ćwiczenia przystąp do rysowania linii równoległych o różnym nachyleniu i w różnych odległościach od siebie (według wzoru na rys. 10.1). Aby uzyskać efekt cieniowania pokazany w lewej części rysunku, podczas rysowania należy trzymać ołówek pod małym kątem do arkusza (płasko).

Jeżeli uważnie przyjrzyj się otaczającym cię przedmiotom, bez trudu stwierdzisz, że każdy z nich można opisać znaną bryłą: prostopadłościanem (jest ich zresztą najwięcej), walcem, kulą, stożkiem, ostrosłupem lub ich kombinacją (spójrz na rysunek 10.2). Na rysunku bryły te zamieniają się w czworokąty, trójkąty, koła lub owale. Przykładem takiego opisu są rysunki figur płaskich i ich zastosowanie w przedstawianiu brył pokazane na rys. 10.3.



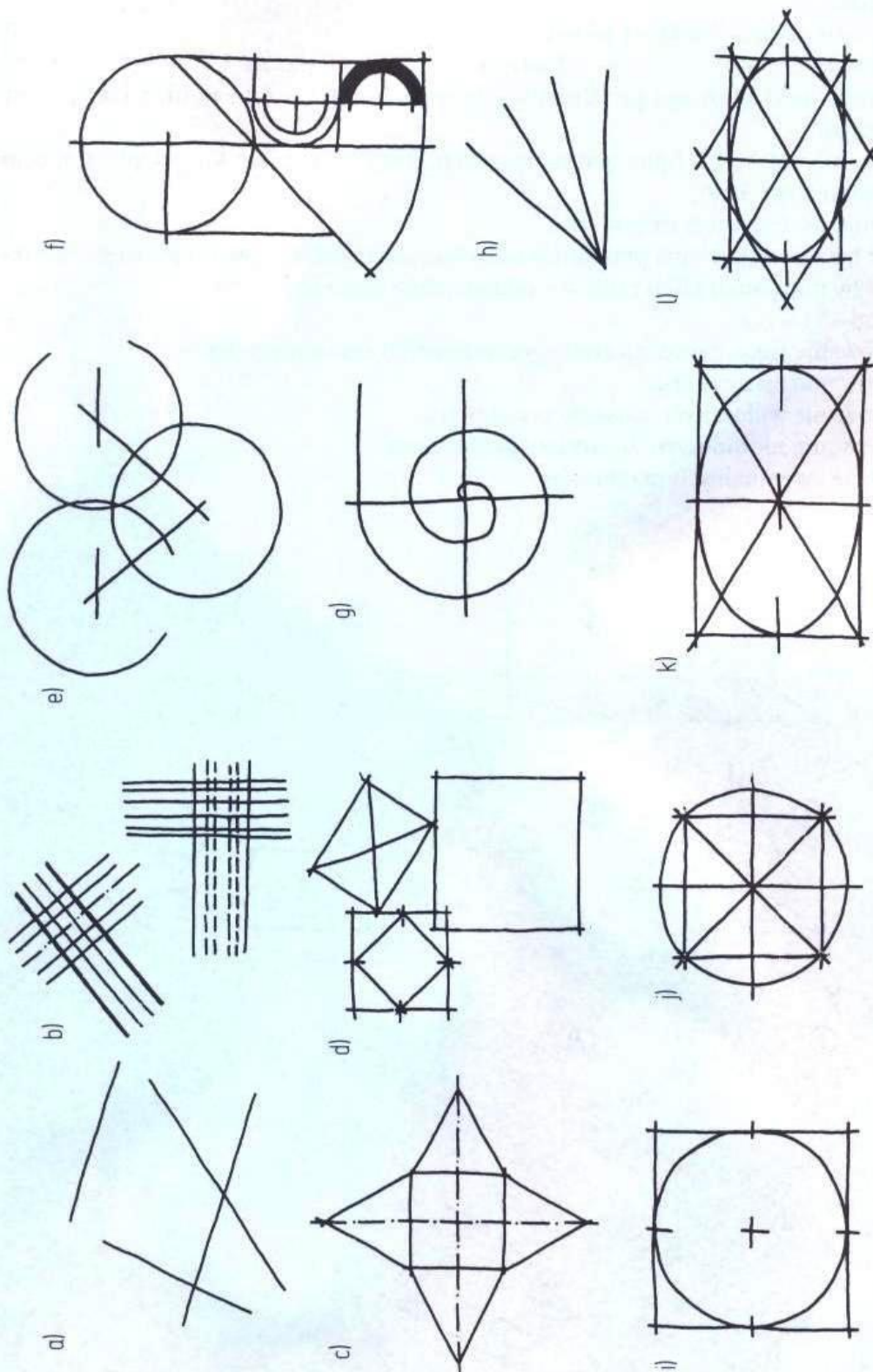
Rys. 10.3. Podstawowe geometryczne formy rysunkowe

Umiejętność rysowania płaskich figur geometrycznych jest niezbędna przy wykonywaniu szkiców, także budowlanych. Na rysunku 10.4 zestawiono najważniejsze elementy składowe większości szkiców odręcznych. Tylko wielokrotne powtarzanie ćwiczenia polegającego na rysowaniu linii i figur płaskich umożliwi ci opanowanie tej umiejętności.

Trochę poćwicz

Wzorując się na rysunku 10.4, narysuj liniami ciągłymi kilka okręgów i elips – na przemian szybkim i wolnym ruchem ręki.

Następny etap to rysowanie brył. Na rysunku 10.5 pokazano kolejność czynności przy rysowaniu ostrosłupa ściętego i dachu czteropółciowego, którego rzuty prostokątne znajdują się na rysunku 4.23a.

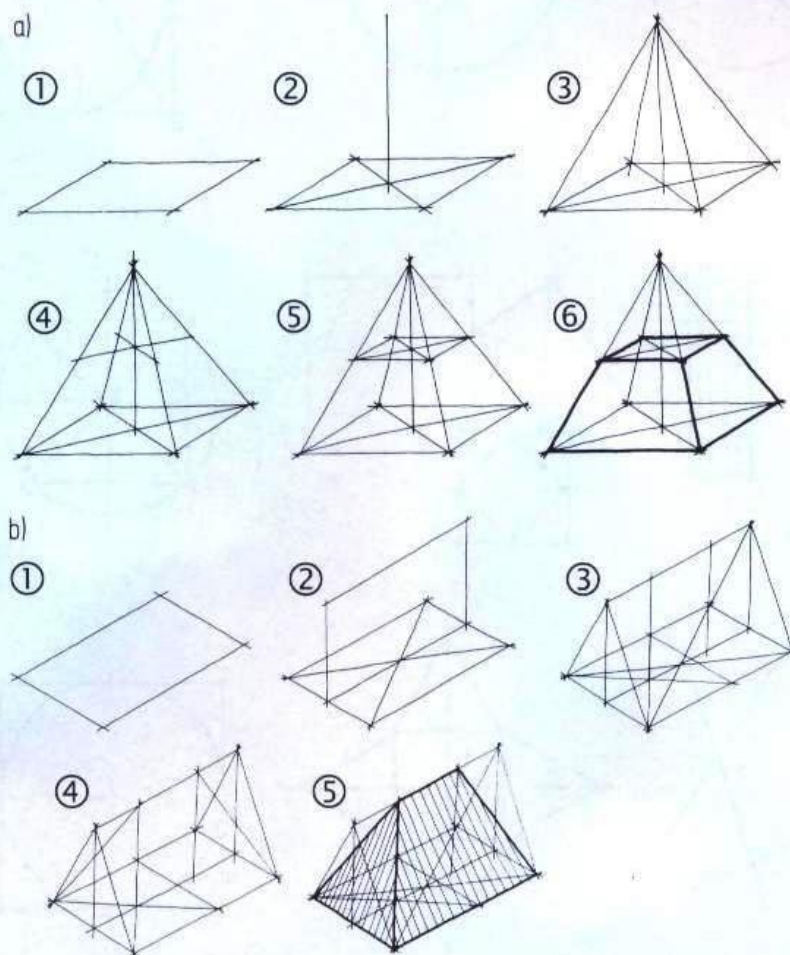


Rys. 10.4. Podstawowe elementy składowe występujące na większości rysunków odręcznych: a) proste skośne, b) proste równoległe, c) układ trójkątów i kwadratu, d) układy prostokątów, e) okręgi, f) układy prostych i łuków, g) spirala Archimedeusza, h) dzielenie kąta na równe części, i) okrąg wpisany w kwadrat, j) okrąg opisany na kwadracie, k) elipsa wpisana w prostokąt, l) styczne do elipsy [7]

Każdy szkic powinien być wykonany w taki sposób i z taką dokładnością, aby mógł posłużyć jako rysunek wykonawczy. Szkic wykonany niestarannie i niedokładnie nie ma żadnej wartości.

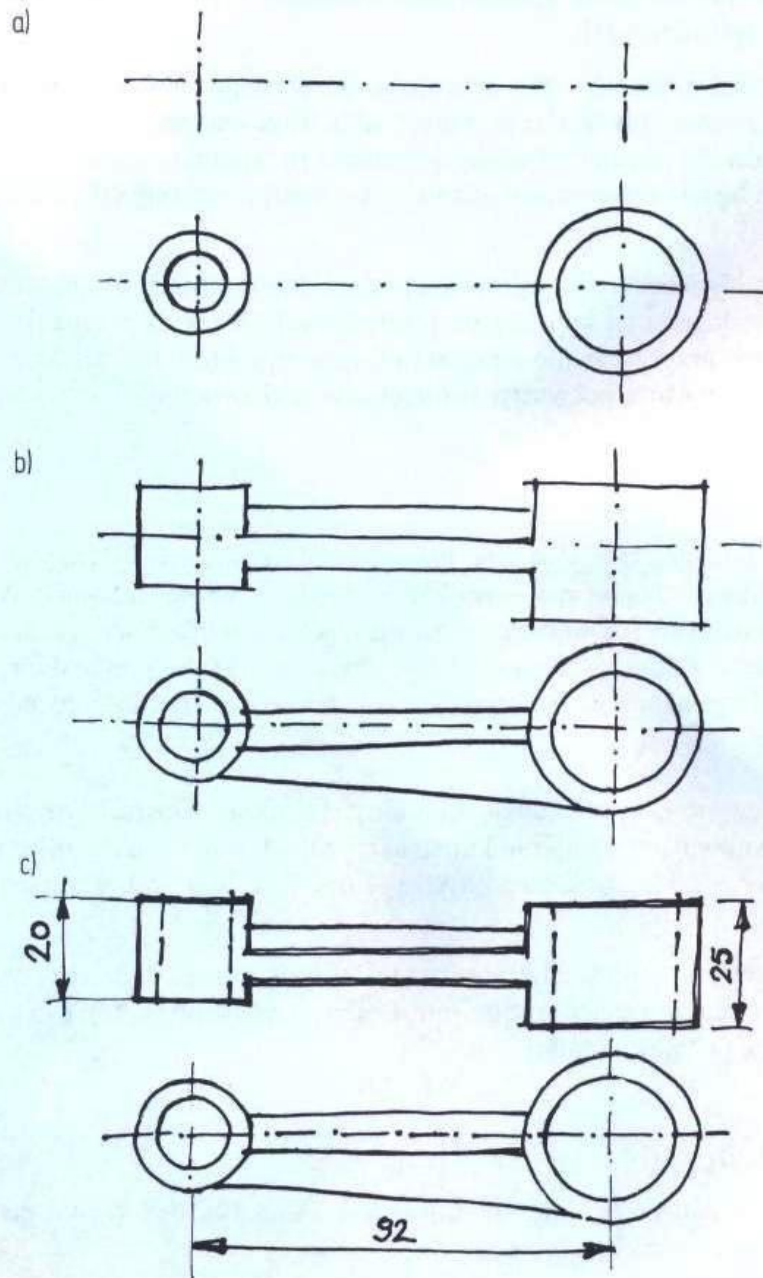
Sporządzanie szkicu składa się z kilku etapów:

- etap pierwszy – **analiza przedmiotu**, którego szkic mamy wykonać
 - obejrzenie szkicowanego przedmiotu i określenie rodzaju materiału, z jakiego jest wykonany,
 - wyodrębnienie brył i figur geometrycznych, które można opisać na przedmiocie (porównaj z rys. 10.2),
 - ustalenie osi i płaszczyzn symetrii,
 - wybór takiego ustawienia przedmiotu, aby na szkicu znalazło się jak najwięcej szczegółów (w przypadku kilku rzutów – odpowiednie ustawienie rzutni);
- etap drugi – **sporządzenie szkicu**
 - narysowanie figur pomocniczych ograniczających rysowany przedmiot,
 - narysowanie osi symetrii,
 - narysowanie widocznych zarysów przedmiotu,
 - narysowanie niewidocznych zarysów przedmiotu,
 - ustalenie ewentualnych przekrojów;



Rys. 10.5. Kolejność czynności przy rysowaniu brył: a) ostrosłupa ściętego, b) dachu cztero-
połaciowego [4]

- etap trzeci — **wymiarowanie szkicu**
 - ustalenie miejsc do wymiarowania i narysowanie linii wymiarowych,
 - naniesienie znaków wymiarowych,
 - pomiar przedmiotu i wpisanie na szkicu liczb wymiarowych;
- etap czwarty — **wykończenie szkicu**
 - pogrubienie widocznych zarysów i przekrojów,
 - wykonanie tabliczki rysunkowej,
 - wpisanie ewentualnych uwag i wyjaśnień.



Rys. 10.6. Etapy wykonania szkicu w dwóch rzutach: a) wyznaczanie górnego obrysu przedmiotu i jego osi symetrii, b) rysowanie przedmiotu, c) wymiarowanie [5]

Po wykonaniu szkicu zawsze należy sprawdzić, czy znajdujące się na nim informacje (rysunek, wymiary, opisy itd.) wystarczają do wykonania przedstawionego przedmiotu.

Na rysunku 10.6 pokazane są etapy sporządzania szkicu elementu maszyny.

Trochę poćwicz

Wzorując się na rysunku 10.5a, spróbuj narysować szkic stopy fundamentowej, której rzuty prostokątne są pokazane na rysunkach 8.6b i d.

Wzorując się na rysunku 10.5b, spróbuj narysować szkic dachu, którego rzuty prostokątne są pokazane na rysunku 4.23b.

Umiejętność szkicowania, czyli rysowania odręcznego, w budownictwie najczęściej znajduje zastosowanie, gdy trzeba przenieść jakiś fragment projektu na stanowisko robocze lub naszkicować i obmierzyć istniejący obiekt (tj. sporządzić inwentaryzację). O tym drugim zadaniu będzie mowa nieco później, a teraz zajmiemy się szkicowaniem fragmentu projektu.

Zwykle na budowie jest tylko jeden egzemplarz dokumentacji projektowej, a prawa autorskie nie pozwalają na jej kopiowanie (kserowanie). W takim przypadku najprostszym rozwiązaniem jest przerysowanie z projektu fragmentu, który ma zostać wykonany przez robotników. Dlatego warto poćwiczyć umiejętność szkicowania.

Trochę poćwicz

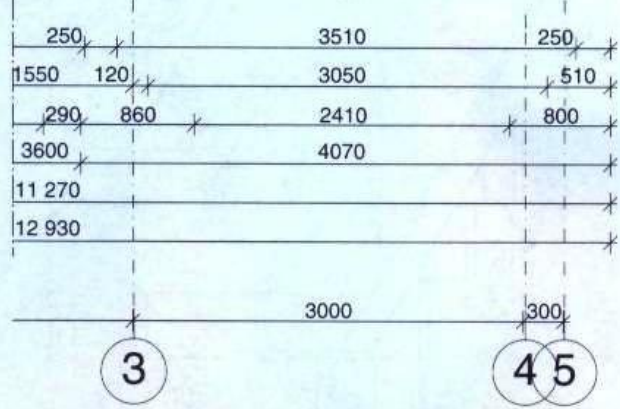
Na rysunku 10.7 linią grubą kreskową (tj. przerywaną) zaznaczony jest fragment rzutu garażu domu jednorodzinnego. Twoim zadaniem będzie określenie rozmieszczenia otworów okiennych w tym garażu i wskazanie ich stawiającym ścianę robotnikom. Naszkicuj zaznaczony fragment (nie zapominając o podaniu wymiarów) bez użycia przyborów kreślarskich, tj. bez linijki, ekierki itp. Jeżeli rysowanie na papierze gładkim sprawia ci trudność, poćwicz najpierw na papierze w kratkę.

Na budowie często odrysowuje się elementy rysunków konstrukcyjnych. Na przykład zbrojarze przygotowujący zbrojenie konstrukcji żelbetowych muszą mieć na swoim stanowisku roboczym szkice poszczególnych prętów. Podobnie jest z konstrukcjami drewnianymi.

Rysunki prętów zbrojeniowych nie są zbyt skomplikowane. Wystarczy wybrać z projektu określonego elementu żelbetowego interesujący nas rysunek pręta (wg jego numeru) i przerysować go, podając wymiary.

Trochę poćwicz

Na rysunku 10.8 znajdź pręty zbrojenia numer 1, 2, 3 i naszkicuj je ręcznie, podając wymiary. Zwróć uwagę na zaznaczenie kątów odgięcia.



Rys. 10.7. Rzut garażu (fragment rzutu parteru) w budynku jednorodzinnym z zaznaczonym fragmentem do skopiowania odręcznego – rys. *Firma Projektowa ARCHETON* [2]



PYTANIA I POLECENIA

1. Jaką podstawową cechę powinien mieć budowlany rysunek odręczny?
2. Sprawdź swoje umiejętności rysowania odręcznego. Wykonaj ćwiczenia ze strony 190. Jeżeli nie jesteś zadowolony z efektów, powtórz te ćwiczenia.
3. Jakie są etapy sporządzania szkicu budowlanego?
4. Wykonaj szkice stopy fundamentowej i dachu według polecenia z ćwiczenia na stronie 190.
5. Musisz dać murarzowi szkic rozmieszczenia otworów okiennych w ścianie budynku jednorodzinного z rysunku 10.7. Sporządź go na obszarze zaznaczonym na rysunku grubą linią przerywaną.
6. Na rysunku 10.8 znajdź pręty zbrojenia numer 1, 2, 3 i sporządź ich szkic dla zbrojarza. Na szkicu powinny być podane wymiary i kąty odgięcia.

10.2

Inwentaryzacja
budowlana

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

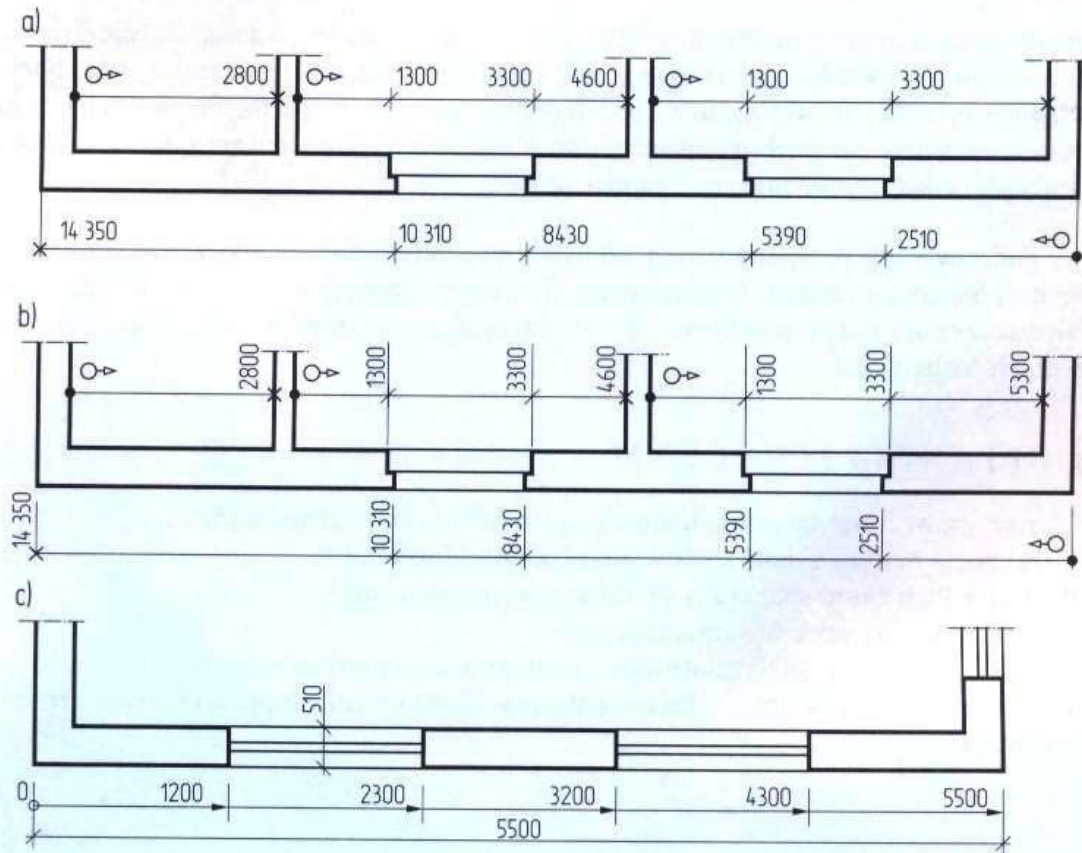
- co to jest inwentaryzacja budowlana
- jakie podstawowe zasady obowiązują przy sporządzaniu szkiców inwentaryzacyjnych
- jak powinno się wykonywać szkice inwentaryzacyjne
- czym różni się wymiarowanie na rysunkach inwentaryzacyjnych od wymiarowania na rysunkach projektowych

Inwentaryzacją budowlaną nazywamy zbiór materiałów (opisy, rysunki i fotografie) niezbędnych do przedstawienia stanu technicznego i stopnia zużycia obiektu budowlanego. Może ona dotyczyć całego budynku, jego fragmentu (np. jednej kondygnacji lub kilku pomieszczeń) albo niewielkiego elementu (np. balkonu). Wykonuje się ją zwykle w związku z planowanymi robotami remontowymi lub modernizacyjnymi.

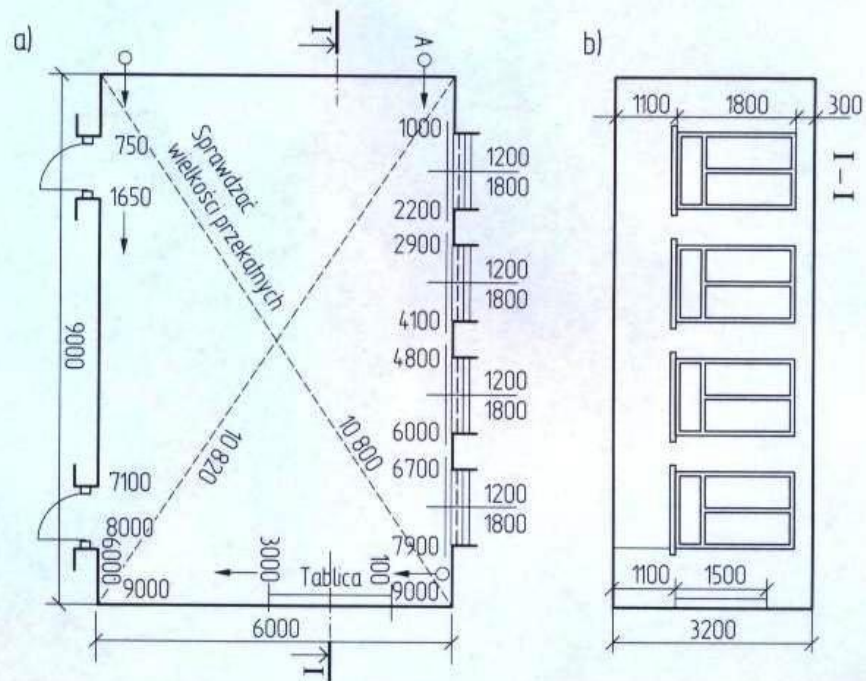
Podstawą do sporządzenia inwentaryzacji jest **szkic inwentaryzacyjny** – szkic rzutu poziomego wykonany z zachowaniem proporcji wymiarowych, na który nanosi się linie wymiarowe i wpisuje liczby wymiarowe. Pomiary inwentaryzacyjne powinny być bardzo dokładne. Aby uniknąć błędów, nie należy mierzyć długości małymi odcinkami, które później muszą być sumowane. W czasie przykładania i naciągania taśmy mierniczej oraz odczytywania wyników pomiarów mogą powstawać drobne błędy. Wielokrotnie przykładając taśmę i mierząc poszczególne odcinki, sumujemy ewentualne błędy, dlatego lepiej rozwijać taśmę na całą długość lub szerokość pomieszczenia (oczywiście wzdłuż linii prostej). Taki sposób pomiaru zmniejsza ryzyko powstawania błędów, daje dokładniejsze wyniki oraz ułatwia wykonywanie pomiarów.

Do określenia grubości ścian konieczne jest wykonanie pomiarów zarówno po wewnętrznej, jak i zewnętrznej stronie inwentaryzowanych pomieszczeń lub budynku. Taki podwójny pomiar pozwala także sprawdzić zgodność pomiarów. Na rysunku 10.9 przedstawione są zasady sporządzania pomiarów inwentaryzacyjnych. Warto zwrócić uwagę na to, że pomiar zewnętrzny wykonywany jest w przeciwną stronę. Oprócz pomiaru ścian w inwentaryzowanym pomieszczeniu powinny być również wykonane pomiary przekątnych. Zdarza się, że wnętrza budynku wydają się prostokątne, choć w rzeczywistości wcale tak nie są.

Na rysunku 10.9 symbolem 0→ oznaczone zostały miejsca przyłożenia początku (zera) taśmy mierniczej i kierunek rozwijania taśmy, tj. kierunek pomiarów. Znakiem × zaznaczony jest końcowy punkt pomiarowy. Liczby wymiarowe we wszystkich przypadkach określają wymiar od punktu początkowego do danego punktu pomiarowego. Aby wyznaczyć jakiś pojedynczy wymiar (np. otworu okiennego), należy od wymiaru na jego końcu odjąć wymiar na jego początku (np. na rysunku 10.9 od 3300 trzeba odjąć 1300).



Rys. 10.9. Zasady sporządzania pomiarów inwentaryzacyjnych: a) i b) dwa warianty zapisu, c) uproszczone wymiarowanie równoległe wg PN-ISO 129:1996



Rys. 10.10. Przykładowe szkice inwentaryzacyjne sali szkolnej: a) rzut, b) przekrój pionowy

Trochę poćwicz

Sporządź szkic inwentaryzacyjny dowolnego pomieszczenia, na przykład sali szkolnej lub pokoju w twoim mieszkaniu. Najpierw sporządź szkic pomieszczenia (pamiętaj o proporcjach), a następnie wykonaj pomiary zgodnie z podanymi wyżej zasadami. Do trzymywania taśmy w czasie pomiarów będziesz potrzebować pomocy dwóch innych osób. Możesz wzorować się na inwentaryzacji sali szkolnej pokazanej na rysunku 10.10.

Na podstawie tak przygotowanych szkiców inwentaryzacyjnych sporządza się rysunki inwentaryzowanego obiektu budowlanego. Są to rysunki wykonane w odpowiedniej podziale za pomocą przyborów kreślarskich – zgodnie z zasadami i w sposób opisany w poprzednich rozdziałach.



PYTANIA I POLECENIA

1. Co nazywamy inwentaryzacją budowlaną i w jakim celu jest sporządzana?
2. Z jakich elementów składa się inwentaryzacja budowlana?
3. Według jakich zasad sporządza się szkic inwentaryzacyjny?
4. Jak sporządza się szkic inwentaryzacyjny?
5. Na czym polega sposób wymiarowania rysunków inwentaryzacyjnych?
6. Sporządź (najlepiej z kolegą) szkic inwentaryzacyjny dowolnie wybranego pomieszczenia szkolnego.

10.3

Rysowanie
w perspektywie**W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:**

- czemu służą rysunki wykonywane w perspektywie
- na czym polega zjawisko zbieżności linii
- do czego służą punkty zbieżności
- jak rysować bryły w perspektywie

Mimo że prostopadłościennym przedmiotom mają równoległe krawędzie, rysujemy je w taki sposób tylko wtedy, gdy są niewielkie. Mamy wówczas do czynienia z rysunkiem izometrycznym, o którym była mowa na początku rozdziału 5. Rysując większe bryły, na przykład budynki i budowle, posługujemy się perspektywą, ponieważ takie rysunki oddają rzeczywistość w podobny sposób, w jaki widzi swoje otoczenie człowiek.

Jeżeli staniemy na otwartej przestrzeni, możemy zobaczyć linię horyzontu, która na wysokości naszych oczu oddziela ziemię od nieba. Możemy też wtedy zaobserwować, że linie, które w rzeczywistości są równoległe, zbiegają się na horyzoncie w jednym punkcie. Widzimy również, że w miarę oddalania się przedmioty pozornie maleją. Zjawisko zbieżności linii możemy zaobserwować nawet wtedy, gdy teren nie jest całkowicie otwarty. Ilustracją tego zjawiska są zdjęcia architektury przedstawione na rysunku 10.11.

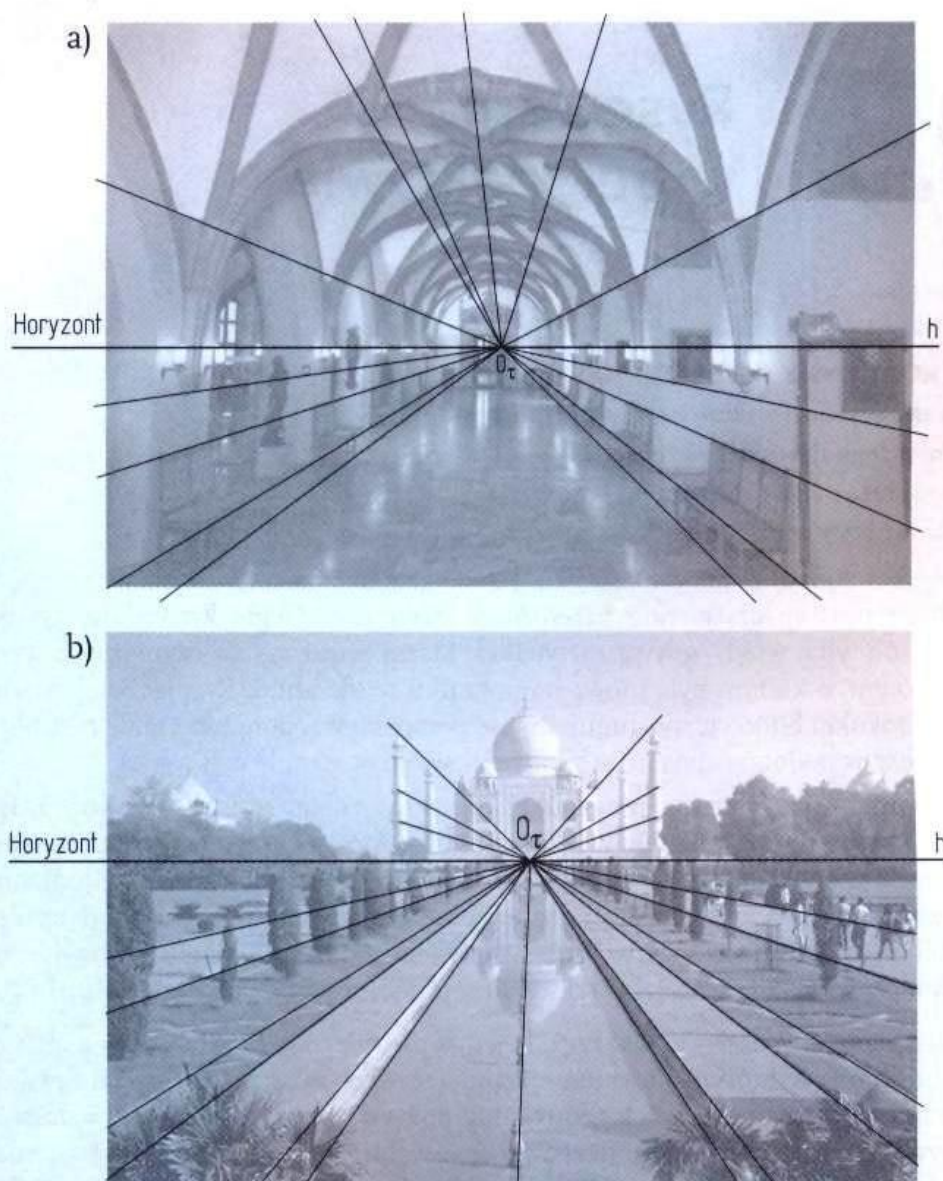
Rysunek perspektywiczny to taki rzut na jedną płaszczyznę (zwaną rzutnią, płaszczyzną obrazu lub tłem), w którym promienie rzutujące wychodzą ze środka rzutowania leżącego poza tą płaszczyznę. Środek rzutowania pokrywa się z okiem obserwatora. Rodzaj perspektywy, a tym samym m.in. liczba punktów zbieżności, zależy od ustawienia płaszczyzny obrazu i oka obserwatora względem obrazowanego przedmiotu (rys. 10.12). Jeśli płaszczyzna obrazu jest pionowa, punkty zbieżności poziomych linii równoległych leżą na linii horyzontu.

Warto też zwrócić uwagę, że:

- wielkość kątów w płaszczyznach równoległych do płaszczyzny obrazu (np. ściana frontowa budynku na rys. 10.12a) nie ulega zmianie;
- odcinki pionowe lub poziome równoległe do płaszczyzny obrazu nie zmieniają w perspektywie kierunku (nadal są pionowe lub poziome), ale sprawiają wrażenie coraz krótszych w miarę oddalania się od obserwatora.

Szkicowanie rysunków w perspektywie nie jest zbyt trudne, jeśli przestrzega się pewnych zasad i kolejności postępowania. Pierwszą czynnością zawsze powinno być wyznaczenie na płaszczyźnie rysunku linii naszych oczu, czyli linii horyzontu¹.

¹ Linia horyzontu na rysunku – linia przecięcia się *płaszczyzny horyzontu* (tj. poziomej płaszczyzny przechodzącej przez oko obserwatora) z *płaszczyzną obrazu* (tj. pionową płaszczyzną usytuowaną między obserwatorem a przedmiotem, na której tworzy się obraz perspektywiczny tego przedmiotu).

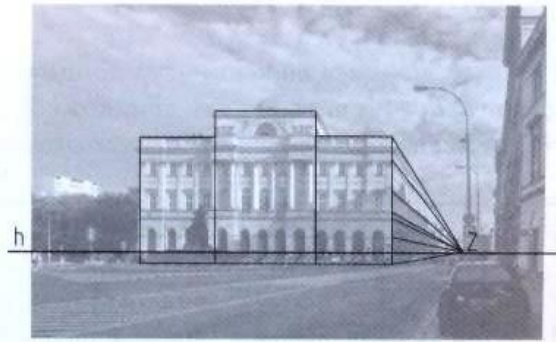
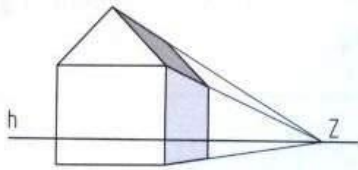


Rys. 10.11. Linie prostopadłe do płaszczyzny obrazu zbiegają się zawsze w tzw. punkcie głównym O_r , leżącym na horyzoncie h w miejscu przecięcia go prostą prostopadłą do płaszczyzny obrazu i przechodzącą przez tzw. środek rzutowania, czyli oko obserwatora (fot. a – PhotoDisc/FPM, fot. b – Paweł Pierściński/WSiP)

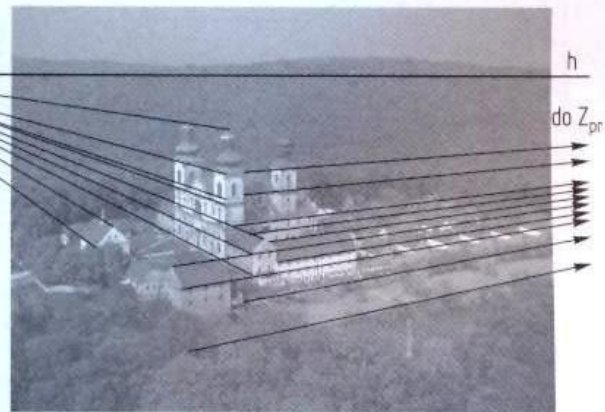
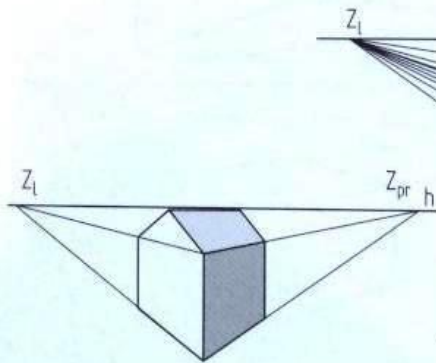
Gdy szkicujemy obiekt rzeczywisty, liczba punktów zbiegu jego krawędzi zależy nie tylko od kształtu tego obiektu, lecz także od jego usytuowania względem płaszczyzny obrazu¹. Na przykład krawędzie ścian prostopadłościannów o podstawach poziomych i ścianach bocznych nierównoległych do płaszczyzny obrazu mają zwykle dwa punkty zbiegu (rys. 10.13). Jeden punkt zbiegu mają tylko prostopadłościanny usytuowane czołowo, tzn. o ścianach równoległych lub prostopadłych do płaszczyzny obrazu i kierunku patrzenia (np. prostopadłościann w lewym górnym rogu na rys. 10.13).

¹ Jeśli obserwator zmienia miejsce, z którego spogląda na rysowany obiekt, zmienia także usytuowanie płaszczyzny obrazu, ponieważ w rysunku perspektywnym przyjmuje się, że jest ona zawsze prostopadła do kierunku patrzenia (tj. linii przechodzącej przez oko obserwatora) w płaszczyźnie horyzontu.

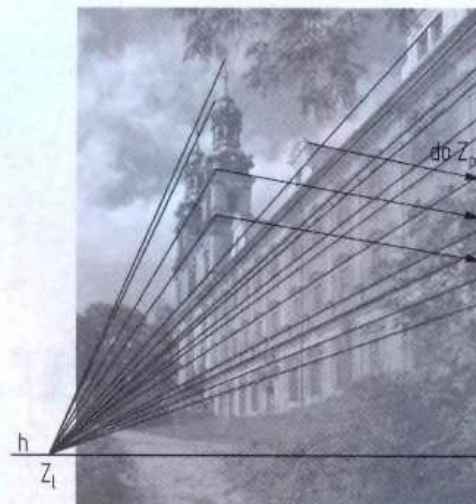
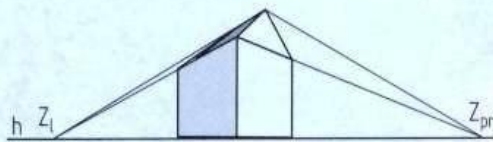
a)



b)



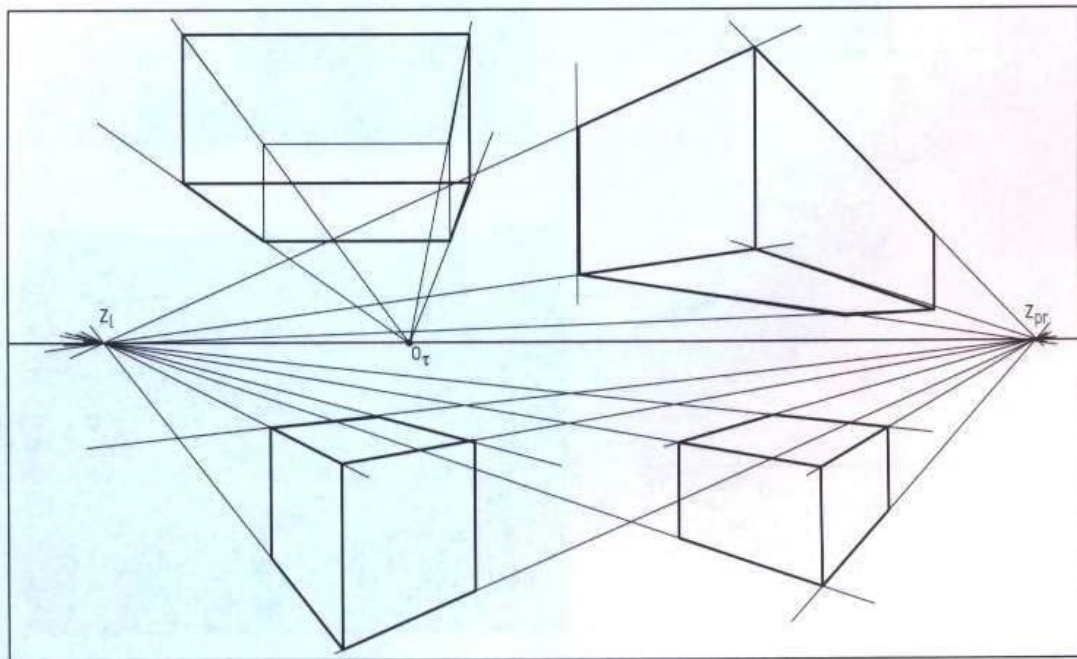
c)



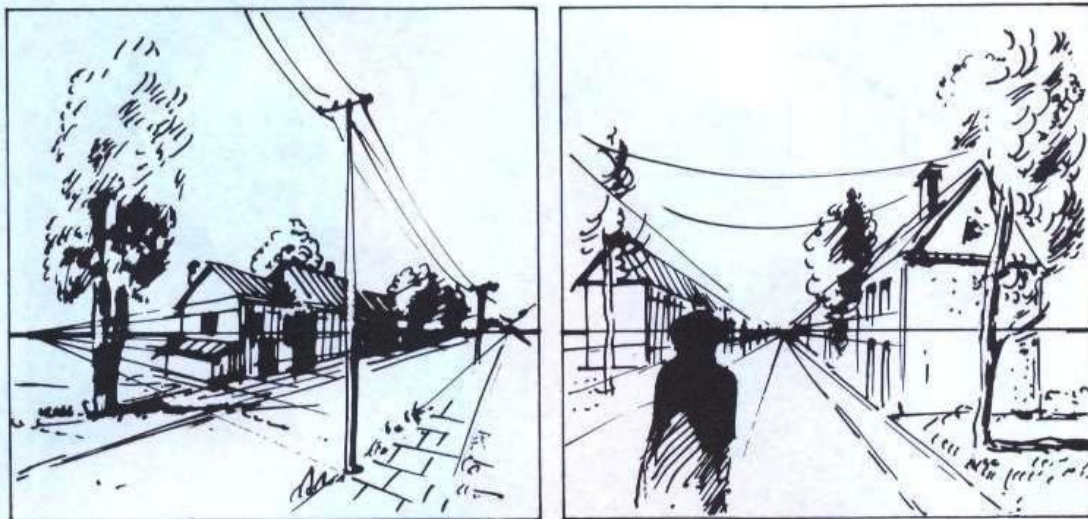
Rys. 10.12. Rodzaje perspektywy: a) perspektywa czołowa – ściany przedstawianego przedmiotu są równoległe lub prostopadłe do pionowej płaszczyzny obrazu (rzutni), więc prostopadłe do niej krawędzie przedmiotu schodzą się na rzucie w jednym punkcie zbiegu, a krawędzie poziome i pionowe przedstawia się jako proste poziome i pionowe (fot. W. Wojtowicz/Putto/ WSiP); b) perspektywa boczna z lotu ptaka (horyzont jest wysoko nad płaszczyzną podstawy budynku) – płaszczyzna obrazu jest pionowa i mamy dwa punkty zbiegu równoległych krawędzi poziomych (fot. L. Zielaskowski/WSiP), c) perspektywa boczna żabia (horyzont pokrywa się z płaszczyzną podstawy budynku) – płaszczyzna obrazu jest pionowa i również mamy dwa punkty zbiegu równoległych krawędzi poziomych (fot. P. Pierściński/WSiP)

Trochę poćwicz

Na arkuszu gładkiego papieru narysuj prostopadłościan w perspektywie czołowej lub bocznej, tj. z jednym lub dwoma punktami zbieżności. Zaczynij od narysowania linii horyzontu i wyznaczenia punktów zbieżności. Możesz wzorować się na rysunku 10.13.



Rys. 10.13. Prostopadłościan w perspektywie



Rys. 10.14. Przykłady szkiców ulic w perspektywie

Jak już wcześniej stwierdziliśmy, rysunki w perspektywie są najbardziej podobne do obrazów widzianych przez człowieka i właśnie dlatego projektant, zamierzający pokazać wygląd nowego budynku, posłuży się rysunkiem w perspektywie. Każdy, kto zna podstawy rysunku i zasady perspektywy, może naszkicować fragment otaczającej go rzeczywistości, na przykład obraz uliczki (rys. 10.14).

PYTANIA I POLECENIA

1. Czym charakteryzuje się rysunek perspektywiczny?
2. Jakie są rodzaje perspektywy?
3. Od czego zależy liczba punktów zbiegu w rysunku perspektywicznym?
4. Wykonaj ćwiczenie ze strony 200.

ZAPAMIĘTAJ

Szkic odręczny można nazwać rysunkiem technicznym, jeśli jest czytelny, zachowane są proporcje i został wykonany zgodnie z zasadami sporządzania rysunku technicznego.

Wykonanie szkicu odręcznego musi być poprzedzone dokładną analizą przedmiotu (a także budynku, pomieszczenia itp.).

Dobrym treningiem pozwalającym na uzyskanie wprawy w szkicowaniu jest odręczne kopiowanie fragmentów rysunków technicznych projektu budowlanego.

Szkic inwentaryzacyjny to rysunkowe odwzorowanie istniejącego stanu budowli, budynku albo pomieszczenia.

Rysunek perspektywiczny oddaje obraz, jaki człowiek widzi w przestrzeni, dlatego jest rysowany z liniami zbiegającymi się na linii horyzontu.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Jakie cechy powinien mieć właściwie sporządzony budowlany szkic odręczny?
2. Sprawdź, czy potrafisz wykonać szkic prostego przedmiotu, np. cegły. Jeśli tak, spróbuj naszkicować coś bardziej skomplikowanego, np. pustak stropowy Teriva.
3. Wymień cztery etapy sporządzania szkicu budowlanego.
4. Na budowie często konieczne jest wykonanie dla zbrojarzy szkiców stali zbrojeniowej z dokumentacji projektowej. Sporządź taki szkic (kilku kolejnych prętów) na podstawie rysunku 1.11.
5. Według jakich zasad sporządza się rysunki inwentaryzacyjne?
6. Sprawdź, czy potrafisz rysować przedmioty w perspektywie. Narysuj dowolny przedmiot w perspektywie czołowej i bocznej (np. cegłę). Może ci w tym pomóc rysunek 10.13.

LITERATURA

- [1] Norma PN-ISO 129:1996 *Rysunek techniczny. Wymiarowanie. Zasady ogólne. Metody wykonania i oznaczenia specjalne.*
- [2] *Projekt domu jednorodzinnego TUKAN.* Firma projektowa ARCHETON, Kraków 2005.
- [3] S. Pyrak, *Konstrukcje z betonu.* Seria: *Konstrukcje budowlane.* Cz. 5, WSiP, Warszawa 2004.
- [4] L. Wojciechowski, *Zawodowy rysunek budowlany,* WSiP, Warszawa 1999.
- [5] M. Wnuk, *Rysunek techniczny w prefabrykacji budowlanej,* WSiP, Warszawa 1986.
- [6] H.J. Samujłło, *Rysunek techniczny i odręczny w budownictwie,* Arkady, Warszawa 1988.

11. Wybrane rysunki specjalistyczne

- Rysunki konstrukcji żelbetowych
- Rysunki montażowe żelbetowych konstrukcji prefabrykowanych
- Rysunki montażowe konstrukcji stalowych
- Rysunki konstrukcji drewnianych
- Liternictwo

11.1

Rysunki konstrukcji
żelbetowych

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

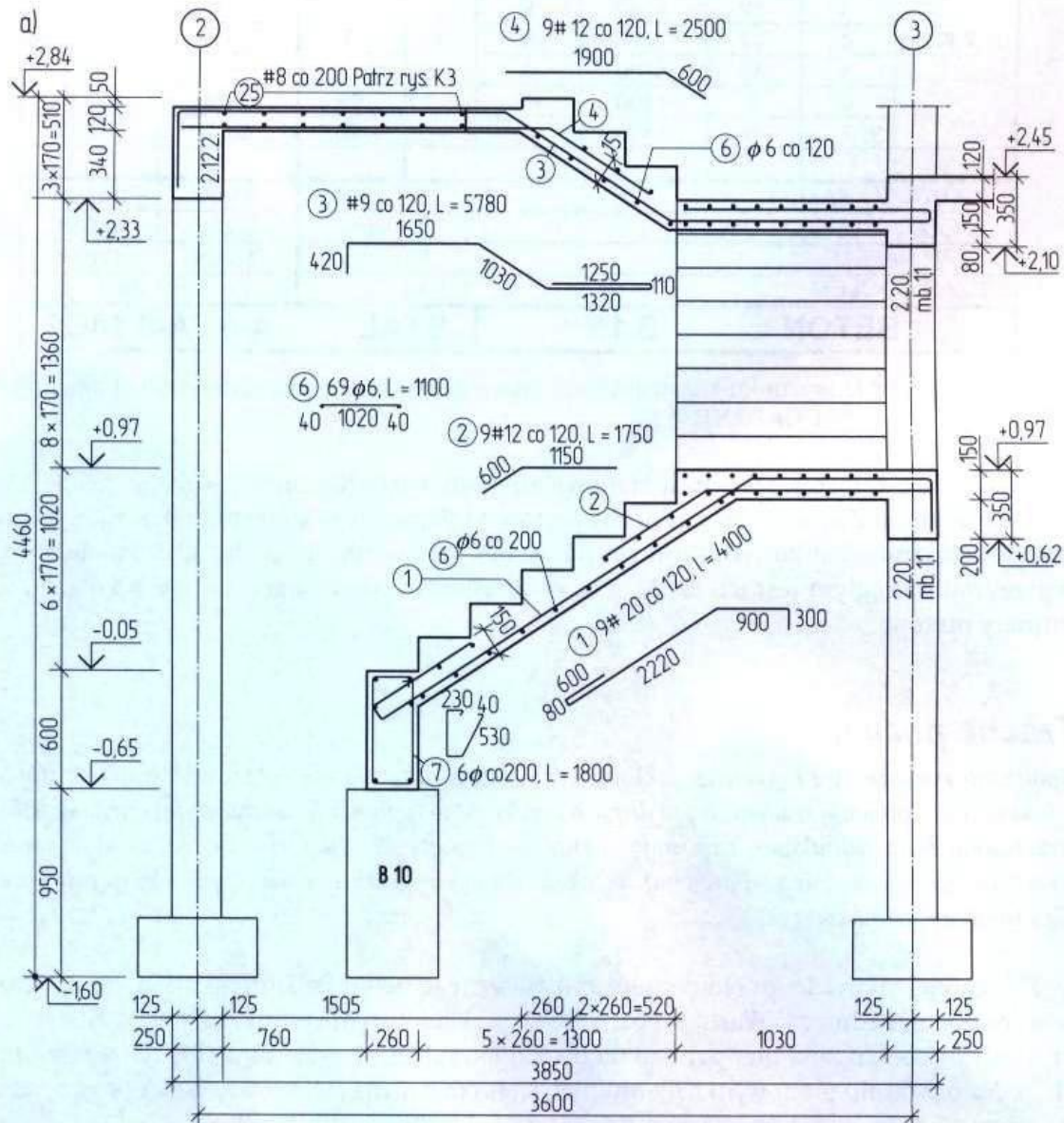
- co znajduje się na schemacie montażowym zbrojenia
- jak sporządza się zestawienie stali zbrojeniowej
- jakie według normy PN-EN ISO 3766:2006 powinny mieć kształty oraz jak powinny być zwymiarowane i oznakowane pręty zbrojeniowe na rysunkach
- jakie informacje uzupełniające powinny się znaleźć na rysunkach zbrojenia

W projekcie architektoniczno-budowlanym oprócz rysunków architektonicznych (takich jak rzuty, przekroje i widoki, które są potrzebne np. murarzom) zwykle znajdują się także rysunki specjalistyczne. Mogą to być rysunki konstrukcji żelbetowych (dla zbrojarzy i betoniarzy), drewnianych (dla cieśli) lub stalowych (np. dla spawaczy). Mogą też być w nim rysunki montażowe, np. prefabrykowanych konstrukcji żelbetowych lub stalowych, oraz rysunki instalacji sanitarnych i elektrycznych. O tych ostatnich będziemy mówić przy instalacjach.

Rysunki konstrukcji żelbetowych składają się z dwóch części. Zwykle obie części znajdują się na tym samym arkuszu. Pierwsza z nich to **schemat montażowy zbrojenia**, a druga – **rozrysowane pręty zbrojenia**, które musi przygotować zbrojarz. Rysunek 11.1a to przykład rysunku konstrukcji żelbetowej. Jest to konstrukcja schodów trzybiegowych w domu jednorodzinnym. Na rysunku przekroju pionowego pokazane zostało rozmieszczenie prętów zbrojenia, a obok schematy tych prętów z zaznaczonymi odgięciami i podanymi długościami. Rysunki te służą zbrojarzowi do odmierzenia prętów o odpowiedniej długości i wygięcia ich we właściwy sposób. Pokazanie zbrojenia na przekrojach pozwala na właściwe rozmieszczenie prętów.

Uzupełnieniem rysunków jest **wykaz (zestawienie) stali zbrojeniowej** (rys. 11.1b). Można z niego odczytać ogólną liczbę zastosowanych prętów ze stali zbrojeniowej określonego rodzaju i średnicy oraz dowiedzieć się, ile prętów określonego kształtu (wg numeracji prętów) będzie potrzebnych. Na rysunku 11.1a numery prętów zbrojenia są umieszczone w kółeczkach na początku opisu każdego z nich. Wszystkim prętom tego samego kształtu nadaje się taki sam numer. W wykazie stali podaje się też klasę stali i betonu użytych w konstrukcji (na rysunku 11.1b jest to stal klasy A-0 i A-II, a beton – B15). Średnice prętów zbrojenia o powierzchni gładkiej (ze stali A-0) poprzedzono znakiem $\emptyset$, a średnice prętów zbrojenia o powierzchni żebrowanej (ze stali klasy A-II) – znakiem # (czasem stosuje się znak $\emptyset$).

Schody to tylko jeden z elementów żelbetowych, jakie mogą znajdować się w budynku. Na rysunku 11.2 pokazane jest zbrojenie słupów żelbetowych o przekroju okrągłym (rys. 11.2a) i kwadratowym (rys. 11.2b). Patrząc na ich przekroje pionowe, trudno powiedzieć, czy słupy są okrągłe, czy kwadratowe. Można to jednoznacznie stwierdzić dopiero na podstawie przekrojów poziomych (poprzecznych) I-I i II-II.



Rys. 11.1. Przykład rysunku konstrukcji żelbetowej schodów: a) przekrój pionowy (zbrojenie środkowego biegu schodów pokazano w projekcie na oddzielnym rysunku – niezamieszczonym w podręczniku) – Firma Projektowa ARCHETON [13]

b)

ZESTAWIENIE STALI ZBROJENIOWEJ								
ELEMENT	POZ.	ϕ [mm]	DŁ. PR. [mm]	ILOŚĆ			DŁUGOŚĆ RAZEM mb	
				W 1 EL.	EL.	Σ	A – 0	A – II
							ϕ 6	# 12
2.8.	1	12	4100	9	1	9		36,90
	2	12	1750	18		18		31,50
	3	12	5780	9		9		52,02
	4	12	2500	9		9		22,50
	5	12	6480	9		9		58,32
	6	6	1100	69		69	75,90	
	7	6	1600	6		6	9,60	
DŁUGOŚĆ RAZEM						mb	85,50	201,24
CIĘŻAR JEDNOSTKOWY						kg/mb	0,222	0,888
CIĘŻAR RAZEM						kg	18,98	178,70
CIĘŻAR OGÓŁEM						kg	197,68	
BETON				B 15		STAL A-0, A-II 18G2		

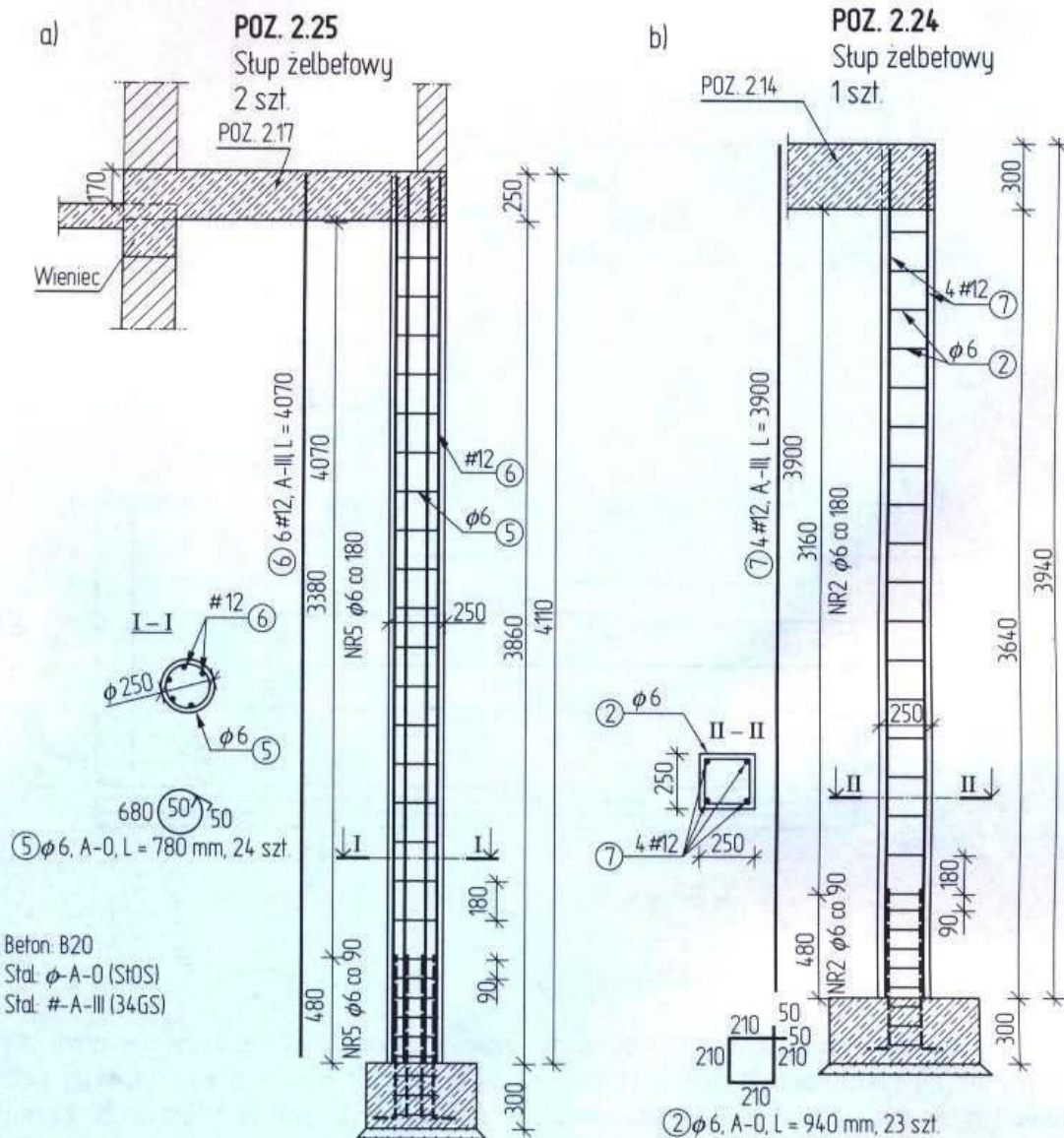
Cd. rys. 11.1. Przykład rysunku konstrukcji żelbetowej schodów: b) zestawienie stali zbrojeniowej – Firma Projektowa ARCHETON [13]

Konstrukcje żelbetowe powinny stanowić monolit, więc słup musi być trwale zespolony z fundamentem. Zwróć uwagę, że liczba prętów wystających ze stopy (przedstawionych na rysunku liniami odcinkowymi) jest równa liczbie prętów zbrojenia słupa. W stopie słupa o przekroju okrągłym jest ich sześć, a w kwadratowym tylko cztery. Liczby w kółkach to numery prętów.

Trochę poćwicz

Spójrz na rysunek 11.2 i powiedz, jaki ma być rozstaw strzemion w połączeniu słupa ze stopą, a jaki wyżej. Porównaj te wymiary w słupie o przekroju okrągłym i kwadratowym. Czy wszystkie strzemiona będą jednakowe, czy mają różnić się kształtem? Z jakiej stali trzeba je wykonać i jaka będzie ich średnica? Porównaj wysokość słupów o przekroju okrągłym i kwadratowym. Czy mają być jednakowe?

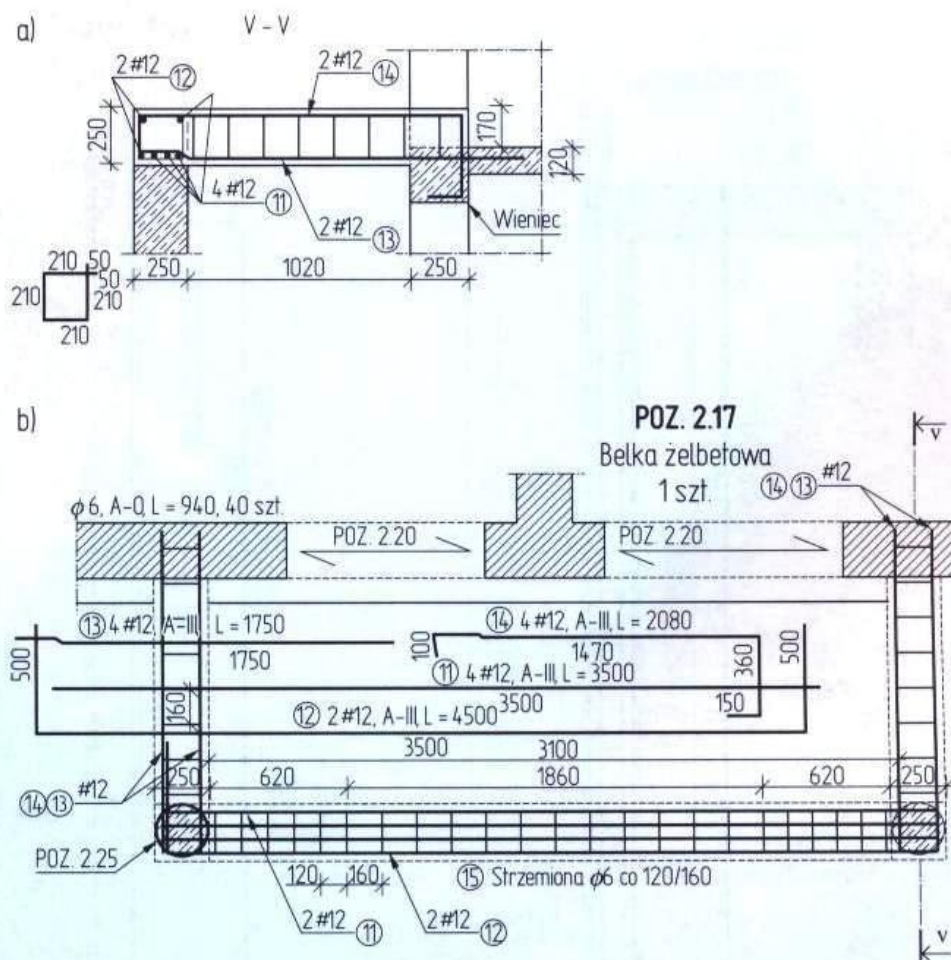
Najczęściej spotykanym elementem żelbetowym są belki. Belkami są m.in. żebra stropów, podciąg, nadproża. Warto zapoznać się z przykładowym rysunkiem belek. Na rysunku 11.3 są to belki balkonu opartego na dwóch okrągłych w przekroju słupach z rysunku 11.2a. Na przekroju pionowym balkonu (rys. 11.3a) pokazana jest krótsza belka prostopadła do ściany, a na przekroju poziomym (rys. 11.3b) widać wszystkie trzy belki.



Rys. 11.2. Zbrojenie słupów żelbetowych: a) o przekroju okrągłym, b) o przekroju kwadratowym [5]

Trochę poćwicz

Na rysunku 11.3 obie belki krótsze (jednakowej długości) i belka dłuższa opierają się na słupach o przekroju okrągłym. Przyjrzyj się im dokładnie i odpowiedz, która z dwu belek krzyżujących się na słupie powinna mieć zbrojenie główne (dolne) umieszczone na spodzie całej konstrukcji. Teraz spójrz na rozmieszczenie strzemion. Na niektórych odcinkach długiej belki strzemiona są rozmieszczone gęściej. Odczytaj z rysunku, gdzie rozstaw strzemion jest zagęszczony i jak duże są odstępy między nimi. Następnie przerysuj pręt numer 14 na czystą kartkę i zwymiaruj go.

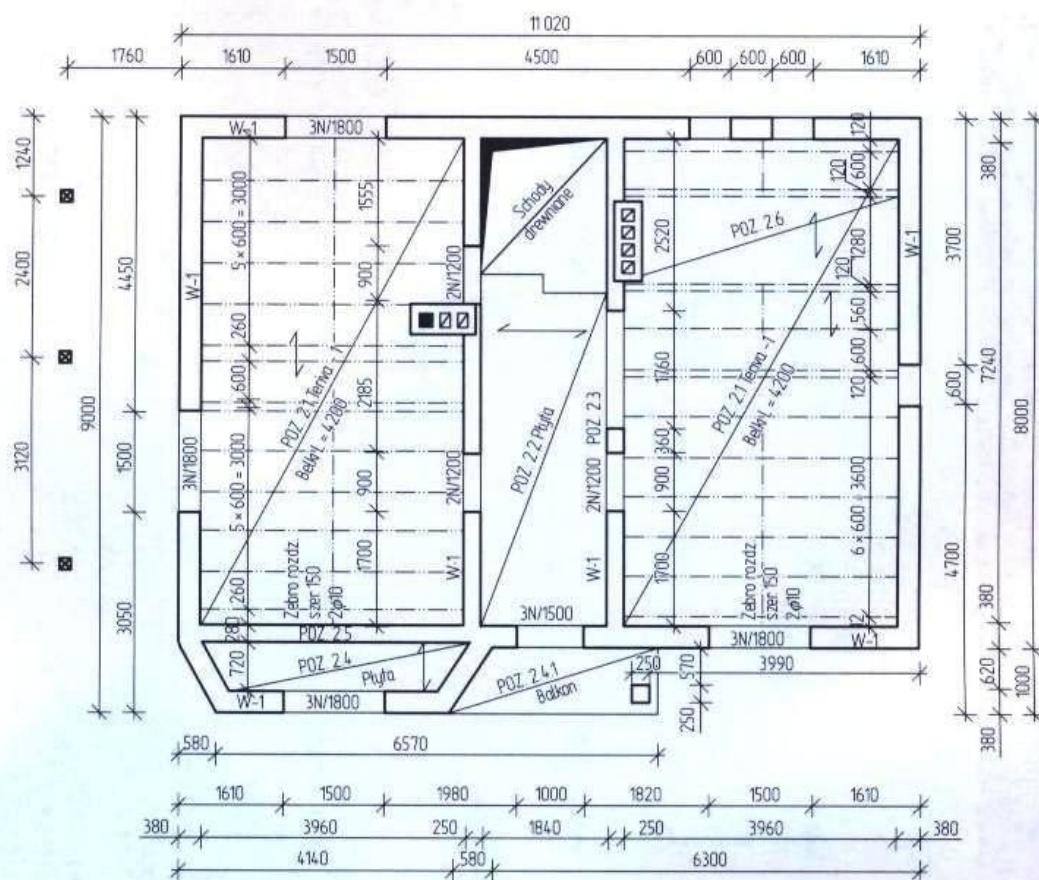


Rys. 11.3. Zbrojenie belek balkonu: a) przekrój pionowy, b) przekrój poziomy [15]

Jeżeli pręty zbrojenia nie są tak dokładnie przedstawione i zwymiarowane poza przekrojami jak na rysunkach 11.1a lub 11.3a, wykazy zbrojenia powinny być bardziej szczegółowe niż na rysunku 11.1b i muszą zawierać dodatkowe kolumny ze szkicem kształtu pręta i jego wymiarami (długości poszczególnych odgięć i haków oraz promienie zagięć). Zgodnie z PN-EN ISO 3766:2006 kształt prętów zbrojenia w wykazach stali można zapisywać za pomocą specjalnych oznaczeń kodowych. W tabeli 11.1 pokazano schematy prętów zbrojeniowych o najczęściej stosowanych kształtach i podano ich oznaczenia kodowe oraz wymiary, które powinny być na rysunkach. W dwóch kolumnach z prawej strony znajdują się przykłady wymiarowania prętów bez haków oraz z hakami. Warto zwrócić uwagę na wymiarowanie łuków i zaokrągleń – obejrzyj pręty o kodzie kształtu 12, 13, 33 i 67. Pręty niestandardowe oznacza się kodem 99.

Rysunek zbrojenia powinien być uzupełniony takimi informacjami, jak:

- klasa oraz znak stali i betonu (zwykle podawane w zestawieniu stali),
- wymiar otuliny betonu (jeżeli jest niestandardowa, czyli inna, niż przewiduje norma),
- położenie i sposób wykonania połączeń zbrojenia,
- wymiary spoin i zgrzein (jeżeli będą stosowane) oraz informacje dotyczące technologii spawania i zgrzewania,
- rodzaj i położenie elementów wbudowanych w konstrukcję, takich jak nakładki stalowe, śruby, okucia itp.



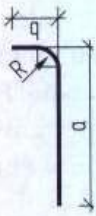
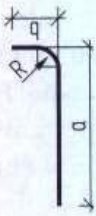
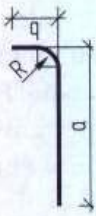
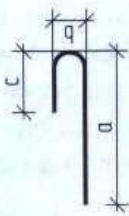
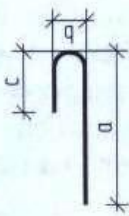
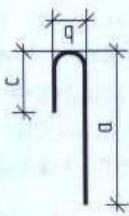
Rys 11.4. Konstrukcja stropu nad parterem domu jednorodzinnego [12]

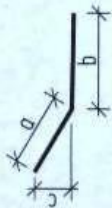
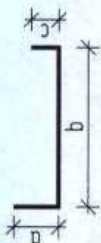
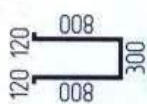
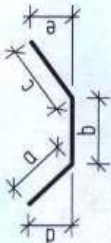
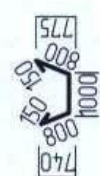
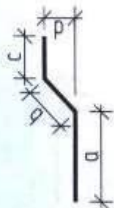
W rysunkach konstrukcyjnych projektu architektoniczno-budowlanego nie można pominąć rysunków stropów. Najczęściej nie są one zbyt skomplikowane, ponieważ zwykle – zwłaszcza w domach jednorodzinnych – stosuje się stropy typowe, o znanej konstrukcji.

Na rysunku 11.4 mamy przykład zastosowania stropu gęstożebrowego belkowo-pustakowego typu Teriva-1.

Oznaczenia na tym rysunku (np. POZ. 2.2 PŁYTA oraz POZ. 2.4.1 BALKON) stanowią odwołanie do obliczeń konstrukcyjnych będących częścią projektu. Powinny tam też być rysunki konstrukcyjne tych elementów (w niniejszym podręczniku pominięte). Napis POZ. 2.1 TERIVA-1 umieszczony nad przekątnymi pól dwóch dużych pomieszczeń oznacza, że będą one przykryte stropem typu Teriva-1 z belkami o długości 4200 mm opartymi na dłuższych zewnętrznych i wewnętrznych ścianach nośnych. Rozmieszczenie osi tych belek oznaczono na rysunku liniami dwupunktowymi, gdyż znajdują się przed płaszczyzną przekroju.

Tabela 11.1. Kształty podstawowe prętów zbrojenia, ich oznaczenia kodowe oraz przykłady zwymiarowanych szkiców (wg PN-EN ISO 3766:2006)

Kod kształtu	Kształt pręta	Przykład pręta bez haków				Przykład pręta z hakami			
00									
		00	0	0	0	00	0	0	0
11									
		11	0	0	0	11	0	0	0
12									
		12	0	0	0	12	0	0	0
13									
		13	0	0	0	13	0	0	0

Kod kształtu	Kształt pręta	Przykład pręta bez haków										Przykład pręta z hakami									
15		15	0	0	a	b	c	h	15	0	0	1000	4800	1500	15	1	1	1000	4800	1500	120
																					
21																					
		21	0	0	a	b	c	h	21	0	0	3000	1000	800	21	-1	-1	800	300	800	120
25																					
		25	0	0	a	b	c	d	25	0	0	300	2000	500	25	2	2	800	1000	800	740
26																					
		26	0	0	a	b	c	d	26	0	0	1000	1200	1400	26	1	1	700	1200	1200	500

Trochę poćwicz

Obejrzyj rysunek 11.4 i odpowiedz, ile wynosi długość oparcia belek stropu typu Teriva nad lewą częścią parteru. Aby wykonać to zadanie, odczytaj z rysunku, jaki jest rozstaw ścian, na których oparto belki, odejmij od niego długość belki (4200 mm) i otrzymaną różnicę podziel przez dwa. Teraz wykonaj drugie ćwiczenie. Konstrukcję stropu typu Teriva o belkach długości 4200 mm usztywniają żebra rozdzielcze prostopadłe do belek stropowych. Odczytaj z rysunku 11.4, ile takich żeber zaprojektowano, jaką mają szerokość i jakimi prętami będą zbrojone. _____



PYTANIA I POLECENIA

1. W jakich jednostkach wymiarowana jest na rysunkach stal zbrojeniowa?
2. W jakim celu sporządza się zestawienie stali zbrojeniowej?
3. Umiejętność czytania informacji znajdujących się na rysunkach konstrukcji żelbetowych jest bardzo ważna. Wykonaj ćwiczenia ze stron 206 i 207.
4. Ćwiczenie na stronie 214 dotyczy rysunku stropu żelbetowego. Wykonaj polecenia znajdujące się w tym ćwiczeniu.

11.2

Rysunki montażowe żelbetowych konstrukcji prefabrykowanych

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie rodzaje konstrukcji żelbetowych wymagają rysunków montażowych
- co powinny zawierać rysunki zestawieniowe
- jak należy odczytywać oznaczenia na rysunkach zestawieniowych prefabrykowanych konstrukcji żelbetowych
- w jakim celu sporządzane są rysunki szczegółowe

W latach 70. i 80. ubiegłego wieku bardzo wiele budynków mieszkalnych było wykonywanych z prefabrykowanych elementów żelbetowych (wielkoblokowych i wielkopłytowych). Obecnie wykonywane są sporadycznie, natomiast w budownictwie przemysłowym (głównie hale) technologia prefabrykowanych konstrukcji żelbetowych nadal jest stosowana.

Mimo że dziś w technologii wielkopłytovej wykonuje się niewiele budynków, warto zapoznać się z przykładowym rysunkiem montażowym (rys. 11.5). Jest on częścią opracowanego dla danego systemu wielkopłytowego projektu technologii i organizacji montażu, który zawiera m.in. zestawienie prefabrykatów, proponowaną koncepcję montażu, parametry maszyn, urządzeń pomocniczych i narzędzi, omówienie technologii montażu oraz zasady organizacji brygady montażowej.

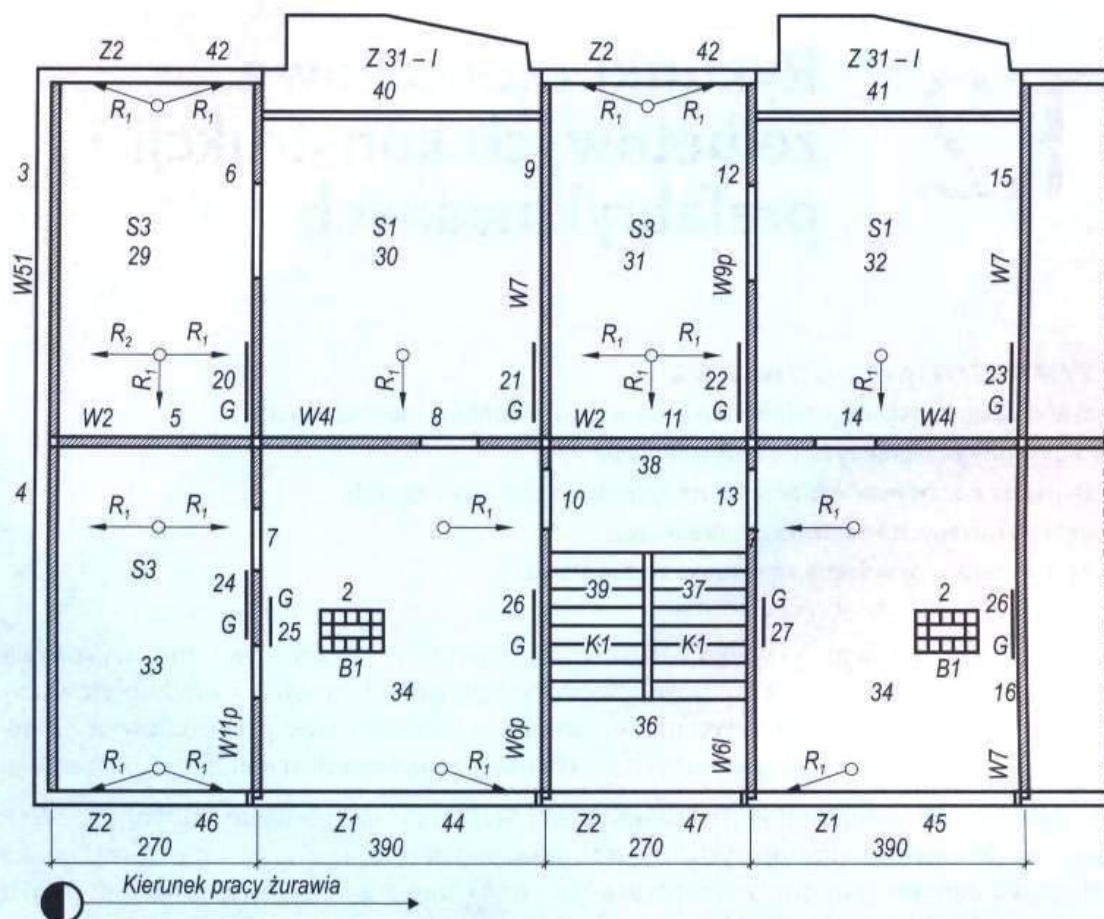
Na rysunku tym zastosowano następujące oznaczenia:

- rodzaje (typy) prefabrykatów oznaczono symbolami literowymi i cyframi, np. S3 – płyta stropowa o szerokości 270 cm, K1 – element biegu klatki chodowej, W7 – element ścienny bez otworów itd.;
- kolejność montażu oznaczono liczbami bez liter umieszczonymi w pobliżu symbolu płyty, a ponieważ nie jest to pierwszy rysunek, liczby dotyczące kolejności montażu zaczynają się od liczby dwucyfrowej (29);
- miejsca umieszczenia podpór montażowych oznaczono symbolem R1 lub R2 i strzałką – właśnie tam w płytach stropowych znajdują się otwory do ich mocowania.

Zaznaczony jest też kierunek pracy żurawia wieżowego podającego płyty do montażu.

Rysunki do montażu konstrukcji prefabrykowanych zgodnie z normą PN-ISO 4172:1991 zostały obecnie ujednolicone. Sposób sporządzania rysunków montażowych (a właściwie zestawieniowych) jest niezależny od rodzaju konstrukcji. Dokumentacja konstrukcji prefabrykowanej powinna zawierać:

- rysunki zestawieniowe (schematy rozmieszczenia elementów),
- rysunki szczegółów,
- wykaz elementów,
- dodatkowe dane techniczne i wykazy materiałów stosowanych w niewielkim zakresie, specjalne instrukcje dotyczące transportu itp.



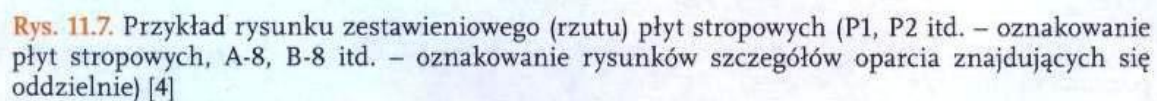
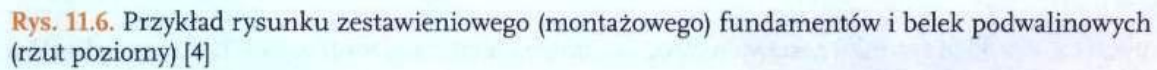
Rys. 11.5. Przykładowy rysunek montażowy budynku z elementów żelbetowych wielkopłytowych (fragment)

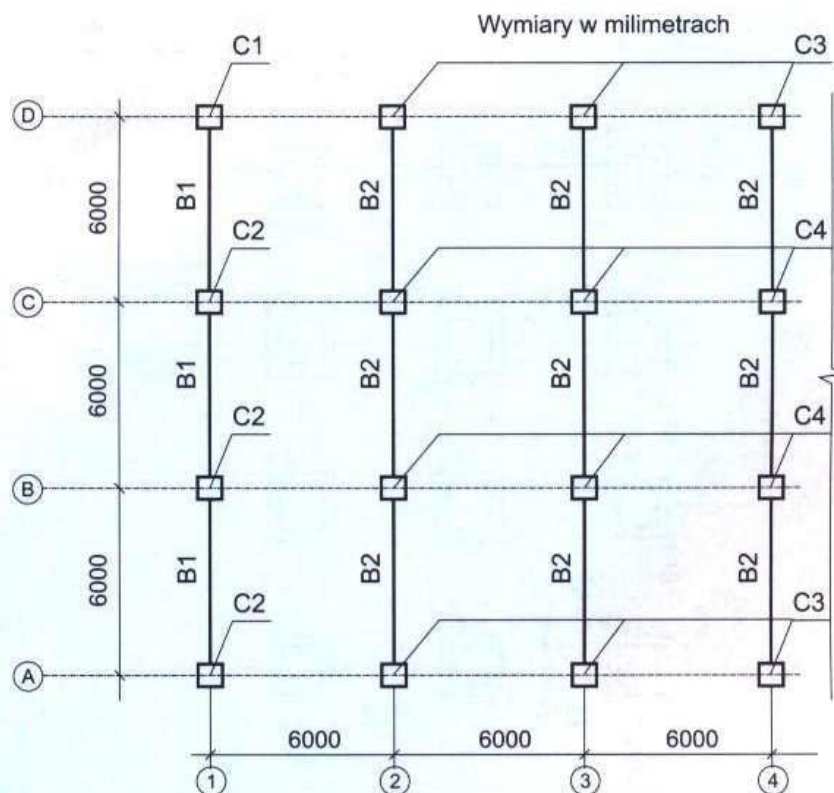
Rysunek zestawieniowy elementów (czasem zwany też rysunkiem montażowym) jest uproszczonym przedstawieniem konstrukcji prefabrykowanej i usytuowania jej oznakowanych elementów konstrukcyjnych. Elementy rysowane są jedną grubą linią (np. na rysunku 11.6) lub przedstawiane za pomocą uproszczonych obrysów (obowiązkowo dla płytowych elementów ściennych – rysunek 11.11).

Na rysunkach zestawieniowych elementów konstrukcji prefabrykowanych powinny się znajdować:

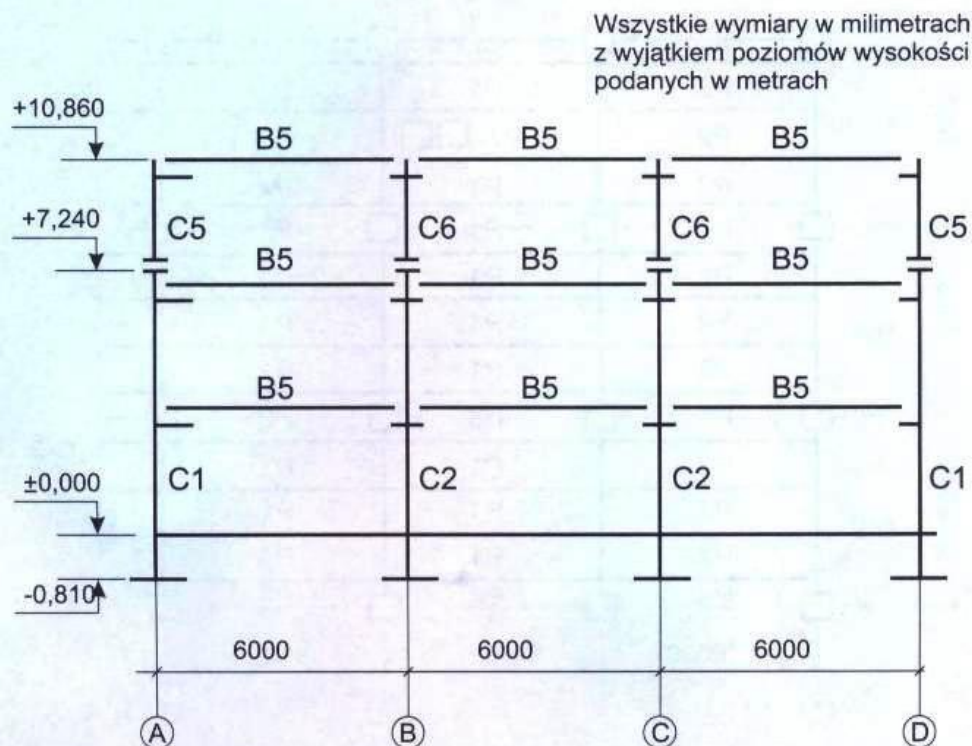
- siatka projektowa (linie przerywane na rysunku 11.6),
- oznaczenia elementów konstrukcyjnych,
- nawiązanie elementów do siatki projektowej (na rysunku 11.6 środek fundamentu znajduje się w miejscu przecięcia linii przerywanej siatki projektowej),
- charakterystyczne poziomy (rzędne) elementów konstrukcyjnych, jeżeli jest to istotne (np. na przekrojach pionowych na rysunkach 11.9 i 11.10).

Rysunki zestawieniowe wykonywane są w podziałkach 1:50, 1:100 i 1:200.

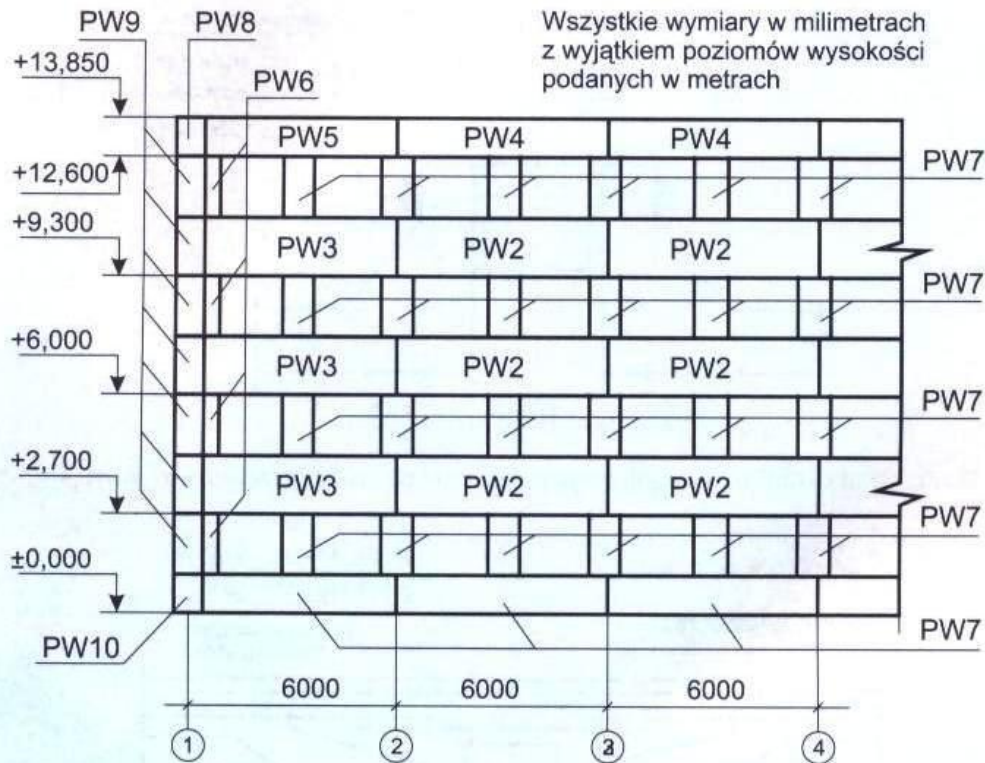




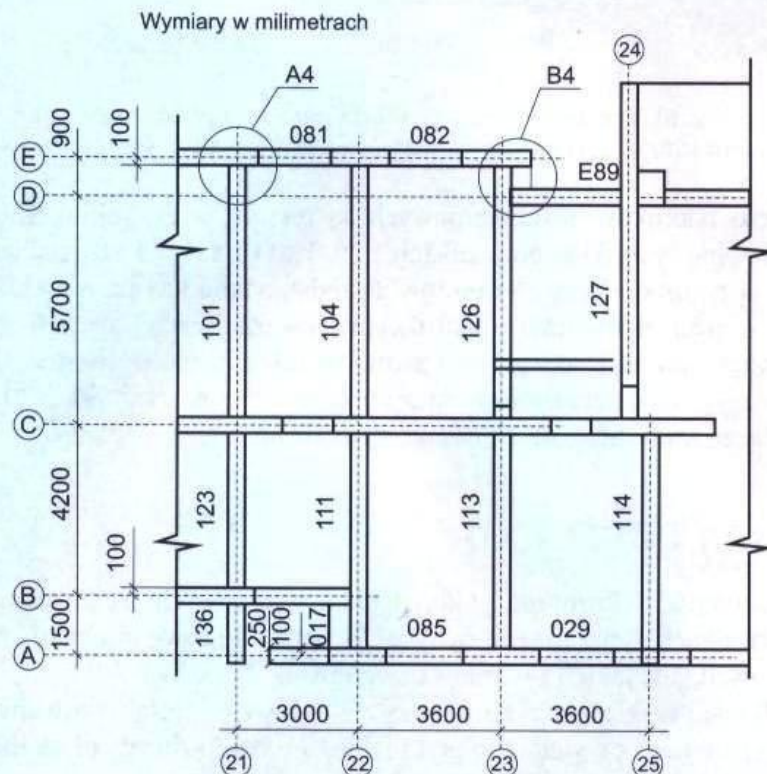
Rys. 11.8. Przykład rysunku zestawieniowego (rzutu) elementów ramy (B1, B2 – belki ramy, C1, C2, C3, C4 – słupy ramy) [4]



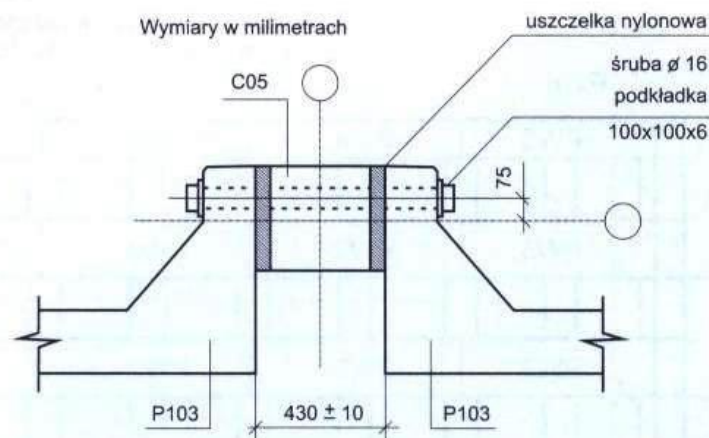
Rys. 11.9. Rysunek przekroju konstrukcji ramowej (B5 – belki, C1, C2 itd. – słupy) z zaznaczonymi poziomami [4]



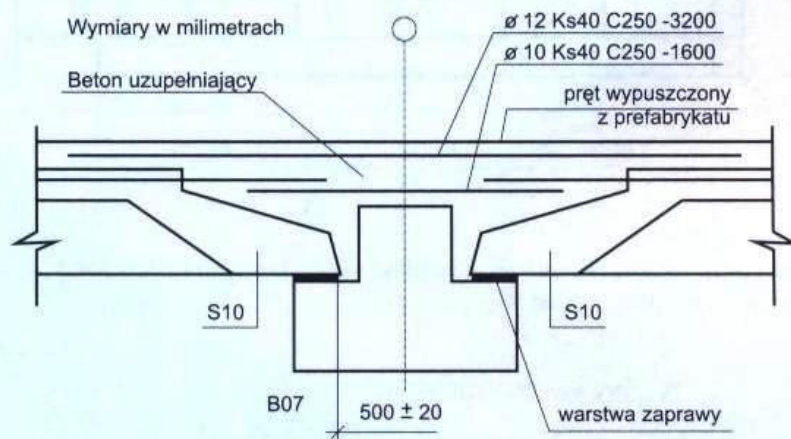
Rys. 11.10. Przykład rysunku zestawieniowego (widok) płyt ściennych (PW2, PW3 itd. – rodzaje płyt ściennych) z zaznaczonymi poziomami [4]



Rys. 11.11. Przykład rysunku zestawieniowego (rzutu) płyt ściennych. Literami A, B itd. oraz liczbami 21, 22 itd. oznaczone są linie (osie) siatki projektowej, a liczbami trzycyfrowymi elementy ścienne. [4]



Rys. 11.12. Przykład rysunku szczegółowego połączenia na śruby (przekrój poziomy) [4]



Rys. 11.13. Przykład rysunku szczegółowego (przekrój pionowy) połączenia monolitycznego z dodatkowym zbrojeniem (S10 – płyta stropowa, B07 – element ścienny) [4]

Uzupełnieniem rysunków zestawieniowych są rysunki szczegółów. Sporządza się je zwykle jako oddzielne rysunki w podziałkach 1:20, 1:10 i 1:5. Najważniejszymi rysunkami szczegółowymi są rysunki złączy elementów. Przedstawiane jest na nich wzajemne położenie prefabrykowanych elementów konstrukcyjnych w miejscach połączeń oraz sposób ich łączenia, np. przez spawanie, połączenie śrubowe lub zastosowanie dodatkowego zbrojenia. Przykłady rysunków szczegółów złączy pokazane są na rysunkach 11.12 (złącze na śruby) i 11.13 (złącze monolityczne z dodatkowym zbrojeniem).



PYTANIA I POLECENIA

1. Co powinna zawierać dokumentacja konstrukcji żelbetowych prefabrykowanych?
2. W jakich podziałkach sporządzane są rysunki zestawieniowe konstrukcji żelbetowych prefabrykowanych, a w jakich rysunki szczegółowe?
3. Rysunek 11.10 jest przykładem rysunku zestawieniowego prefabrykowanych płyt ściennych. Przyjrzyj się mu i powiedz, ile płyt i jakiego rodzaju (każda płyta ma oznaczenie) potrzebnych jest do zmontowania tego fragmentu ściany.
4. Podaj przykład konieczności wykonania rysunku szczegółowego.

11.3

Rysunki konstrukcji stalowych

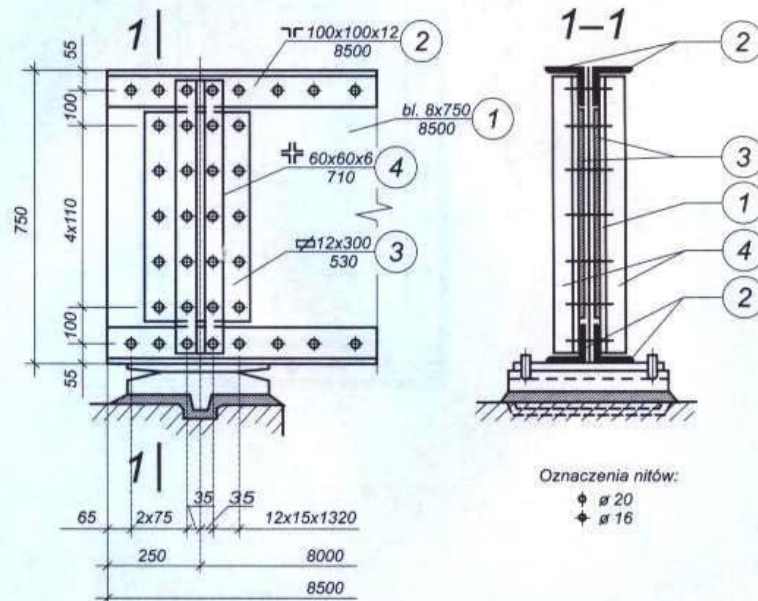
W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak powinny być przedstawiane konstrukcje metalowe na rysunkach
- co znajduje się na rysunkach zestawieniowych, a co na montażowych
- w jakim celu wykonuje się rysunki robocze
- jak wyglądają przykładowe rysunki robocze
- jak oznaczane są nity i śruby na rysunkach roboczych
- jak oznaczane są spoiny na rysunkach roboczych

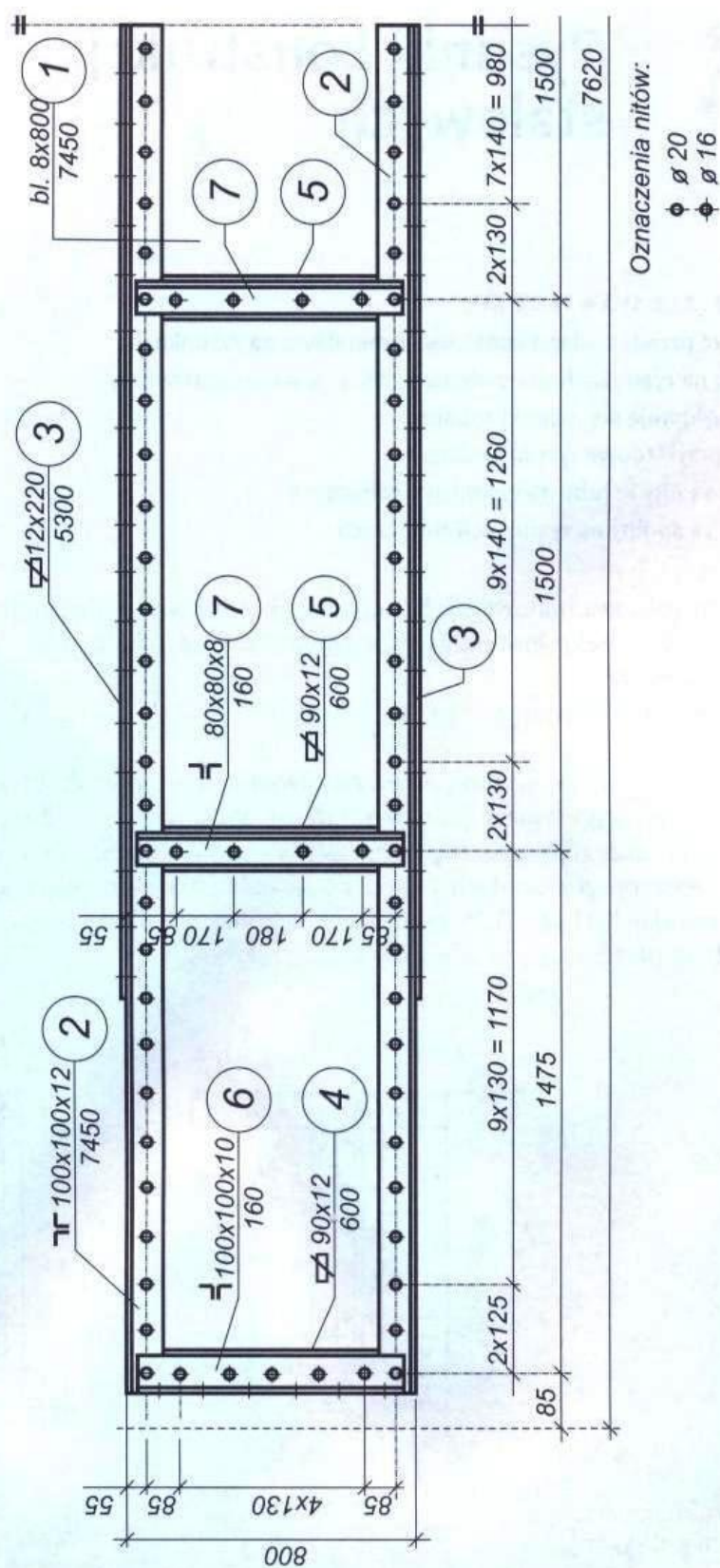
Dokumentacja projektowa budowlanych konstrukcji metalowych obejmuje:

- rysunki widoków i przekrojów elementów konstrukcji lub ich części,
- rysunki schematyczne,
- rysunki zestawieniowe i montażowe,
- rysunki robocze.

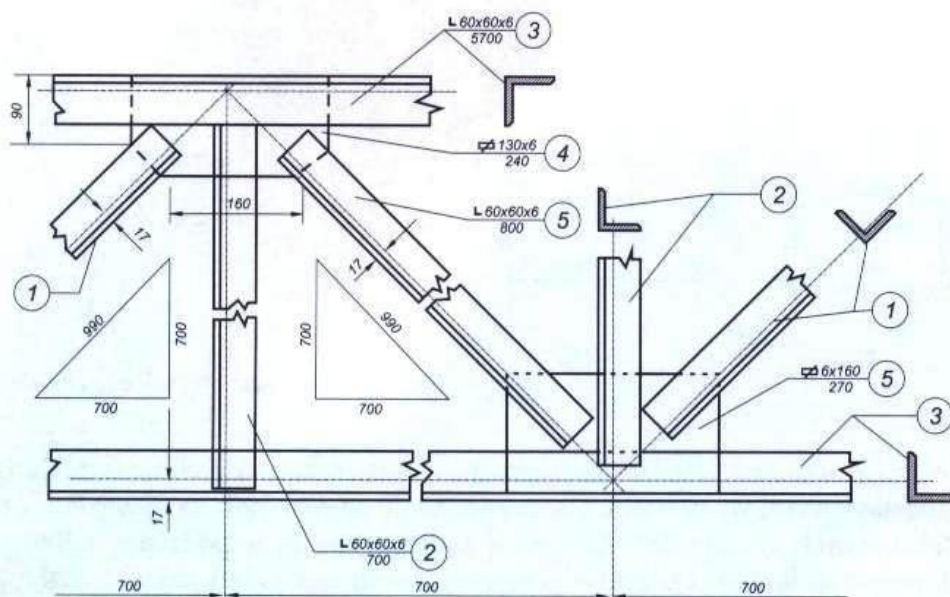
Rysunki widoków i przekrojów służą do przedstawienia w odpowiedniej podziałce całego elementu konstrukcyjnego wraz z jego wymiarami podstawowymi (długość, wysokość, rozstaw żeber itp.) i szczegółowymi (np. rozstaw otworów połączeń). Znajdują się na nich również odniesienia poszczególnych części do zestawienia stanowiącego załącznik do rysunków (na rysunkach 11.14 i 11.15 są to liczby w kółkach). Warto zwrócić uwagę na to, że na rysunku 11.14 płaszczyzny przekrojów są zakreskowane.



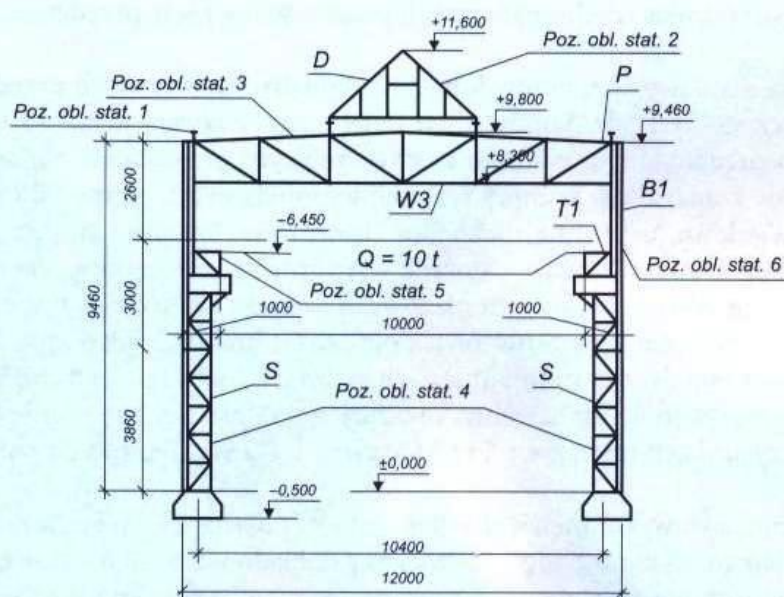
Rys. 11.14. Przykład fragmentu widoku belki (blachownicy) i jej przekroju [11]



Rys. 11.15. Przykład rysunku widoku blachownicy stalowej (do osi symetrii) [11]

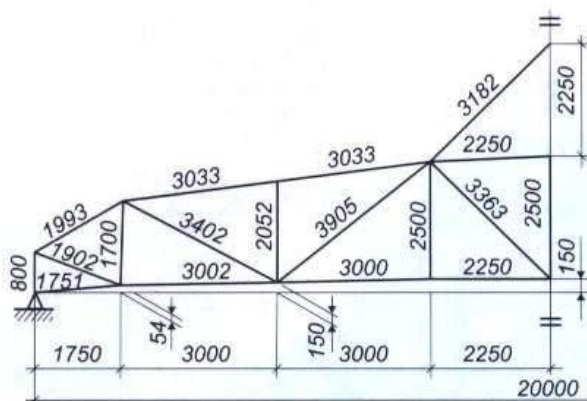


Rys. 11.16. Wymiarowanie prętów kratownicy na przykładzie fragmentu konstrukcji [11]



Rys. 11.17. Przykładowy rysunek schematyczny stalowej konstrukcji hali przemysłowej. Oznaczenia: P – płatwie konstrukcji dachu, D – świetlik dachowy, W3 – więzary kratowe dachowy środkowy, S – słup kratowy, T1 – belka podsuwnicowa, B1 – ściana ryglowa [11]

Wymiarowanie na rysunkach konstrukcji stalowych nie zawsze musi być przedstawiane za pomocą linii wymiarowych. Niekiedy dla zachowania czytelności rysunku stosuje się pewne uproszczenia. Tak jest na przykład w przypadku wymiarowania kratownic. Do opisu geometrycznych wymiarów konstrukcji kratowej można wykorzystać trójkąty (czasem wielokąty) wykreślone w dowolnej podziałce wewnątrz rysunku konstrukcji. Na rysunku 11.16 liczby znajdujące się przy bokach trójkątów to długość (w milimetrach) elementów kratownicy równoległych do tych boków.



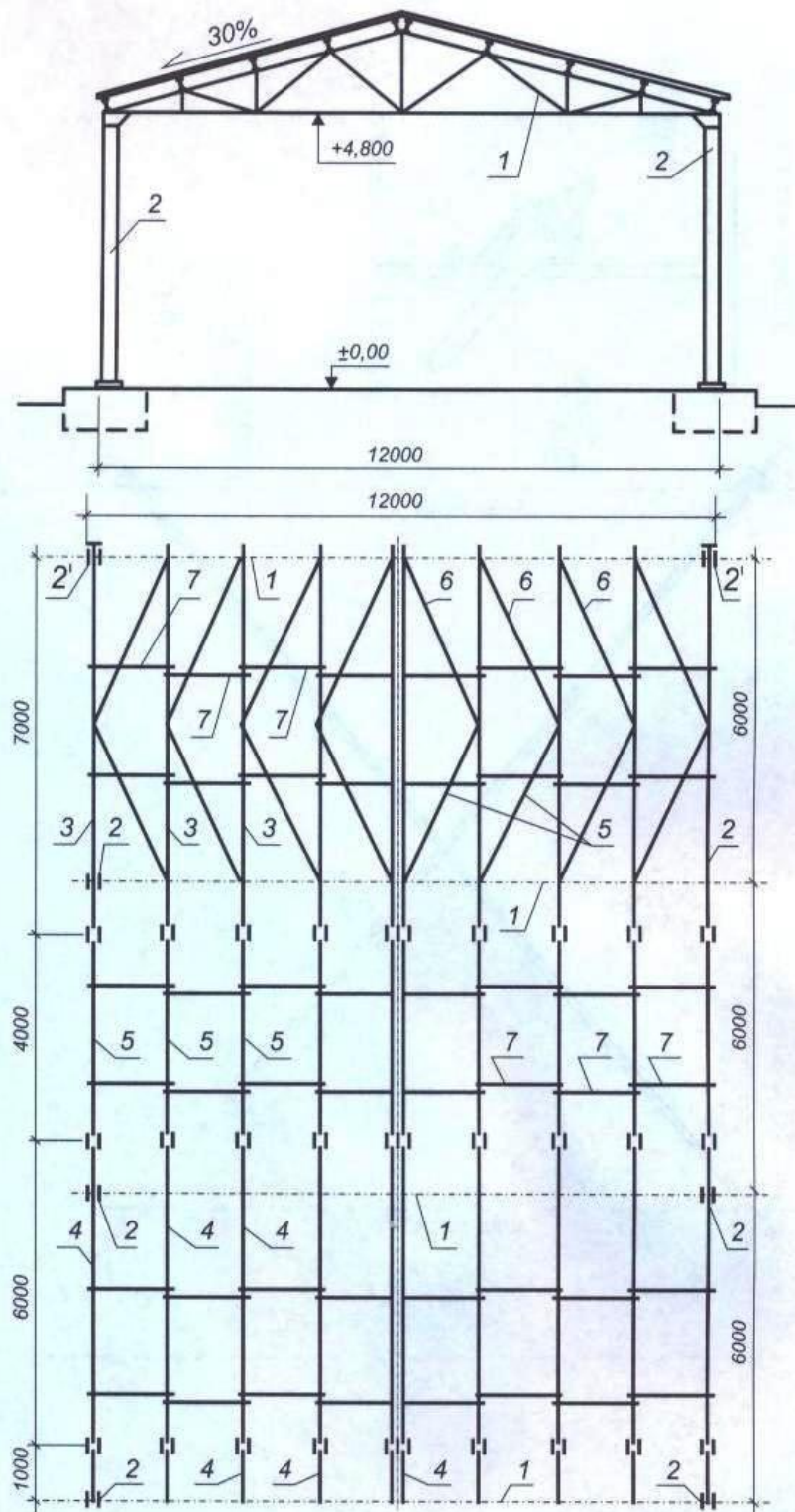
Rys. 11.18. Uproszczony schemat kratownicy [2]

Rysunki schematyczne przedstawiają główne elementy konstrukcji wraz z ich oznaczeniami i podstawowymi wymiarami. Nie zaznacza się na nich połączeń, węzłów, otworów, przekładek i innych szczegółów. Zazwyczaj sporządzane są w podziałce 1:200, rzadziej 1:100. Głównym zadaniem rysunków schematycznych jest przedstawienie ogólnego widoku konstrukcji przed przystąpieniem do montażu. Przykład rysunku schematycznego stalowej konstrukcji hali pokazany jest na rysunku 11.17. Uproszczony schemat kratownicy (wg normy PN-EN-ISO 5261:2002) jest na rysunku 11.18. Widać na nim tylko układ prętów i ich długość. Na rysunkach schematycznych poszczególne pręty przedstawia się linią ciągłą w osi pręta.

Rysunki zestawieniowe elementów lub części konstrukcji stalowych przedstawiają usytuowanie poszczególnych elementów i ich połączenia. Pozwala to na właściwy montaż i kontrolę jego przebiegu. Na rysunku zestawieniowym przedstawia się schematycznie rzuty i przekroje konstrukcji, numery rysunków montażowych elementów, które zostały pokazane szczegółowo, oraz inne niezbędne informacje. Oznacza się też na nim, jakie części konstrukcji dostarczane są w całości z wytwórni i gdzie znajdują się miejsca łączenia ich na budowie. Miejsca styków montażowych oznacza się przerwą między obydwojma stykającymi się elementami, ograniczoną z obu stron krótkimi kreskami. Poszczególne pręty rysowane są pojedynczymi liniami, a ich rodzaje oznacza się cyframi przy odnośnikach. Dzięki temu rysunek jest czytelny, a poszczególne pręty czy elementy łatwo znaleźć w wykazie i na rysunkach roboczych. Przykład rysunku zestawieniowego pokazany jest na rys. 11.19.

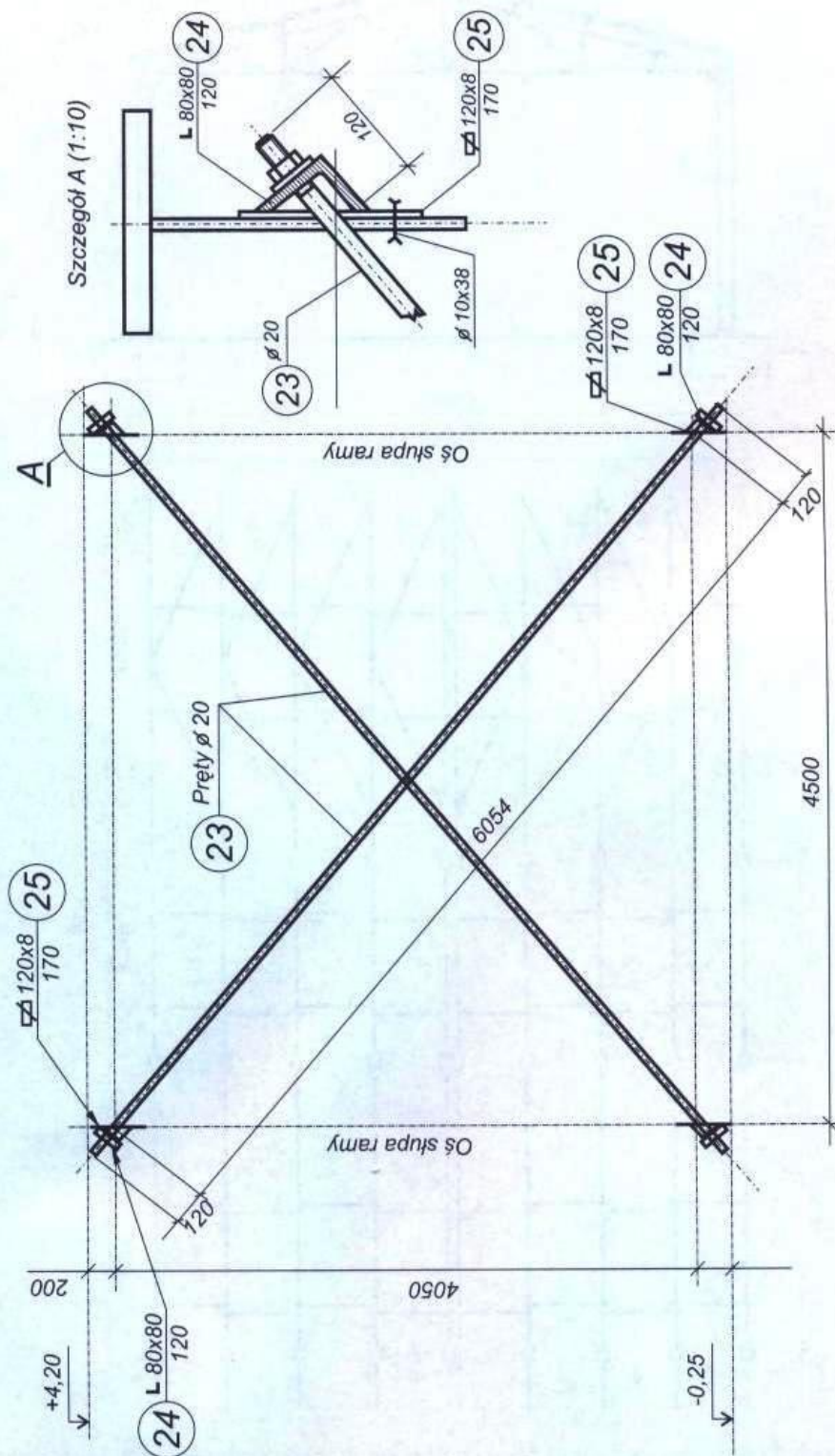
Rysunki montażowe wykonuje się dla elementów konstrukcji, których montaż wymaga wyjaśnienia, dlatego wykonuje się je z większą dokładnością, w podziałce 1:10, 1:5 lub nawet 1:2. Powinny one pokazywać wzajemne usytuowanie elementów oraz wyjaśniać sposób ich montażu i łączenia. Muszą się także na nich znajdować informacje o użytych materiałach oraz inne niezbędne informacje. Przykładowy rysunek montażowy pionowego podłużnego tężnika hali pokazany jest na rys. 11.20.

Rysunki robocze sporządzane są w celu przygotowania elementów konstrukcji stalowej w wytwórni lub warsztacie. Elementy te po wykonaniu przewożone są na budowę i tam montowane, dlatego na rysunkach roboczych muszą się znaleźć zarówno informacje potrzebne do wykonania danego elementu, jak i umożliwiające ich właściwe zamontowanie. Podane są na nich dokładne wymiary elementów, rozmieszczenie i oznaczenie śrub, nitów, spoin, oznaczenia stanu powierzchni (np. jej gładkości), stopnia dopasowania, zestawienia materiałów oraz inne informacje niezbędne dla wytwórni i montażu. Rysunki robocze mogą być uzupełniane rysunkami szczegółowymi projektowanego połączenia (rys. 11.21).



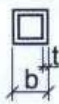
Rys. 11.19. Przykład rysunku zestawieniowego hali o konstrukcji stalowej; a) przekrój poprzeczny, b) powtarzalny fragment rzutu (widoku z góry) [11]

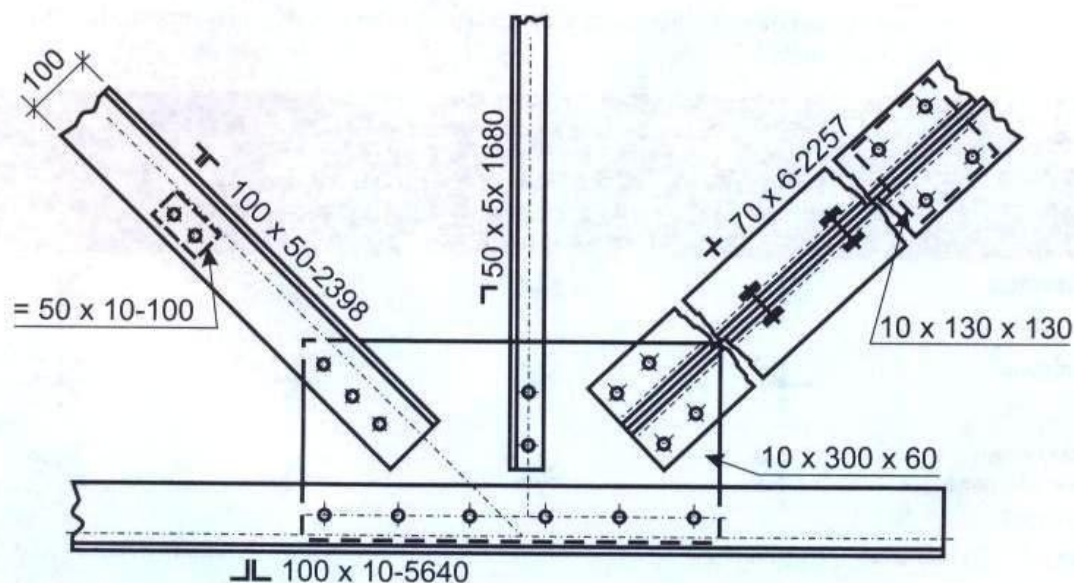
ST – 1 x 4 szt. (POZ 9)



Rys. 11.20. Rysunek montażowy pionowego podłużnego tężnika hali z rys. 11.19 (system LHS-N) wraz z rysunkiem szczegółu mocowania [11]

Tabela 11.2. Symbole prętów i kształtowników stosowane w rysunkach konstrukcji stalowych [2]

Rodzaj elementu	Oznaczenia		Znaczenia wymiarów
	Symbol	Wymiary	
Pręt okrągły		d	
Rura (kształtownik rurowy okrągły)		d × t	
Pręt kwadratowy		b	
Kształtownik rurowy kwadratowy		b × t	
Pręt prostokątny (płaskownik)		b × t	
Kształtownik rurowy prostokątny		b × h × t	
Pręt sześciokątny		s	
Kształtownik rurowy sześciokątny		s × t	
Kątownik		Kształtowniki należy opisywać za pomocą ich normowych (katalogowych) wyróżników wymiarowych, poprzedzonych odpowiednim symbolem np.: L80 × 60 × 7-500	
Teownik			
Dwuteownik			
Ceownik			
Zetownik			
Szyna			
Kątownik łebkowy			
Płaskownik łebkowy			



Rys. 11.22. Przykład oznaczenia i zwymiarowania węzła kratownicy stalowej [2]

Zgodnie z normą PN-ISO 5261:1994 pręty i kształtowniki powinny być opisane symbolami i wymiarami podanymi w tabeli 11.2, po kresce oddzielającej, uzupełnionymi długością. Blachy węzłowe powinny być opisane przez podanie ich grubości oraz wymiarów ich prostokątnej obwiedni (rys. 11.22).

Części i elementy konstrukcji są ze sobą łączone zarówno w wytwórni, jak i w trakcie montażu. Połączenia te mogą być zaprojektowane i wykonane jako połączenia na śruby lub nity albo spawane. Przed wykonaniem połączenia na śruby lub nity w łączonych elementach muszą być zrobione odpowiednie otwory. Na rysunkach otwory i łączniki (śruby lub nity) przedstawia się w postaci odpowiednich symboli w zależności od tego, czy są pokazywane na płaszczyznach rzutowania prostopadłych do ich osi (tabele 11.3 i 11.4), czy równoległych (tabele 11.3 i 11.4). Dla odróżnienia śrub od nitów opis śruby powinien być poprzedzony oznaczeniem rodzaju gwintu (np. śruba z gwintem metrycznym – M12×60), natomiast opis nitu średnicą (np. Ø12×50).

Tabela 11.3. Symbole rysunkowe służące do przedstawiania otworów na łączniki w płaszczyznach rzutowania prostopadłych do ich osi [2]

Miejsce wykonania otworów	Symbole rysunkowe otworów na łączniki ^[N3]			
	z łbem zwykłym	z łbem wpuszczanym z przodu	z łbem wpuszczanym z tyłu	z łbem wpuszczanym dwustronnie
w warsztacie				
na budowie				

Tabela 11.4. Symbole rysunkowe służące do przedstawiania śrub i nitów w płaszczyznach rzutowania prostopadłych do ich osi [2]

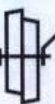
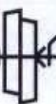
Miejsce osadzania łączników	Symbole rysunkowe śrub i nitów			Symbole rysunkowe nitów dwustronnie wpuszczanych
	z łbem zwykłym	z łbem wpuszczanym z przodu	z łbem wpuszczanym z tyłu	
w warsztacie				
na budowie				
jw., przy czym otwory wiercone na budowie				

UWAGA – dla odróżnienia śrub od nitów, opis śruby należy zawsze poprzedzić oznaczeniem rodzaju gwintu.

Tabela 11.5. Symbole rysunkowe służące do przedstawiania otworów na łączniki w płaszczyznach rzutowania równoległych do ich osi [2]

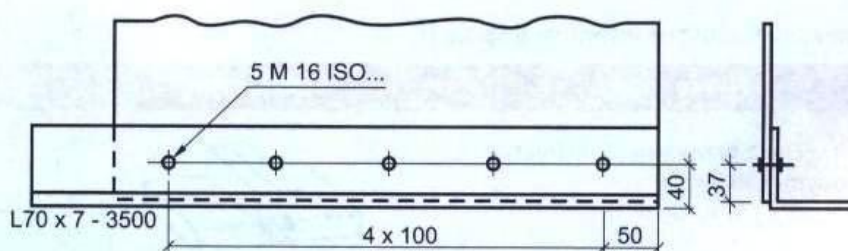
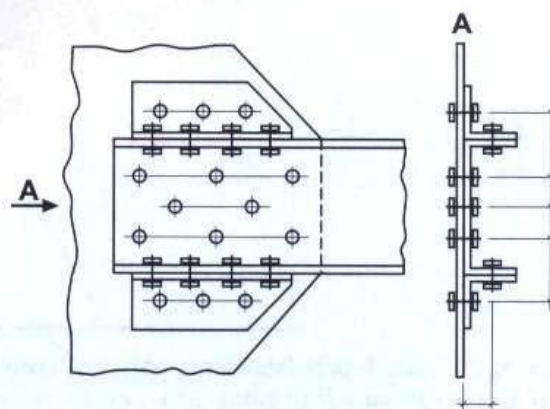
Miejsce wykonania otworu	N3) Symbole rysunkowe otworów na łącznik ^{N3)}		
	z łbem zwykłym	z łbem wpuszczanym jednostronnie	z łbem wpuszczanym dwustronnie
w warsztacie			
na budowie			

Tabela 11.6. Symbole rysunkowe służące do przedstawiania śrub i nitów w płaszczyznach rzutowania równoległych do ich osi [2]

Miejsce osadzania łączników	Symbole rysunkowe łączników		Symbole nitów z łbem wpuszczanym dwustronnie	Symbole śrub z umiejscowieniem nakrętki
	z łbem zwykłym	z łbem wpuszczanym jednostronnie		
w warsztacie				
na budowie				
jw., przy czym otwory wiercone na budowie				

UWAGA – W celu odróżnienia śrub od nitów, opis śruby należy zawsze poprzedzić oznaczeniem rodzaju gwintu. (Przykład: Oznaczenie śruby z gwintem metrycznym – M12 × 50, natomiast nitu Ø12 × 50)N4)

Rys. 11.23. Przykład oznakowania i wymiarowania połączenia w dwóch płaszczyznach rzutowania [2]



Rys. 11.24. Przykład oznaczania grupy jednakowych łączników [2]

Symbole te różnią się od siebie w zależności od miejsca wykonania otworu lub połączenia w warsztacie czy na budowie. Przykład oznakowania i wymiarowania połączenia w dwóch płaszczyznach rzutowania pokazany jest na rysunku 11.23. Jeśli połączenie jest wykonane z jednakowych śrub lub nitów stanowiących grupę (otwory też są wtedy takie same), oznakowanie i wymiarowanie może odnosić się do jednego skrajnego łącznika, jednak w takim przypadku oznaczenie powinno być poprzedzone liczbą otworów, śrub lub nitów stanowiących grupę (rys. 11.24).

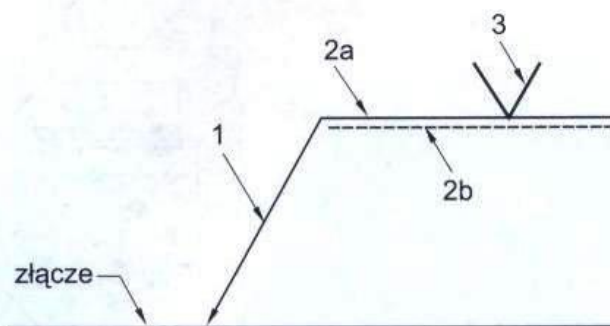
Bardzo wiele budowlanych konstrukcji stalowych łączonych jest przez spawanie. Polega ono na roztopieniu krawędzi łączonych elementów i wypełnieniu spoiwem. Najczęściej stosowane są spoiny czołowe – do łączenia czołowych elementów, lub pachwinowe – do łączenia elementów prostokątnych (lub umieszczonych wobec siebie pod innym kątem). Połączenia spawane mogą być przedstawiane według ogólnych zasad wykonywania rysunków technicznych, np. w aksonometrii, jednak zalecane jest przedstawianie ich w sposób umowny. Przedstawienie umowne podaje w sposób jasny niezbędne wskazówki dotyczące danego złącza i jego wykonania.

Przedstawienie umowne połączenia musi zawierać znak elementarny oraz:

- strzałkę odniesienia (1 – na rysunku 11.25);
- podwójną linię odniesienia, składającą się z dwóch równoległych linii – ciągłej i kreskowanej (2 – na rysunku 11.25); do spoin symetrycznych stosowana jest linia kreskowana;
- pewną liczbę wymiarów i oznaczeń umownych.

Strzałka i linia odniesienia tworzą **znak odniesienia**.

Podstawową informacją umieszczoną na znaku odniesienia jest określenie, jaki kształt ma mieć spoina. Służą do tego **znaki elementarne**. W tabeli 11.7 przedstawione są wybrane kształty spoin oraz ich znaki umowne.



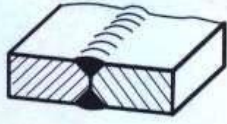
Rys. 11.25. Sposób przedstawiania połączeń spawanych. Uwaga: strzałka „złącze” powinna znajdować się przy strzałce linii odniesienia, ale dla zachowania czytelności rysunku została przesunięta [1]

Tabela 11.7. Znaki elementarne wybranych spoin [1]

L.p.	Nazwa spoiny	Kształt spoiny	Znak umowny
1.	Spoina brzeżna z brzegami podwiniętymi ¹⁾ , przetopionymi całkowicie		
2.	Spoina I		
3.	Spoina V		
4.	Spoina $\frac{1}{2}$ V		
5.	Spoina Y		
6.	Spoina $\frac{1}{2}$ Y		
7.	Spoina U		

L.p.	Nazwa spoiny	Kształt spoiny	Znak umowny
8.	Spoina $\frac{1}{2}$ U (I)		
9.	Spoina graniowa lub podpoina (USA)		
10.	Spoina pachwinowa		

Tabela 11.8. Przykłady kombinacji znaków spoin symetrycznych (dwustronnych) [1]

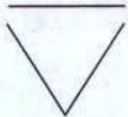
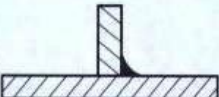
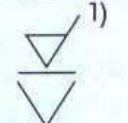
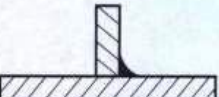
Nazwa spoiny	Kształt spoiny	Znak umowny
Spoina X		
Spoina K		
Spoina 2Y		
Spoina $\frac{1}{2}$ Y		
Spoina 2U		

Jeżeli zachodzi taka potrzeba, stosuje się kombinacje znaków elementarnych. Znaki elementarne spoin wykonywanych z dwóch stron są łączone i układa się je symetrycznie względem linii odniesienia. Typowe przykłady takich oznaczeń znajdują się w tabeli 11.8

Tabela 11.9. Wybrane znaki dodatkowe [1]

Kształt powierzchni spoiny lub typ spoiny	Znak umowny
a) Płaski (zwykle wykończony płasko)	—
b) Wypukły	(
c) Wklęsły	)
d) Lico spoiny z łagodnym przejściem do powierzchni łączonych	3
e) Spoina na stałej podkładce spawalniczej	M
f) Spoina na usuwalnej podkładce spawalniczej	MR

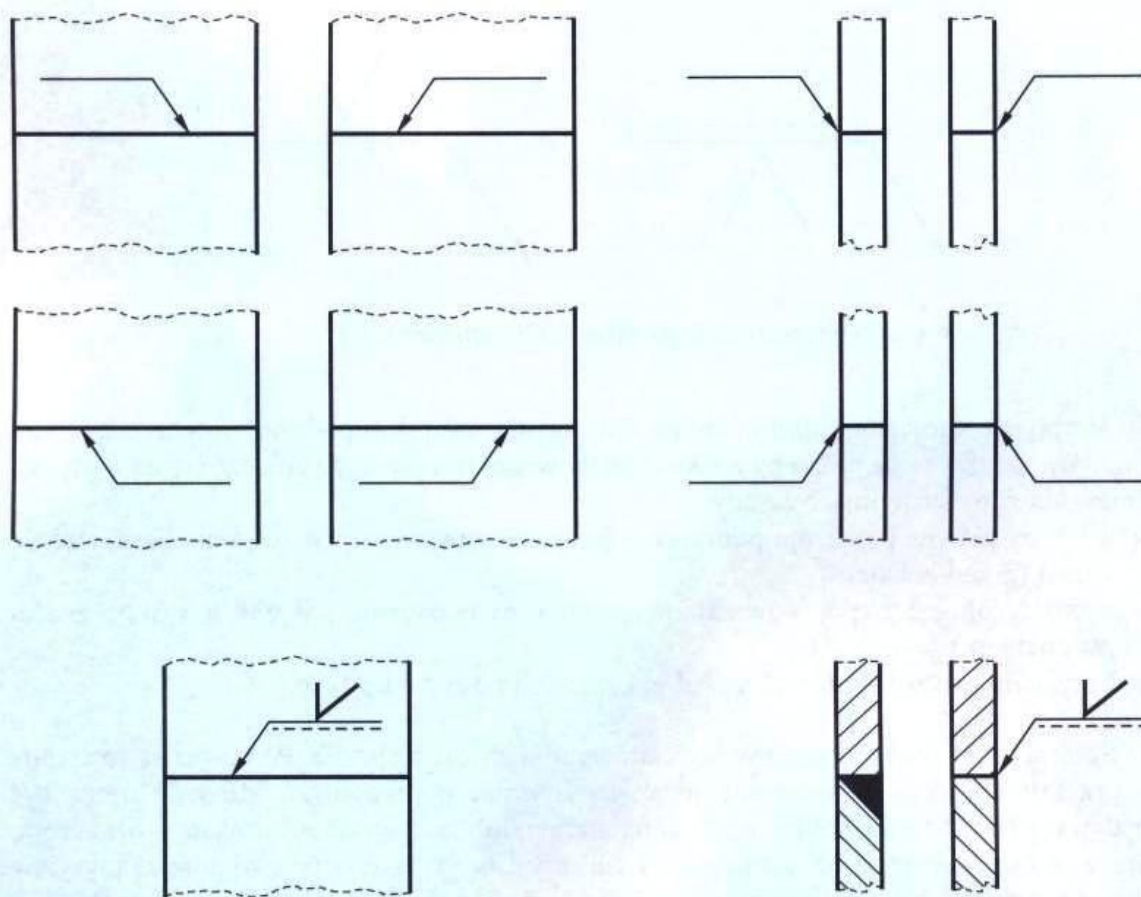
Tabela 11.10. Przykłady stosowania znaków dodatkowych [1]

Rodzaj spoiny	Kształt spoiny	Oznaczenie
Spoina V z płaskim licem		
Spoina X z licem wypukłym		
Spoina pachwinowa z licem wklęsłym		
Spoina V z płaskim licem i płaską podpoiną		
Spoina Y z podpoiną		
Spoina V z płasko wykończonym licem		
Spoina pachwinowa z łagodnym przejściem do powierzchni łączonych		

⁽¹⁾ Znak zgodny z ISO 1302; zamiast niego można użyć znaku $\sqrt{}$.

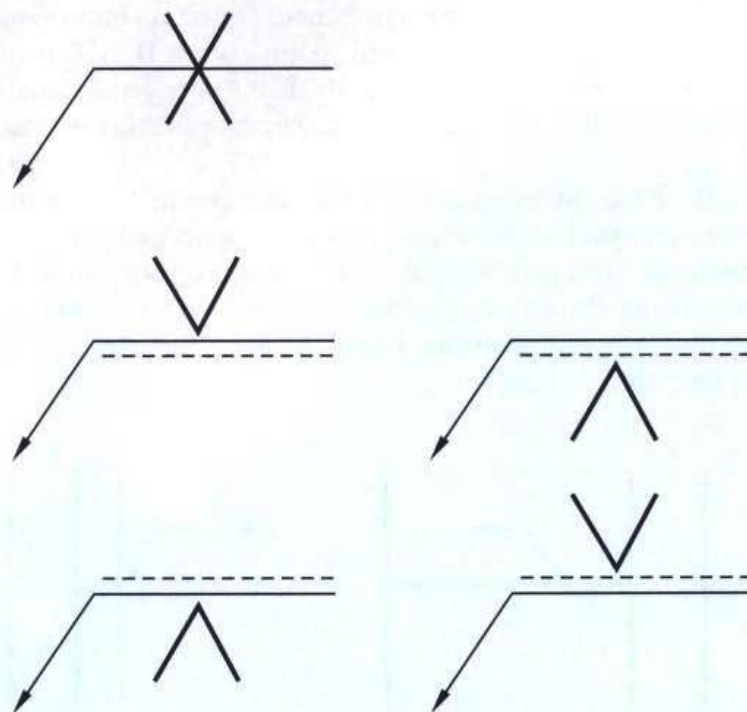
Jeżeli jest to uzasadnione, znaki elementarne mogą być uzupełnione znakami dodatkowymi, charakteryzującymi kształt powierzchni spoiny (tabela 11.9). Gdy takiego dodatkowego znaku nie ma na rysunku, oznacza to, że dokładne określenie kształtu powierzchni spoiny nie było konieczne. W tabeli 11.10 przedstawione są przykłady stosowania znaków dodatkowych.

Położenie strzałki linii odniesienia względem złącza nie ma istotnego znaczenia. Strzałka ta łączy się z jednym końcem ciągłej linii odniesienia pod pewnym kątem (zwykle 45°) i jest zakończona grotem, podobnie jak linie wymiarowe. Natomiast linia odniesienia powinna być równoległa do dolnego brzegu arkusza rysunkowego (czyli pozioma), a jeżeli nie jest to możliwe – prostopadła. Przykłady położenia strzałki i linii odniesienia przedstawione są na rysunku 11.26.



Rys. 11.26. Przykładowe położenie strzałki linii odniesienia [1]

Znak elementarny (ewentualnie ze znakami dodatkowymi), o którym była wcześniej mowa, jest umieszczany nad linią odniesienia lub pod nią. Jeżeli lico spoiny jest po stronie strzałki, znak umieszcza się po stronie ciągłej linii odniesienia (rys. 11.27a). Jeżeli natomiast lico spoiny znajduje się po przeciwnej stronie, znak umieszcza się po stronie kreskowej linii odniesienia (rys. 11.27b).



Rys. 11.27. Położenie znaku elementarnego wobec linii odniesienia [1]

W opisie spoiny znajdującym się na linii wymiarowej (lub pod nią) oprócz znaku elementarnego (i w razie potrzeby znaku dodatkowego) muszą także znaleźć się jej wymiary. Obowiązują tu następujące zasady:

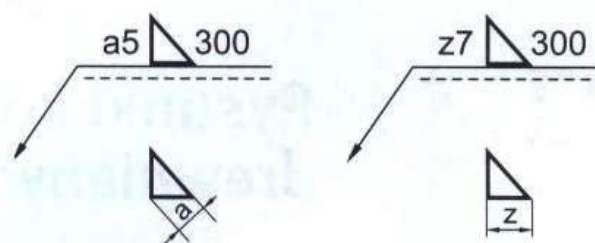
- wymiary główne przekroju poprzecznego spoiny zawsze są podawane po lewej stronie znaku (przed znakiem),
- wymiary długości spoiny (wzdłużne) zawsze są podawane po prawej stronie znaku (za znakiem).

Przykłady zastosowania tych zasad pokazane są na rysunku 11.28.

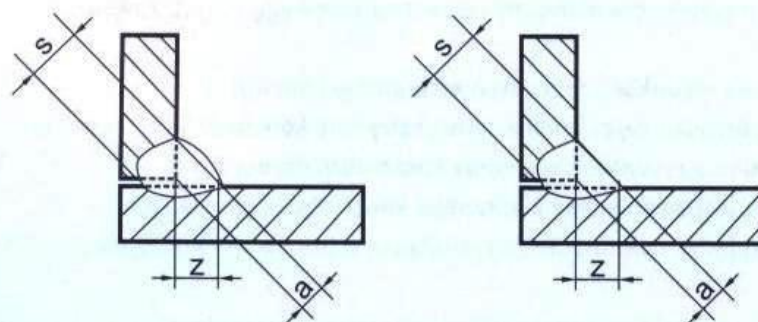
Spoiny pachwinowe mogą być wymiarowane w dwojaki sposób. Ponieważ są to spoiny o przekroju trójkąta równoramiennego, ich wymiar poprzeczny („grubość”) może być podawany jako długość boku – oznaczoną literą z , lub jako wysokość trójkąta – oznaczoną przez a . Oznaczenie z lub a umieszcza się przed liczbą określającą wymiar poprzeczny (patrz rysunek 11.29). Do oznaczania grubości spoiny pachwinowej z głębokim wtopieniem używana jest litera s . Spoiny tego rodzaju mogą też być wymiarowane podwójnie, z podaniem wymiaru s i wymiaru a lub z (na przykład: $s8a6$). Ilustrują to przykłady przedstawione na rysunku 11.30. Zastosowanie oznaczeń spoin znajduje się na rysunku 11.21.



Rys. 11.28. Przykłady zastosowania zasad wymiarowania spoin (s – wymiar przekroju poprzecznego spoiny, czyli jej „grubość”, l – długość spoiny) [1]



Rys. 11.29. Zasady wymiarowania spoin pachwinowych [1]



Rys. 11.30. Wymiarowanie spoin pachwinowych z głębokim wtopieniem [1]

PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie rodzaje rysunków stosowane są w projektach konstrukcji stalowych?
2. Czym się charakteryzują rysunki zestawieniowe?
3. W jakim celu sporządzane są rysunki robocze?
4. Na rysunku 11.21 znajduje się fragment projektu kratownicy. Podaj rodzaje kształtowników zaprojektowanych do wykonania tego fragmentu.
5. Na rysunku 11.22 pokazany jest przykład węzła kratownicy. Sprawdź, w którym miejscu przecinają się osie poszczególnych gałęzi kratownicy. Określ, z jakich kształtowników ma być wykonany ten fragment kratownicy, i odczytaj ich wymiary. Zwróć uwagę na dodatkowe przekładki między gałęziami.
6. Z jakich elementów składa się oznaczenie spoiny?
7. O czym informują znaki elementarne w oznaczeniach spoin?
8. Do czego służą znaki dodatkowe w oznaczeniach spoin?
9. Sprawdź w tabelach 11.7 i 11.8, jakie rodzaje spoin znajdują się na rysunku 11.27 i 11.28.
10. Co oznacza litera **a**, a co litera **z** w oznaczeniu spoiny pachwinowej?

11.4

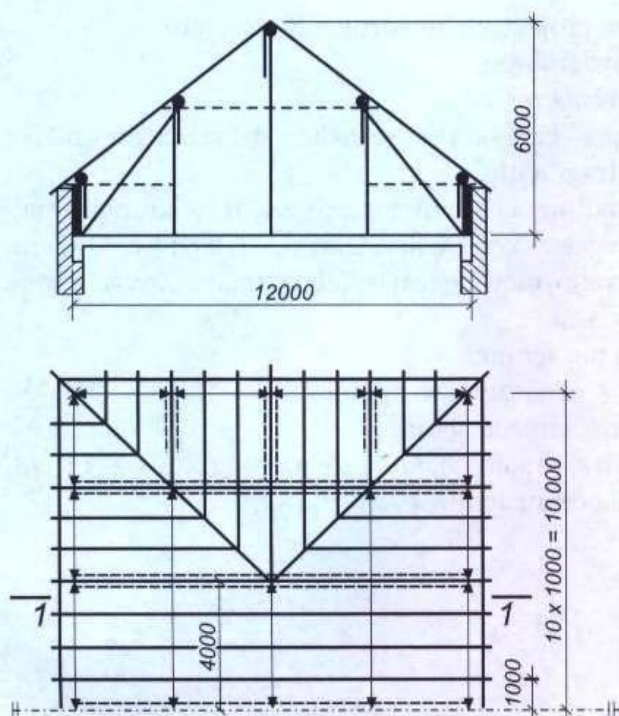
Rysunki konstrukcji drewnianych

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- czym różni się rysunek schematyczny od zestawieniowego (montażowego) konstrukcji drewnianych
- co znajduje się na rysunkach roboczych elementów konstrukcji
- w jakim celu sporządza się rysunki aksonometryczne konstrukcji drewnianych
- jak wymiaruje się na rysunkach elementy konstrukcji drewnianych
- jak sporządzane jest zestawienie elementów konstrukcji drewnianych
- jak powinna wyglądać dokumentacja rysunkowa schodów drewnianych

Podobnie jak przy projektowaniu konstrukcji stalowych, podczas projektowania konstrukcji drewnianych stosowane są trzy rodzaje rysunków:

- rysunki schematyczne,
- rysunki zestawieniowe (zwane też montażowymi),
- rysunki robocze.

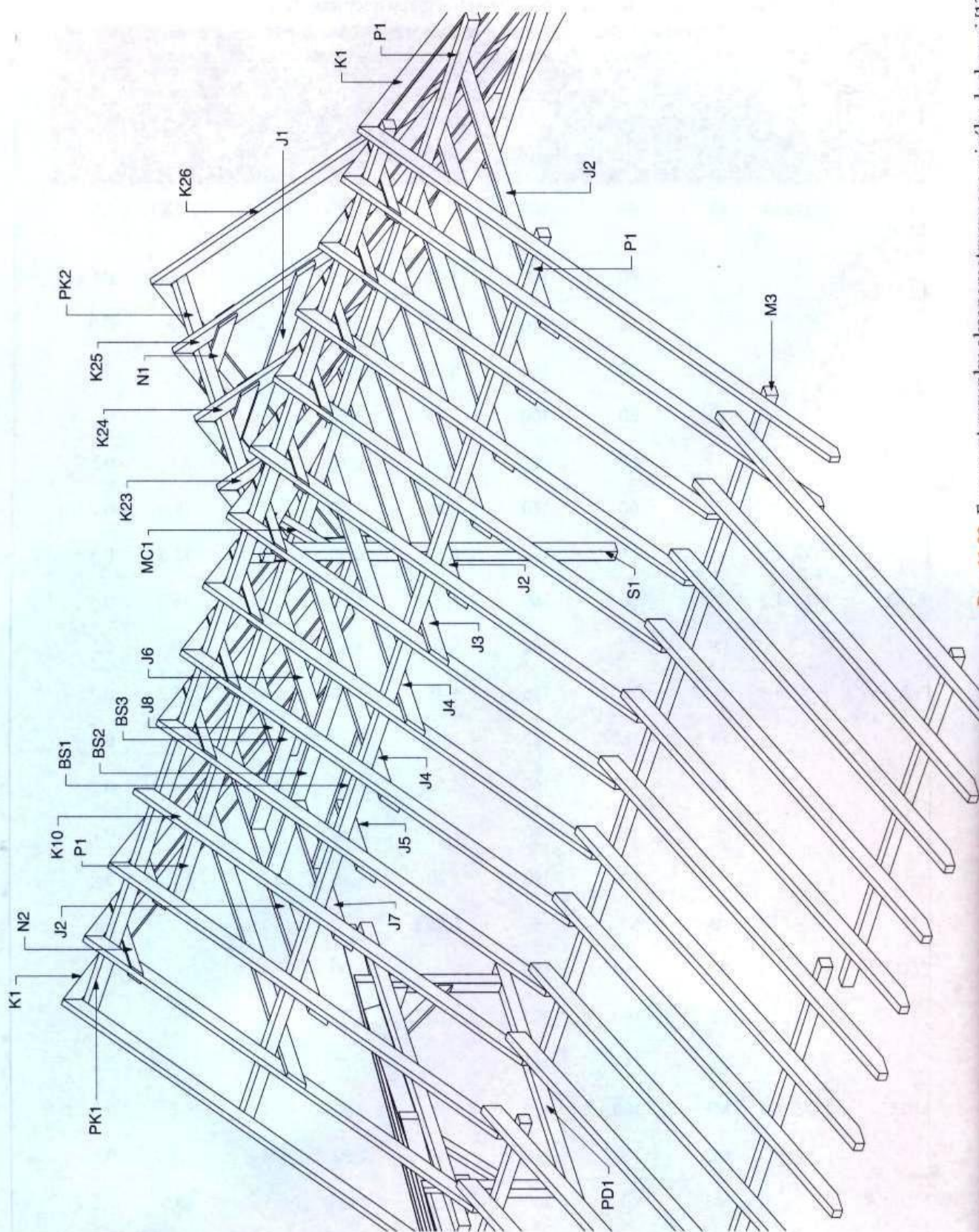


Rys. 11.31. Przykładowy rysunek schematyczny konstrukcji więźby dachowej [9]

Rysunki schematyczne wykonywane są w podziałkach umożliwiających pokazanie całej konstrukcji. Zwykle stosowana jest podziałka 1:200, rzadziej 1:500 lub 1:100. Na rysunkach tych w sposób uproszczony przedstawiane są zasadnicze elementy konstrukcji i podstawowe wymiary. Liczba rysunków jednej konstrukcji nie jest określona, ale muszą ją jednoznacznie przedstawić. Powinny to być rzuty i przekroje oraz widoki. Na rysunkach schematycznych nie oznacza się łączników, elementy przedstawiane są w widoku pojedynczą linią ciągłą, a w przekroju poprzecznym – kropką (punktem). Na rysunku 11.31 pokazany jest schematyczny rysunek przykładowej konstrukcji więźby dachowej (widok i przekrój poprzeczny).

Tabela 11.11. Zestawienie elementów konstrukcyjnych wieży dachowej [12]

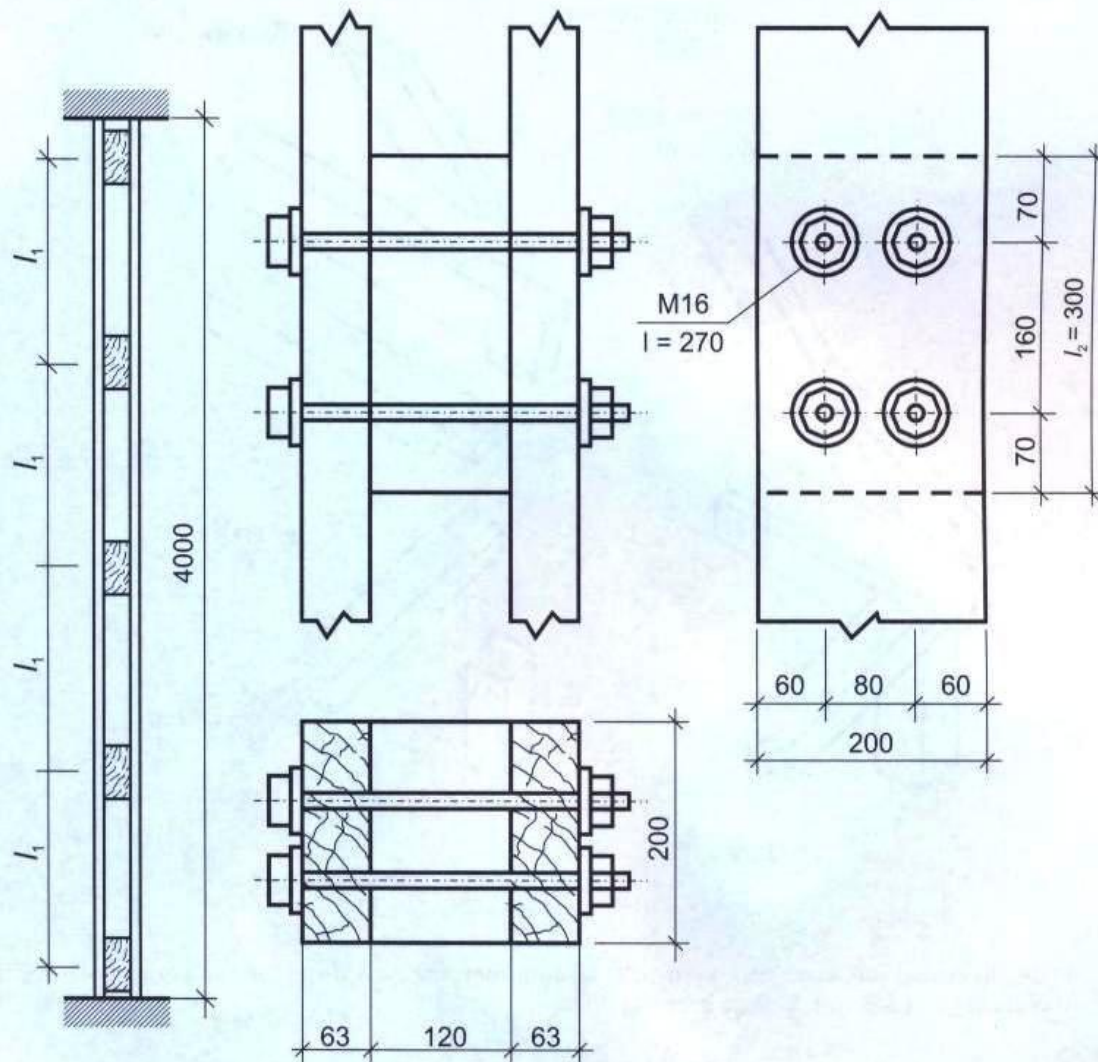
Orientacyjne zestawienie drewna wybranych elementów konstrukcyjnych więźby dachowej									
Nazwa	Poz. obl.	Ozn. rys.	Szer. [mm]	Wys. [mm]	Dług. rys. [m]	Dług. Handl. [m]	Razem		
							[szt.]	[mb]	[m³]
KRO-KIEW	POZ. 1.1	K1	60	160	6,45	6,90	23	158,7	1,5
			60	160	3,35	3,60	2	7,2	0,1
			60	160	2,15	2,40	2	4,8	0,0
		K2	60	160	5,20	5,40	6	32,4	0,3
		K3	60	160	3,75	3,90	2	7,8	0,1
			60	160	2,60	2,70	3	8,1	0,1
		K4	60	160	2,45	2,70	7	18,9	0,2
	POZ. 1.6	K5	140	160	6,52	6,90	2	13,8	0,3
JĘTKA	POZ. 1.2	J1	60	160	4,20	4,50	10	45,0	0,4
		J2	60	160	3,00	3,30	3	9,9	0,1
PŁATEW	POZ. 1.3	P1	180	180	5,45	5,70	4	22,8	0,7
		P1.1	160	160	3,00	3,30	2	6,6	0,2
		P2	160	160	5,70	6,00	1	6,0	0,2
		P3	140	140	2,40	2,70	2	5,4	0,1
		P4	140	140	4,20	4,50	2	9,0	0,2
		P5	60	160	5,45	5,70	1	5,7	0,1
SŁUP	POZ. 1.5	S1	180	180	2,80	3,00	4	12,0	0,4
		S2	160	160	2,70	3,00	3	9,0	0,2
		S3	140	140	0,90	1,20	2	2,4	0,0
MIECZ	POZ. 1.4	M1	100	120	1,45	1,50	4	6,0	0,1
		M2	100	120	0,90	1,20	4	4,8	0,1
MURŁA-TA		M3	80	160	18,50	19,50	1	19,5	0,5
					RAZEM			416,0	5,8



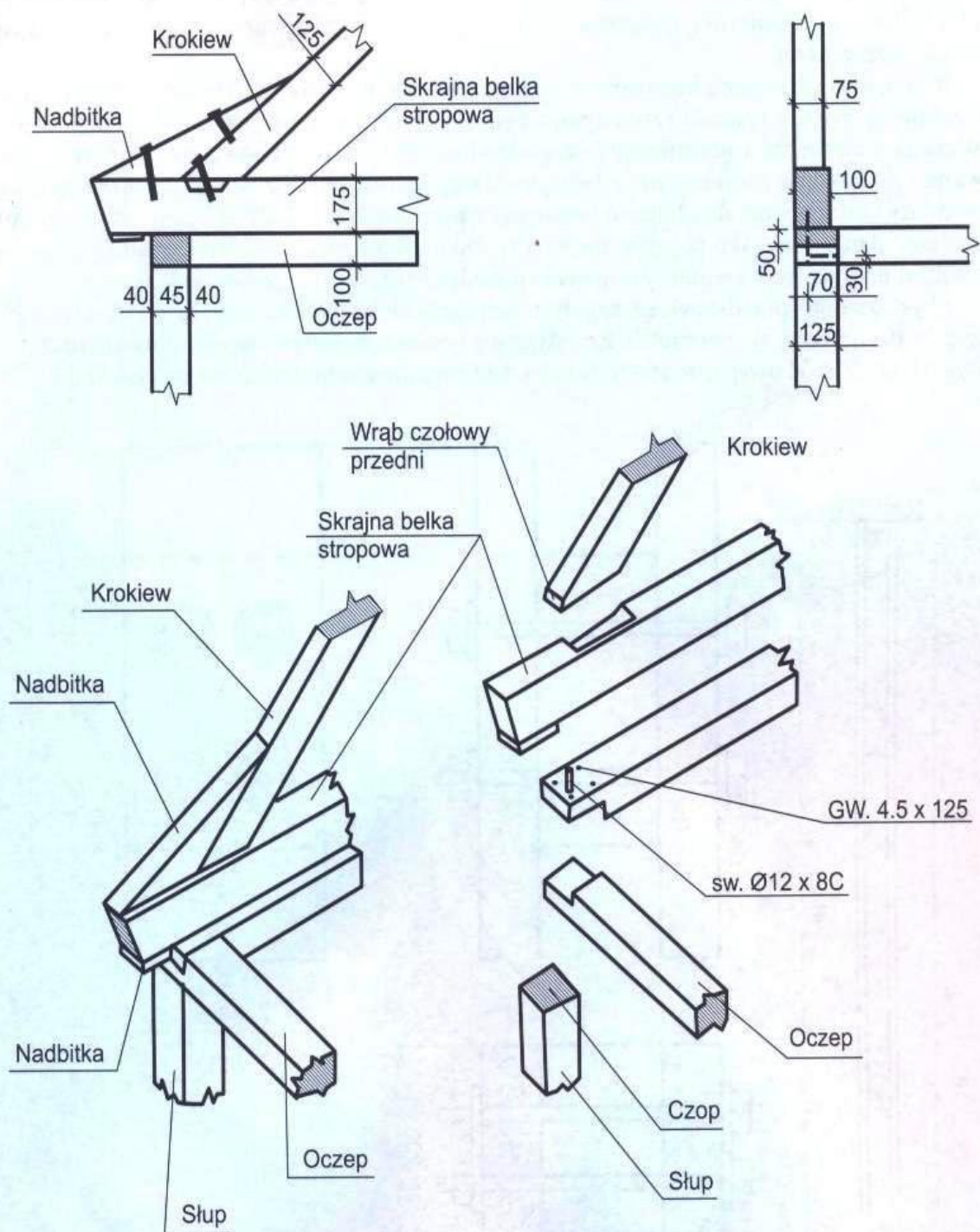
Rysunki zestawieniowe przedstawiają całe konstrukcje lub nawet zespoły konstrukcji, np. więźbę dachową, ścianę szkieletową, więzary drewniane dachowe itp. Pokazane są na nich wszystkie elementy konstrukcji – w odpowiedniej podziałce i zwymiarowane. Rysunki te nazywane są także montażowymi, ponieważ zawierają wszystkie informacje niezbędne do wykonania montażu (często są jeszcze uzupełnione tabelą zawierającą wykaz elementów).

Najczęściej stosowane konstrukcje z drewna to więzby dachowe. Do ich wykonania potrzebne są zwykle rysunki rzutu (patrz rys. 1.7a) oraz przekroju pionowego (rys. 1.7b). Wszystkie elementy konstrukcyjne przedstawione na rysunkach powinny być ponumerowane i zestawione w oddzielnej tabeli (np. takiej jak tab. 11.11), zawierającej szczegółowe wymiary i odniesienia do obliczeń konstrukcyjnych (np. skrót POZ. 1.1 oznacza fragment obliczeń oznaczony jako pozycja numer 1.1). Taki zestaw rysunków wraz z tabelą pozwala cieślom przygotować elementy konstrukcji dachu i zmontować ją we właściwy sposób.

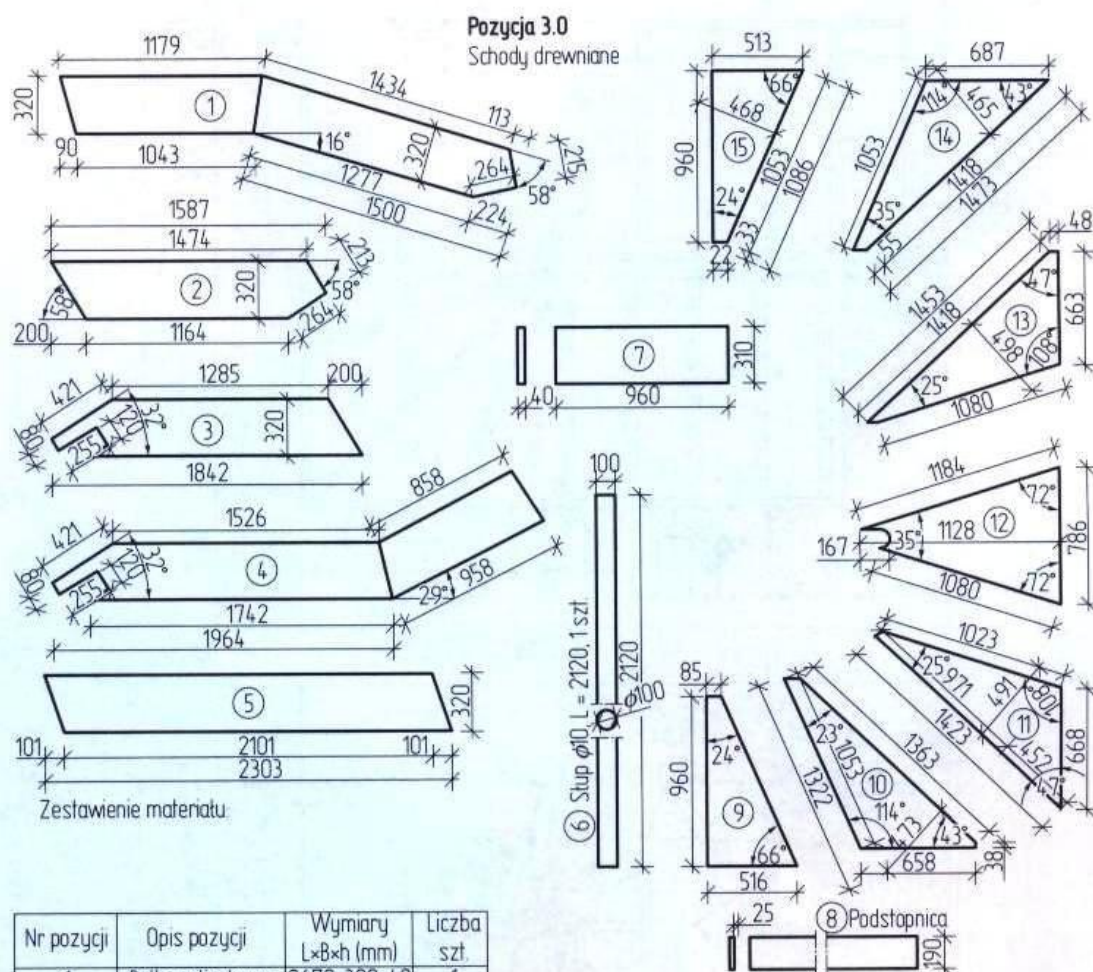
Aby dokładniej przedstawić szczegóły konstrukcji, niekiedy wykonuje się również rysunek więzby dachowej w aksonometrii. Przestrzenny rysunek znacznie ułatwia prace montażowe (rys. 11.32). Zwróć uwagę, że jest to więźba dachowa innego budynku niż na rysunku 1.7.



Rys. 11.33. Przykład rysunku roboczego słupa drewnianego z przewiązkami wewnętrznymi, łączącego śrubami: a) schemat, b) i c) rozmieszczenie śrub i sworzni, d) przekrój [9]



Rys. 11.34. Przykład zastosowania rysunków aksonometrycznych do przedstawienia połączenia ściany ryglowej z oczepami, belką i krokwią [9]



Drewno dqb/sosna

Uwagi:

- 1 Stopnice z podstopnicami tąćzyć górą na wpust prosty dół za pomocą wkrętów.
- 2 Belki policzkowe mocować do ścian i podciągu żelbetowego za pomocą śrub rozporowych M12
- 3 Wszystkie potężczenia wykonywać przy pomocy wkrętów dobranych indywidualnie do każdego typu potężczenia

Rys. 11.36. Elementy schodów drewnianych z rys. 11.6 i ich zestawienie

Rysunki robocze są rysunkami elementów stanowiących część konstrukcji. Zwykle są one sporządzane dla warsztatu przygotowującego te elementy. W widoku lub przekroju podłużnym powinny być rysowane linią cienką ciągłą, przedstawiającą obrys elementu, a w przekroju poprzecznym – linią cienką ciągłą, przedstawiającą przekrój elementu. Przykład rysunku roboczego pokazany jest na rysunku 11.33. Dla lepszego wyjaśnienia budowy elementów konstrukcji rysunek roboczy wykonany w widokach i przekrojach może być uzupełniony odpowiednimi rysunkami aksonometrycznymi. Na rysunku 11.34 obok widoku i przekroju dość skomplikowanego połączenia słupa z oczepami, belką i krokwią znajdują się też rysunki aksonometryczne złożonego i rozłożonego połączenia.

Elementy drewniane można zespalać różnymi łącznikami. W zależności od stopnia dokładności rysunku (podziałki) oznaczenie łącznika może być uproszczone lub szczegółowe. Wykaz oznaczeń łączników określa norma PN-B-01042:1999 (tabela 11.11).

Na koniec omówimy coś bardziej skomplikowanego. Ponieważ zawód stolarza budowlanego zanika, jego zadania na budowie często musi wykonywać cieśla. Jednym z bardziej skomplikowanych zadań tego rodzaju jest na przykład wykonanie wewnętrznych schodów drewnianych, przy którym konieczne jest zachowanie dużej dokładności. Na rysunku 11.35 pokazane są zabiegowe schody drewniane wraz z elementami niezbędnymi do montażu, takimi jak śruby mocujące. Na rysunku 11.35 każdy element schodów ma podane wymiary i jest opatrzony numerem, który umożliwia odszukanie go na następnej ilustracji (rys. 11.36). Pokazano tam każdy element oddzielnie, dzięki czemu widać dokładnie jego kształt i wymiary. Uzupełnieniem rysunku 11.36 jest tabelaryczne zestawienie materiału potrzebnego do wykonania schodów zawierające numer i nazwę każdego elementu oraz liczbę tych elementów.

PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie rodzaje rysunków stosowane są w projektach konstrukcji drewnianych?
2. Kiedy sporządza się rysunki aksonometryczne konstrukcji drewnianych?
3. W tabeli 11.11 zestawione są wszystkie elementy konstrukcji więźby dachowej z rysunku 1.7 (zamieszczonego w pierwszym rozdziale). Wskaż na tym rysunku poszczególne elementy opisane w tabeli.
4. Na rysunku 11.33 znajduje się projekt dwugałęziowego słupa drewnianego z wewnętrznymi przewiązkami. Określ:
 - wymiary gałęzi słupa,
 - wymiar przewiązek,
 - rodzaj śrub, jakimi mają być łączone gałęzie słupa.
5. Powiedz, z ilu elementów składają się schody przedstawione na rysunku 11.35. Informacje na ten temat znajdziesz w zestawieniu na rysunku 11.36.

11.5

Liternictwo

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- od czego zależy wygląd napisu
- jak powinny być rozmieszczone litery w napisie
- jak sporządzać duże napisy

Wykonywanie dużych napisów jest znacznie trudniejsze niż opisywanie rysunków technicznych. Umiejętność ta jest szczególnie potrzebna malarzom, którzy czasami muszą wykonywać różne napisy, numerować drzwi pomieszczeń, oznaczać literami i cyframi skrzynki instalacji elektrycznych itp. Przydaje się to również technikom budowlanym oraz kamieniarzom i sztukatorom.

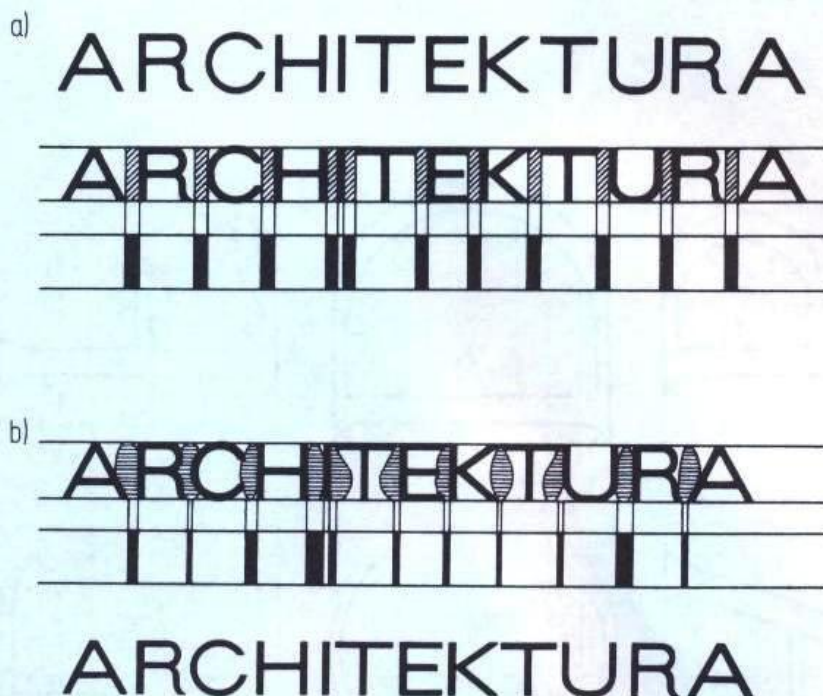


Rys. 11.37. Wygląd napisu zależy od kroju liter [14]

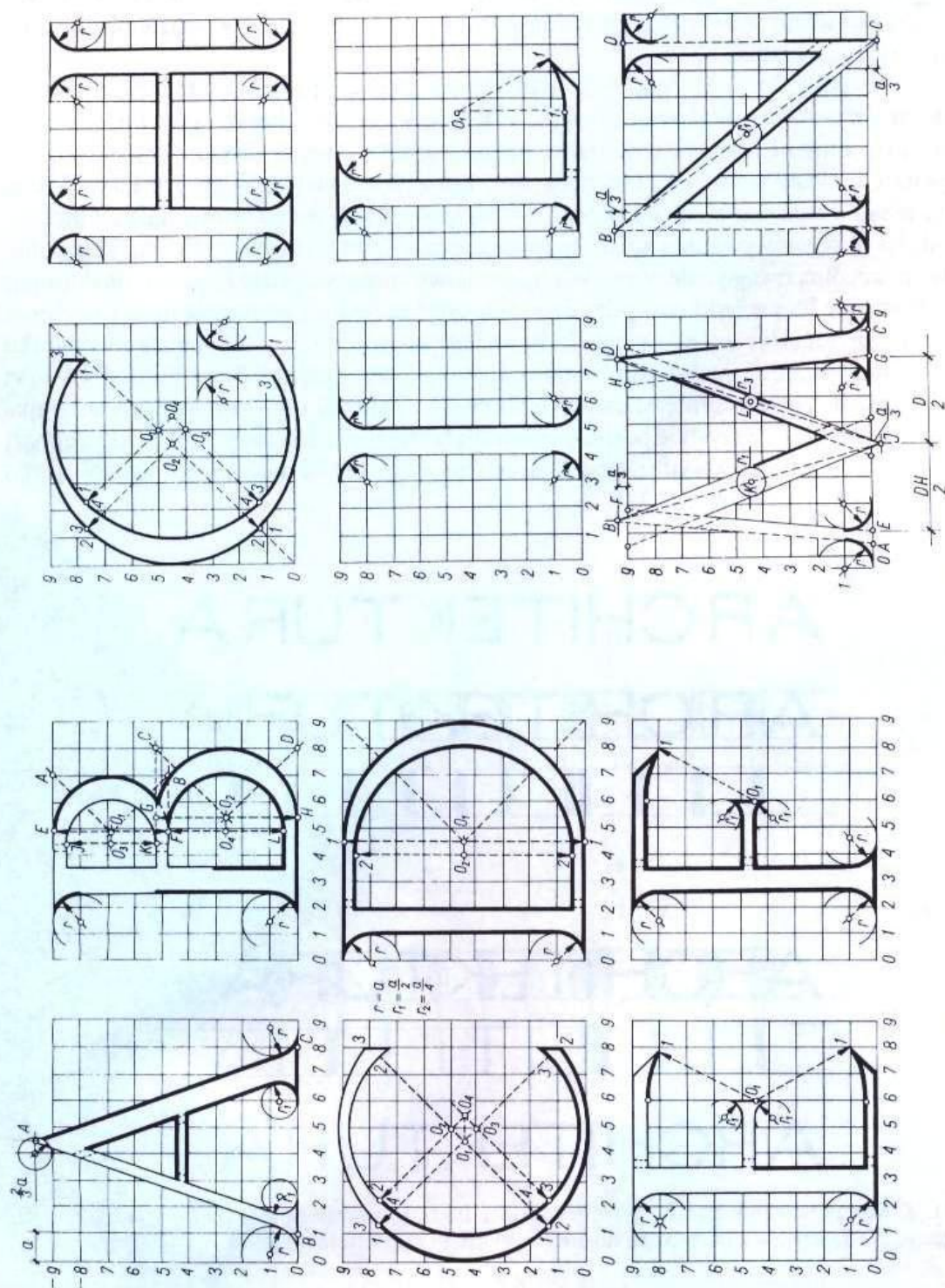
Do wykonywania napisów dużymi literami trzeba się starannie przygotować. Należy dobrać krój liter odpowiadający charakterowi napisu, we właściwy sposób rozmieścić litery i wyrazy oraz określić wygląd całego napisu (w ilu ma być wierszach, jak długie będą te wiersze itd.). Trzeba też zastanowić się nad techniką wykonania. Im większy napis, tym wyraźniej widoczne będą wszystkie niedokładności, które powstaną w czasie planowania i realizacji tego zadania.

Krój liter powinien być zgodny z charakterem napisu. Innych liter użyjemy na tabliczkach z nazwami pokoiów biurowych, a innych w centrum handlowym lub wesołym miasteczku; innymi literami wykonamy napis *Magazyn* i szyld zakładu pogrzebowego. Oczywiście do każdego napisu można wybrać kilka rodzajów liter – ich przykłady przedstawione są na rysunku 11.37. Do napisu *Architektura* pasuje przynajmniej kilka z nich.

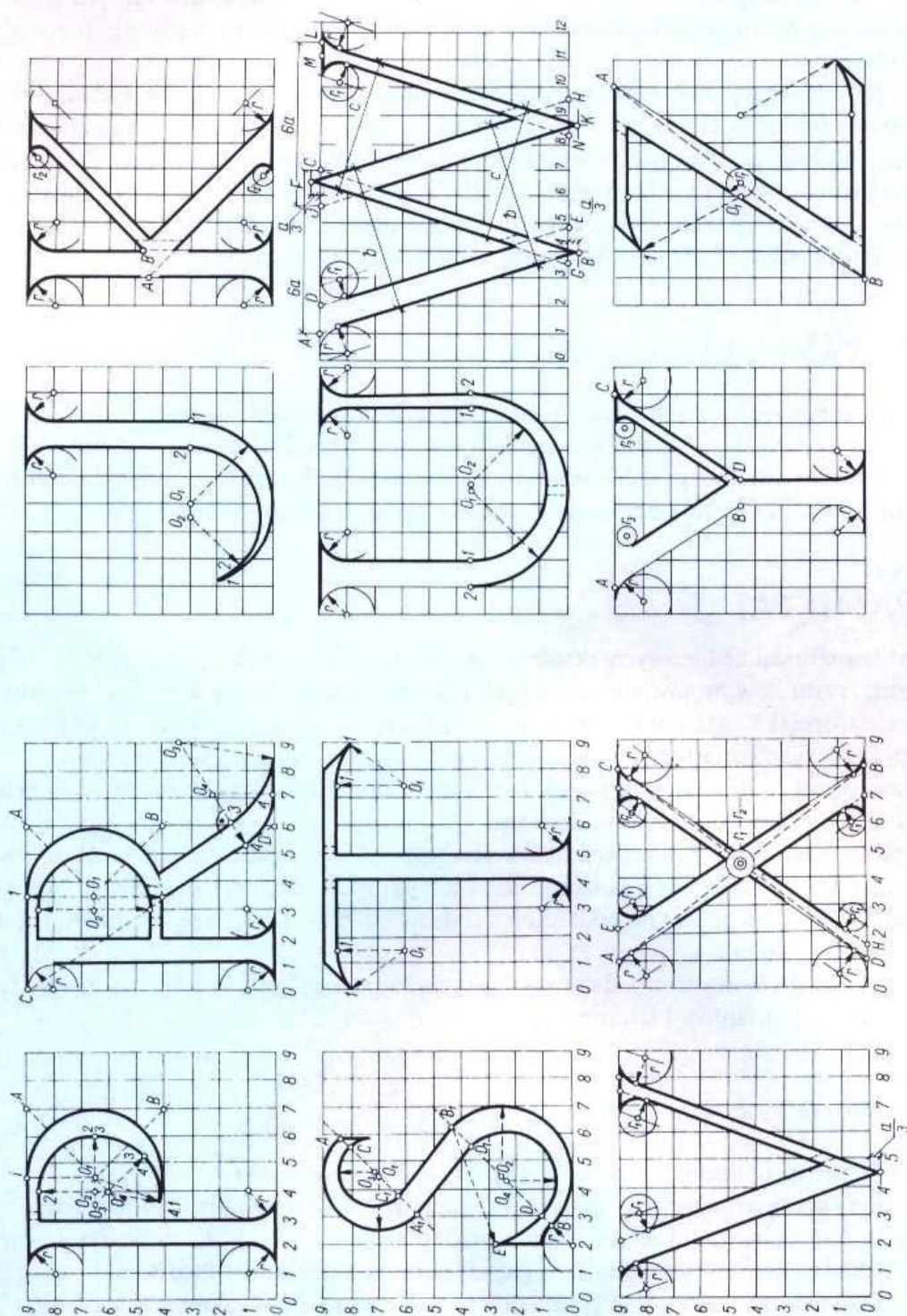
Podczas przygotowywania napisu, rozmieszczania liter i wyrazów, czyli jego komponowania, szczególną uwagę należy zwrócić na właściwe odstępy między literami. Błędem jest rozmieszczanie liter w jednakowych odstępach, gdyż niektóre z nich będą mogły wydawać się nieproporcjonalnie duże ze względu na kształt sąsiednich liter. W napisie na rysunku 11.38a odstępy między wszystkimi literami są jednakowe, a jednak litery R i C, K i T oraz R i A wydają się zbyt rozsunięte, natomiast litery H i I oraz U i R – zbyt ściśnięte. Napis wygląda dobrze, jeśli wszystkie odstępy sprawiają wrażenie jednakowych. Aby to osiągnąć, należy dopasować je do kształtu sąsiadujących ze sobą liter. Właśnie w ten sposób został wykonany napis na rysunku 11.38b.



Rys. 11.38. Komponowanie napisu (rozmieszczanie liter): a) niezalecane – litery w jednakowych odstępach, b) właściwe – z odstępami dostosowanymi do kształtu liter [14]



Rys. 11.39. Zasady kreślenia liter pisma rzymskiego, tzw. kapitły [14]



cd. rys. 11.39. Zasady kreślenia liter pisma rzymskiego, tzw. kapiąły [15]

Warto pamiętać o tym, że aby wyraz dobrze wyglądał, największe odstępki powinny być między literami mającymi na bokach elementy pionowe (np. E, H, I, L, M, N), mniejsze między zestawieniami liter zaokrąglonych i prostych (NO, IC itp.), a najmniejsze między parami liter zaokrąglonych (np. OC, DO, DC) oraz między literami, z których jedna ma linię pionową, a druga pochyłą (np. LA, AT, KY). Między literami A i W nie robi się żadnego odstępku.

Jeśli nie ma się wprawy w pisaniu dużymi literami, warto ułatwić sobie zadanie, rysując je na siatce przecinających się równoległych linii. Kreślenie liter jest wtedy znacznie łatwiejsze, gdyż ich poszczególne elementy rysuje się w małych kwadracikach. Zasady budowy liter pisma rzymskiego (zwanego kapitałą) z zastosowaniem takiej siatki pokazano na rysunku 11.39. Litery tego alfabetu wyróżniają się pięknym kształtem oraz harmonijnymi proporcjami i zakończone są poprzecznymi ozdobnikami zwanymi szeryfami.

PYTANIA I POLECENIA

1. Czym należy się kierować przy wyborze kroju liter do dużych napisów?
2. Czy odstępki między literami w napisach powinny być jednakowe?
3. Przyjrzyj się uważnie przedstawionym na rysunku 11.39 zasadom kreślenia liter pisma rzymskiego. Przygotuj odpowiednią siatkę i spróbuj narysować kilka liter, np. A, C, J.

ZAPAMIĘTAJ

Projekt konstrukcji żelbetowych składa się z rysunków konstrukcji, schematów montażu zbrojenia, rysunków prętów zbrojeniowych i zestawienia (wykazu) stali zbrojeniowej.

Norma europejska ustanowiła **oznaczenia kodowe**, za pomocą których w wykazie stali można zapisywać kształty prętów zbrojeniowych bez konieczności ich rysowania.

Podstawowymi rysunkami służącymi do montażu prefabrykowanych konstrukcji żelbetowych i stalowych są **rysunki zestawieniowe**.

Połączenia elementów konstrukcji stalowych wykonuje się przy użyciu śrub, nitów lub przez spawanie. Każde z tych połączeń jest na rysunkach oznaczane w inny sposób.

Wymiarowane spoin polega na podaniu ich rodzaju (tj. odpowiedniego symbolu), wymiaru poprzecznego i długości.

Rysunek zestawieniowy jest podstawowym rysunkiem konstrukcji drewnianej, służącym do wykonania elementów i ich montażu.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Jakie informacje umieszczane są w wykazie stali zbrojeniowej?
2. Do czego służą oznaczenia kodowe zbrojenia, wprowadzone normą europejską?
3. Co znajduje się na rysunkach zestawieniowych prefabrykowanych konstrukcji żelbetowych?
4. Czy wykaz elementów jest konieczną częścią dokumentacji konstrukcji prefabrykowanych?
5. W jaki sposób oznacza się na rysunkach spoiny czołowe, a w jaki pachwinowe?
6. Kiedy i w jakiej podziałce wykonuje się rysunki montażowe elementów konstrukcji stalowych?
7. Kiedy w projektach konstrukcji drewnianych stosuje się rysunki aksonometryczne?
8. W jakim celu sporządzane są rysunki robocze elementów konstrukcji drewnianych?
9. Od czego zależy dobór kroju liter przy tworzeniu dużych napisów?

LITERATURA

- [1] Norma PN-EN 22553:1997 *Rysunek techniczny. Połączenia spawane. Umowne przedstawianie na rysunkach.*
- [2] Norma PN-ISO 5261:1994 *Rysunek techniczny dla konstrukcji metalowych.*
- [3] Norma PN-ISO 5261:1994/Ak:1994 *Rysunek techniczny dla konstrukcji metalowych. Arkusz krajowy.*
- [4] Norma PN-ISO 4172:1994 *Rysunki budowlane. Rysunki do montażu konstrukcji prefabrykowanych.*
- [5] PN-ISO 7437:1994 i PN-ISO 7437/Ap1:1999 *Rysunek techniczny. Rysunki budowlane. Ogólne zasady wykonywania rysunków roboczych prefabrykowanych elementów konstrukcyjnych.*
- [6] PN-EN ISO 3766:2006 *Rysunek budowlany. Uproszczony sposób przedstawiania zbrojenia betonu.*
- [7] Norma PN-B-01040:1994 *Rysunek konstrukcyjny budowlany. Zasady ogólne.*
- [8] Norma PN-B-01041:1994 *Rysunek konstrukcyjny budowlany. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone.*
- [9] Norma PN-B-01042:1999 *Rysunek techniczny budowlany. Konstrukcje drewniane.*
- [10] T. Maj, *Zawodowy rysunek budowlany*, WSiP, Warszawa 2006.
- [11] E. Miśniakiewicz, W. Skowroński, *Rysunek techniczny budowlany*, Arkady, Warszawa 2011.
- [12] *Projekt architektoniczno-budowlany WB-3935 Budynek mieszkalny jednorodzinny*, Biuro Studiów i Projektów Budownictwa Wiejskiego AGROBISP, Kraków 2003.
- [13] *Projekt domu jednorodzinnego TUKAN*. Firma projektowa ARCHETON, Kraków 2005.
- [14] L. Wojciechowski, *Rysunek budowlany. Seria: Dokumentacja budowlana. Cz.1.*, WSiP, Warszawa 2006.
- [15] *Projekt architektoniczny: Budynek mieszkalny jednorodzinny DOM POD ORZECEM 2*. Przedsiębiorstwo Handlu i Usług Projektowo-Budowlanych ARCHON, Myślenice 2001.

12. Zastosowanie programów komputerowych w projektowaniu budowlanym

- Sporządzanie szkiców przy użyciu prostych programów
- Zaawansowane programy graficzne
- Rysowanie i wymiarowanie w zaawansowanym programie graficznym

12.1

Sporządzanie szkiców przy użyciu prostych programów graficznych

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

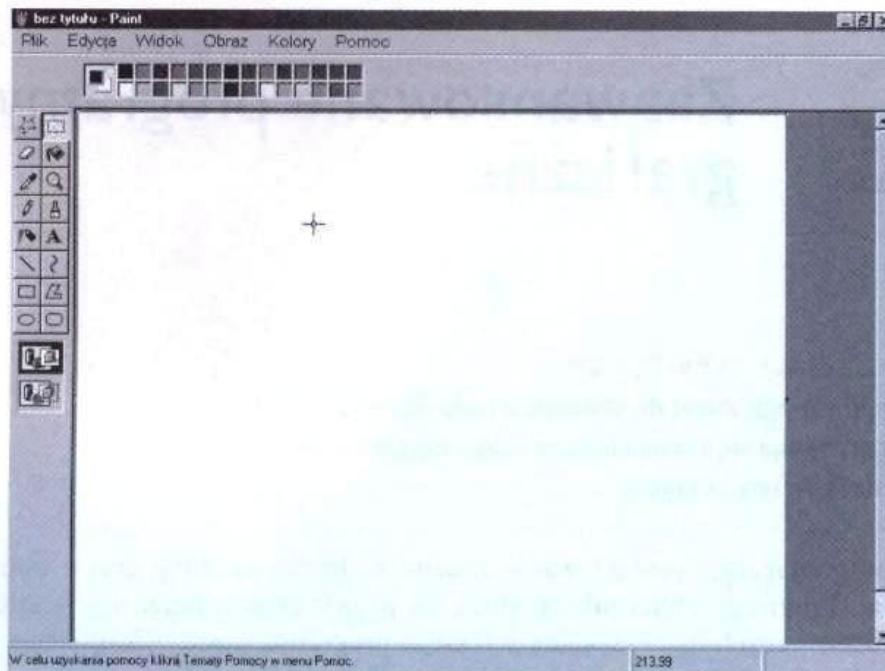
- do czego służą komputerowe programy graficzne
- jakimi narzędziami dysponują proste programy graficzne
- w jaki sposób można wykorzystać proste programy do sporządzania szkiców

Komputery ze specjalistycznym oprogramowaniem stały się narzędziem wspomagającym pracę prawie każdego człowieka. W banku, sklepie, urzędzie, biurze, a nawet w taksówce (kasa fiskalna to również pewien rodzaj komputera) trudno dziś wyobrazić sobie obsługę klientów bez komputera. Znalazł on także szerokie zastosowanie w przemyśle i budownictwie, gdzie oprócz programów komputerowych do planowania, kosztorysowania, rozliczania, organizacji pracy itp. powszechnie wykorzystuje się **programy wspomagające projektowanie** (w skrócie CAD – od angielskiego określenia *Computer Aided Design*, czyli komputerowe wspomaganie projektowania) oraz wiele innych. Nie udało się co prawda zbudować komputerów, które całkowicie zastąpiłyby przy projektowaniu człowieka, ale mogą bardzo pomóc, wykonując wiele uciążliwych prac. Jedną z nich jest kreślenie. Rysowanie to czynność żmudna, pracochłonna, wymagająca dużej dokładności i cierpliwości, dlatego technice komputerowej niemal od samego początku towarzyszy intensywny rozwój grafiki komputerowej. Powstają coraz doskonalsze programy graficzne wspomagające projektowanie oraz urządzenia, które te elektroniczne projekty przenoszą na papier.

Nie trzeba jednak kupować i instalować drogich programów graficznych, aby wykonać niezbyt skomplikowany szkic, np. inwentaryzacyjny. Wystarczy do tego program będący aplikacją systemu operacyjnego. Tak jest w przypadku systemu Windows, w którym zainstalowany jest edytor rysunków Paint. Umożliwia on tworzenie rysunków i zapisywanie ich jako plików w popularnych formatach graficznych (np. bmp, jpg, gif). Pliki te (rysunki) można wstawiać do dokumentów tekstowych lub wysyłać pocztą elektroniczną. Na rysunku 12.1 pokazane jest okno edytora Paint (w różnych wersjach systemu Windows układ ikon może wyglądać nieco inaczej).

Poszczególne ikony (od góry) mają określone funkcje:

- **gwiazdka** – służy do zaznaczania nieregularnego obszaru;
- **wykropkowany prostokąt** – zaznacza się nim prostokątny obszar w celu jego skopiowania, wycięcia lub dalszej obróbki; obiekt zostaje wówczas otoczony linią przerywaną z małymi kwadracikami;
- **gumka** – umożliwia wymazywanie zbędnych fragmentów rysunku;
- **kałamarz** – pozwala na zamalowanie wybranym kolorem większej powierzchni rysunku;
- **pipeta** – służy do pobierania koloru z jednego obszaru rysunku, aby przenieść go na inny element;



Rys. 12.1. Okno edytora rysunków Paint (Windows XP)

- **lupa** – powiększa zaznaczony fragment rysunku;
- **ołówek** – rysuje krzywe o dowolnych kształtach;
- **pędzel** – służy do malowania grubych krzywych o dowolnych kształtach;
- **spray** – umożliwia rysowanie wzorów;
- **litera A** – służy do wprowadzania tekstu;
- **linia prosta** – pozwala na rysowanie prostych;
- **krzywa** – rysuje krzywe o określonych kształtach;
- **prostokąt** – umożliwia rysowanie prostokątów i kwadratów;
- **wielokąt** – służy do rysowania tego typu figur;
- **elipsa** – pozwala na rysowanie okręgów i elips;
- **zaokrąglony prostokąt** – umożliwia rysowanie tego typu figur.

W nowszych wersjach programu Paint mogą się znajdować jeszcze inne ikony, np. gwiazdki i trójkąty służące do rysowania takich figur.

Tworzenie rysunków za pomocą tego edytora jest dość czasochłonne, dlatego powinno się go wykorzystywać do rysowania rzutów czy przekrojów niezbyt skomplikowanych figur lub brył. Można go też używać do sporządzania rysunków inwentaryzacyjnych na podstawie wcześniej wykonanych odręcznych szkiców.

PYTANIA I POLECENIA

1. W jaki sposób komputerowe programy graficzne wspomagają projektowanie?
2. Jakie rodzaje rysunków można sporządzać w edytorze rysunków Paint systemu operacyjnego Windows?
3. Wykonaj odręczny szkic dowolnej sali lekcyjnej wraz z wymiarami (tj. sporządź inwentaryzację), a potem spróbuj narysować go z zachowaniem proporcji w edytorze Paint.

12.2

Zaawansowane programy graficzne

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie programy mogą służyć do obliczeń, a jakie do projektowania
- czym charakteryzują się zaawansowane programy graficzne
- do czego służą plotery i skanery

Programy wspomagające projektowanie można podzielić na dwie grupy: obliczeniowe i projektowe. Programy obliczeniowe służą do projektowania konstrukcji żelbetowych, stalowych, drewnianych itp. Przykładem takiego programu może być aplikacja *Konstruktor* lub *Autodesk*. Istnieją też programy służące do sporządzania audytu poprzedzającego przygotowanie modernizacji i remontu obiektu oraz obowiązkowego świadectwa energetycznego, czyli analizy energetycznej budynku.

Programy do projektowania architektonicznego najczęściej są aplikacjami systemów typu CAD. Najbardziej znane z nich to: *AutoCAD*, *ArchiCAD*, *MegaCAD*, *BricsCAD*, *IntelCAD* – oraz programy, w których nazwie nie ma skrótu CAD, np. *Autodesk Revit Architecture* czy *PurmoH20*, program wspomagający projektowanie instalacji centralnego ogrzewania i centralnej wody użytkowej.

Systemy typu CAD nazywane są systemami komputerowego modelowania geometrycznego. Można w nich wydzielić systemy 2D, czyli dwuwymiarowe (płaskie) systemy rysunkowe i systemy 3D – do modelowania przestrzennego. Obecnie stosowane programy łączą obydwa te systemy.

Obiekty geometryczne (których w budownictwie jest najwięcej) buduje się z prostych modeli geometrycznych, zwanych **prymitywami geometrycznymi**. Do prymitywów geometrycznych zaliczamy odcinek, prostokąt, okrąg, walec, stożek itp. Korzystanie z nich znacznie ułatwia i przyspiesza modelowanie zarówno powierzchni (2D), jak i brył (3D).

Wykonywanie rysunków przy użyciu zaawansowanych programów komputerowych w zasadniczy sposób różni się od tradycyjnego kreślenia, nie jest to jedynie zastąpienie deski kreślarskiej komputerem, jak się często sądzi. Podstawowa różnica to możliwość **modelowania trójwymiarowego**. Rysunki dwuwymiarowe, rzuty i przekroje uzyskuje się bezpośrednio z modelu 3D.

Modelowanie przestrzenne 3D i późniejsze tworzenie rysunków dwuwymiarowych powinno się opierać na trzech zasadach:

- trzeba to robić w skali 1:1,
- musi to być wykonane precyzyjnie,
- należy wykorzystywać możliwości, jakie daje zastosowanie warstw¹.

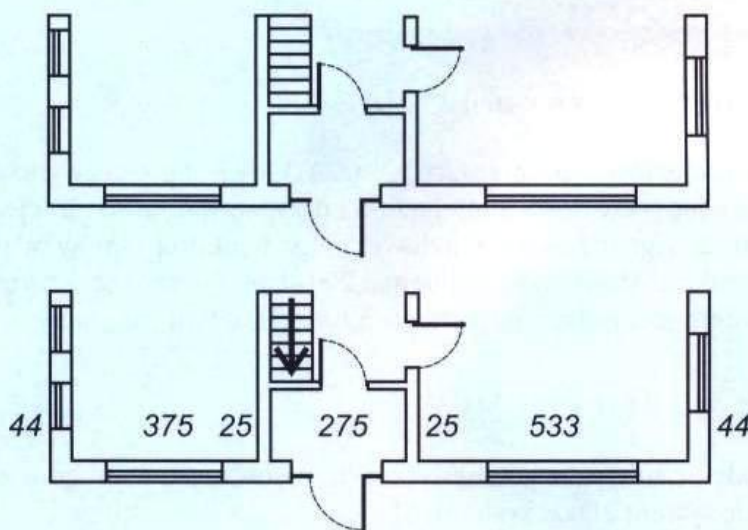
¹ Według: Z. Kacprzyk, B. Pawłowska, *Komputerowe wspomaganie projektowania*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2012.

Modelowanie w skali 1:1 pozwala stworzyć dokument, który może być wyświetlany na ekranie monitora lub zostać wydrukowany w dowolnej podziałce. Dzięki temu można zaprojektować najdrobniejsze szczegóły, a podziałkę i zakres wydruku dostosować do aktualnych potrzeb. Nie trzeba się przy tym martwić o grubość czy rodzaj linii, gdyż program sam dostosuje te parametry do skali wydruku. Podobnie jest z tekstami i liniami wymiarowymi.

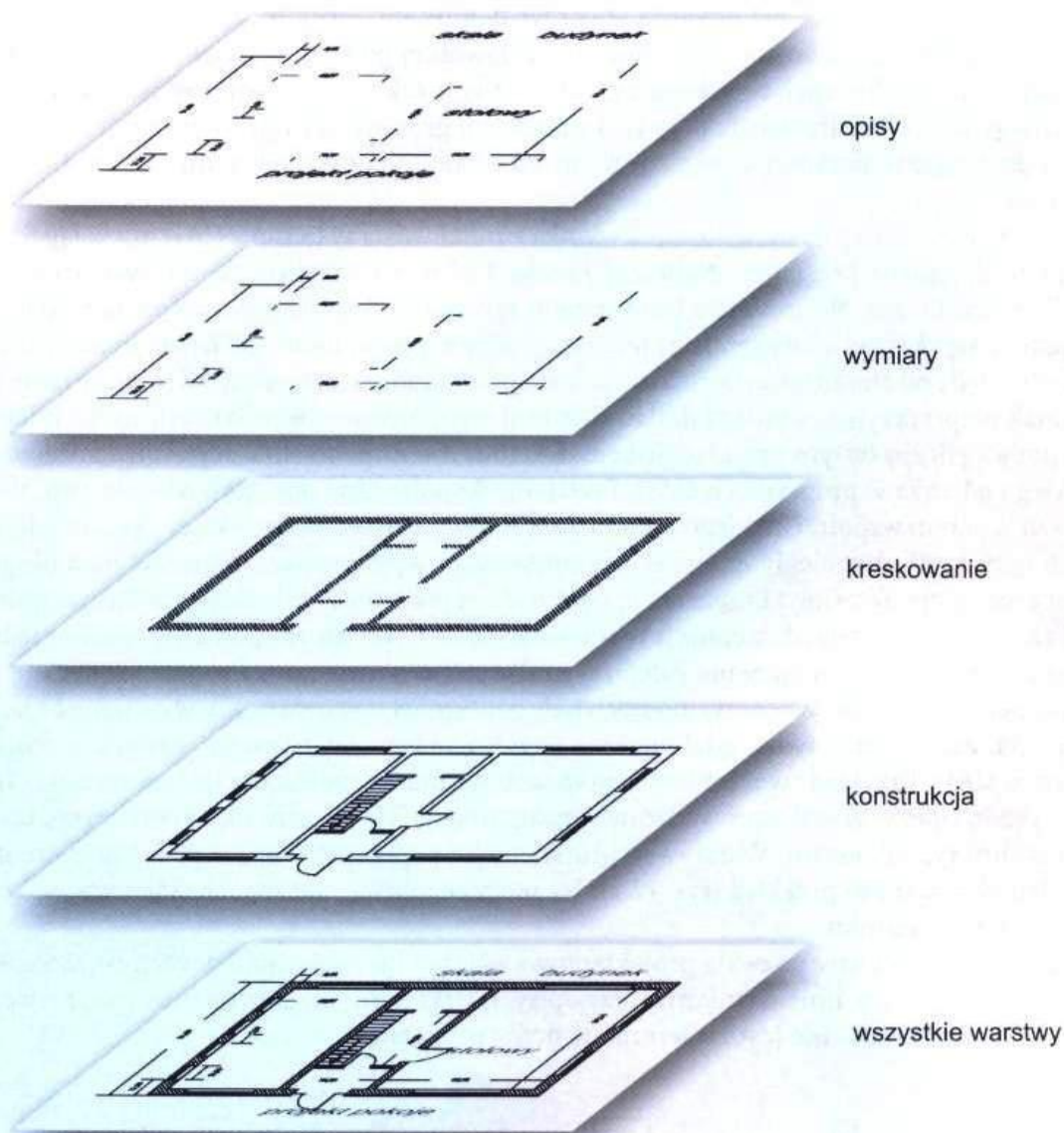
Zasada precyzyjnego modelowania wynika z możliwości systemów CAD, nieosiągalnych przy tradycyjnym kreśleniu. Najlepiej prześledzić to na przykładzie rysowania odcinka o długości 100 cm. W kreśleniu tradycyjnym rysunek wykonuje się w założonej skali, posługując się skalówką i wykreślając odcinek o odpowiedniej długości. Dokładność rysunku zależy wtedy od staranności pomiaru i jakości przyrządów kreślarskich. Kreślenie takie jest jednak nieprecyzyjne, wymaga dodawania linii wymiarowej i określania długości odcinka za pomocą liczby (w tym przykładzie będzie to 100 cm). Zupełnie inaczej wygląda rysowanie takiego odcinka w programach CAD. Podajemy współrzędne początku odcinka (np. $x = 0$, $y = 0$), a potem współrzędne jego końca (np. $x = 100$, $y = 0$). Powstanie w ten sposób odcinek o długości 100 równoległy do osi x . Nie musimy go wymiarować, ponieważ jego długość jest precyzyjnie określona i możemy ją odczytać bezpośrednio z obiektu, dokonując pomiaru za pomocą narzędzi dostępnych w systemach CAD. Nie ma też potrzeby rysowania linii wymiarowych. Po sporządzeniu całego rysunku projektu (np. rzutu) zwykle konieczne jest jego zwymiarowanie. Wykorzystujemy wtedy zautomatyzowany sposób wymiarowania. Na rysunku zaznaczamy tylko, gdzie ma się znajdować linia wymiarowa, a resztę wykonuje system CAD. Przykład tworzenia w ten sposób wymiarów pokazany jest na rysunku 12.2.

System warstw został wprowadzony w programach CAD w celu ułatwienia zarządzania obiektami rysunkowymi. Warstwa to grupa obiektów przedstawiająca podobne elementy. Najlepiej wyjaśni to przykład (rys. 12.3). Na poszczególnych warstwach rysowane są kolejne elementy rysunku.

Stosowanie warstw pozwala projektantowi włączać i wyłączać obiekty umieszczone na danej warstwie, np. linie wymiarowe czy opisy. Dzięki temu obraz znajdujący się na jednej lub kilku warstwach nie jest zaciemniany przez pozostałe.



Rys. 12.2. Tworzenie wymiarów. Wskazania projektanta na lewym rysunku oznaczone są $\times [2]$



Rys. 12.3. Wykorzystanie warstw w rysunku 2D [2]

Sporządzanie projektów w programach typu CAD nie jest proste, wymaga dużej biegłości w obsłudze, a więc także dość długiej nauki i przygotowania. W niniejszym podręczniku zostały jedynie zasygnalizowane możliwości tego typu programów. Warto na przykład wiedzieć, że instrukcja *ArchiCAD*-a ma ponad 200 stron i można ją otrzymać tylko razem z oprogramowaniem (oczywiście odpłatnie – a nie jest to tani program).



PYTANIA I POLECENIA

1. Podaj przykłady prymitywów geometrycznych stosowanych w programach typu CAD.
2. Czym różni się system 2D od systemu 3D?
3. W jaki sposób w programach typu CAD uzyskuje się rysunki rzutów i przekrojów? Wyjaśnij, na czym polegają zasady modelowania precyzyjnego.

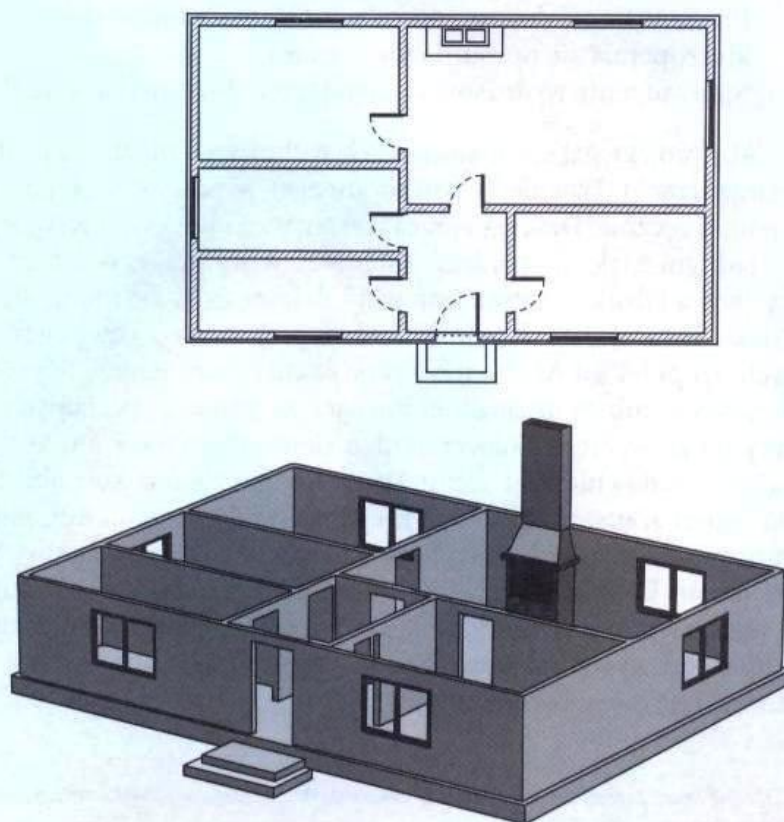
12.3

Rysowanie i wymiarowanie w zaawansowanym programie graficznym

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie możliwości daje program zaawansowany *ArchiCAD*
- jakie są podstawowe zasady pracy z takim programem
- jakie należy wykonać kroki, tworząc nowy projekt

Jednym z najpopularniejszych programów wspomagających projektowanie architektoniczno-budowlane jest *ArchiCAD*. Program ten nie tylko umożliwia wykonywanie podstawowych czynności (rysowanie), ale ma też rozbudowany zestaw specjalistycznych narzędzi, pozwalających np. na tworzenie wielowarstwowych ścian, generowanie przestrzennych schodów czy dachów, posiada również bibliotekę typowych elementów (okien, drzwi, mebli itp.). Najpierw tworzony jest obraz przestrzenny obiektu (budynku), a potem generowane są rysunki dwuwymiarowe: rzuty, przekroje i widoki. Każda zmiana w obrazie przestrzennym jest automatycznie dokonywana w rysunkach dwuwymiarowych.



Rys. 12.4. Rzut i tworzony model kondygnacji ze ścianami, drzwiami i oknami [2]

Podstawowe zasady pracy z programem *ArchiCAD*:

- modelujemy w podziałce 1:1;
- dokładnie określamy wymiary i położenie poszczególnych elementów;
- tworzymy wirtualny budynek, modelując jego kolejne kondygnacje;
- na rzucie kondygnacji modelu umieszczamy należące do niej trójwymiarowe elementy, takie jak ściany, słupy, stropy, belki, schody, okna, drzwi, a nawet meble (przykład na rys. 12.4);
- umieszczamy na rzucie elementy dwuwymiarowe – napisy, wymiary itp.;
- oglądamy płaskie rysunki trójwymiarowych modeli kondygnacji na rzutach;
- po określeniu linii przekroju automatycznie tworzymy przekrój lub elewację (widok) z modelu przestrzennego;
- z modelu automatycznie uzyskujemy zestawienia elementów;
- rzuty, przekroje i elewacje stanowią dokumentację techniczną¹.

Tworzenie nowego projektu budynku w *ArchiCAD*:

1. Otwarcie aplikacji i otwarcie nowego projektu.
2. Ustalenie jednostek, w których będziemy wyrażali dane liczbowe.
3. Określenie zestawu linii (style i grubości), z których będziemy korzystali, tworząc poszczególne elementy projektu.
4. Ustalenie zestawu materiałów, którymi będziemy pokrywać elementy modelu.
5. Określenie podziału projektowanego budynku na kondygnacje, dla których zostaną utworzone odrębne rzuty.
6. Precyzyjne umieszczenie na rzutach kondygnacji takich elementów, jak: ściany, belki, okna, drzwi, dach.
7. Sprawdzenie w widoku 3D projektowanego obiektu jego zgodności z naszymi oczekiwaniami.
8. Prezentacja gotowego modelu – rendering (wizualizacja).
9. Przygotowanie dokumentacji technicznej: rzutów, przekrojów, elewacji i detali; rysunki uzupełnia się opisami i wymiarami.
10. Sporządzenie wydruków zawierających dokumentację projektu.

Aby projekt stał się dokumentacją techniczną, musi zostać wydrukowany (zwykle w 4 egzemplarzach). Dawniej w tym momencie do pracy przystępował kreślarz, który sporządzał rysunki ręcznie. Dziś jego praca wykonywana jest przez wyspecjalizowane urządzenia.

Jednym z takich urządzeń jest **ploter**. Wprawdzie rysunki można wydrukować za pomocą zwykłej drukarki atramentowej lub laserowej, ale nie mogą one być zbyt duże (do A3). Niekiedy to wystarcza, jednak w wielu projektach potrzebne są rysunki o większych formatach, na przykład A1. Do ich wykonywania służą plotery. Pierwotnie były to komputerowo sterowane proste urządzenia kreślące za pomocą specjalnych pisaków. Współczesne plotery mogą wykreślać nawet bardzo skomplikowane rysunki z różnych dziedzin techniki, także z budownictwa i architektury. Różnią się między sobą pod względem budowy oraz wielkości arkuszy, na których mogą rysować (od A4 do A0), mogą się też różnić sposobem mocowania papieru, konstrukcją pisaków, napędem głowicy oraz oprogramowaniem. W czasie krótkich przerw w kreśleniu pisaki unoszą się automatycznie znad arkusza, a podczas dłuższych przerw są chowane („parkowane”) w magazynku, aby nie wysychały. Ploter jest wyposażony we własne wewnętrzne oprogramowanie, uzupełniające program znajdujący się w komputerze.

¹ Na podstawie: Z. Kacprzyk, B. Pawłowska, *Komputerowe wspomaganie projektowania. Podstawy i przykłady*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2012.

Najnowszym rozwiązaniem są plotery atramentowe lub laserowe, które zamiast pisaków mają głowice tego samego typu, jakie znajdują się w drukarkach atramentowych albo laserowych, dlatego też urządzenia te nazywa się czasem drukarkami wielkoformatowymi.

Graficzne programy komputerowe, obsługujące plotery, wyposażone są w elementy graficzne występujące w rysunkach technicznych – rodzaje pisma, kształt i wielkość liter, linie i punkty o różnych grubościach, gotowe figury geometryczne o dowolnych wielkościach. Umożliwiają też kreskowanie przekrojów lub rysowanie znaków i linii wymiarowych. Profesjonalne oprogramowanie plotera pozwala m.in. na zmniejszanie lub powiększanie rysunku albo jego fragmentu, wykonanie lustrzanego odbicia czy obrócenie.

Oprogramowanie uniwersalne plotera wspomaga kreślenie rysunków technicznych każdego rodzaju, ale oprócz tego urządzenia te współpracują z różnymi programami specjalistycznymi. Programy dla architektów mają na przykład specjalne **biblioteki oznaczeń** stosowanych w rysunkach architektoniczno-budowlanych, o których była mowa w rozdziale 7. i 8. Nie trzeba za każdym razem od nowa wprowadzać potrzebnych oznaczeń, wystarczy sięgnąć do biblioteki po gotowy rysunek, na przykład okna.

Innym urządzeniem, współpracującym z komputerem i bardzo przydatnym w pracy projektanta, jest **skaner**. Odczytuje on obrazy graficzne i nadaje im postać cyfrową zrozumiałą dla komputera, dzięki czemu naszkicowany przez projektanta rysunek może być poddawany dalszej obróbce za pomocą programów CAD. Skaner pozwala też na przykład wstawić nietypowe oznaczenie lub fragment jednego rysunku w inny.

PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie możliwości stwarza projektantowi program ArchiCAD?
2. Czym ploter różni się od drukarki wielkoformatowej?
3. Jakie możliwości stwarza oprogramowanie nowoczesnego plotera?
4. W czym pomaga projektantowi korzystanie ze skanera?
5. Sporządź projekt łazienki w domu jednorodzinnym. Korzystając z biblioteki programu, umieść na rysunku wszystkie elementy wyposażenia.

ZAPAMIĘTAJ

Proste edytory graficzne umożliwiające tworzenie rysunków znajdują się też w komputerowych programach operacyjnych.

Programy systemu CAD są dla architekta (i nie tylko) nieodzownym narzędziem pracy. Projektowanie przy użyciu tego programu odbywa się na **modelach przestrzennych**, z których później powstają rysunki dwuwymiarowe: rzuty i przekroje. Do ich drukowania służą plotery lub drukarki wielkoformatowe.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Czy w edytorze Paint można tworzyć rysunki projektów budowlanych?
2. Jak nazywane są programy typu CAD?
3. Jakie trzy zasady powinny obowiązywać przy projektowaniu przestrzennym 3D i dwuwymiarowym 2D?
4. Czy w systemach projektowania typu CAD konieczne jest ręczne rysowanie linii wymiarowych?
5. Czy wykonany ręcznie szkic można przenieść do programu graficznego i poddać dalszej obróbce?

LITERATURA

- [1] K. Sacha, *Komputer w szkole i w domu*, WSiP, Warszawa 1995.
- [2] Z. Kacprzyk, B. Pawłowska, *Komputerowe wspomaganie projektowania. Podstawy i przykłady*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2012.
- [3] M. Sławik, *Windows XP dla każdego*, Videograf Edukacja, Chorzów 2006.
- [4] E. Gurbiel, G. Hardt-Olejniczak, E. Kołczyk, H. Krupicka, M. Sysło, *Informatyka to podstawa*, WSiP, Warszawa 2012.

WYKAZ PODSTAWOWYCH POJĘĆ W JĘZYKACH POLSKIM, ANGIELSKIM I NIEMIECKIM

JĘZYK POLSKI	JĘZYK ANGIELSKI	JĘZYK NIEMIECKI
aksonometria	axonometry; axonometric projection (aksjonometria, ale też rzut aksono- metryczny)	die Axonometrie(-n)
aksonometria dimetryczna	frontal axonometry; dimetric skew axonometry; dimetric axonometric projection	die dimetrische Axonometrie
aksonometria izometryczna	isometric axonometry; isometric projection; isometry	die isometrische Axonometrie
aksonometria prostokątna	orthogonal axonometry	die rechtwinklige Axonometrie
aksonometria ukośna	skew axonometry	die schiefwinklige Axonometrie
analiza przedmiotu	analysis of the/a subject-matter; subject matter analysis	die Objektanalyse(-n)
bryła geometryczna	geometric solids	der geometrische Körper
deska kreślarska	drawing board	das Reißbrett(-er)
detal architektoniczny	architectural details;	das architektonische Element
drabina	ladder	die Leiter(-n)
schody drabiniaste	mill stairs/ miller stairs/ miller staircase	die eingeschobene Treppe
dźwig (windy)	lifts (brytyjski angielski); elevators (amerykański angielski)	der Aufzug("e), der Fahrstuhl("e), der Lift(-e)
edytor rysunków paint	Graphic editor Paint; graphics painting program;	die Grafiksoftware Paint
element wyposażenia	piece of equipment; element of equipment; fitment (stały element wyposażenia); fixture (stały e. w. - oświetlenie, armatura)	das Zubehörteil(-e); der Einrichtungs- gegenstand("e)
elewacja	elevation; front-view (front view)	die Vorderansicht(-en), der Aufriss(-e); die Front(-en), die Fassade(-n)
elipsa	ellipse	die Ellipse(-n)

JĘZYK POLSKI	JĘZYK ANGIELSKI	JĘZYK NIEMIECKI
figura geometryczna	geometrical figures	die geometrische Figur
format podstawowy a4	basic format A4	das DIN-A-4-Format
format rysunku	drawing format; format of drawing; drawing size	das Zeichnungsformat(-e)
fundamenty betonowe	concrete foundation; concrete footing	das Betonfundament(-e)
geometria wykreślna	descriptive geometry	die darstellende Geometrie
grubość linii rysunkowych	drawing lines thickness; thickness of drawing lines	die Linienbreite(-n), die Strichstärke(-n)
inwentaryzacja budowlana	construction inventory control; building construction inventory; property condition survey	die Bestandsaufnahme(-n)
kąt	angle	der Winkel(-)
koło	circle	der Kreis(-e)
konstrukcja betonowa	concrete construction	die Betonkonstruktion(-en)
konstrukcja żelbetowa	structures and ferro-concrete construction/ structures; reinforced concrete construction	die Stahlbetonkonstruktion(-en)
konstrukcja stalowa	steelworks/steel constructions	die Stahlkonstruktion(-en)
konstrukcja stalowa spawana	welded steel construction	die Stahl-Schweißkonstruktion(-en)
krzywik kreślarski	drawing curves (dotyczą rysunku tech- nicznego); French curves (w rysunku technicznym)	das Kurvenlineal(-e)
kwadrat	square (figura, ale również potęga); quadrangle (czworokąt); quad; quadrat	das Quadrat(-e)
liczba wymiarowa	dimension figures; dimension dra- wings (dotyczą rysunku technicznego)	die Maßzahl(-en)
linia wymiarowa	dimension line; extension line (linia wymiarowa pomocnicza)	die Maßlinie(-n)
liniał	ruler; rule; straight edge	das Lineal(-e)

JĘZYK POLSKI	JĘZYK ANGIELSKI	JĘZYK NIEMIECKI
linia rysunkowa	lines (in drawing): outline line, visible line, continuous line (linia ciągła); heavy, thick - gruba; light, thick - cienka; hidden line, dashed line (linia kreskowa); center line, dash-dot line (linia punktowa); datum line, dashed line with two dots (linia dwupunktowa); break line (linia falista - short i zygzakowata - long); break line (linia przerywana)	die Linie(-n)
liternictwo	lettering	die Typografie; die Schriftkunst
meble wbudowane	built in (built-in) furniture	die Einbaumöbel (Pl.)
norma techniczna	engineering standards	die technische Norm
numerowanie pomieszczeń	room numbering; numbering of rooms	die Nummerierung der Räume
odcinek	(line) segment; sector; lenght	die Strecke(-n)
odcinek koła	segment of a circle; circular segment	das Kreissegment(-e)
okrąg	circle	der Kreis(-e)
ołówek kreslarski	drawing pencil	der Bleistift(-e)
opis techniczny projektu architektoniczno-budowlanego	technical specifications for architectural and construction project/ architectural and building project	die Baubeschreibung(-en)
osie aksonometryczne	axonometric axis/axes	die axonometrischen Achsen (Pl.)
ośmiokąt foremny	regular octagon	das regelmäßige Achteck
otwór okienny	window opening	die Fensteröffnung(-en)
otwór drzwiowy	door opening; doorway opening	die Türöffnung(-en)
oznaczanie elementów do usunięcia	marking/labeling of elements/items to remove/delete	die Bezeichnung der zu beseitigenden Elemente
oznaczanie elementów konstrukcyjnych	marking structural elements; labeling of structural elements	die Bezeichnung der Bauteile
oznaczanie nachylenia skarp wykopów i nasypów	marking of cut and fill slopes gradient	die Bestimmung der Neigung der Einschnittsböschungen und Dammböschungen

JĘZYK POLSKI	JĘZYK ANGIELSKI	JĘZYK NIEMIECKI
oznaczanie spoin	junction marking/labeling;	die Kennzeichnung der Schweißnähte
oznaczanie wnęk	recess labeling	die Kennzeichnung von Nischen
oznaczenie dokładne	accurate marking/labeling	die genaue Darstellung, die genaue Bezeichnung
oznaczenie graficzne materiałów budowlanych	graphic/graphical marking/labeling of building material	die zeichnerische Darstellung von Baustoffen, die Kennzeichnung von Baustoffen
oznaczenie kodowe kształtów prętów zbrojenia	code marking/labeling of reinforcement bar shapes	die Kurzbezeichnung der Formen der Bewehrungsstäbe
oznaczenie kondygnacji	tier marking; labeling floor levels	die Angabe des Geschosses
oznaczenie przewodów kominowych	marking of flues/chimney holes	die Bezeichnung der Schornsteinleitungen
oznaczenie umowne	stipulated marking/labeling	die herkömmliche Bezeichnung
oznaczenie uproszczone	simplified marking	die vereinfachte Darstellung
oznaczenie stron świata	marking points of compass	die Angabe der Himmelsrichtung
perspektywa boczna	lateral perspective	die Seitenansicht(-en)
perspektywa czołowa	frontal perspective	die Vorderansicht(-en)
pięciokąt	pentagon	das Fünfeck(-e)
pismo techniczne	lettering	die Normschrift(-en)
ploter	plotter	der Plotter(-)
pochylnia	ramp; ways; brow; building berth; building slip; building way; inclined drift; inclined plane	die Rampe(-n)
podział odcinka	division of a line segment	die Teilung einer Strecke
podziałka naturalna	natural scale	der natürliche Maßstab
podziałka rysunkowa	drawing scale (skala rysunku)	der Maßstab("e) (für technische Zeichnungen)
podziałka rysunkowa zmniejszająca	scale drawing; reduced scale	der Verkleinerungsmaßstab("e)

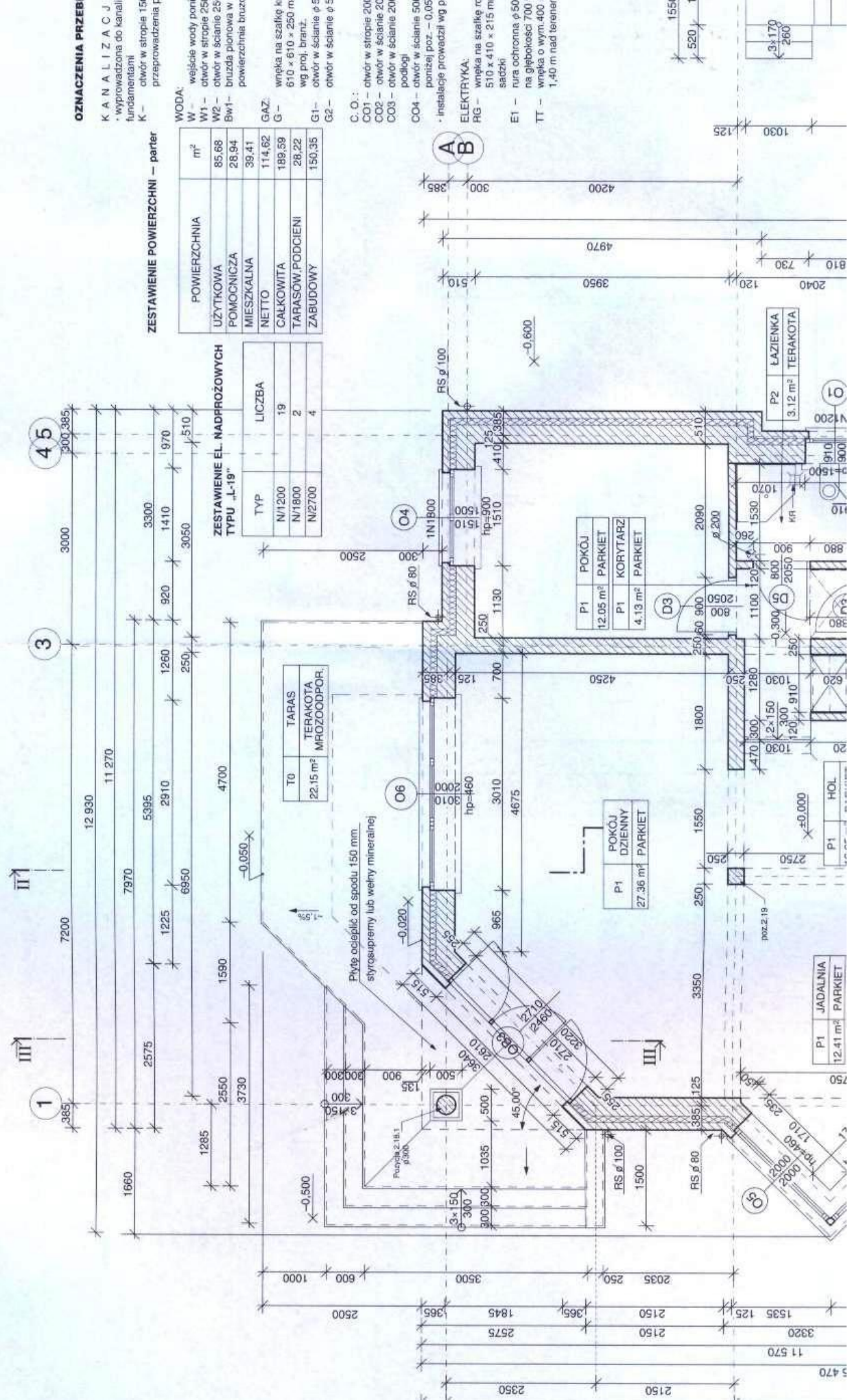
JĘZYK POLSKI	JĘZYK ANGIELSKI	JĘZYK NIEMIECKI
podziałka rysunkowa zwiększająca	additional scale; enlarged scale	der Vergrößerungsmaßstab("-e)
podziałka rysunków architektoniczno-budowlanych	architectural drawing scale; architectural and building drawing scale; scale of architectural drawing	der Maßstab für Bauzeichnungen
pomocnicza linia wymiarowa	extension lines	die Maßhilfslinie(-n)
półprosta	ray; radius	der Strahl(-en), die Halbgerade(-n)
półwidok-półprzekrój	half section	der Halbschnitt(-e)
prefabrykowane konstrukcje żelbetowe	prefabricated reinforced concrete structures	die Stahlbetonfertigteile (Pl.)
programy komputerowe wspomagające projektowanie	computer software assisting in designing; computer software to aid the design; computer program supporting the design	die computergestützten Planungs- und Entwurfsmethoden (Pl.)
projekt architektoniczno-budowlany obiektu	architectural and building project/ design of object	der Eingabeplan("-e); der Bauplan("-e)
projekt budowlany	building project	die Genehmigungsplanung(-en), die Eingabeplanung(-en)
projekt zagospodarowania działki lub terenu	plot or area development design; plot or land development project; an outline development/management plan for individual plot/area	der (amtliche) Lageplan("-e)
projekt zagospodarowania placu budowy	building site arrangement plan; construction site development project	der Baustelleneinrichtungsplan("-e)
prosta	straight line	die Gerade(-n)
prosta prostopadła	perpendicular line	die Lotgerade(-n)
prosta równoległa	parallel line	die Parallele(-n)
prostokąt	rectangle	das Rechteck(-e)
przekroje proste	simple cross-section	die einfachen Schnitte (Pl.)
przekroje złożone	composite cross-section; composite section	die komplizierten Schnitte (Pl.)
przekrój pionowy	vertical section	der vertikale Schnitt

JĘZYK POLSKI	JĘZYK ANGIELSKI	JĘZYK NIEMIECKI
przekrój podłużny	horizontal section; longitudinal section	der Längsschnitt(-e)
przekrój poprzeczny	cross section; transverse section	der Querschnitt(-e)
przekrój poziomy	horizontal cross-section	der horizontale Schnitt
punkt	point	der Punkt(-e)
rapidograf	rapidograph (pen); draftsman's ink pen	der Tuschezeichner(-)
rodzaje linii	line types	die Linienarten (Pl.)
romb	rhomb; rhombus	die Raute(-n), der Rhombus (Rhomben)
rozwiniecie płaszczyzn rzutowania	development of plans of projection; unfolding of plans of projection	die Abwicklung von Projektionsflächen
rozwiniecie powierzchni brył	development of solid surfaces	die Abwicklung der Körperoberfläche
rysunek orientacyjny projektu zagospodarowania działki	tentative drawing of plot development project/design	<brak tłumaczenia>
rysunek perspektywiczny	perspective drawing	die perspektivische Zeichnung
rysunek sytuacyjny projektu zagospodarowania działki	location drawing of plot development project/design	<brak tłumaczenia>
rysunek techniczny	technical drawing; drafting; draughting; engineering drawing (maszynowy)	die technische Zeichnung
rysunek techniczny odręczny	technical freehand drawing	die handgefertigte technische Zeichnung, die technische Zeichnung per Hand
rysunki i szkice inwentaryzacyjne	inventory drawings and drafts	die Zeichnungen und Skizzen im Rahmen der Bestandsaufnahme (Pl.)
rysunek instalacyjny	installation drawings	der Installationsplan("e)
rysunek montażowy	assembly drawings	die Montagezeichnung(-en)
rysunki przekrojów poziomych	drawings of horizontal cross sections	die Horizontalschnittzeichnungen (Pl.)
rysunki rzutów kondygnacji	floor projection drawings	die Geschosspläne (Pl.)

JĘZYK POLSKI	JĘZYK ANGIELSKI	JĘZYK NIEMIECKI
rysunek schematyczny	schematic drawing	die schematische Zeichnung(-en)
rysunek zestawieniowy	as-built drawing; assembly drawing; arrangement drawing	die Zusammenbauzeichnung(-en), die Zusammenstellungszeichnung(-en)
rzędna poziomu	y-coordinate	die Höhenordinate(-n)
rzędna zwierciadła wody gruntowej	ordinate of groundwater table; groundwater table ordinate	die Ordinate des Grundwasserspiegels
rzędna zwierciadła wody otwartej	ordinate of surface water	die Ordinate des Wasserspiegels eines offenen Gewässers
rzutowanie brył	projection of solids	die Projektion von Körpern
rzutowanie figur geometrycznych	projection of geometric figures/ shapes	die Projektion geometrischer Figuren
rzutowanie odcinka	projection of a line segment; segment projection	die Projektion einer Strecke
rzutowanie prostokątne	orthogonal/orthographic projection	die orthogonale Projektion, die Orthogonalprojektion(-en)
rzutowanie punktu	projection of a point	die Projektion eines Punktes
schemat montażowy zbrojenia	armor assembly diagram	die Bewehrungszeichnung(-en)
skaner	scanner	der Scanner(-)
spadek połaci dachu	slope of roof; slope drop	die Neigung der Dachfläche
spadki połaci dachowych	pitches of roof; roof pitches	<brak tłumaczenia>
spoina	welds; joints; junction; seams	die Schweißnaht("-e); die Fuge(-n)
spoina czołowa	groove welds; (w złączu teowym) T-butt welds; (w spawalnictwie) butt welds; (na 1/2V) bevel welds; (na K - w spawalnictwie) double-bevel butt welds	die Stumpfnaht("-e)
spoina pachwinowa	fillet welds; (o przekroju w kształcie trójkąta prostokątnego równoramiennego) standard fillet welds; (płaska) mitre fillet welds; (w złączu teowym) inside fillet weld; (z licem wklęsłym) concave filled weld	die Kehlnaht("-e)
sporządzanie szkicu	draw up sketch	die Anfertigung einer Skizze

JĘZYK POLSKI	JĘZYK ANGIELSKI	JĘZYK NIEMIECKI
sufit podwieszany	suspended ceiling; drywall ceiling; false ceiling	die abgehängte Decke
sześciokąt foremny	hexagon	das regelmäßige Sechseck
szkic odręczny	freehand sketch; manual sketch	die Handskizze(-n), die Skizze(-n)
szkicowanie	sketching; drafting; outlining	das Skizzieren
tabliczka tytułowa	title block	das Schriftfeld(-er)
trójkąt	triangle	das Dreieck(-e)
trójkąt prostokątny	right-angled triangle	das rechtwinklige Dreieck
trójkąt równoboczny	equilateral triangle	das gleichseitige Dreieck
trójkąt kreślarski (ekierka)	drafting triangle; set square; triangle; set square	das Geodreieck(-e)
układ rzutni do rzutowania prostokątnego	layout viewports for orthogonal/orthographic projection: method of first-angle projection ('European ISO-E') and method of third-angle projection ('American ISO-A')	die Lage der Projektionsebenen bei der orthogonalen Projektion
wielokąt foremny	regular polygon	das regelmäßige Vieleck
wieżba dachowa	roof structure; roof framing; rafter framing	der Dachstuhl("'-e)
współczynnik deformacji liniowej	linear deformation factor	der Koeffizient der linearen Deformation
wycinek koła	(circle) sector	der Kreisausschnitt(-e), der Kreissektor(-en)
wykaz stolarki drzwiowej	door schedule; door specification	das Verzeichnis der Türen
wykaz stolarki okiennej	window schedule; window specification	das Verzeichnis der Fenster
wykończanie szkicu	finishing the draft/sketch	die Fertigstellung der Skizze
wymiar rysunkowy	drawing dimension	die Zeichnungsbemaßung(-en)
wymiarowanie pisma technicznego	dimensioning of lettering	die Bemaßung der Normschrift

JĘZYK POLSKI	JĘZYK ANGIELSKI	JĘZYK NIEMIECKI
wymiarowanie spoin	dimensioning of welds/junctions/ joints; seams dimensioning	die Bemaßung von Schweißnähten
wymiarowanie szkicu	sketch/draft dimensioning; dimensioning of sketch/draft	die Bemaßung der Skizze
zabiegowe schody drewniane	wooden/timber winder staircase; winder wooden staircase	die gewendelte Holztreppe
zaokrąglenie kąta	curve of angle	das Aufrunden des Winkels; das Abrunden des Winkels
zasada czytelnego umieszczania znaków ograniczenia i liczb wymiarowych	the rule of readable placing symbols of termination and dimension drawings/figures; the rule of readable placing terminations and dimension drawings/figures	der Grundsatz der leserlichen Eintragung von Begrenzungszeichen und Maßzahlen
zasada niepowtarzania wymiarów	the rule to do not repeat dimensions	der Grundsatz der Nichtwiederholung der Maße
zasada niemieszczania na rysunkach zbędnych oznaczeń	the rule to avoid placing dimensions on the object if possible	der Grundsatz der Nichteintragung unnötiger Bezeichnungen
zasada niewykorzystywania linii krawędzi przedmiotów jako pomocniczych linii wymiarowych	the rule of not-using edge lines of objects as extension lines of dimensions	der Grundsatz der Nichtbenutzung von Kanten- und Umrisslinien als Maßhilfslinien
zasada otwartych łańcuchów wymiarowych	the rule of open chains of dimensions/ dimensional chains/ dimension chains; the rule to avoid a complete chains of dimension	der Grundsatz der Vermeidung von Maßketten
zasada unikania przecinania się linii pomocniczych	the rule to avoid crossing of extension lines	der Grundsatz des Sich-nicht-Schneidens von Maßhilfslinien
zasady wymiarowania	the rules of dimensioning; dimensioning rules	die Grundsätze der Bemaßung (Pl.)
zestawienie stali zbrojeniowej	listing of reinforcing/reinforced steel	die Materialliste für den Einsatz von Bewehrungsstahl
znak ograniczenia linii wymiarowych	symbols of/for termination of dimension lines; dimension line terminations; termination of dimension line	die Maßlinienbegrenzung(-en)
znak ograniczenia linii wymiarowych	symbols of/for termination of dimension lines; dimension line terminations; termination of dimension line	die Maßlinienbegrenzung(-en)



OZNACZENIA PRZEB

K A N A L I Z A C J
 - wyprowadzona do kanalizacji
 fundamentami
 K - otwór w stropie 150 mm
 przewężenia p

ZESTAWIENIE POWIERZCHNI - parter

POWIERZCHNIA	m ²
UŻYTKOWA	85.68
POMOCNICZA	28.94
MIESZKALNA	39.41
NETTO	114.62
GAŁKOWITA	189.59
TARASÓW PODCIENI	28.22
ZABUDOWY	150.35

ZESTAWIENIE EL. NADPROŻOWYCH TYPU „L-19”

TYP	LICZBA
N/1200	19
N/1800	2
N/2700	4

WODA:

W - wejście wody pont
 W1 - otwór w stropie 250 mm
 W2 - otwór w ścianie 250 mm
 Bw1 - bruzda pionowa w
 powierzchnia brzozi
 GAZ
 G - wneka na szalkę k
 610 x 610 x 250 mm
 wg proj. branz.
 G1 - otwór w ścianie ø 50
 G2 - otwór w ścianie ø 50

C. O.:

CO1 - otwór w stropie 200 mm
 CO2 - otwór w ścianie 200 mm
 CO3 - otwór w ścianie 200 mm
 CO4 - otwór w ścianie 500 mm
 podłogi
 pontowej poz. - 0.050
 - instalacje prowadził wg p

ELEKTRYKA:

RG - wneka na szalkę m
 510 x 410 x 215 mm
 łaczki
 E1 - rura ochronna ø 50
 na głębokości 700 mm
 wneka o wym 400 x
 1,40 m nad terenem

TT

TT - 1,40 m nad terenem

ŁAZIENKA

ŁAZIENKA
 3.12 m²
 TERAKOTA

JADALNIA

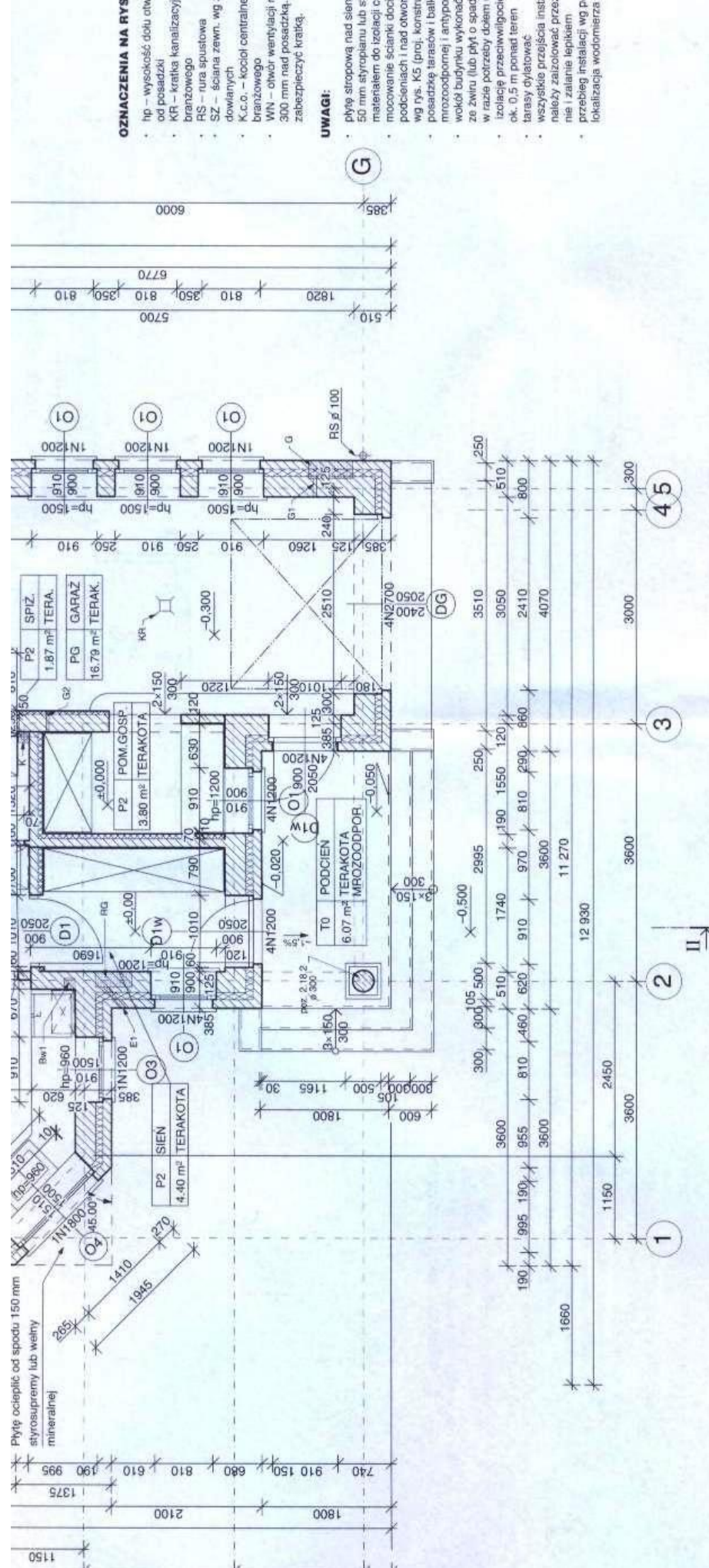
JADALNIA
 12.41 m²
 PARKIET

POKÓJ

POKÓJ
 12.05 m²
 PARKIET
 POKÓJ
 4.13 m²
 PARKIET
 POKÓJ
 27.36 m²
 PARKIET

TARAS

TARAS
 22.15 m²
 TERAKOTA
 MROZOODPOR.



2. Rzut parteru domu jednorodzinnego (zwróć uwagę na rozmieszczenie wszystkich elementów rysunku na arkuszu i liczbę linii wymiarowych) – rys. Firma Projektowa „Archeton”

POWIERZCHNIA	m ²
UŻYTKOWA	54,51
POMOCNICZA	2,98
MIESZKALNA	43,54 /50,32
NETTO	64,72
CALKOWITA	101,36
BALKONY	8,82

TYP	LICZBA
N/1200	16
N/1800	4
N/2400	4

