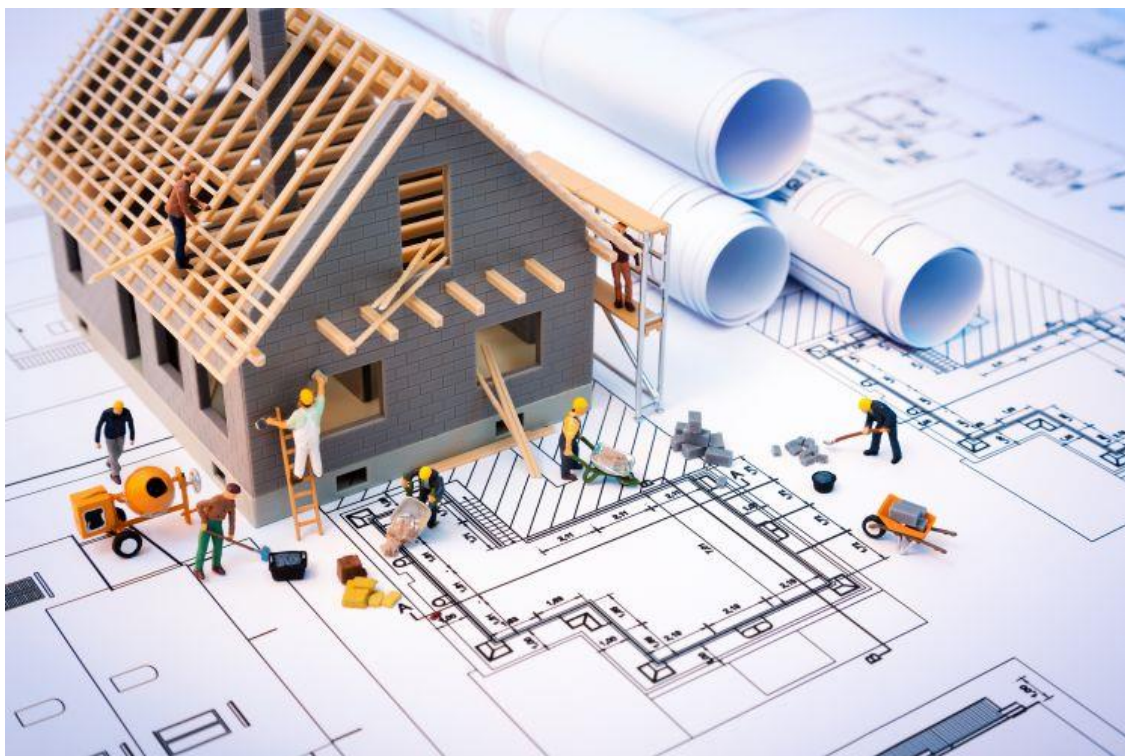


RYSUNEK BUDOWLANY



SPIS TREŚCI

1. Materiał nauczania

1.1. Rodzaje i elementy dokumentacji technicznej

1.2. Rodzaje norm

1.3. Sprzęt i przybory kreślarskie

1.4. Podstawy geometrii wykreślnej

1.5. Rzuty, przekroje i rozwinięcia brył

1.6. Oznaczenia graficzne na rysunkach budowlanych

1.7. Pismo techniczne

1.8. Zasady sporządzania, wymiarowania i opisywania rysunków technicznych

2. Literatura

1.1. Rodzaje i elementy dokumentacji technicznej

Rysunek jest jedną z wielu form wypowiedzenia się i wzajemnego porozumiewania ludzi, podobnie jak mowa czy pismo. Graficzne przedstawienie przedmiotu istniejącego lub projektowanego w technice nosi nazwę rysunku technicznego. Rysunki techniczne w zależności od przeznaczenia i sposobu wykonania można podzielić na dwa zasadnicze rodzaje:

- szkice odręczne z zachowaniem proporcji, zwymiarowane lub bez wymiarów,
- rysunki wykonane za pomocą przyborów, zwymiarowane.

Każda inwestycja budowlana realizowana jest na podstawie dokumentacji budowy, która składa się między innymi z projektu budowlanego, dziennika budowy, niezbędnych pozwoleń, protokołów.

Dokumentacja projektowa obiektu, dla którego wymagane jest pozwolenie na budowę składa się w szczególności z:

- 1) projektu budowlanego,
- 2) projektów wykonawczych,
- 3) przedmiaru robót,
- 4) informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, w przypadkach gdy jej opracowanie jest wymagane na podstawie art. 20 i 21 Prawo budowlane.

Wymagania szczegółowe dotyczące zakresu i formy dokumentacji projektowej są określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r., a projektu budowlanego w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r.

Projekt budowlany, zgodnie z ustawą Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (z późn. zmianami), powinien obejmować:

projekt zagospodarowania działki lub terenu,
projekt architektoniczno-budowlany;

Zgodnie z art. 34 ust. 2 w obydwu projektach należy uwzględnić cechy danego obiektu, takie jak przeznaczenie, sposób użytkowania, usytuowanie, rozmiary, sposób i zakres oddziaływania na otoczenie i złożoność rozwiązań technicznych oraz rodzaj i specyfikę obiektu,

- stosownie do potrzeb: oświadczenia właściwych jednostek organizacyjnych o zapewnieniu dostaw energii, wody, ciepła i gazu, odbioru ścieków oraz o warunkach przyłączenia obiektu do sieci wodociągowych, kanalizacyjnych, oraz dróg,
- wyniki badań geologiczno-inżynierskich oraz geotechniczne warunki posadowienia.

Projekt zagospodarowania działki lub terenu powinien zawierać część opisową oraz część rysunkową.

Część opisowa powinna zawierać: przedmiot inwestycji, istniejący stan zagospodarowania działki lub terenu z omówieniem przewidywanych w nim zmian oraz projektowane zagospodarowanie działki lub terenu wraz z jego uzbrojeniem, układem komunikacyjnym, ukształtowaniem terenu i zieleni, ponadto: zestawienie powierzchni poszczególnych części zagospodarowanej działki, informacje na temat ewentualnego wpisu działki do rejestru zabytków, dane o istniejących lub przewidywanych zagrożeniach dla środowiska.

Część rysunkowa powinna być przygotowana na kopii aktualnej mapy terenu (podkładzie geodezyjnym) w podziałce 1:500 lub 1:1000 i zawierać: określenie granic działki lub terenu, usytuowanie, obrys i układy istniejących i projektowanych obiektów budowlanych, sieci uzbrojenia terenu, sposób odprowadzania lub oczyszczania ścieków, urządzenia

przeciwpożarowego zaopatrzenia wodnego, układ komunikacyjny i układ zieleni, ze wskazaniem charakterystycznych elementów, wymiarów, rzędnych i wzajemnych odległości, w nawiązaniu do istniejącej i projektowanej zabudowy terenów sąsiednich. Ta część projektu może jednak nie być wymagana w przypadku przebudowy, modernizacji lub montażu obiektu budowlanego, co precyzują stosowne przepisy.

Projekt architektoniczno-budowlany określa funkcję, formę i konstrukcję obiektu budowlanego, jego charakterystykę energetyczną i ekologiczną oraz proponowane niezbędne rozwiązania techniczne i materiałowe. Składa się z projektu architektonicznego, projektu konstrukcyjnego i projektów instalacji, występujących w obiekcie.

Projekt architektoniczno-budowlany obiektu budowlanego powinien zawierać zwięzły opis techniczny oraz część rysunkową. Strona tytułowa powinna zawierać: nazwę i adres obiektu budowlanego, dane inwestora i jednostki projektowania, nazwiska projektantów wszystkich części projektu budowlanego wraz z numerami uprawnień oraz spis zawartości projektu wraz z wykazem załączonych uzgodnień, pozwoleń, opinii.

Opis techniczny powinien określać:

- przeznaczenie i program użytkowy obiektu budowlanego oraz jego parametry techniczne (wymiaru, powierzchnie, kubaturę),
- formę architektoniczną i funkcję obiektu, sposób dostosowania do krajobrazu i otaczającej zabudowy,
- układ konstrukcyjny obiektu budowlanego, schematy statyczne (konstrukcyjne), podstawowe wyniki obliczeń, rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe podstawowych elementów konstrukcji, kategorię geotechniczną obiektu, warunki i sposób jego posadowienia,
- rozwiązania dotyczące robót wykończeniowych obiektu budowlanego,
- sposób zapewnienia warunków niezbędnych do korzystania z tego obiektu przez osoby niepełnosprawne, szczególnie poruszające się na wózkach inwalidzkich (dotyczy budynków mieszkalnych wielorodzinnych i użyteczności publicznej),
- podstawowe dane technologiczne, urządzenia, wyposażenie związane z funkcją i przeznaczeniem obiektu usługowego, produkcyjnego lub technicznego,
- rozwiązania techniczno-budowlane i techniczno-instalacyjne oraz wymagania związane z wymaganymi strefami ochronnymi – w przypadku obiektów budowlanych liniowych,
- rozwiązania zasadniczych elementów wyposażenia budowlano-instalacyjnego, szczególnie dotyczące instalacji i urządzeń: wodociągowych, kanalizacyjnych, grzewczych, wentylacyjnych, klimatyzacyjnych, gazowych, elektrycznych, telekomunikacyjnych, piorunochronnych i powiązanie ich z sieciami zewnętrznymi,
- rozwiązania i sposób funkcjonowania zasadniczych urządzeń instalacji technicznych,
- charakterystykę energetyczną obiektu budowlanego,
- wpływ obiektu budowlanego na środowisko i jego wykorzystywanie oraz na zdrowie ludzi i sąsiednie obiekty dotyczące: wody, ścieków, odpadów, emisji zanieczyszczeń, hałasu, wibracji i promieniowania, wpływu obiektu na drzewostan, glebę, wody powierzchniowe i podziemne oraz wykazać, że przyjęte rozwiązania w projekcie maksymalnie ograniczają ujemne wpływy na środowisko i są zgodne z odrębnymi przepisami,
- warunki ochrony przeciwpożarowej.

Część rysunkowa powinna zawierać:

- rzuty wszystkich charakterystycznych poziomów obiektu, w tym widok dachu oraz przekroje,
- elewacje w liczbie dostatecznej do wyjaśnienia formy architektonicznej obiektu oraz jego wyglądu ze wszystkich widocznych stron, z określeniem graficznym lub opisowym na rysunku wykończeniowych materiałów budowlanych i kolorystyki elewacji,
- rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe ścian zewnętrznych wraz z niezbędnymi szczegółami budowlanymi, mającymi wpływ na właściwości cieplne i szczelność przegród,
- podstawowe urządzenia instalacji wewnętrznych,

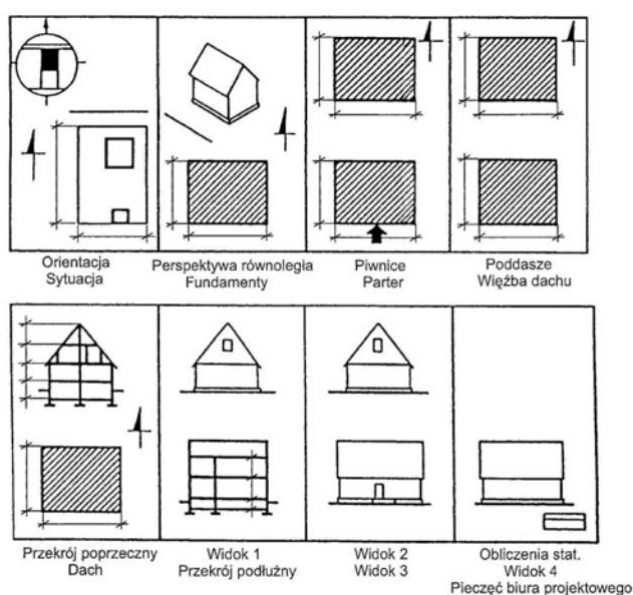
- zasadnicze elementy wyposażenia technicznego, ogólnobudowlanego w tym wszystkie instalacje oraz urządzenia.

Część rysunkowa powinna zawierać niezbędne oznaczenia graficzne i wyjaśnienia opisowe umożliwiające jednoznaczne odczytanie projektu budowlanego.

Część rysunkowa projektu architektoniczno-budowlanego powinna być sporządzona w podziałce dostosowanej do wielkości i charakteru obiektu budowlanego oraz rodzaju (umowne, uproszczone, dokładne) oznaczeń graficznych na rysunkach, jednak nie mniejszej niż:

- 1:200 dla obiektów budowlanych o dużych rozmiarach,
- 1:100 dla pozostałych obiektów budowlanych,
- 1:50 dla wydzielonych części obiektów budowlanych podlegających przebudowie lub rozbudowie oraz części i obiektów skomplikowanych i o małych rozmiarach.

Podziałka zastosowana na rysunku decyduje o rodzaju użytych oznaczeń graficznych (umowne, uproszczone, dokładne).



Rys. 1. Schemat układu rysunków w projekcie domu jednorodzinnego [3, s. 54]

Projekt budowlany podlega zatwierdzeniu w decyzji o pozwoleniu na budowę. Należy go sporządzić w czytelnej technice graficznej oraz oprawić w okładkę formatu A-4 w sposób uniemożliwiający dekompletację projektu.

Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy odpowiednio przyswoiłeś materiał do samodzielnej nauki.

1. Z czego powinien składać się projekt budowlany?
2. Co powinien zawierać projekt zagospodarowania działki lub terenu?
3. Czego można się dowiedzieć o obiekcie budowlanym z opisu technicznego zawartego w projekcie architektoniczno-budowlanym?
4. Co powinna zawierać część rysunkowa projektu architektoniczno-budowlanego?
5. Jakie są zasady stosowania podziałek w rysunkach architektoniczno-budowlanych?

1.2. Rodzaje norm

Rysunek techniczny stanowi swego rodzaju język międzynarodowy, gdyż na całym świecie zostały przyjęte te same jego zasady i każdy, kto opanował rysunek techniczny, jest w stanie odczytać jego treść i porozumieć się z innymi. Tę jednolitość zasad rysunku technicznego zawdzięczamy normalizacji. Normalizacja to działalność polegająca na opracowywaniu, publikowaniu i wprowadzaniu w życie norm. Polska Norma to krajowy dokument normalizacyjny ustanawiany przez Polski Komitet Normalizacyjny z siedzibą w Warszawie.

W normach znajdują się oznaczenia i symbole, definicje nazw i pojęć oraz wymagania i zalecenia jakościowe lub ilościowe dotyczące materiałów, surowców, wyrobów, obiektów budowlanych, sposobu wykonania określonej czynności, a także dokumentacji technicznej. Stosowanie Polskich Norm jest dobrowolne. Wycofanie normy oznacza wyłączenie jej ze zbioru aktualnych norm ze względu na dezaktualizację jej treści. Można stosować stare, wycofane Polskie Normy, ale ten fakt powinien być uzgodniony między współpracującymi stronami, czyli projektantem i inwestorem. Normy wycofane tym różnią się od norm aktualnych, że prezentują mniej nowoczesne rozwiązania – z punktu widzenia postępu naukowo-technicznego – ale rozwiązania te nie są błędne. Obecnie Polskie Normy dostosowywane są do norm europejskich (EN – ustanawianych przez Europejski Komitet Normalizacyjny) i międzynarodowych (ISO – ustanawianych przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną, skupiającą jednostki normalizacyjne 117 krajów). Ma to na celu umożliwienie szerokiej wymiany dóbr i usług. Umieszczenie na wyrobie znaku zgodności z konkretną Polską Normą świadczy o spełnieniu przez wyrób standardów europejskich i światowych. Nabywca takiego wyrobu ma pewność, że zarówno wyrób jak i proces jego wytwarzania jest poddawany odpowiedniemu nadzorowi.

Oznaczenia Polskich Norm złożone są z symbolu PN (lub PN-ISO, PN-EN, PN-EN ISO), stosownie do oznaczenia wprowadzanej normy europejskiej lub międzynarodowej), numeru i roku wydania, ewentualnie oznaczenia działu gospodarki (B – budownictwo, M – przemysł maszynowy, N – nauka). Symbol Ak – oznacza arkusz krajowy. Obecnie wprowadzana numeracja norm pomija rok wydania/wprowadzania normy.

Poza tym każda norma ma swój tytuł, określający, czego ten dokument dotyczy.

Przykłady oznaczeń Polskich Norm:

- PN-88/N-01607 Rysunek techniczny. Oznaczenia graficzne materiałów.
- PN-70/B-01030 Projekty budowlane. Oznaczenia graficzne materiałów budowlanych.
- PN-B-01025:2004 Rysunek budowlany. Oznaczenia graficzne na rysunkach architektoniczno-budowlanych.
- PN-EN 22553:1997 Rysunek techniczny. Połączenia spawane, zgrzewane i lutowane.
- PN-ISO 2594:1998 Rysunek budowlany. Metody rzutowania.
- PN-ISO 128-23 Rysunek techniczny. Ogólne zasady przedstawiania. Część 23: Linie na rysunkach budowlanych.
- PN-ISO 9431:1994 Rysunek budowlany. Części arkusza rysunkowego przeznaczone na rysunek, tekst i tabliczkę tytułową.
- PN-ISO 129/Ak:1996 Rysunek techniczny. Wymiarowanie. Zasady ogólne. Definicje. Metody wykonania i oznaczenia specjalne.
- PN-EN ISO 5456-3 Rysunek techniczny. Metody rzutowania. Część 3: Przedstawianie aksonometryczne.
- PN-EN ISO 5455:1998 Rysunek techniczny. Podziałki.

Oprócz Polskich Norm są jeszcze normy branżowe (BN) – obowiązujące w określonym dziale wytwórczości (branży); są one stopniowo zastępowane normami PN.

Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Co to jest normalizacja?
2. Co to jest norma?
3. Czego normy dotyczą?
4. Jakże rozróżniamy rodzaje norm?
5. Jak oznacza się Polskie Normy?

1.3. Sprzęt i przybory kreślarskie

Podstawowe przybory kreślarskie to:

- przykładnica – służy do kreślenia linii prostych poziomych i do opierania trójkątów przy kreśleniu linii ukośnych,
- trójkąty kreślarskie – stosuje się do kreślenia linii pionowych i ukośnych; są dwa rodzaje trójkątów: jeden o kątach 45°, 45° i 90°; drugi – 30°, 60° i 90°,
- liniał z podziałką (przymiar rysunkowy) – stosowany jest do odmierzania odcinków lub odczytywania wymiarów,
- krzywki – służą do rysowania linii krzywych, których nie można wykreślić cyrklem,
- szablony – służą do opisywania rysunków,
- cyrkle – stosowane są do wykreślenia okręgów i łuków; są różne odmiany cyrkli jak uniwersalny, zerownik, podziałowy,
- liniał wielofunkcyjny – służy do kreślenia linii równoległych, prostopadłych, wielokątów oraz okręgów o dużych średnicach,
- rapidografy – służą do kreślenia tuszem i do opisywania rysunków,
- ołówki.

Ołówki różnią się stopniem twardości i grubością ciążą grafitu. Grupa grafitów miękkich oznaczona jest literą B, twardych – H, a o średniej twardości – HB lub F. Zastosowanie i właściwości grafitów różnej twardości podaje tabela 1.

Tabela 1. Oznaczenia, właściwości i zastosowanie grafitów [3, s. 13]

Rodzaje grafitów	Stopień twardości	Właściwości	Zastosowanie
Bardzo miękkie i miękkie	6B	– można nimi kreślić grubą, intensywnie czarną kreskę, – są kruche, łatwo się łamią i szybko ścierają	do wykonywania rysunków odręcznych, szkiców koncepcyjnych i prac graficznych
	5B		
	4B		
	3B		
Miękkie i umiarkowane twardości	2B	– kreśli się nimi czarną kreskę, – mają mniejszą łamliwość i ścieralność niż grafity miękkie i bardzo miękkie	do kreślenia i opisywania rysunków budowlanych wykonywanych na papierze
	B		
	HB		
	F		
Twarde i bardzo twarde	H	– kreśli się nimi linie cienkie, lecz szare, mało intensywne, – są odporne na złamanie i ścieranie, nie zamazują rysunku.	do kreślenia na kalce technicznej i na papierze rysunków, które mają być później wykreślone tuszem
	2H		
	3H		
	4H		
Nadzwyczaj twarde	5H	– można nimi kreślić bardzo cienkie, lecz szare linie, – są wyjątkowo odporne na złamanie	do specjalnych prac technicznych, litograficznych i retuszu
	6H		
	7H		
	8H		
	9H		

Sprzęt kreślarski

Papier przeznaczony do wykonania rysunku umieszcza się na rysownicy, zwanej popularnie deską lub na stole kreślarskim. Rysownice różnią się wielkością. Do wykonywania rysunków w celach ćwiczeniowych, w domu i w szkole, wystarczy rysownica o wymiarach 55x40 lub 100x55 cm lub stanowisko kreślarskie, składające się ze stołu o wymiarach 100x70 cm i zamocowanej do niego przykładnicy rolkowej. Większe rysownice i stoły kreślarskie, kulmany, wykorzystuje się w pracowniach projektowych.

Stanowisko pracy

Pomieszczenie, w którym mają być wykonywane prace kreślarskie, powinno posiadać dwa rodzaje oświetlenia: naturalne i sztuczne. Najkorzystniejsze jest światło naturalne odbite, przechodzące przez okna od strony północnej, a sztuczne powinno być zainstalowane zarówno pod sufitem (oświetla całe pomieszczenie), jak i po lewej stronie w górnym rogu rysownicy (lampa kreślarska o ruchomej konstrukcji). Należy dobrać taką wysokość stołu do kreślenia i taboretu do siedzenia, aby stworzyć możliwie najwygodniejsze miejsce pracy, unikając nadmiernego pochylania się nad deską rysunkową. Równie ważne jest właściwe rozmieszczenie przyborów kreślarskich: najbliżej te, których używa się w danej chwili, nieco dalej lub na stole obok – pozostałe.

Materiały kreślarskie

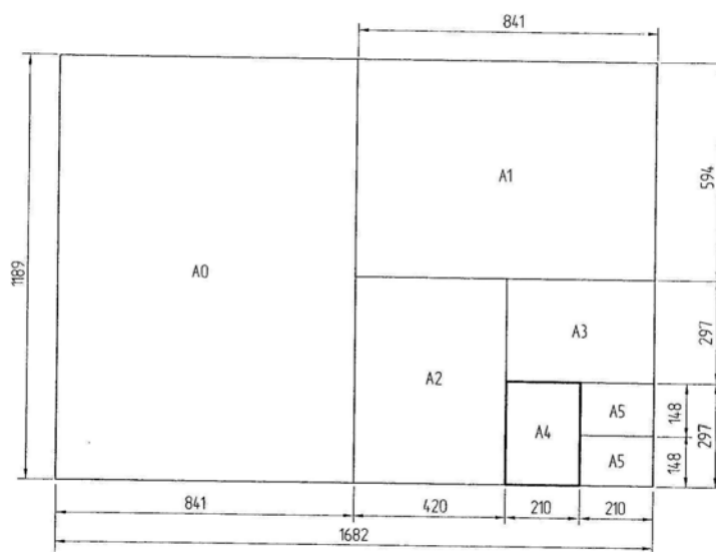
Do sporządzania rysunków technicznych używa się różnych odmian papieru w zależności od rodzaju i przeznaczenia rysunku:

- papier pakowy stosuje się do odręcznych ołówkowych rysunków szkicowych, przeważnie o dużym formacie,
- karton kreślarski (brystol) służy do sporządzania dokładnych rysunków ołówkiem lub tuszem, szkicówka, czyli mało przezroczysty szorstki papier służy do kreślenia rysunków szkicowych,
- kalka techniczna (papier o różnym stopniu przezroczystości i grubości) stosowana jest do kreślenia głównie tuszem,
- papier i kalka milimetrowa służą do wykonywania rysunków odręcznych w określonej podziałce,
- tusz kreślarski służy do utrwalania linii wykreślonych ołówkiem.

Znormalizowane formaty arkuszy rysunkowych

Zasadnicze formaty rysunkowe oznaczone są literą A i wyróżnikiem liczbowym informującym o rozmiarach arkusza, np. A2. Podstawowy jest format A4 o wymiarach 210 x 297 mm.

Największy format A0, będący wielokrotnością formatu A4, ma wymiary 841 x 1189 mm. Tworzenie formatów rysunkowych przedstawia poniższy rysunek.



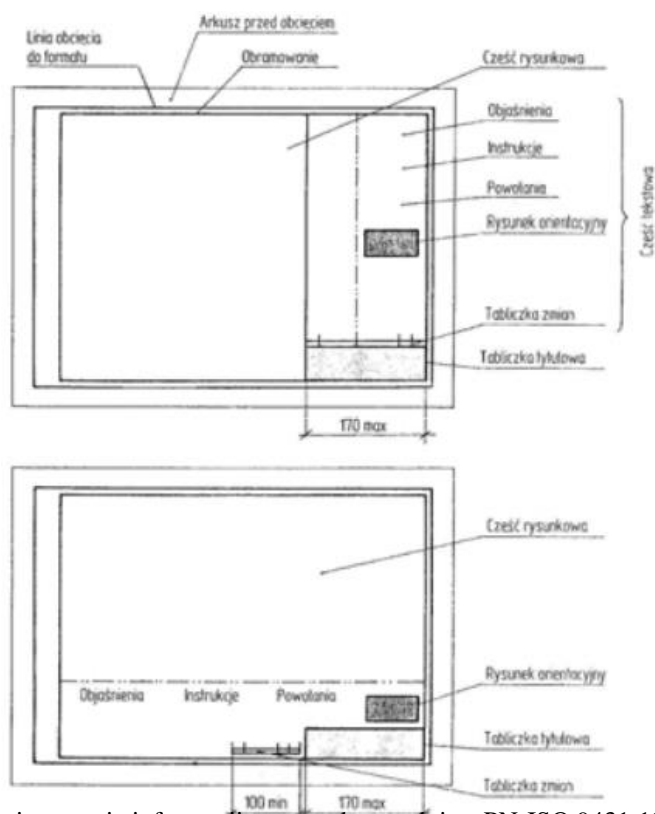
Rys. 2. Znormalizowane formaty arkuszy rysunkowych [10, s. 16]

Przygotowanie arkusza do rysowania.

Do rysowania należy przygotować papier rysunkowy o wymiarach większych niż przewidywany format arkusza. Po przypięciu papieru do rysownicy, należy wykreślić najpierw linię obcięcia oryginału o wymiarach odpowiadających wymiarom znormalizowanego formatu, a następnie linię obcięcia kopii w odległości 5 mm i obramowanie w odległości 5÷10 mm od linii obcięcia oryginału. Arkusz rysunkowy powinien posiadać w prawym dolnym rogu tabliczkę informacyjną, zawierającą następujące dane:

- nazwę i adres obiektu budowlanego,
- tytuł (nazwę), podziałkę i numer rysunku,
- imię i nazwisko projektanta (projektantów) oraz ewentualnie sprawdzającego, specjalność i numer uprawnień budowlanych, datę i podpis.

W tabliczce szkolnego rysunku umieszcza się nazwę szkoły, imię i nazwisko ucznia, klasę, temat, numer i podziałkę rysunku, datę oraz ocenę. Można też na nim pominąć linię obcięcia kopii.



Rys. 3. Rozmieszczenie informacji na rysunku zgodnie z PN-ISO 9431:1994 [10, s. 17]

Programy komputerowe do rysowania i projektowania

Istnieją programy komputerowe do wspomagania projektowania, z pomocą których wykonuje się rysunki techniczne elementów i obiektów budowlanych. Do przenoszenia tych rysunków na papier służy ploter.

ArCon jest nowoczesnym oprogramowaniem do konstruowania i projektowania, który może służyć jako profesjonalne narzędzie do projektowania, planowania i kształtowania budynków, mieszkań i wyposażenia wnętrz. Istnieje możliwość wizualizacji indywidualnych pomysłów w trybie trójwymiarowym.

Oprogramowanie ABISplan przeznaczone jest do zastosowania w budownictwie i wspomaga cały proces projektowania od szkiców poprzez wizualizacje i animacje do kosztorysów. ABIS 2D służy do tworzenia i drukowania dokumentacji technicznej, ABIS 3D umożliwia modelowanie przestrzenne i równoległe i tworzenie dokumentacji technicznej, ABIS RT na podstawie modelu 3D tworzy perspektywy i animację komputerową

AutoCAD jest programem tworzonym i rozpowszechnianym przez firmę Autodesk, wykorzystywanym do dwuwymiarowego i trójwymiarowego komputerowego wspomagania

projektowania. Programy CAD umożliwiają stworzenie wirtualnych modeli obiektów dwu- i trójwymiarowych.

Inne programy wykorzystywane do komputerowego wspomaganie projektowania: ArchiCAD firmy Graphisoft, Cadence Design Systems, CADD5, Caddie, Cadkey, CATIA, EDS, Euclid, IC-Ed, I-DEAS, Intergraph, Inventor, Matricus, ME, MegaCAD, Mentor Graphics, Microstation firmy Bentley Systems, MyCad, Pro/ENGINEER, Qcad, Solid Edge, Solid Works, Stabie-Soft, Synopsys, Tanner Research, Think3, Unigraphics, VariCAD, VectorWorks.

Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie znasz podstawowe przybory kreślarskie?
2. Jakie jest przeznaczenie ołówków w zależności od ich twardości?
3. Na jakich rodzajach papierów wykonuje się rysunki techniczne?
4. Który format jest formatem podstawowym i jakie są jego wymiary?

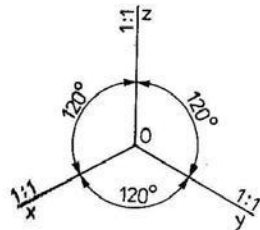
W rysunku technicznym obiekty i elementy przedstawia się na płaszczyźnie głównie za pomocą:

- rzutowania aksonometrycznego,
- rzutowania prostokątnego,
- perspektywy.

Rzuty aksonometryczne

W normie PN-EN ISO 5456-3:2002 określono rodzaje aksonometrii zalecane w rysunkach technicznych, które różnią się układem osi oraz zastosowaniem współczynnika deformacji liniowej. Są to:

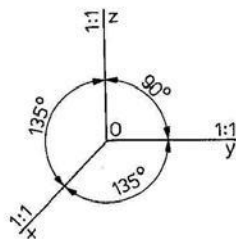
- 1) Aksonometria izometryczna (dawniej: izomeria), jest aksonometrią prostokątną, w której płaszczyzna rzutu tworzy trzy równe kąty z trzema osiami współrzędnych X, Y, Z, co oznacza, że kąty między osiami są równe i wynoszą po 120° . Współczynnik deformacji jest równy 1:1, czyli nie ma skrótów długości krawędzi.



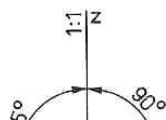
- 2) Aksonometria dimetryczna (dawniej: dimetria prostokątna boczna), w której kąty między osiami są różne i wynoszą: 132° między X i Y, 131° między X i Z oraz 97° między Y i Z. Na osi X współczynnik deformacji jest równy 1:2, co oznacza, że wymiary krawędzi, które są równoległe do tej osi, ulegają skróceniu o połowę. Na pozostałych osiach współczynnik ten wynosi 1:1.



- 3) Aksonometria ukośna (dawniej: dimetria ukośna), w której płaszczyzna rzutu jest równoległa do jednej płaszczyzny współrzędnych i do głównej płaszczyzny przedstawionego przedmiotu. Rzuty dwóch osi są prostopadłe, a kierunek i podziałka trzeciej osi współrzędnych są dowolne:
 - a) kawalerska – rzut trzeciej osi jest zazwyczaj nachylony pod kątem 45° .



- b) kawalerska o współczynniku deformacji liniowej. Osie Z i Y są prostopadłe, a kąty pomiędzy pozostałymi osiami wynoszą po 135° . Współczynnik deformacji na osi X jest równy 1:2, na pozostałych 1:1.



c) aksonometria planimetryczna, w której płaszczyzna rzutu jest równoległa do poziomej płaszczyzny współrzędnych.

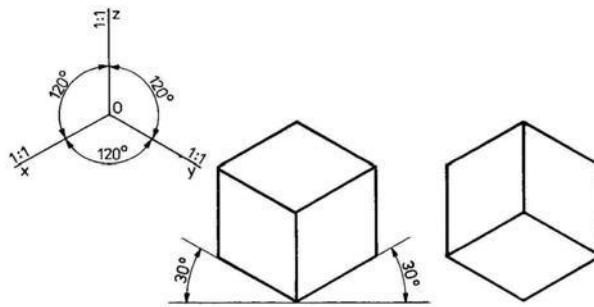
Najczęściej stosowane są: aksonometria izometryczna i aksonometria ukośna kawalerska o współczynniku deformacji liniowej.

Aksonometria izometryczna

Wzajemnie prostopadłe krawędzie odwzorowywanego przedmiotu rysuje się zgodnie z kierunkiem osi. Wymiary krawędzi pozostawia się w naturalnej wielkości lub stosuje się dla nich jednakową podziałkę.

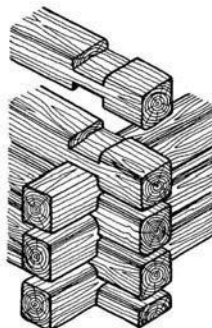
Podstawowe zasady rzutowania:

- krawędzie równoległe przedmiotu pozostają równoległe także na rysunku,
- krawędzie równoległe i prostopadłe do płaszczyzny rysunku wykreśla się pod kątem 30° do linii poziomej bez żadnych skrótów,
- krawędzie pionowe pozostają pionowe na rysunku, również bez skrótów.



Rys. 4. Sześcian w aksonometrii izometrycznej [17, s. 48]

Rysunek izometryczny pełni rolę pomocniczą i ma na celu ułatwienie przestrzennego wyobrażenia sobie narysowanego przedmiotu.



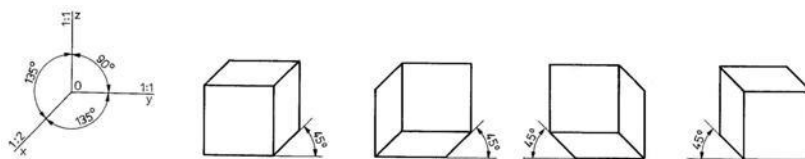
Rys. 5. Połączenie belek w narożach ścian wieńcowych [2, s. 80]

Aksonometria ukośna kawalerska o współczynniku deformacji liniowej

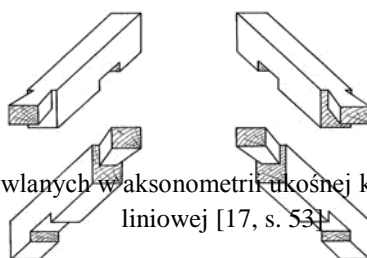
Podstawowe zasady rzutowania:

- krawędzie równoległe do płaszczyzny rysunku, które są wzajemnie prostopadłe, na rysunku pozostają prostopadłe,

- krawędzie prostopadłe do płaszczyzny rysunku rysuje się pod kątem 45° ,
- dla krawędzi prostopadłych do płaszczyzny rysunku stosuje się skrót 1:2.



Rys. 6. Sześcian w aksonometrii ukośnej kawalerskiej o współczynniku deformacji liniowej [17, s. 51]

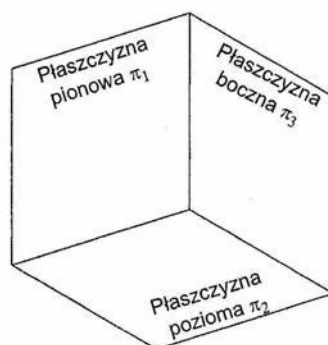


Rys. 7. Rysunek elementów budowlanych w aksonometrii ukośnej kawalerskiej o współczynniku deformacji liniowej [17, s. 53]

Rysunek wykonany w tym sposobie rzutowania, podobnie jak izometryczny, pełni rolę pomocniczą. Ma charakter poglądowy, ułatwia ogólną orientację w budowie danego przedmiotu, nie ma natomiast zastosowania w rysunkach wykonawczych.

Rzutowanie prostokątne Zasady rzutowania prostokątnego podają normy PN-EN ISO 5456-3:2002 oraz PN-ISO 2594:1998.

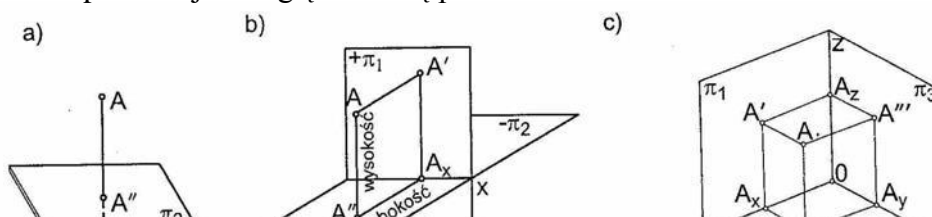
Rzut prostokątny powstaje wtedy, gdy wiązka promieni równoległych pada prostopadle na rzutnię. Najczęściej stosuje się układ dwóch lub trzech wzajemnie prostopadłych rzutni, które oznaczone są π_1 , π_2 , π_3 , co pokazuje poniższy rysunek.



Rys. 8. Układ trzech rzutni [3, s. 21]

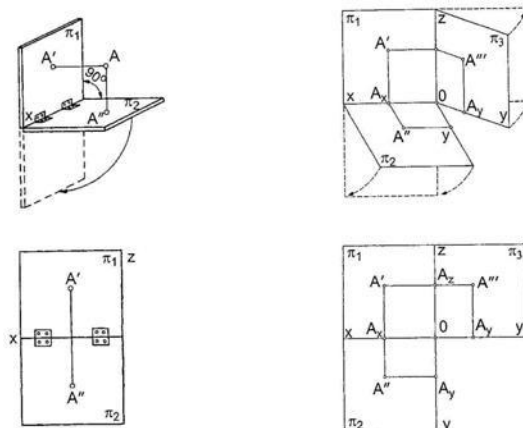
Każdy przedmiot ma charakterystyczne punkty, które określają jego kształt końcowe punkty odcinka, wierzchołki trójkąta czy czworokąta, wierzchołki sześciokąta, wierzchołki stożka. Znajac zasady wykonywania rzutów prostokątnych punktu, można narysować rzuty poszczególnych figur i brył.

Aby otrzymać rzut punktu na rzutni (płaszczyźnie), należy przez punkt A poprowadzić prostą prostopadłą do tej rzutni. Prosta przebije rzutnię w pewnym punkcie, który nosi nazwę rzutu punktu A na danej rzutni. Rzuty punktu A oznacza się, odpowiednio do rzutni, na których się znajdują: A' , A'' i A''' . Odległość punktu A od rzutni poziomej π_2 nazywa się wysokością punktu A, a od rzutni pionowej π_1 – głębokością punktu A.



Rys. 9. Rzutowanie punktu A na jedną (a), dwie (b) i trzy płaszczyzny [3, s. 22]

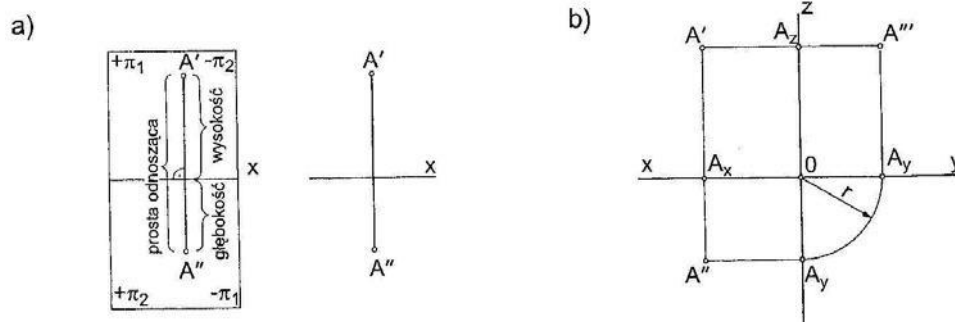
Powyższe rysunki pokazują układ rzutni w ujęciu przestrzennym. Aby można było rzutnie π_1 , π_2 , π_3 odtworzyć na arkuszu papieru, należy je sprowadzić do jednej płaszczyzny rysunkowej. Obrazują to kolejne rysunki.



Rys. 10. Sprowadzanie przestrzennego układu rzutni do jednej płaszczyzny [3, s. 22]

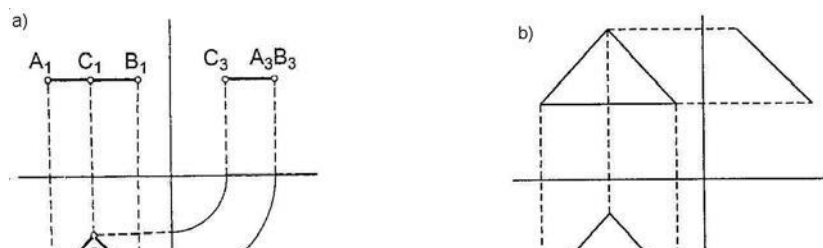
Rzut na rzutnię π_1 nazywa się rzutem pionowym lub głównym, rzut na rzutnię π_2 – rzutem poziomym lub rzutem z góry, a rzut na rzutnię π_3 – rzutem bocznym (bocznym prawym).

Dalszym uproszczeniem rysunku rozwiniętych rzutni jest rysunek bez zarysu rzutni. Rzuty pionowy i poziomy tego samego punktu leżą na jednej prostej zwanej odnoszącą. Podobnie rzuty pionowy i boczny. Odnosząca jest zawsze prostopadła do krawędzi przecięcia się rzutni.

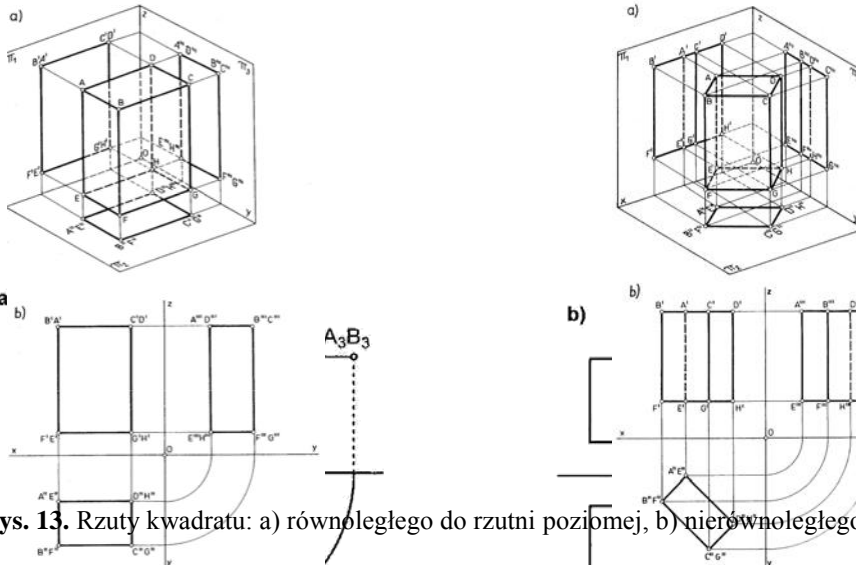


Rys. 11. Uproszczenie rysunku rozwiniętych rzutni – pominięcie zarysu rzutni: a) rysunek rzutowy punktu na dwie płaszczyzny i bez zarysu rzutni, b) rzut punktu na trzy płaszczyzny bez zarysu rzutni [3, s. 23]

Kolejne rysunki pokazują rzuty prostokątne na trzy rzutnie podstawowych figur płaskich i brył.

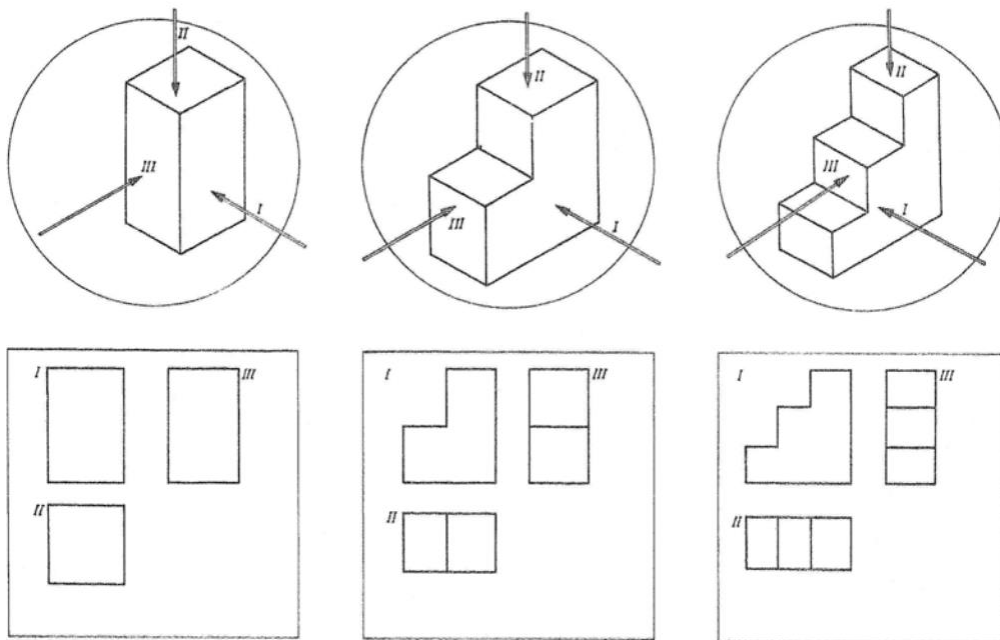


Rys. 12. Rzuty trójkąta: a) równoległego do rzutni poziomej, b) nierównoległego do rzutni [3, s. 23]



Rys. 13. Rzuty kwadratu: a) równoległego do rzutni poziomej, b) nierównoległego do rzutni [3, s. 23]

Jeżeli rzutowana figura płaska jest równoległa do rzutni, to kształt jej rzutu na rzutnię równoległą do niej nie ulega deformacji. Pozostałe dwa rzuty są odcinkami. Wynika stąd najkorzystniejszy sposób ustawiania rzutowanych przedmiotów.

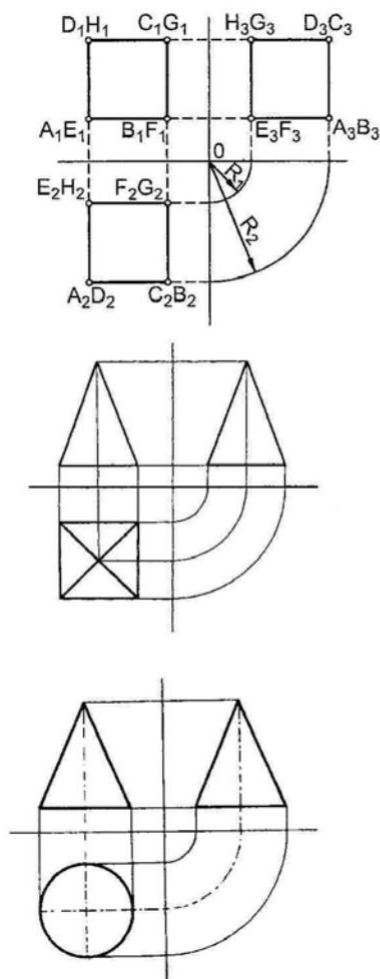


Rys. 14. Rzuty prostokątne brył [15, s. 106]

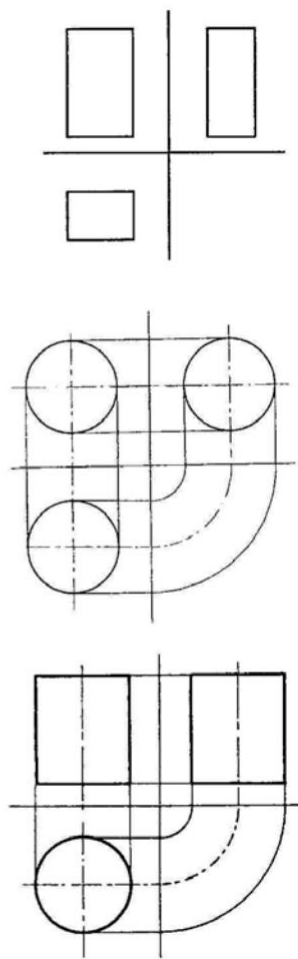
Liczba rzutów jest zależna od złożoności przedmiotu. Może być ich więcej niż trzy, maksymalnie sześć. W każdym przypadku liczbę rzutów należy ograniczać do minimum koniecznego do przejrzystego przedstawienia i zwymiarowania przedmiotu, przy czym zawsze rysuje się rzut główny.

Zgodnie z zasadami określonymi w normie przedmiot rzutowany ustawia się tak, aby jego charakterystyczne płaszczyzny i osie były równoległe lub prostopadłe do rzutni.

Rys. 15. Rzuty prostopadłościanu, którego ściany są ustawione równoległe do rzutni: a) rysunek przestrzenny, b) rysunek rzutowy [17,s. 76]



Rys. 16. Rzuty prostopadłościanu, którego ściany boczne nie są ustawione równoległe do rzutni: a) rysunek przestrzenny, b) rysunek rzutowy [17,s. 76]

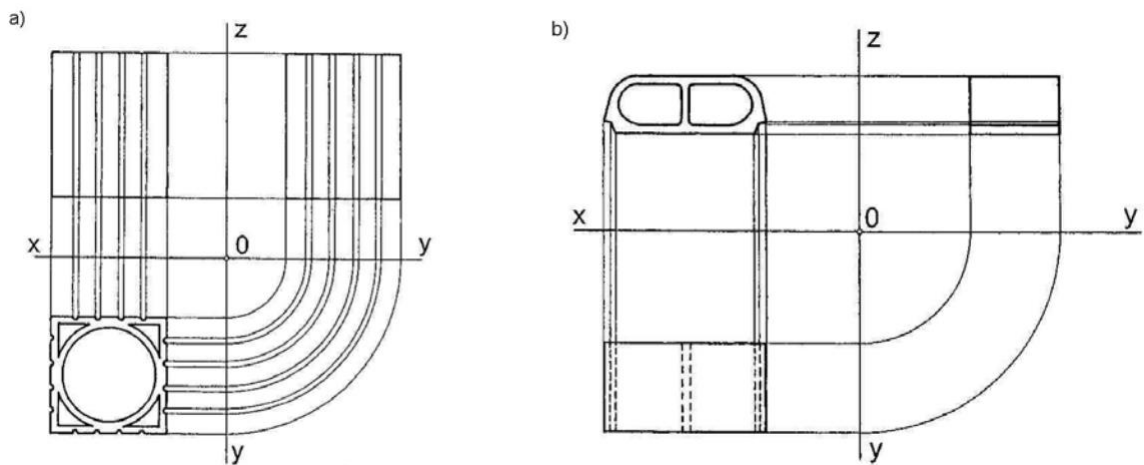


Rys. 17. Rzuty różnych brył na trzy rzutnie [3, s. 24]

Rzuty pionowy i poziomy tej samej bryły mają tę samą szerokość, a rzuty pionowy i boczny tę samą wysokość. Podobna zależność wielkości wymiarów występuje dla rzutu bocznego i poziomego.

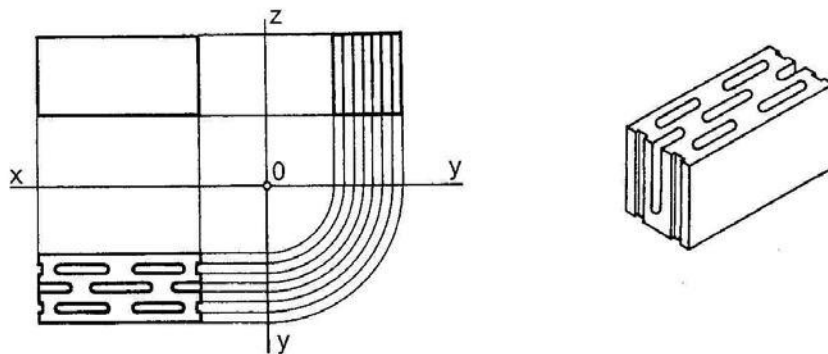
Na rzutach brył obrotowych, jak stożka, walca oraz na rzutach graniastosłupów i ostrosłupów, których podstawy są wielokątami foremnymi, oznacza się osie symetrii.

Kolejne rysunki pokazują zastosowanie rzutów prostokątnych do rysowania elementów budowlanych. W praktyce pomija się kreślenie linii pomocniczych i układu osi x, y, z.

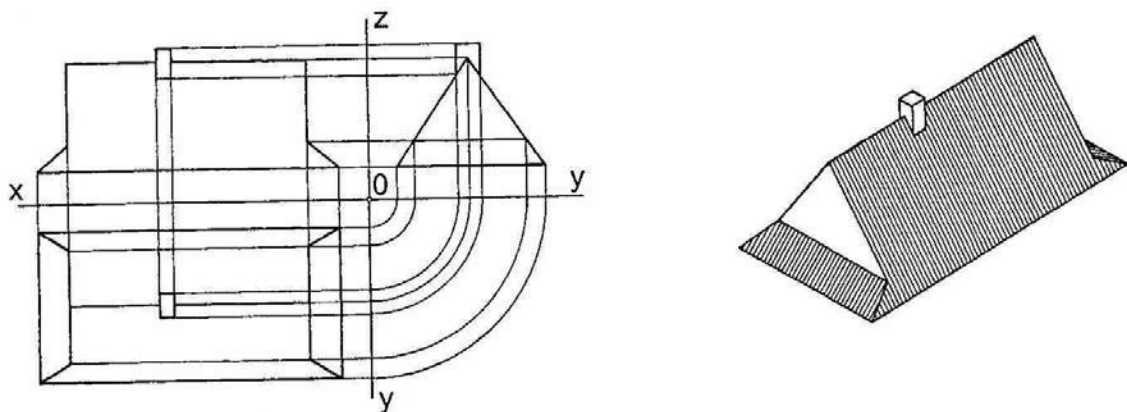


Rys. 18. Rzuty prostokątne pustaków: a) kominowego, b) stropowego [3, s. 25]

Na rysunkach 18 i 19 pokazano przykłady elementów budowlanych w rzutach prostokątnych i aksonometrycznych.



Rys. 19. Rzut pustaka ściennego [3, s. 26]



Rys. 20. Rzut dachu [3, s. 26]

Perspektywa

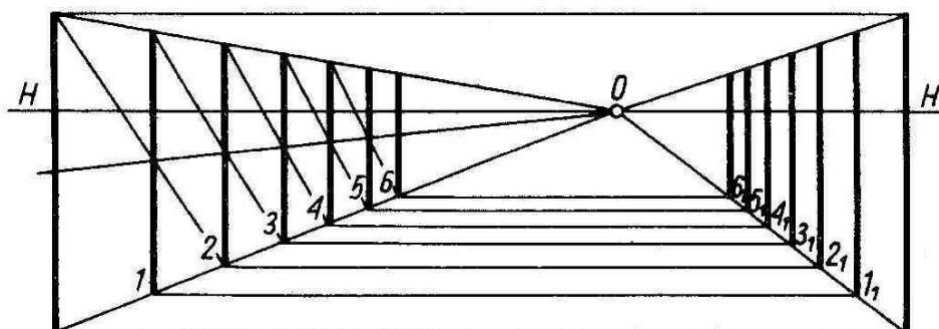
Perspektywa jest to umiejętność przedstawiania trójwymiarowych przedmiotów na płaszczyźnie z zachowaniem wrażenia głębi.

Perspektywa zbieżna w rysunku budowlanym ma zastosowanie przede wszystkim w projekcie architektonicznym. Rysunek wykonany w perspektywie zbieżnej jest najbliższy obrazowi, jaki powstaje w naszym oku i dlatego bardzo dobrze służy pogładowemu przedstawieniu projektowanego obiektu budowlanego jako całości, szczególnie osobom nie znającym rysunku technicznego lub mającym problem z wyobraźnią przestrzenną.



Rys. 21. Perspektywa wewnątrz [15, s. 84]

Wszystkie linie skośne na rysunku są liniami zbieżnymi do punktu nazwanego punktem zbiegu lub punktem widzenia. Punkt horyzontalny znajduje się naprzeciw oka rysującego i znajduje się zawsze na linii horyzontu.



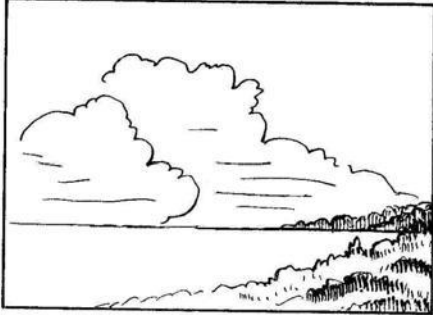
Rys. 22. Dzielenie perspektywiczne linii [15, s. 61]

Linie zbieżne, znajdujące się nad horyzontem, w miarę oddalania pozornie się wznoszą, a umieszczone pod horyzontem – obniżają.

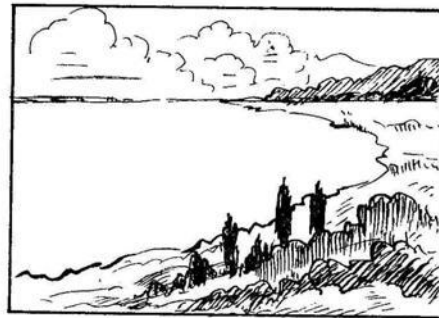
Grunt perspektywiczny jest to przestrzeń pomiędzy linią ziemi i linią horyzontu. Przyjęto, że linia horyzontu powinna znajdować się na wysokości 1/3 części obrazu, licząc od jego podstawy.

Horyzont perspektywiczny znajduje się na wysokości oczu patrzącego i może wraz z nim wznosić się lub obniżać.

a)

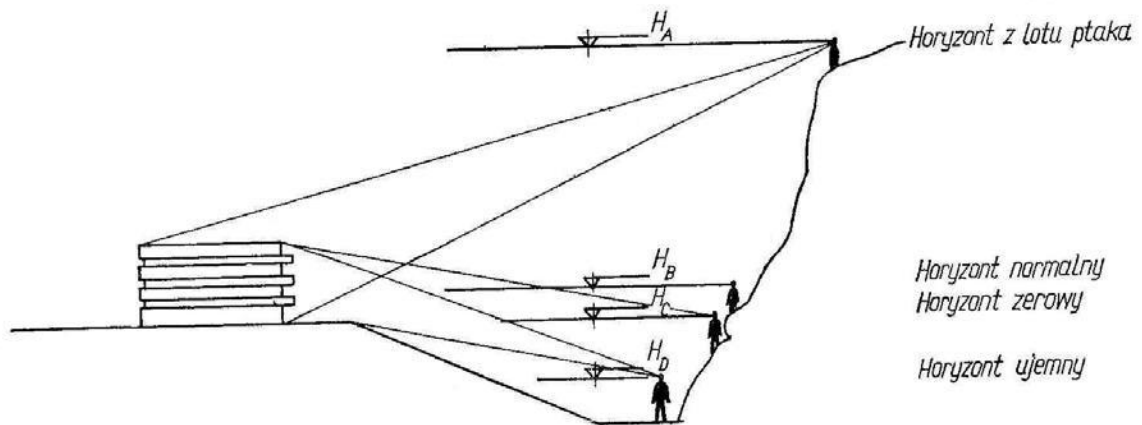


b)

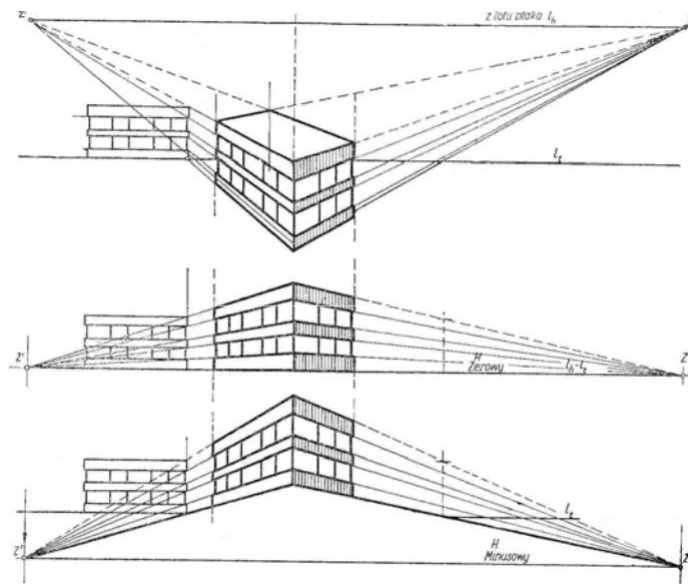


Rys. 23. Horyzonty: a) oczny – w krajobrazie nad brzegiem morza, b) podwyższony – widok z wysokiego miejsca [15, s. 58]

Wysokość horyzontalna jest różna: dla człowieka stojącego bardzo wysoko w górach (horyzont „z lotu ptaka”), czy nisko w dolinach (horyzont ujemny).

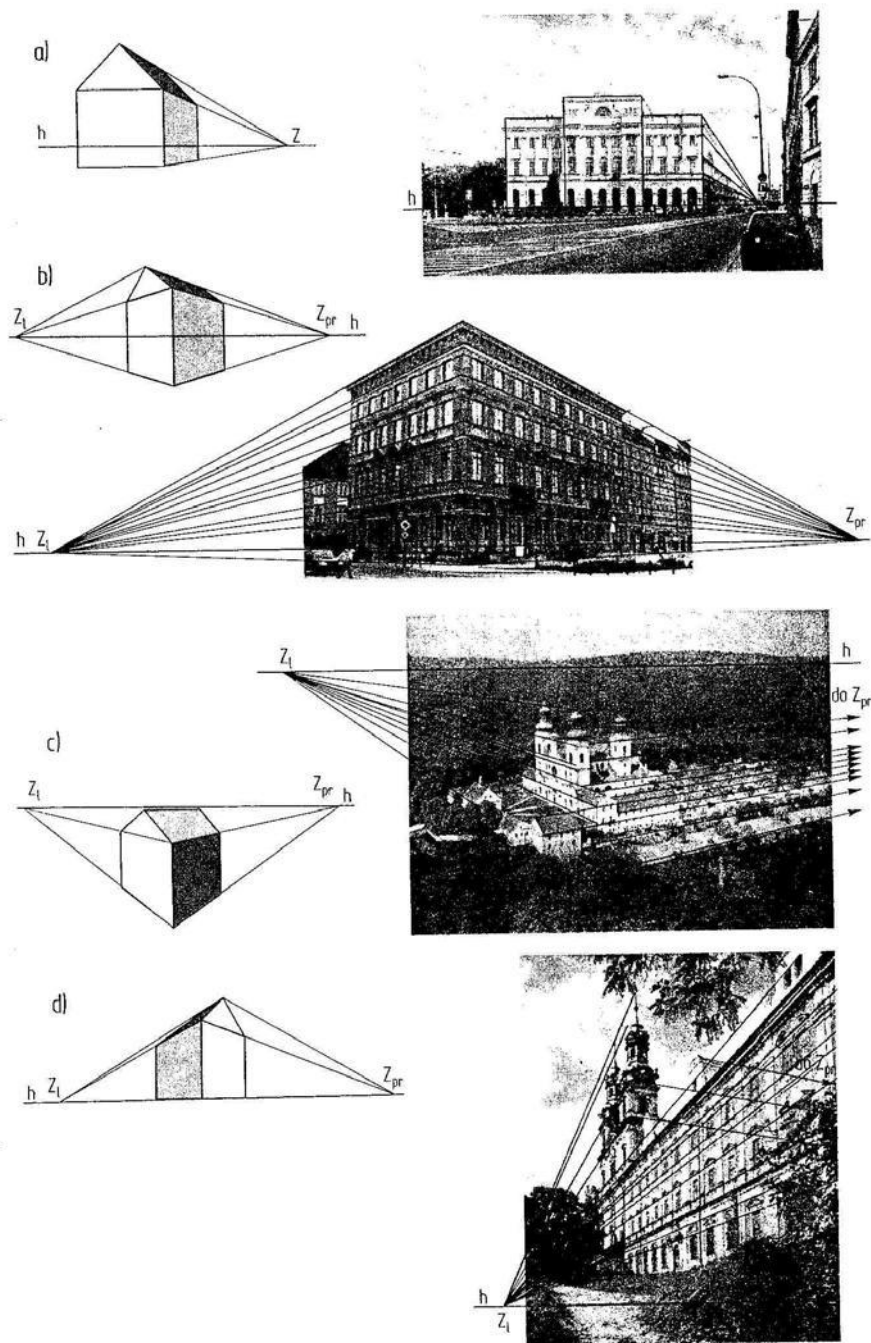


Rys. 24. Wysokości horyzontalne [13, s. 189]



Rys. 25. Trzy perspektywy [13, s. 205]

Rysunek poniższy przedstawia obiekty w perspektywach z jednym lub dwoma punktami zbiegu oraz w zależności od wysokości horyzontalnych.



Rys. 26. Rodzaje perspektywy: a) z jednym punktem zbiegu, b) z dwoma punktami zbiegu, c) „z lotu ptaka”, d) „żabia” (horyzont zerowy) [10, s. 54]

Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie są rodzaje rzutów aksonometrycznych?
2. Na czym polega rzutowanie prostokątne na trzy płaszczyzny?
3. Co to jest perspektywa i jakie są jej rodzaje?

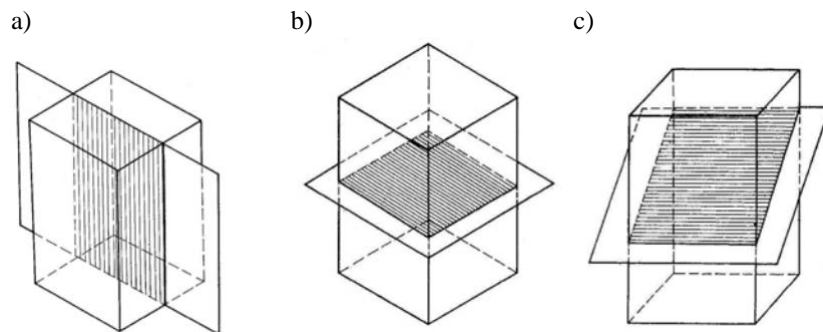
1.5. Rzuty, przekroje i rozwinięcia brył

Rzuty prostokątne zostały omówione w poprzednim rozdziale.

Przekroje brył

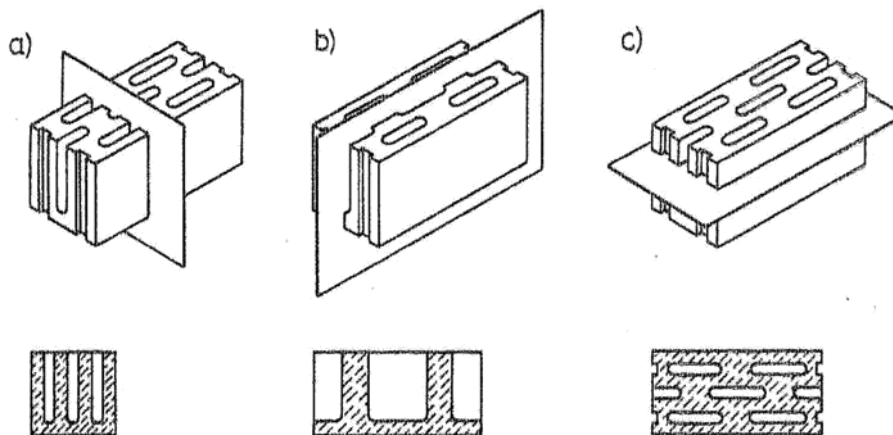
Przekrój bryły polega na przecięciu jej wyobraźnią płaszczyzną, której położenie może być równoległe, prostopadłe lub skośne do podstawy bryły. Rozróżnia się przekroje podłużne, poprzeczne lub ukośne.

Przekrój podłużny powstaje wtedy, gdy bryła przecinana jest płaszczyzną równoległą do jej osi podłużnej. Przekrój poprzeczny wykonuje się, przecinając bryłę w płaszczyźnie prostopadłej do osi podłużnej.



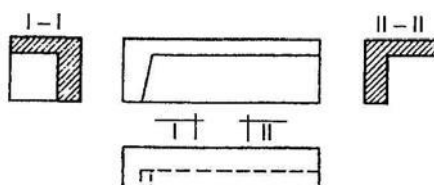
Rys. 27. Przekroje prostopadłościanu: a) podłużny, b) poprzeczny, c) ukośny [15, s. 112 i 113]

Po przecięciu bryły wyobraźnią płaszczyzną, odrzuca się (w wyobraźni) jedną jej część i w ten sposób odsłania się wnętrze rysowanego przedmiotu. W zależności od usytuowania płaszczyzny tnącej, rysunki tego wnętrza noszą nazwę przekrojów poziomych, pionowych, albo ukośnych.



Rys. 28. Przedstawianie sposobu rysowania przekrojów na przykładzie pustaka Alfa: a) przekrój poprzeczny, b) przekrój podłużny, c) przekrój poziomy [17, s. 85]

Przy oznaczeniach śladów płaszczyzn tnących podaje się nazwę przekroju oraz informację o tym, która część przeciętego przedmiotu została narysowana, a która odrzucona, czyli określa się kierunek patrzenia i oznacza go odpowiednimi kreskami. Przekroje opisuje się cyframi rzymskimi.

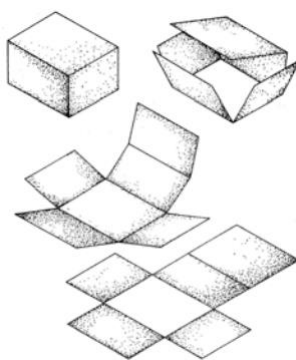


Rys. 29. Przykład rysowania przekrojów ze wskazaniem kierunku patrzenia [3, s. 47]

Krawędzie powstałe na skutek przecięcia ścian pł aszczyzną przekroju rysuje się linią ciągłą grubą, a pola przekroju kreskuje się linią cienką, nachyloną pod kątem 45° do osi oraz do głównych krawędzi przekroju. Linie zakreskowania powinny być do siebie równoległe i rysowane w jednakowych odstępach, zależnych od podziałki rysunku. Jeżeli nie stosuje się kreskowania, to linie przekroju rysuje się bardzo grubą linią ciągłą.

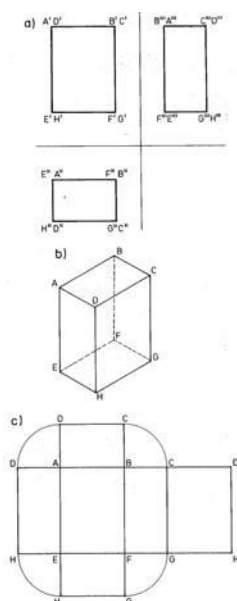
Rozwinięcia brył

Przez rozwinięcie ścian brył na jedną płaszczyznę otrzymuje się siatkę, wyznaczającą przyjętej podziałce rzeczywiste kształty rzutowanego elementu.

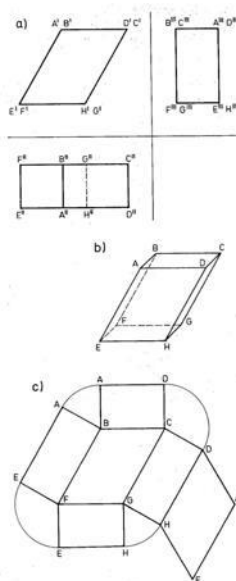


Rys. 30. Zasada rozwijania powierzchni brył [17, s. 88]

Sposoby rysowania rozwinięcia prostopadłościanu i równoległościanu na podstawie ich rzutów prostokątnych przedstawiono na poniższych rysunkach.



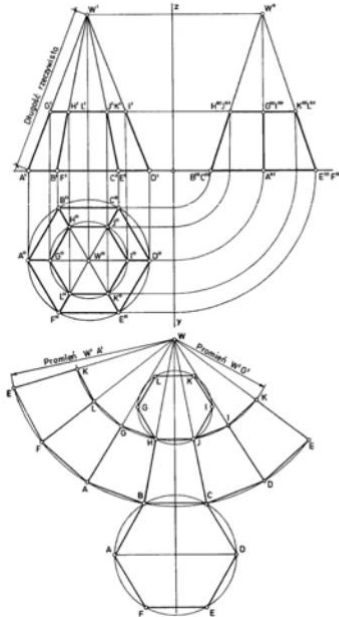
Rys. 31. Prostopadłościan: a) w rzutach prostokątnych, b) w aksonometrii izometrycznej, c) rozwinięcie powierzchni [17, s. 89]



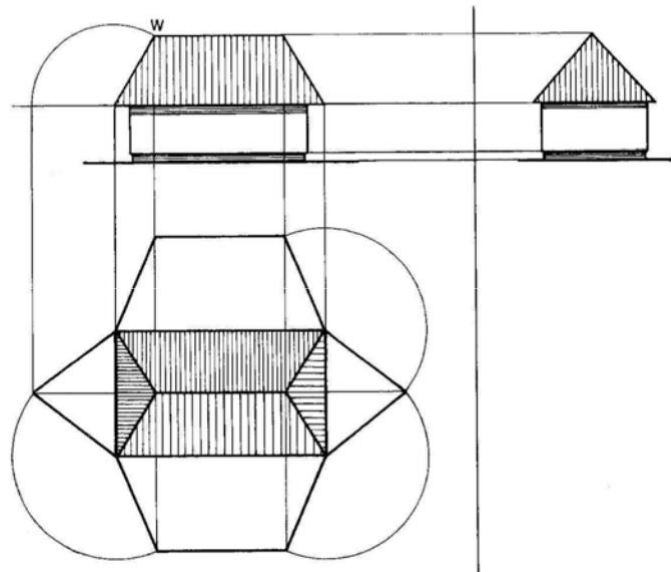
Rys. 32. Równoległościan: a) w rzutach prostokątnych, b) w aksonometrii izometrycznej, c) rozwinięcie powierzchni [17, s. 89]

Aby otrzymać rozwinięcie ścian ostrosłupa ściętego, należy narysować rozwinięcie ścian pomocniczego ostrosłupa pełnego.

Przy wyznaczaniu rozwinięcia połaci dachu należy pamiętać, że dach jest pod względem geometrycznym zbiorem wielokątów, którymi są płaszczyzny dachu, zwane połaciami. Rysunek 34 pokazuje przykład rozwinięcia połaci dachu. Punkt W należy obrócić tak, aby znalazł się na płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny poziomej. Wyznaczona w ten sposób jedna połać, pozwala na określenie rzeczywistych wymiarów pozostałych powierzchni, ponieważ ich wierzchołki znajdują się na jednej wysokości.



Rys. 33. Rozwinięcie ostrosłupa ściętego o podstawie w kształcie sześciokąta foremnego [17, s. 92]



Rys. 34. Rozwinięcie połaci dachu [17, s. 94]

Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. W jaki sposób powstają przekroje poziome, pionowe lub ukośne brył?
2. Jakimi liniami rysuje się przekroje?
3. Na czym polega rysowanie rozwinięć brył?

1.6. Oznaczenia graficzne na rysunkach budowlanych

Do nauki rysowania i czytania rysunków budowlanych konieczna jest znajomość oznaczeń graficznych. Dotyczą one:

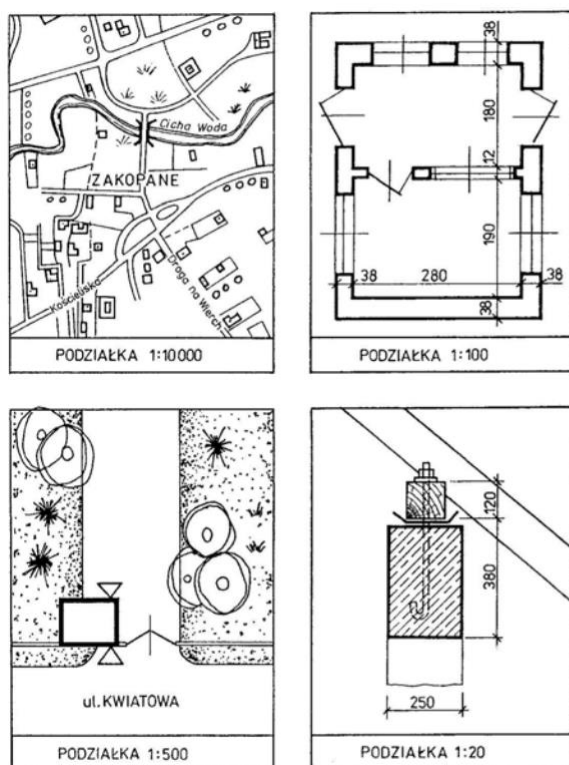
- elementów budowli stropów, okien, drzwi, wyposażenia łazienek,
- materiałów, np. betonu, styropianu,
- instalacji.

Podziałka w rysunku budowlanym

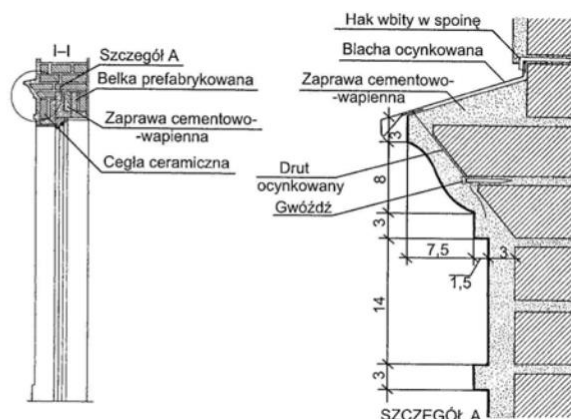
Podziałka – według PN-EN ISO 5455 – jest to stosunek wymiaru liniowego elementu przedmiotu przedstawionego na oryginale rysunku do wymiaru tego samego elementu na przedmiocie. Jeżeli odcinek o rzeczywistej długości wynoszącej 50 cm narysowano jako odcinek o długości 1 cm, to oznacza, że narysowano go w podziałce 1:50. Inaczej ujmując – jeżeli rzeczywisty odcinek ma długość 50 cm i zastosowano podziałkę 1:50, to znaczy, że odcinek ten na rysunku ma długość 1 cm. Określona podziałka wymaga zastosowania odpowiedniego rodzaju oznaczeń graficznych.

Według EN ISO 5455:1994 podziałka zwiększająca jest to podziałka o stosunku większym niż 1:1 (2:1), a podziałka zmniejszająca – o stosunku mniejszym niż 1:1 (1:10).

Jeśli podziałka rysunkowa uniemożliwia odpowiednie odwzorowanie pewnych części elementów albo obiektów budowlanych, wykonuje się rysunki szczegółów. Szczegóły te rysuje się w podziałce dokładniejszej (większej od 1:50) niż podziałka podstawowego rysunku. W tym celu na rysunku podstawowym szczegół określa się okręgiem i oznacza literą wielką lub cyfrą rzymską. Następnie rysuje się go obok w większej podziałce.



Rys. 35. Przykłady rysunków w różnych podziałkach [17, s. 39]



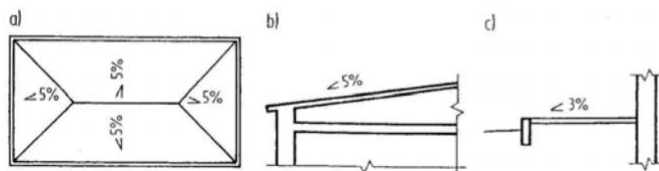
Rys. 36. Szczegół [3, s. 51]

Rodzaje oznaczeń graficznych według PN-B-01025:2004:

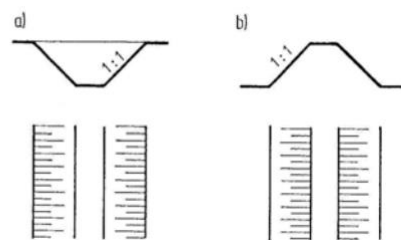
- Umowne (dawniej: I stopień dokładności), czyli tylko sygnalizujące fakt występowania podstawowych części rysowanego obiektu oraz ich lokalizację i funkcję oraz powiązania z innymi elementami projektowanego obiektu. Stosuje się je na rysunkach wykonywanych w podziałkach 1:200 i mniejszych, w architektonicznych projektach koncepcyjnych.
- Uprozczone (dawniej: II stopień dokładności), które przedstawiają poszczególne elementy z podaniem tylko ich najważniejszych cech i lokalizacji w obiekcie. Stosuje się na rysunkach wykonywanych w podziałkach od 1:50 do 1:200 w projektach architektoniczno-budowlanych lub wykonawczych.
- Dokładne, będące zazwyczaj rysunkami szczegółów (detali), stosowane na rysunkach w podziałkach większych od 1:50.

Oznaczenia graficzne wykreśla się odpowiednią grubością linii, aby były dobrze widoczne i łatwo czytelne w całości rysunku. Wszystkie oznaczenia powinny być rysowane zgodnie z aktualnymi Polskimi Normami.

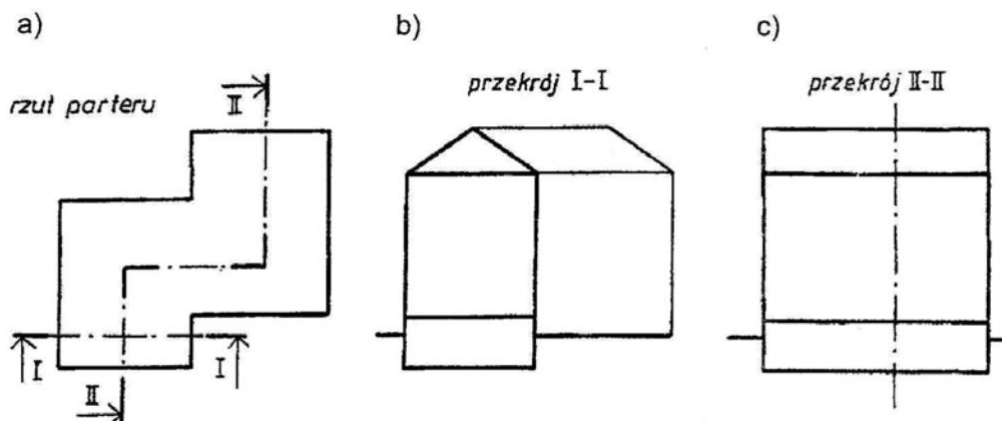
Przykłady oznaczeń:



Rys. 37. Oznaczenie spadków według PN-ISO 129:1996 a) połacie dachowe w widoku z góry, b) dach w przekroju pionowym, c) chodnik w przekroju pionowym [10, s. 150]



Rys. 38. Oznaczenia robót ziemnych a) wykop, b) nasyp [10, s. 150]:



Rys. 39. Oznaczenia przekrojów budynku według PN-B-01025

Tabela 2. Oznaczenia graficzne materiałów budowlanych według PN-B-01030:2000 [17, s. 110]

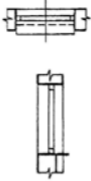
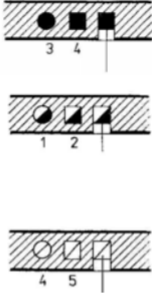



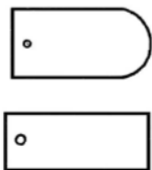
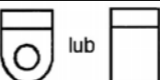
Lp.	Nazwa materiału	Oznaczenie	Lp.	Nazwa materiału	Oznaczenie
1.	Powierzchnia gruntu (przekrój)		9.	Sklejka	
2.	Podsypka, tynk, zaprawa		10.	Płyty drewnopochodne	
3.	Beton niezbrojony i kamień		11.	Metal	
4.	Beton zbrojony (żelbet)		12.	Izolacja termiczna i akustyczna	
5.	Beton lekki		13.	Izolacja wodochronna	
6.	Beton lekki zbrojony		14.	Szkoło i inne materiały przezroczyste w stanie stałym	
7.	Cegła i pustaki		15.	Tworzywa sztuczne	
8.	Drewno: a) przekrój prostopadły do włókien, b) przekrój wzdłuż włókien				

Tabela 3. Oznaczenia wybranych rodzajów drzwi i wrot według PN-B-01025 [1, s. 146]

Rodzaje drzwi i wrot		
jednoskrzydłowe	dwuskrzydłowe	wieloskrzydłowe (trzy i więcej)
1	2	3
<p>oznaczenie ogólne niezależne od rodzaju drzwi i wrot</p>		
<p>a) z progim b) bez progu</p> <p>drzwi i wrota rozwierane (z wyjątkiem balkonowych)</p>		<p>drzwi, wrota składane</p>
<p>drzwi rozwierane balkonowe</p>		<p>drzwi harmonijkowe</p>

Tabela 4. Wybrane oznaczenia graficzne uproszczone według PN-B-01025

<p>Rzut i przekrój okna bez węgarka i parapetu</p>	
--	--

Rzut i przekrój okna z parapetem i wnęką podokienną	
Kanały dymowe Kanały spalinowe Kanały wentylacyjne	
Zlew prostokątny	
Umywalka prostokątna z jednym punktem czerpalnym	
Umywalka prostokątna z baterią czerpalną	
Wanna wolno stojąca Wanna do obmurowania	
Miska ustępowa	

Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Co to jest podziałka rysunkowa?
2. Jakie są rodzaje oznaczeń graficznych?
3. Jak oznacza się poszczególne materiały budowlane?

1.7. Pismo techniczne

Przy opisywaniu rysunków technicznych należy posługiwać się pismem technicznym. Norma PN-EN ISO 3098:2002 (części 0÷5) Dokumentacja techniczna wyrobu. Pismo – zawiera podstawowe wymagania oraz zasady wykonywania napisów z zastosowaniem następujących technik:

- pisma odręcznego (z zastosowaniem podłożonej „siatki”),
- szablonów i ręcznych przyrządów piszących,
- systemów suchej kalkomanii,
- systemów pisania i kreślenia sterowanych numerycznie.

W przypadku pisma stosowanego CAD, czyli w projektowaniu wspomaganym komputerowo, wymagane są takie same wymiary jak w innych technikach.

Jeśli do opisów rysunków technicznych wykorzystywane są komputerowe edytory pisma, to zaleca się stosowanie pisma o kroju ARIAL CE i szerokości 0,8 (według PN-B-01025:2004).

Napisy na rysunkach technicznych ręcznie można wykonywać różnymi przyborami ołówkiem, piórkim, rapidografem.

Rodzaje pisma

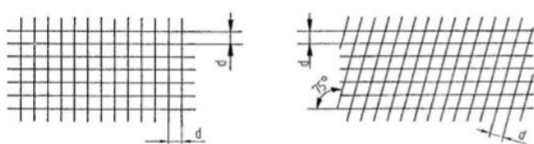
Na rysunkach opisywanych odręcznie stosuje się (według PN-EN ISO 3098-0):

- pismo rodzaju A, proste (V),
- pismo rodzaju A, pochyłe (S),
- pismo rodzaju B, proste (V) – stosowanie zalecane,
- pismo rodzaju B, pochyłe (S).

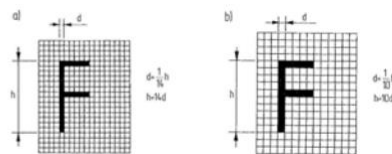
W kreśleniu sterowanym numerycznie w CAD stosuje się (według PN-EN ISO 3098-5):

- pismo rodzaju CA, proste (V),
- pismo rodzaju CA, pochyłe (S),
- pismo rodzaju CB, proste (V) – stosowanie zalecane,
- pismo rodzaju CB, pochyłe (S).

Oba rodzaje pisma można stosować jako proste lub pochyłe, nachylone pod kątem 75° do podstawy wiersza. Podstawą konstrukcji liter oraz cyfr jest prosta lub pochyła siatka pomocnicza, która ułatwia kreślenie na niej znaków.



Rys. 40. Siatka pomocnicza prosta i pochyła [10, s.21]



Rys. 41. Konstrukcja odręcznego pisma technicznego: a) rodzaju A, b) rodzaju B [10, s. 21]

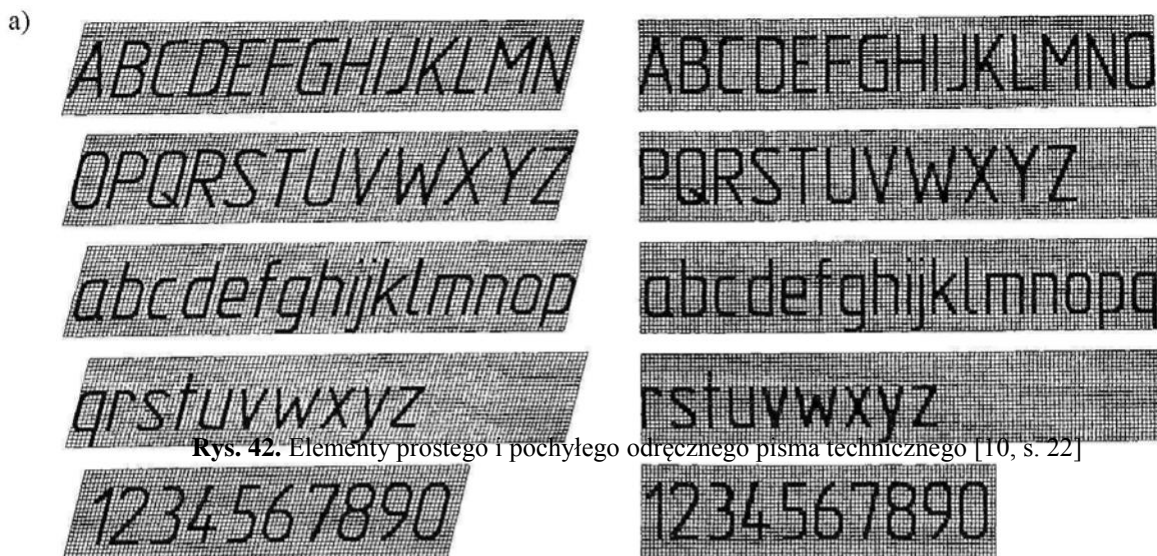
Wysokość pisma określa wysokość wielkich liter oraz cyfr mierzoną w milimetrach. Natomiast wysokość liter małych wynosi $10/14$ dla pisma rodzaju A i $7/10$ dla pisma B. Stosuje się następujące wysokości pisma: 2,5; 3,5; 5,0; 7,0; 10,0; 14,0; 20,0 mm, dla pisma B jeszcze dodatkowo 1,8 mm.

Pismo A – grubość linii pisma (d) wynosi $1/14$ wysokości pisma (h),

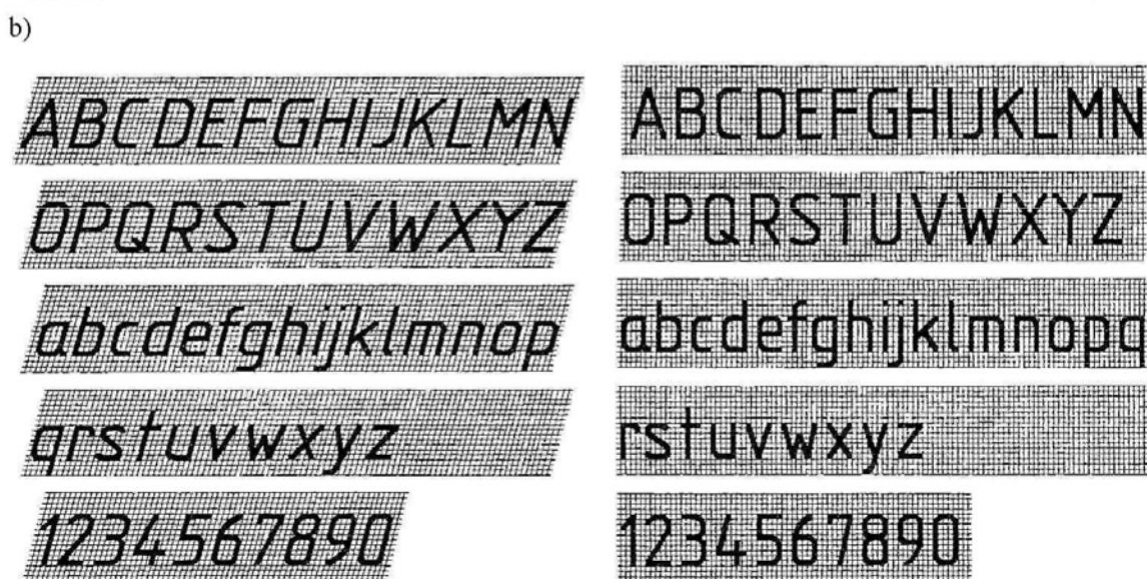
Pismo B – grubość linii pisma (d) wynosi $1/10$ wysokości pisma (h), a więc przy wysokości liter równej 5 mm grubość linii powinna wynosić 0,5 mm. Taka sama grubość powinna być stosowana do liter wielkich i małych.

Poniższe rysunki podają elementy pisma prostego i pochyłego.





Rys. 42. Elementy prostego i pochylego odreźnego pisma technicznego [10, s. 22]



Rys. 43. Pismo rodzaju A i B [3, s. 30]

Tabela 5. Wymiarowanie pisma technicznego rodzaju A i B wg PN-EN ISO 3098-0:2002 [10, s. 22]

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 z 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	$(1/14)h$ $(1/10)h$

Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie są rodzaje pisma technicznego?
2. Jakie wysokości pisma stosuje się na rysunkach?

1.8. Zasady sporządzania, wymiarowania i opisywania rysunków technicznych

Aby rysunek techniczny był rzetelnym źródłem informacji, musi być prawidłowo odwzorowany w rzutach, musi być opisany, zwymiarowany i oznaczony.

Linie rysunkowe

Dla uzyskania lepszej czytelności rysunku kreśli się go różnymi liniami. Z uwagi na ich grubość rozróżnia się linie cienkie, grube i bardzo grube. Proporcje grubości tych linii są równe 1:2:4. Grubość linii należy dostosować do rodzaju, wielkości i podziałki rysunku. Zalecane grubości linii podaje poniższa tabelka.






Tabela 6. Grubości linii [mm] na rysunkach budowlanych według PN-ISO 128-23:2002

Grupa linii	Linia cienka	Linia gruba	Linia bardzo gruba	Grubości linii dla symboli graficznych
0,25	0,13	0,25	0,5	0,18
0,35	0,18	0,35	0,7	0,25
0,5	0,25	0,5	1	0,35
0,7	0,35	0,7	1,4	0,5
1	0,50	1	2	0,7

Wszystkie rysunki na jednym arkuszu, wykreślone w tej samej skali powinny być wykonane liniami należącymi do tej samej grupy grubości, niezależnie od tego czy kreśli się ołówkiem, czy tuszem.

Oprócz grubości, linie różnią się rodzajem.

Tabela 7. Wybrane rodzaje i podstawowe przeznaczenie linii według PN-ISO 128-23:2002

Lp.	Rodzaj linii	Linia	Podstawowe przeznaczenie linii
1	linia ciągła		<ul style="list-style-type: none"> - cienka: widoczne krawędzie i zarysy przedmiotów, linie wymiarowe, linie odniesienia, kreskowania przekrojów, - gruba: kontury widocznych części przedstawianych na rzucie i przekroju, drzwi, okna, schody, - bardzo gruba: kontury widocznych części przedstawianych na rzucie lub w przekroju – jeżeli nie stosuje się kreskowania, pręty zbrojeniowe
2	linia ciągła zygzakowa		<ul style="list-style-type: none"> - cienka: urwania przedmiotów, oddzielanie widoku od przekroju,
3	linia kreskowa		<ul style="list-style-type: none"> - cienka: kontury niewidocznych części, linie rozgraniczające uprawy roślinne, trawniki,
4	linia punktowa		<ul style="list-style-type: none"> - cienka: linie osiowe, linie odniesienia, linie ograniczające przerwane widoki, rzuty i przekroje, - gruba: płaszczyzny przekroju, kontury części widocznych usytuowanych przed płaszczyzną przekroju, - bardzo gruba: pomocnicze linie tyczenia,
5	linia dwupunktowa		<ul style="list-style-type: none"> - cienka: linie środkowe (osie obojętne), kontury części przyległych, - gruba: kontury części niewidocznych usytuowanych przed płaszczyzną przekroju, - bardzo gruba: pręty i kable sprężające.

Przez wymiarowanie rysunków należy rozumieć podanie na rysunku wartości liczbowych odpowiadających rzeczywistym wymiarom w metrach, centymetrach lub milimetrach, stosownie do wymagań normowych, przy czym wpisuje się same liczby, bez jednostek. Określenie wymiarów musi być jednoznaczne i wykluczające konieczność obliczania wymiarów lub ich odczytywanie za pomocą przymiaru.

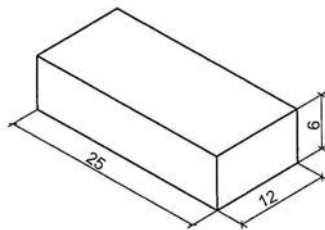
Do wymiarowania stosuje się następujące elementy:

- linie wymiarowe,
- linie wymiarowe pomocnicze,
- znaki ograniczające,
- liczby i znaki wymiarowe,
- linie odniesienia.

Elementy wymiarowania na rysunku

Linie wymiarowe rysuje się linią cienką ciągłą, równoległą do wymiarowanej wielkości. Linie wymiarowe powinno się umieszczać w miarę możliwości na zewnątrz konturów rysowanego obiektu lub elementu. Pierwszą linię (najbliżej rysowanego przedmiotu) umieszcza się w odległości ok. 10 mm, następnie 7÷8 mm.

Linie wymiarowe pomocnicze służą do odcinania wymiarów na linii wymiarowej. W rzutach prostokątnych kreśli się je prostopadle do linii wymiarowej i nieco przedłuża poza nią. W aksonometrii są nachylone pod odpowiednim kątem.

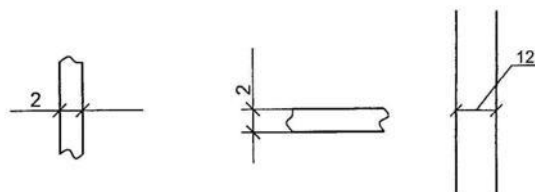


Rys. 44. Pomocnicze linie wymiarowe na rysunku izometrycznym [3, s. 34]

Znaki ograniczające są to krótkie kreski nachylone pod kątem 45°, ograniczające linie wymiarowe, o tej samej grubości co linie wymiarowe.

Liczby wymiarowe umieszcza się w odległości około 1 mm nad linią wymiarową, możliwie na środku jej długości. Wysokość liczb powinna wynosić co najmniej 2 mm. Należy je zawsze podawać tak, aby można je było czytać od dołu lub od prawej strony rysunku.

Jeśli niemożliwe jest umieszczenie liczby wymiarowej nad linią wymiarową, to można ją wpisać obok lub na linii odniesienia.



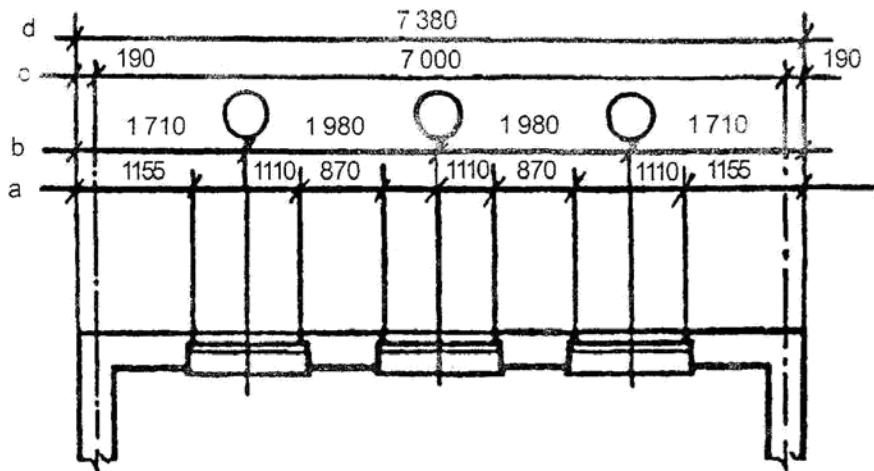
Rys. 45. Sposoby wpisywania liczb wymiarowych, jeśli nie mieszczą się nad linią wymiarową [3, s. 34]

Linie odniesienia stosuje się, gdy skala rysunku uniemożliwia wymiarowanie elementu na liniach wymiarowych oraz do opisywania rysunków.

Przy zastosowaniu kilku ciągów wymiarowych, należy je rozmieszczać w następującej kolejności od wymiarowanego przedmiotu:

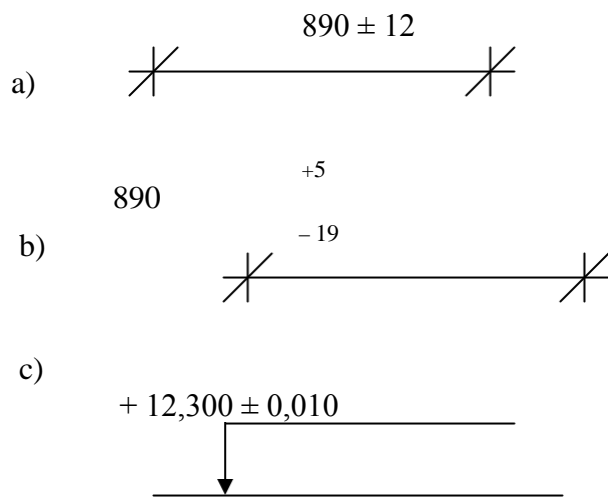
- a) wymiary szczegółowe,

- b) wymiary poszczególnych części lub rozstawienia osi (jeżeli występują),
- c) wymiary modułowe (jeżeli występują),
- d) wymiary całego obiektu lub jego części.



Rys. 46. Przykłady zastosowania ciągów wymiarowych według PN-B-01029:2000

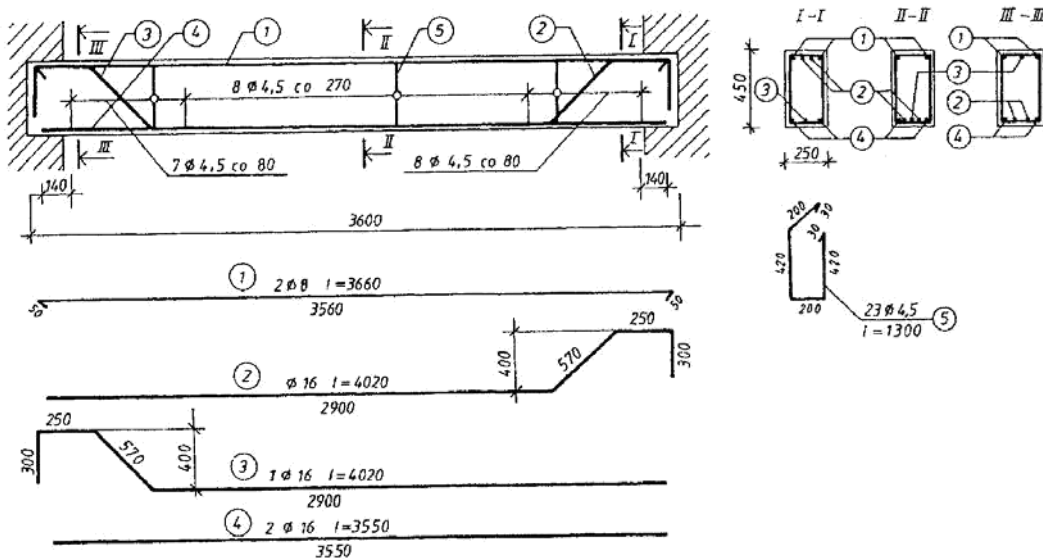
Odchyłki graniczne należy oznaczać zgodnie z normą PN-EN ISO 6284:2001, jak na rys. 47.



Rys. 47. Przykłady oznaczania odchyłek granicznych: a), b), wymiaru, c) położenia

Przy wymiarowaniu obowiązują następujące zasady:

- nie powtarzania danych,
- „wyczerpania tematu”,
- unikania zbędnych danych,
- nie przecinania się pomocniczych linii wymiarowych,
- w przypadku umieszczania wymiarów na kilku liniach obok siebie, bliżej zarysu przedmiotu podaje się wymiary mniejsze.



Rys. 48. Wymiarowanie elementów żelbetowych [1, s. 217]

Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie rodzaje linii rozróżniamy w rysunku technicznym?
2. Jak nazywają się linie rysunkowe w zależności od ich grubości?
3. Jakie jest podstawowe zastosowanie poszczególnych linii?
4. Gdzie umieszcza się liczby wymiarowe?
5. Jakie zasady obowiązują przy wymiarowaniu elementów?

2. LITERATURA

1. Bieniasz J., Januszewski B., Piekarski M.: Rysunek techniczny w budownictwie. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2002
2. Bogusz W.: Dokumentacja budowlana 5. Projektowanie architektoniczne i budownictwo regionalne. WSiP, Warszawa 1994
3. Gąsiorowska D., Horsztyńska B.: Posługiwanie się dokumentacją techniczną. KOWEZ, Warszawa 2002
4. Grochowski B.: Wykład z geometrii wykreślnej z materiałami do ćwiczeń. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996
5. Markiewicz P.: Vademecum projektanta, Prezentacja nowoczesnych technik budowlanych. „Archi-Plus”, Kraków 1998
6. Moj E., Śliwiński M.: Podstawy budownictwa, część I. Politechnika Krakowska, Kraków 2000
7. Najmanowicz A.: Rysunek zawodowy dla blacharza. WSiP, Warszawa 1977
8. Pękała J.: Dokumentacja budowy – Nowy Poradnik majstra budowlanego. ARKADY, 2003.
9. Podawca K.: Zarys budownictwa ogólnego. WSiP, Warszawa 2003
10. Popek M., Wapińska B.: Planowanie elementów środowiska cz.1. Elementy rysunku technicznego i odręcznego. Podstawy miernictwa. Dokumentacja techniczna. WSiP, Warszawa 2004
11. Smith S.: Hobby, które może być sztuką. Rysowanie. MARBA CLOWN, Warszawa 1995.
12. Straszak K.: Rysunek zawodowy dla malarza budowlanego i sztukatora. WSiP, Warszawa 1977
13. Suzin L. M.: Rysunek techniczny dla techników budowlanych. WSiP, Warszawa 1969
14. Szczepkowski A.: Nauczanie rysunku technicznego. WSiP, Warszawa 1978
15. Szczepkowski A.: Poradnik rysunkowy. WSiP, Warszawa 1988
16. Tauszyński K.: Wstęp do projektowania architektonicznego. WSiP, Warszawa 1996
17. Wojciechowski L.: Dokumentacja budowlana 1. Rysunek budowlany. WSiP, Warszawa 1999

Akty prawne:

1. Ustawa z dnia 07 lipca 1994 r. (z późniejszymi zmianami) Prawo budowlane
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75 poz. 690 z późn. zm.)
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 03 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. nr 120 poz. 1133)
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 02 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz.U. nr 202 poz. 2072)
5. Ustawa o Normalizacji z dnia 12 września 2002 r. (Dz.U. Nr 169 poz. 1386)

Polskie Normy:

1. PN-B-01025:2004 Rysunek budowlany. Oznaczenia graficzne na rysunkach architektoniczno-budowlanych
2. PN-B-01027:2002 Rysunek budowlany. Oznaczenia graficzne stosowane w projektach zagospodarowania działki lub terenu
3. PN-B-01029:2000 Rysunek budowlany. Zasady wymiarowania na rysunkach architektoniczno-budowlanych
4. PN-B-01030:2000 Rysunek budowlany. Oznaczenia graficzne materiałów budowlanych
5. PN-86/N-01603 Rysunek techniczny. Składanie formatów arkuszy
6. PN-88/N-01607 Rysunek techniczny. Oznaczenia graficzne materiałów
7. PN-91/N-01604 Rysunek techniczny. Widoki, przekroje, kłady
8. PN-EN ISO 3098-0:2002 Dokumentacja techniczna wyrobu. Pismo. Część 0: Zasady ogólne.
9. PN-EN ISO 3098-2:2002 Dokumentacja techniczna wyrobu. Pismo. Część 2: Alfabet łaciński, cyfry i znaki
10. PN-EN ISO 3098-5:2002 Dokumentacja techniczna wyrobu. Pismo. Część 5: Pismo alfabetu łacińskiego, cyfry i znaki w projektowaniu wspomaganym komputerowo (CAD)
11. PN-EN ISO 4157-1:2001 Rysunek budowlany. Systemy oznaczeń. Część 1: Budynek i części budynków
12. PN-EN ISO 4157-2:2001 Rysunek budowlany. Systemy oznaczeń. Część 2: Nazwy i numery pomieszczeń
13. PN-EN ISO 4157-3:2001 Rysunek budowlany. Systemy oznaczeń. Część 3: Identyfikatory pomieszczeń
14. PN-EN ISO 5455:1998 Rysunek techniczny. Podziały
15. PN-EN ISO 6284:2001 Rysunek budowlany. Oznaczanie odchyłek granicznych
16. PN-EN ISO 7519:1999 Rysunek techniczny. Rysunki budowlane. Ogólne zasady przedstawiania na rysunkach zestawieniowych
17. PN-EN ISO 11091:2001 Rysunek budowlany. Projekty zagospodarowania terenu
18. PN-ISO 128-23:2002 Rysunek techniczny. Ogólne zasady przedstawiania. Część 23: Linie na rysunkach budowlanych
19. PN-ISO 129:1996 Rysunek techniczny. Wymiarowanie. Zasady ogólne. Definicje. Metody wykonania i oznaczenia specjalne
20. PN-ISO 129/Ak:1996 Rysunek techniczny. Wymiarowanie. Zasady ogólne. Definicje. Metody wykonania i oznaczenia specjalne (Arkusz krajowy)
21. PN-ISO 2594:1998 Rysunek budowlany. Metody rzutowania
22. PrPN-EN ISO 5456-1 Rysunek techniczny. Metody rzutowania. Postanowienia ogólne
23. PN-EN ISO 5456-3:2002 Rysunek techniczny. Metody rzutowania. Część 3: Przedstawianie aksonometryczne
24. PN-ISO 4069:1999 Rysunek budowlany. Oznaczanie powierzchni na przekrojach i widokach. Zasady ogólne
25. PN-ISO 7518:1998 Rysunek techniczny. Rysunek budowlany. Uprozczone przedstawienie rozbiórki i przebudowy
26. PN-ISO 7518:1998/Ap1:1999 Rysunek techniczny. Rysunki budowlane. Uprozczone przedstawienie rozbiórki i przebudowy
27. PN-ISO 9431:1994 Rysunek budowlany. Części arkusza rysunkowego przeznaczone na rysunek, tekst i tabliczkę tytułową
28. PN-ISO 9431:1994/Ap1:1999 Rysunek budowlany. Części arkusza rysunkowego przeznaczone na rysunek, tekst i tabliczkę tytułową
29. PN-EN ISO 3766:2005 (U) Rysunek konstrukcyjny budowlany. Symboliczne przedstawianie zbrojenia betonu
30. PN-EN ISO 4066:2001 Rysunek budowlany. Wykaz prętów do zbrojenia betonu