

# Budownictwo ogólne



DO NOWEJ PODSTAWY  
PROGRAMOWEJ



Podręcznik do nauki zawodu

TECHNIK BUDOWNICTWA



# Budownictwo ogólne

Mirosław Popek, Bożenna Wapińska

## 2. Wybrane materiały budowlane

Wymagania stawiane materiałom budowlanym

Właściwości materiałowe budowlanych i chemicznych materiałów

2.2.1. Właściwości mechaniczne i fizyczne materiałów

2.2.2. Właściwości chemiczne materiałów budowlanych

2.2.3. Właściwości fizyczne materiałów budowlanych

2.2.4. Właściwości biologiczne materiałów budowlanych

2.2.5. Właściwości akustyczne materiałów budowlanych

2.2.6. Właściwości termiczne materiałów budowlanych

2.2.7. Właściwości elektryczne materiałów budowlanych

2.2.8. Właściwości optyczne materiałów budowlanych

2.2.9. Właściwości mechaniczne materiałów budowlanych

2.2.10. Właściwości fizyczne materiałów budowlanych

2.2.11. Właściwości chemiczne materiałów budowlanych

2.2.12. Właściwości biologiczne materiałów budowlanych

2.2.13. Właściwości fizyczne materiałów budowlanych



Podręcznik do nauki zawodu

TECHNIK BUDOWNICTWA

Autorzy: **Mirosława Popek** (rozdziały 1–3, 5), **Bożenna Wapińska** (rozdział 4)

Podręcznik dla uczniów kształcących się w kierunkach technik budownictwa na podbudowie kwalifikacji: B.16. w zawodzie betoniarz-zbrojarz, B.18. w zawodzie murarz-tylnik, B.20. w zawodzie monter konstrukcji budowlanych. W książce m. in. omówiono podstawowe pojęcia z zakresu budownictwa, scharakteryzowano elementy konstrukcyjne, elewacyjne i wykończeniowe budynków oraz związane z nimi instalacje. Omówione zostały także etapy i technologie wykonywania obiektów budowlanych oraz przepisy prawne w budownictwie w zakresie praw i obowiązków stron procesów inwestycyjnych w budownictwie, ochrony środowiska i ochrony przeciwpożarowej. Materiały budowlane, grunty budowlane, miernictwo i rusztowania – to kolejne zagadnienie omówione w podręczniku. Na końcu rozdziałów i działów znajdują się pytania, dzięki czemu uczeń może sprawdzić nabyte wiadomości.

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

Wydanie I (rzut I)

ISBN 978-83-02-13620-7

Opracowanie merytoryczne i redakcyjne: **Małgorzata Skura** (redaktor cyklu),  
**Tomasz Gronau** (redaktor merytoryczny)  
Konsultacje: **Marek Machnik**  
Redakcja językowa: **Dominika Cieśla-Szymańska**  
Redakcja techniczna: **Maria Dylewska**  
Projekt okładki: **Dominik Krajewski**  
Skład i łamanie: **MathMaster Studio**

#### **Źródła ilustracji i fotografii**

okładka: (budowlaniec) **Andreas G. Karelias/Shutterstock.com**  
tekst główny: s. 240 (tachimetr elektrooptyczny typu total-station) **M. Popek**, s. 243 (niwelator samopoziomujący) **M. Popek**

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: **DROGOWIEC-PL Sp. z o.o., Kielce**

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](http://www.legalnakultura.pl)  
Polska Izba Książki



## 1. Ogólne wiadomości o obiektach budowlanych

<b>1.1.</b>	Zarys historii budownictwa .....	8
<b>1.2.</b>	Podstawowe pojęcia stosowane w budownictwie .....	11
1.2.1.	Rodzaje obiektów budowlanych .....	11
1.2.2.	Klasyfikacja budynków .....	12
1.2.3.	Układy konstrukcyjne budynków .....	12
1.2.4.	Rodzaje obciążeń działających na obiekty budowlane .....	14
<b>1.3.</b>	Elementy konstrukcyjne budynku .....	16
1.3.1.	Fundamenty .....	16
1.3.2.	Ściany .....	24
1.3.3.	Nadproża .....	28
1.3.4.	Stropy .....	30
1.3.5.	Dachy i stropodachy .....	37
1.3.6.	Schody .....	43
<b>1.4.</b>	Elementy elewacyjne i wykończeniowe budynku .....	48
1.4.1.	Elementy elewacyjne budynku .....	48
1.4.2.	Wewnętrzne elementy wykończeniowe budynku .....	50
<b>1.5.</b>	Etapy i technologie wykonywania obiektów budowlanych .....	52
<b>1.6.</b>	Instalacje budowlane .....	54
1.6.1.	Instalacje wodociągowe .....	54
1.6.2.	Instalacja kanalizacyjna .....	57
1.6.3.	Instalacja gazowa .....	59
1.6.4.	Instalacja centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej .....	61
1.6.5.	Instalacja wentylacji i klimatyzacji .....	64
1.6.6.	Sieć elektryczna i instalacje elektryczne .....	65
1.6.7.	Instalacja odgromowa .....	68
1.6.8.	Instalacja przeciwpożarowa .....	68
1.6.9.	Instalacja centralnego odkurzania .....	68
1.6.10.	Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii .....	68
<b>1.7.</b>	Ochrona środowiska w budownictwie .....	71
1.7.1.	Ustawa o wyrobach budowlanych .....	74
1.7.2.	Ochrona przeciwpożarowa .....	75
	Zapamiętaj .....	78
	Sprawdź swoją wiedzę .....	78
	Literatura .....	78

## 2. Wybrane materiały budowlane

<b>2.1.</b>	Wymagania stawiane materiałom budowlanym .....	82
<b>2.2.</b>	Właściwości materiałów budowlanych i metody ich oznaczania .....	83
2.2.1.	Właściwości fizyczne i fizykochemiczne materiałów budowlanych .....	83
2.2.2.	Właściwości mechaniczne materiałów budowlanych .....	85
2.2.3.	Właściwości chemiczne i biologiczne .....	86
2.2.4.	Sposoby klasyfikacji materiałów budowlanych .....	87
<b>2.3.</b>	Naturalne materiały kamienne .....	88
2.3.1.	Podstawowe wiadomości o skałach i ich klasyfikacji .....	88
2.3.2.	Skały magmowe .....	90
2.3.3.	Skały osadowe .....	90
2.3.4.	Skały metamorficzne .....	91
2.3.5.	Obróbka kamienia i materiały kamienne .....	91



<b>2.4.</b>	Kruszywa budowlane .....	95
2.4.1.	Nazewnictwo kruszyw i ich klasyfikacja .....	95
2.4.2.	Kruszywa do betonu .....	97
2.4.3.	Kruszywa do zapraw .....	99
2.4.4.	Kruszywa do mieszanek bitumicznych .....	99
2.4.5.	Kruszywa specjalne .....	101
2.4.6.	Składowanie materiałów kamiennych i kruszyw .....	101
2.4.7.	Zasady oznaczania wybranych cech technicznych kruszyw budowlanych .....	102
<b>2.5.</b>	Mineralne spoiwa budowlane .....	106
2.5.1.	Klasyfikacja spoiw .....	106
2.5.2.	Spoiwa powietrzne .....	106
2.5.3.	Spoiwa hydrauliczne .....	109
2.5.4.	Magazynowanie spoiw .....	112
<b>2.6.</b>	Woda do celów budowlanych .....	113
2.6.1.	Wymagania .....	113
2.6.2.	Badanie wody do zapraw i betonu .....	113
<b>2.7.</b>	Zaczyny i zaprawy budowlane .....	115
2.7.1.	Zaczyny budowlane .....	115
2.7.2.	Zaprawy budowlane .....	116
2.7.3.	Oznaczanie wybranych cech technicznych zaczynów i zapraw .....	119
<b>2.8.</b>	Betony .....	123
2.8.1.	Rodzaje betonu .....	123
2.8.2.	Beton zwykły .....	123
2.8.3.	Ustalanie składu mieszanki betonowej .....	125
2.8.4.	Betony lekkie .....	131
2.8.5.	Betony specjalne .....	133
2.8.6.	Domieszki i dodatki do betonu .....	134
2.8.7.	Oznaczanie cech technicznych mieszanki betonowej i betonu .....	135
2.8.8.	Transport mieszanek betonowych .....	139
<b>2.9.</b>	Wyroby z zaczynów, zapraw i betonów .....	140
2.9.1.	Wyroby z zapraw wapienno-piaskowych .....	140
2.9.2.	Wyroby z zapraw i betonów cementowych .....	141
2.9.3.	Wyroby z zaczynów gipsowych .....	144
2.9.4.	Zasady transportu i magazynowania wyrobów z zapraw i betonów .....	146
<b>2.10.</b>	Ceramiczne wyroby budowlane .....	147
2.10.1.	Klasyfikacja elementów murowych .....	147
2.10.2.	Wybrane ceramiczne wyroby murowe .....	150
2.10.3.	Pustaki ścienne i stropowe .....	152
2.10.4.	Materiały ceramiczne do pokryć dachowych .....	155
2.10.5.	Kafle piecowe .....	157
2.10.6.	Wyroby ceramiczne o strukturze spieczonej .....	157
2.10.7.	Wyroby fajansowe .....	159
2.10.8.	Magazynowanie ceramiki budowlanej .....	159
<b>2.11.</b>	Drewno i materiały drewnopochodne .....	160
2.11.1.	Właściwości fizyczne i mechaniczne drewna .....	160
2.11.2.	Drewno jako materiał budowlany .....	162
2.11.3.	Drewniane wyroby podłogowe .....	163
2.11.4.	Płyty z drewna i materiałów drewnopochodnych .....	164
2.11.5.	Stolarka budowlana .....	167
2.11.6.	Składowanie, zabezpieczanie antykorozyjne i transport drewna .....	168



<b>2.12.</b>	Metale i budowlane wyroby metalowe .....	171
2.12.1.	Klasyfikacja stali .....	171
2.12.2.	Podział wyrobów ze stali .....	171
2.12.3.	Wyroby z aluminium (glinu), miedzi i cynku .....	175
2.12.4.	Korozja metali .....	176
2.12.5.	Magazynowanie i transport wyrobów z metalu .....	177
<b>2.13.</b>	Lepiszczta bitumiczne .....	178
2.13.1.	Asfalty .....	178
2.13.2.	Płynne materiały bitumiczne do izolacji wodochronnych .....	179
2.13.3.	Papy .....	180
2.13.4.	Magazynowanie i transport wyrobów asfaltowych .....	181
2.13.5.	Zasady badania cech technicznych pap .....	182
<b>2.14.</b>	Materiały stosowane do izolacji .....	183
2.14.1.	Materiały do izolacji wodochronnych .....	183
2.14.2.	Materiały do izolacji termicznej i akustycznej .....	183
<b>2.15.</b>	Szkło budowlane .....	185
2.15.1.	Cechy szkła .....	185
2.15.2.	Rodzaje szkła .....	185
2.15.3.	Magazynowanie i transport szkła .....	187
<b>2.16.</b>	Wyroby z tworzyw sztucznych .....	188
2.16.1.	Skład i właściwości tworzyw sztucznych .....	188
2.16.2.	Wybrane wyroby z tworzyw sztucznych .....	189
2.16.3.	Magazynowanie i transport materiałów z tworzyw sztucznych .....	193
<b>2.17.</b>	Materiały wykończeniowe .....	194
2.17.1.	Wyroby malarskie .....	194
2.17.2.	Kleje i kity .....	196
2.17.3.	Tapety .....	197
	Zapamiętaj .....	198
	Sprawdź swoją wiedzę .....	198
	Literatura .....	198

### 3. Rusztowania

<b>3.1.</b>	Zastosowanie i podział rusztowań .....	202
3.1.1.	Rusztowania drewniane .....	203
3.1.2.	Rusztowania metalowe .....	205
<b>3.2.</b>	Montaż, użytkowanie i demontaż rusztowań .....	208
	Zapamiętaj .....	209
	Sprawdź swoją wiedzę .....	209
	Literatura .....	209

### 4. Grunty budowlane

<b>4.1.</b>	Klasyfikacja gruntów .....	212
<b>4.2.</b>	Właściwości fizyczne i mechaniczne gruntów .....	214
4.2.1.	Właściwości fizyczne gruntów .....	214
4.2.2.	Wybrane właściwości mechaniczne gruntów .....	227
4.2.3.	Przydatność podłoża do celów budowlanych .....	228
<b>4.3.</b>	Kategorie geotechniczne obiektów budowlanych .....	229
	Zapamiętaj .....	230
	Sprawdź swoją wiedzę .....	230
	Literatura .....	231



## 5. Miernictwo

<b>5.1.</b> Geodezja .....	234
<b>5.2.</b> Mapy .....	236
5.2.1. Rodzaje map .....	236
5.2.2. Znaki umowne stosowane na mapach .....	238
5.2.3. Obliczanie wielkości liniowych na podstawie skali mapy .....	240
<b>5.3.</b> Podstawowy sprzęt pomiarowy .....	242
5.3.1. Zasady wykonywania prac pomiarowych .....	242
5.3.2. Sprzęt do pomiarów liniowych .....	242
5.3.3. Węgielnice optyczne .....	245
5.3.4. Teodolity i tachimetry .....	246
5.3.5. Niwelatory i łaty niwelacyjne .....	252
5.3.6. Stabilizacja punktów w terenie .....	255
5.3.7. Osnowy pomiarowe .....	256
5.3.8. Jednostki miary kątowej .....	257
<b>5.4.</b> Pomiar długości i tyczenie linii w terenie .....	259
5.4.1. Metody pomiaru długości taśmą stalową .....	259
5.4.2. Tyczenie odcinka w terenie .....	261
5.4.3. Pomiar kąta nachylenia terenu .....	262
<b>5.5.</b> Pomiar szczegółów sytuacyjnych .....	263
<b>5.6.</b> Pomiary wysokościowe .....	265
5.6.1. Wiadomości wstępne o pomiarach wysokościowych .....	265
5.6.2. Niwelacja geometryczna (techniczna) .....	267
5.6.3. Niwelacja trygonometryczna .....	273
<b>5.7.</b> Praktyczne zastosowania pomiarów sytuacyjno-wysokościowych .....	275
5.7.1. Rodzaje pomiarów sytuacyjno-wysokościowych .....	275
5.7.2. Niwelacja podłużna trasy .....	275
5.7.3. Niwelacja powierzchni terenu .....	278
<b>5.8.</b> Wyznaczanie położenia punktów za pomocą systemu GPS .....	280
<b>5.9.</b> Szkic polowy .....	282
5.9.1. Tyczenie obiektów prostokątnych .....	284
5.9.2. Wyznaczanie punktu o zadanej wysokości .....	285
5.9.3. Tyczenie linii o zadanym spadku .....	286
5.9.4. Przenoszenie wysokości .....	286
5.9.5. Przepisy dotyczące bhp i ochrony środowiska, które obowiązują podczas pomiarów terenowych .....	288
Zapamiętaj .....	289
Sprawdź swoją wiedzę .....	289
Literatura .....	289
Wykaz podstawowych pojęć w językach polskim, angielskim i niemieckim .....	291



# 1. Ogólne wiadomości o obiektach budowlanych

- Zarys historii budownictwa
- Podstawowe pojęcia stosowane w budownictwie
- Elementy konstrukcyjne budynku
- Elementy elewacyjne i wykończeniowe budynku
- Etapy i technologie wykonywania obiektów budowlanych
- Instalacje budowlane
- Ochrona środowiska w budownictwie



## 1.1

## Zarys historii budownictwa

## W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak zmieniały się materiały stosowane do wznoszenia budowli
- jak zmieniały się technologie wznoszenia budowli

Budownictwo, rozpatrywane z punktu widzenia historii jego rozwoju, ulega ciągłym przeobrażeniom. Umiejętność kształtowania przestrzeni rozwijała się wraz z rozwojem poszczególnych kultur i cywilizacji. Doskonalenie rzemiosła i techniki budowlanej było nieodłącznie związane z dorobkiem kulturowym społeczeństw, a wznoszone budowle odpowiadały aktualnym możliwościom technicznym ludzi i ich potrzebom użytkowym. Jednymi z pierwszych siedzib człowieka były jaskinie. W miejscach, gdzie ich brakowało, do budowy prymitywnych schronień stosowano **drewno, kamień, glinę i inne dostępne lokalnie materiały**. Mieszkańcy rejonów wysuniętych daleko na północ jako budulca nadal używają bloków lodu spojonych zamrożoną wodą, z których konstruuje domy zwane igloo.

Metody wznoszenia domów z drewna rozwijały się przez wieki i przetrwały do czasów dzisiejszych. Drewniane domy z bali w wielu rejonach nadal buduje się z zastosowaniem technologii podobnej do tej sprzed wieków. W Polsce przykładem dawnego budownictwa drewnianego jest prąsłowiańska osada w Biskupinie odkryta w 1933 r. Drewniane belki i fundamenty, które tam znaleziono, pochodzą z przełomu epoki brązu i żelaza (VII w. p.n.e.). Na podstawie wieloletnich prac archeologicznych zrekonstruowano część osady wraz z otaczającym ją wałem drewniano-ziemnym i falochronem. Wewnątrz obwarowań odtworzono ok. 100 drewnianych domów.

W okolicach, w których dostępnym materiałem był **kamień**, zaczęto wznosić z niego budowle. Początkowo kamienie były układane bez łączenia spoiwem. Wymagało to starannego dopasowania wszystkich elementów i dlatego chętnie stosowano wapienie – materiał stosunkowo miękki, łatwo poddający się obróbce. Do dziś zachowało się wiele kamiennych budowli lub ich fragmentów. Przykładem może być licząca 6 tys. lat osada z kamienia odnaleziona przez archeologów i zrekonstruowana w Szkocji na wyspie Mainland.

W niektórych wioskach afrykańskich i azjatyckich do dziś stawia się lepianki, czyli domy, których ściany są wznoszone z mokrej gliny wzmacnianej gałęziami drzew. **Gлина**, wysychając na słońcu, twardniała i mogła przenieść obciążenia z konstrukcji dachu.

Stopniowy rozwój osadnictwa i powstawanie miast znacznie przyczyniły się do rozwoju budownictwa. Zaczęto bowiem poszukiwać nowych metod i materiałów, dzięki którym można było budować więcej budowli, zaczęto też zwracać uwagę na ich estetykę. Od starożytności, gdy budowniczowie egipscy prostymi środkami wznosili monumentalne piramidy, przez wieki technika rozwijała się na tyle, że dziś potrafimy wykonać najbardziej skomplikowane technologicznie budowle.



Wygląd budynków, ich styl, rodzaj budulca i rozwiązania konstrukcyjne zależały od okresu, w jakim obiekty te powstawały. Na przykład Zamek Królewski w Krakowie, przebudowany w okresie renesansu, do dzisiaj imponuje złożonością konstrukcji i formą architektoniczną.

Udoskonalanie istniejących materiałów budowlanych i wprowadzanie nowych umożliwiło nadawanie wznoszonym obiektom śmiałych rozwiązań architektonicznych. Ściany gotyckich kościołów murowano zgodnie z zasadą przewiązania, tzn. przesuwając spiny pionowe w kolejnych warstwach cegieł. Do dziś **elementy ceramiczne** należą do ważniejszych materiałów budowlanych.

**Beton**, czyli materiał wykonywany z piasku, spoiwa (materiału wiążącego, najczęściej wapna palonego) i wody, znano już w starożytności – w Asyrii, Babilonie, Fenicji, Egipcie i Chinach. W starożytnym Rzymie jako spoiwa używano popiołów wulkanicznych, uzyskując tzw. cement rzymski (naturalny cement hydrauliczny), dzięki któremu beton stawał się wodoodporny. Do stosowania tego materiału, zaniechanego w średniowieczu, zaczęto powracać dopiero w drugiej połowie XVIII w. Upowszechnienie się betonu mogło nastąpić dopiero dzięki wynalezieniu nowego spoiwa – **cementu portlandzkiego** (wynalazł go Anglik Joseph Aspdin w 1824 r.) – i stopniowemu udoskonalaniu jego składu oraz technologii produkcji (zakończonemu w 1845 r. pracami Izaaca Charles'a Johnsona).

Dużą część współczesnego budownictwa stanowią konstrukcje żelbetowe. Historia **żelbetu** rozpoczęła się, gdy Francuz Joseph-Louis Lambot jako pierwszy połączył beton ze zbrojeniem stalowym i z tego materiału zbudował barkę zaprezentowaną w 1848 r. na wystawie w Paryżu. W 1867 r. inny Francuz – ogrodnik Joseph Monier – z betonu zbrojonego siatką wykonał donice na kwiaty. Gdy zauważył, że nie popękały na mrozie, opatentował pomysł takiego wzmacniania elementów betonowych, nie tylko donic, lecz także kolumn i belek (w 1877 r.). Koncepcję zbrojenia betonu uzasadnił naukowo francuski inżynier François Hennebique, wyjaśniając, że dzięki współpracy betonu (odpornego na ściskanie) i stali (przejmującej obciążenia rozciągające) elementy żelbetowe przewyższają wytrzymałością betonowe. W 1892 r. Hennebique opatentował sposób budowy szkieletowych konstrukcji żelbetowych składających się ze słupów, belek i płyt stropowych połączonych stalowym zbrojeniem zatopionym we wnętrzu wszystkich elementów. Wynalazek Hennebique'a zrewolucjonizował budownictwo i szybko upowszechnił się w Europie. W 1898 r. powstał pierwszy żelbetowy most w Viggen w Szwajcarii, projektu François Hennebique'a.

Elementy z **betonu sprężonego** jako pierwszy zastosował Eugène Léon Freyssinet w 1920 r. Beton sprężony ma zbrojenie (struny, kable lub liny) wstępnie naciągnięte jeszcze przed ułożeniem mieszanki betonowej, dzięki czemu w gotowych elementach równoważy ono wpływ obciążeń zewnętrznych pojawiających się w czasie użytkowania budowli. Umożliwia to konstruowanie elementów o bardzo dużej rozpiętości, stosunkowo małych przekrojach i nośności większej niż elementów żelbetowych o takich samych wymiarach.

**Tworzywa sztuczne** to materiały, których podstawowymi składnikami są żywice syntetyczne (tzn. wielkocząsteczkowe substancje organiczne, nazywane też polimerami) oraz różne dodatki (wypełniacze, plastyfikatory, barwniki). Żywice syntetyczne zaczęto produkować i stosować do wykonywania materiałów budowlanych w 1859 r. w Wielkiej Brytanii. W 1930 r. naukowcy z firmy Badische Anilin & Soda-Fabrik (BASF) opracowali metodę przemysłowej produkcji polistyrenu, a w 1950 r. – styropianu. Od 1951 r., gdy pojawił się w handlu, styropian stał się jednym z najbardziej praktycznych materiałów termoizolacyjnych.



Obecnie tworzywa sztuczne są stosowane w budownictwie jako pokrycia podłogowe, materiał do krycia dachów, tworzywo do produkcji okien i drzwi, izolacje cieplne, przeciwwilgociowe i przeciwwodne, składniki materiałów malarskich, klejów i wielu materiałów wykończeniowych.

Rozwój budownictwa, technologii i materiałów stosowanych do wznoszenia obiektów budowlanych nie jest procesem zakończonym, a jego uczestnicy będą musieli stale aktualizować swoją wiedzę.

## PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij, dlaczego czynniki geograficzne warunkują zastosowanie odpowiedniego materiału budowlanego.
2. Jakie materiały zostały zastosowane do wzniesienia budynków w okolicy, w której mieszkasz?



## 1.2

## Podstawowe pojęcia stosowane w budownictwie

## W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- co to jest obiekt budowlany
- z jakich elementów składa się budynek
- jakie obciążenia działają na obiekty budowlane

## 1.2.1. Rodzaje obiektów budowlanych

**Budownictwo** jest dziedziną wiedzy i działalności człowieka związaną z projektowaniem i wykonywaniem obiektów budowlanych oraz ich konserwacją i rozbiórką.

Definicje podstawowych pojęć stosowanych w budownictwie podano w ustawie *Prawo budowlane*. Zgodnie z tą ustawą:

- przez pojęcie **obiekt budowlany** rozumiemy:
  - budynek wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi,
  - budowlę stanowiącą całość techniczno-użytkową wraz z instalacjami i urządzeniami,
  - obiekt małej architektury;
- **budynek** to obiekt budowlany, który jest trwale związany z gruntem (tzn. ma fundamenty), jest wydzielony z przestrzeni za pomocą przegród budowlanych i ma dach;
- **budynek jednorodzinny** to budynek wolno stojący albo w zabudowie bliźniaczej, szeregowej lub grupowej, służący zaspokajaniu potrzeb mieszkaniowych, stanowiący konstrukcyjnie samodzielną całość, w którym dopuszcza się wydzielenie nie więcej niż dwóch lokali mieszkalnych albo jednego lokalu mieszkalnego i użytkowego o powierzchni całkowitej poniżej 30% powierzchni całkowitej budynku;
- **budowla** to „[...] każdy obiekt budowlany niebędący budynkiem lub obiektem małej architektury, jak: lotniska, drogi, linie kolejowe, mosty, wiadukty, estakady, tunele, przepusty, sieci techniczne, wolno stojące maszty antenowe, wolno stojące trwale związane z gruntem urządzenia reklamowe, budowle ziemne, obronne (fortyfikacje), ochronne, hydrotechniczne, zbiorniki, wolno stojące instalacje przemysłowe lub urządzenia techniczne, oczyszczalnie ścieków, składowiska odpadów, stacje uzdatniania wody, konstrukcje oporowe, nadziemne i podziemne przejścia dla pieszych, sieci uzbrojenia terenu, budowle sportowe, cmentarze, pomniki, a także części budowlane urządzeń technicznych (kotłów, pieców przemysłowych, elektrowni wiatrowych i innych urządzeń) oraz fundamenty pod maszyny [...]”;
- **obiekty małej architektury** to obiekty kultu religijnego (kapliczki, figury, przydrożne krzyże), obiekty architektury ogrodowej (posągi, wodotryski, oczka wodne), obiekty użytkowe służące codziennej rekreacji i utrzymaniu porządku (piaskownice, huśtawki, śmietniki);
- **tymczasowe obiekty budowlane** to obiekty przeznaczone do czasowego użytkowania w okresie krótszym od ich trwałości technicznej, potem zaś do rozbiórki lub przeniesienia w inne miejsce, a także obiekty budowlane niepołączone trwale z gruntem, np. strzelnice, kioski uliczne, kontenery, barakowozy.



### 1.2.2. Klasyfikacja budynków

Uwzględniając różne kryteria, rozróżniamy:

- tymczasowe i stałe,
- jednokondygnacyjne i wielokondygnacyjne,
- niskie, średnio wysokie, wysokie i wysokiemi,
- wolno stojące, szeregowe i bliźniacze,
- podpiwniczone i niepodpiwniczone,
- ogrzewane i nieogrzewane.

Ze względu na **pełnione funkcje** budynki dzielimy na:

- mieszkalne,
- przemysłowe,
- użyteczności publicznej,
- gospodarcze,
- magazynowe.

Ze względu na **technologię budowy** budynki możemy klasyfikować jako wykonywane metodami:

- **tradycyjnymi**, np. murowane;
  - **uprzemysłowionymi**, np. budowane:
    - z elementów prefabrykowanych (dawniej głównie żelbetowych elementów wielkopłytowych<sup>1</sup> i wielkoblokowych<sup>2</sup>, a obecnie – prefabrykatów z drewna, materiałów drewnopochodnych lub płyt wiórowo-cementowych, prefabrykatów ceramiczno-betonowych lub innych),
    - w technologii monolitycznej z betonu przemysłowego z zastosowaniem deskowań inwentaryzowanych;
  - **częściowo uprzemysłowionymi**, tj. łączącymi metody tradycyjne i uprzemysłowione.
- W zależności od **wysokości** budynki mogą być:
- **niskie** – o wysokości do 4 kondygnacji (budynki mieszkalne) lub do 12 m nad poziomem terenu,
  - **średnio wysokie** – do 9 kondygnacji (budynki mieszkalne) lub 12–25 m nad poziomem terenu,
  - **wysokie** – do 18 kondygnacji (budynki mieszkalne) lub 25–55 m nad poziomem terenu,
  - **wysokościowe** – wyższe niż 55 m nad poziomem terenu.

### 1.2.3. Układy konstrukcyjne budynków

Budynek powinien zapewniać bezpieczeństwo użytkowania, bezpieczeństwo konstrukcyjne i pożarowe oraz odpowiednie warunki higieniczne i zdrowotne.

Wymagania stawiane budynkom zależą przede wszystkim od ich przeznaczenia. Części, z których składa się budynek, spełniające określoną funkcję, nazywamy **elementami budynku**. Na rys. 1.1 przedstawiono przekrój budynku z nazwanymi elementami składowymi.

Elementy budynku pełnią różne funkcje. Podstawowym zadaniem **elementów konstrukcyjnych** jest przenoszenie obciążeń, dlatego zależą od nich stateczność, sztywność i wy-

Ze wzgl. na okres eksploatacji:

- a) tymczasowe – do 20 lat
- b) stałe
  - kl. I powyżej 100 lat
  - kl. II 50 ÷ 100 lat
  - kl. III 20 ÷ 50 lat

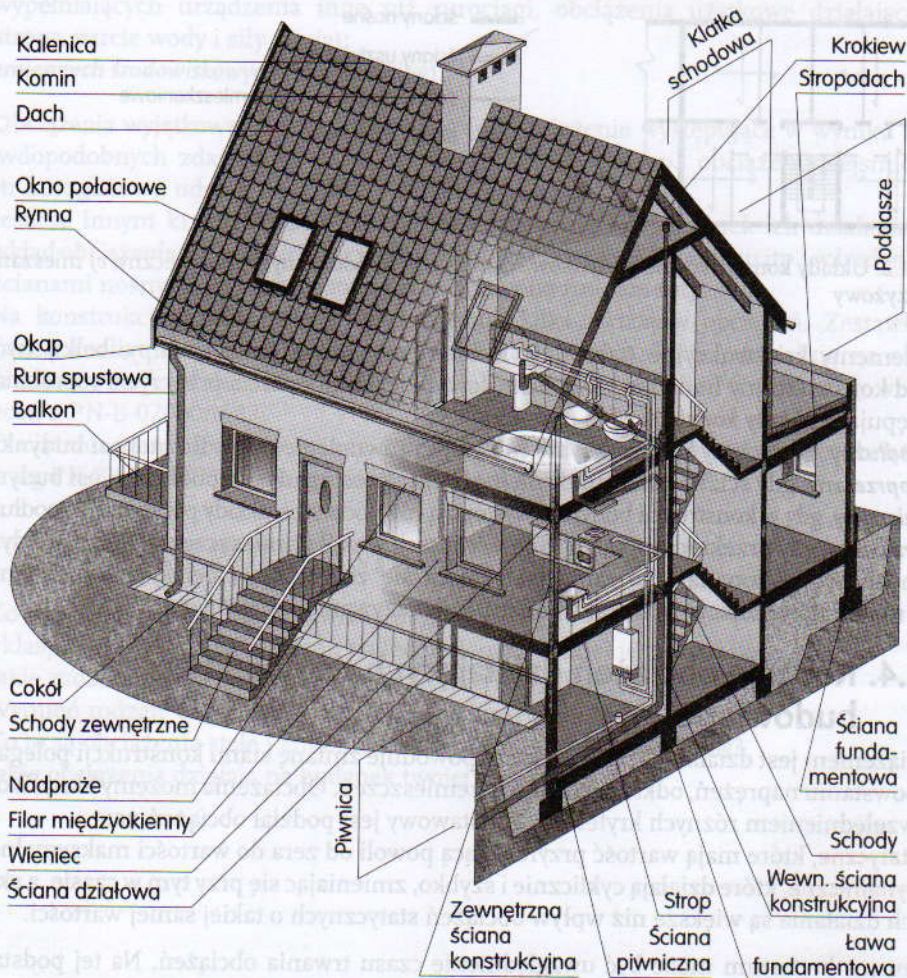
<sup>1</sup> Element wielkopłytowy – płaski element prefabrykowany o wymiarach wykonywanej ściany pomieszczenia.

<sup>2</sup> Element wielkoblokowy – płaski element prefabrykowany o małej szerokości i wysokości jednej kondygnacji.



trzymałość budowli na działanie różnych sił. Do elementów konstrukcyjnych budynku zaliczamy fundamenty, ściany nośne, nadproża, stropy, dach, stropodach, wieńce<sup>1</sup>, schody.

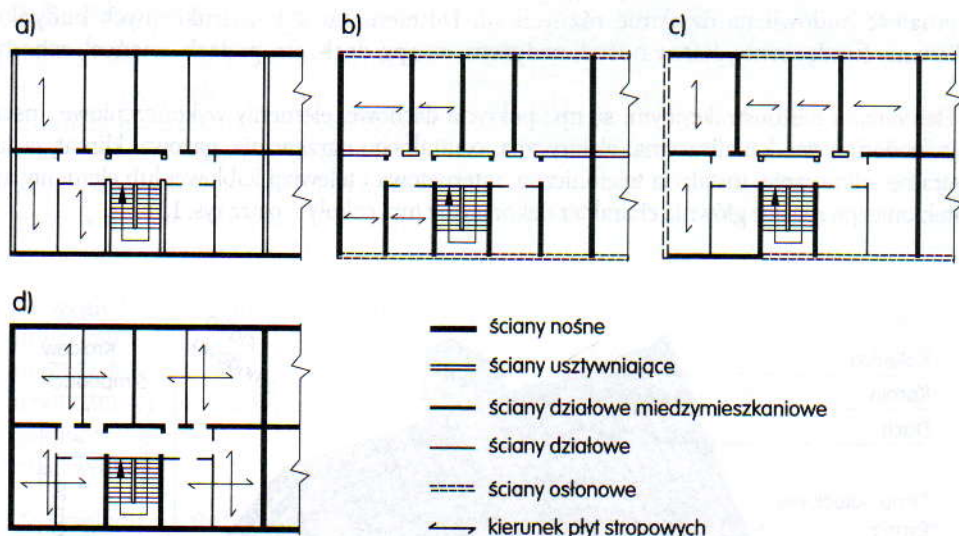
**Elementami niekonstrukcyjnymi** są np.: pokrycia dachowe, elementy wykończeniowe, instalacja wodociągowa, kanalizacyjna, elektryczna, centralnego ogrzewania, gazowa, klimatyzacja, centralne odkurzenie, instalacja telefoniczna, internetowa i telewizji kablowej lub elementy architektoniczne mające głównie charakter dekoracyjny (np. cokoły – patrz rys. 1.1).



**Rys. 1.1.** Budynek mieszkalny i jego elementy [19]

<sup>1</sup> Wieniec – element konstrukcyjny (zwykle żelbetowy) znajdujący się w ścianach na obwodzie stropu lub stropodachu, mający za zadanie zespolenie tych elementów ze ścianami i przekazywanie obciążeń.





**Rys. 1.2.** Układy konstrukcyjne budynków ścianowych: a) podłużny, b) poprzeczny, c) mieszany, d) krzyżowy

Elementy konstrukcyjne (takie jak: fundamenty, ściany nośne, słupy, belki) tworzą układ konstrukcyjny budynku. W zależności od kierunku oparcia przekrycia rozróżniamy następujące **układy konstrukcyjne** (rys. 1.2):

- **podłużny**, gdy ściany konstrukcyjne (nośne) są równoległe do podłużnej osi budynku;
- **poprzeczny**, gdy ściany konstrukcyjne (nośne) są prostopadłe do podłużnej osi budynku;
- **mieszany**, gdy w konstrukcji budynku występują równocześnie układy poprzeczny i podłużny;
- **krzyżowy**, gdy przekrycie opiera się na 4 ścianach wokół pomieszczenia. Ściana budynku może być wykonana jako rama (składająca się ze słupów i belek) z wypełnieniem z materiałów izolacyjnych. Taką konstrukcję nazywamy **szkieletową**.

#### 1.2.4. Rodzaje obciążeń działających na obiekty budowlane

Obciążeniem jest działanie fizyczne, które powoduje zmianę stanu konstrukcji polegającą na powstaniu naprężeń, odkształceń lub przemieszczeń. Obciążenia możemy klasyfikować z uwzględnieniem różnych kryteriów. Podstawowy jest podział obciążeń na:

- **statyczne**, które mają wartość przyrastającą powoli od zera do wartości maksymalnej;
- **dynamiczne**, które działają cyklicznie i szybko, zmieniając się przy tym w czasie, a skutki ich działania są większe niż wpływ obciążeń statycznych o takiej samej wartości.

Innym kryterium może być uwzględnienie czasu trwania obciążeń. Na tej podstawie obciążenia możemy podzielić na stałe, zmienne i wyjątkowe.

**Obciążenia stałe** mają wartość, położenie i kierunek pozostające niezmiennie w czasie montażu, użytkowania lub remontu budowli. Do obciążeń stałych zaliczamy ciężar własny stałych elementów budowli i konstrukcji oraz ciężar własny gruntu w stanie rodzimym i parcie z niego wynikające.

**Obciążenia zmienne** działają okresowo, a ich wartość, kierunek i położenie mogą się zmieniać w czasie użytkowania budowli, jej montażu lub remontu. Zgodnie z PN-B-02000:1982 obciążenia zmienne mogą być:



- **w całości długotrwałe** (np. obciążenie gruntem budowli zagłębionych w gruncie lub ciężar własny urządzeń związanych z użytkowaniem budowli, takich jak kotły lub stałe urządzenia dźwigowe);
- **w części długotrwałe** (np. obciążenia stropów w pomieszczeniach magazynowych lub ciężar maszyn, urządzeń i materiałów w miejscach remontów);
- **w całości krótkotrwałe** (np. obciążenia wiatrem<sup>1</sup>, śniegiem lub obciążenia powstające w czasie wznoszenia budowli).

Inny podział obciążeń zmiennych to rozróżnienie wśród nich obciążeń:

- **zmiennych technologicznych** (ciężary własne urządzeń stacjonarnych lub materiałów wypełniających urządzenia inne niż rurociągi, obciążenia użytkowe działające na stropy, parcie wody i siły tarcia);
- **zmiennych środowiskowych** (wiatr i śnieg).

**Obciążenia wyjątkowe** to zespół obciążeń lub obciążenie występujące w wyniku mało prawdopodobnych zdarzeń w czasie użytkowania obiektu, np.: obciążenia sejsmiczne, wiatr huraganowy, uderzenie pojazdu, działanie pożaru.

Jeszcze innym kryterium klasyfikacji obciążeń może być kierunek ich działania. Na przykład **obciążenia pionowe** (ciężar własny, obciążenia ze stropów, dachu itp.) w budynkach ze ścianami nośnymi są przenoszone przez ściany na fundamenty.

Na konstrukcje działa zwykle równocześnie kilka rodzajów obciążeń. Zestawienia obciążeń analizujemy, uwzględniając takie ich kombinacje, które oddziałują na obiekt budowlany w najbardziej niekorzystny sposób. **Kombinacje obciążeń** wyznaczamy według zaleceń z PN-B-02000:1982.

Obciążenia możemy wyznaczyć na podstawie zaleceń podanych w normach (np. obciążenia stałe wg PN-B-02001:1982, a obciążenia wiatrem – wg PN-B-02011:1977).

## PYTANIA I POLECENIA

1. Co nazywamy obiektem budowlanym?
2. Sklasyfikuj budynki ze względu na technologię, w jakiej je wykonano.
3. Jakie zadania pełnią elementy konstrukcyjne budynku?
4. Wymień rodzaje układów konstrukcyjnych budynku.
5. Co to są obciążenia stałe i zmienne działające na obiekt budowlany?
6. Jakie obciążenia działają na budynek twojej szkoły?

<sup>1</sup> Obciążenie wiatrem wynika z różnicy ciśnień na powierzchni budowli oraz oporów tarcia wywołanych przepływem powietrza.

## 1.3

## Elementy konstrukcyjne budynku

## W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jaką rolę pełnią fundamenty
- jak są zbudowane ściany
- co to jest nadproże
- z jakich elementów składa się strop
- jak dobrać kształt i konstrukcję dachu
- jakie są rodzaje schodów
- jakie elementy wykończeniowe możesz zastosować w budynku

## 1.3.1. Fundamenty

**Fundamenty** stanowią podziemną część obiektu budowlanego przenoszącą na podłoże gruntowe ciężar własny tego obiektu i obciążenia działające na niego z zewnątrz.

Fundamenty możemy klasyfikować, uwzględniając różne kryteria. Sposób współdziałania z podłożem gruntowym w przenoszeniu obciążeń stanowi kryterium podziału fundamentów na pośrednie (zwykle głębokie) i bezpośrednie.

**Fundamenty pośrednie** przenoszą obciążenia z obiektu budowlanego na zalegające głębiej warstwy podłoża gruntowego za pośrednictwem specjalnych elementów konstrukcyjnych, takich jak: pale, studnie, kesony. Fundamenty głębokie mogą być:

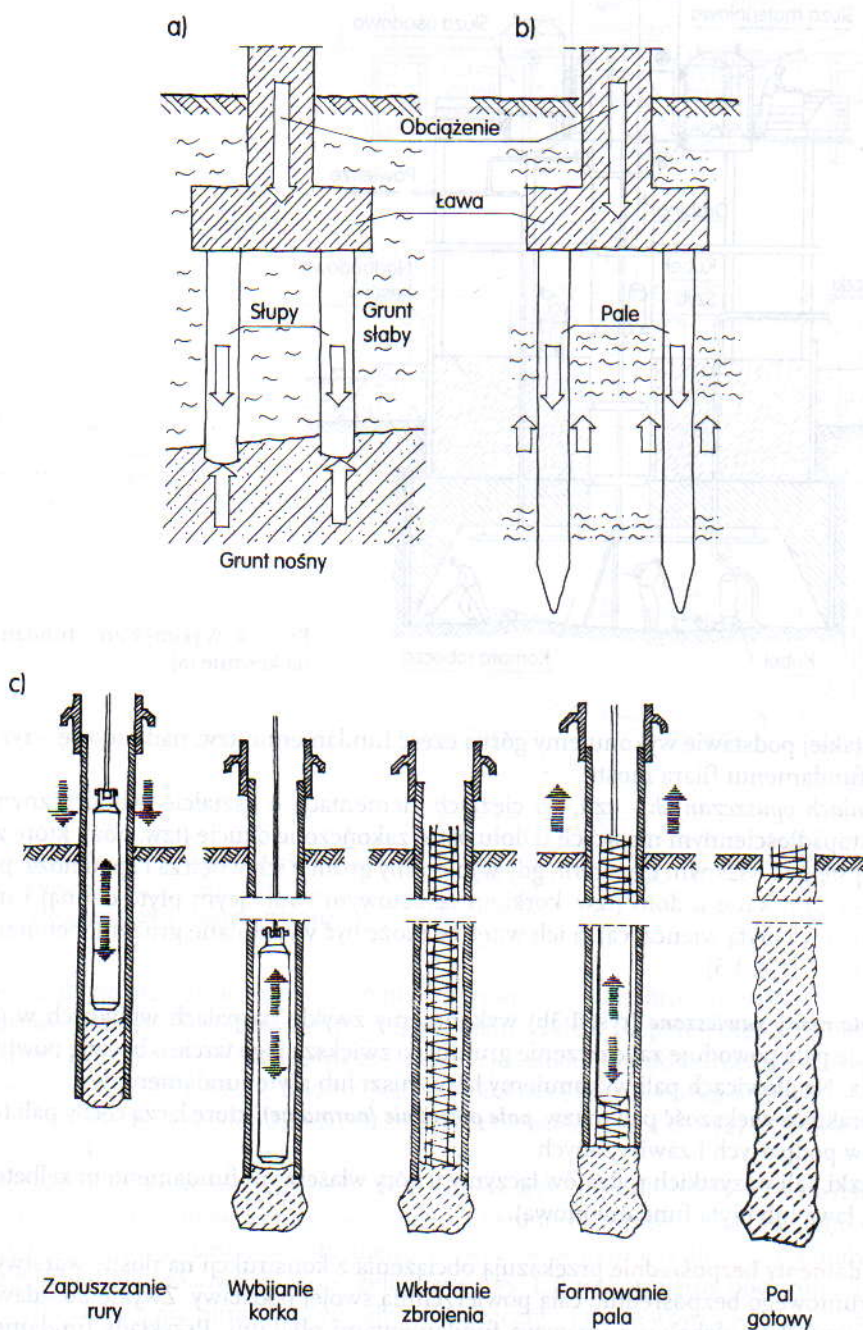
- **podparte**, tzn. sięgające do głęboko położonej warstwy nośnej gruntu;
- **zawieszone**, tzn. zagłębione w gruncie o małej nośności, na który przekazują obciążenia z obiektu budowlanego tylko dzięki działaniu oporów tarcia wzdłuż powierzchni bocznej swoich pali;
- **normalne**, które łączą cechy fundamentów podpartych i zawieszonych, gdyż przekazują obciążenia na podłoże gruntowe zarówno powierzchnią swojej podstawy, jak i dzięki tarcia gruntu o ich powierzchnię boczną.

**Fundamenty podparte** budujemy na:

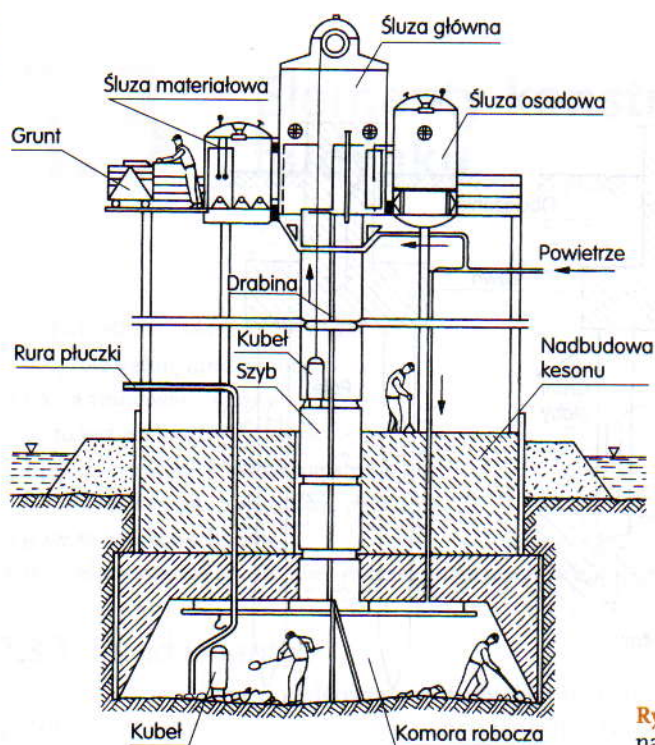
- **palach** (rys. 1.3a), zwykle z betonu lub żelbetu, przywożonych na budowę jako gotowe i zapuszczanych (wbijanych za pomocą kafara<sup>1</sup>, wwibrowywanych, wciskanych lub wwiercanych) w grunt lub wykonywanych w gruncie (rys. 1.3c) na placu budowy,
- **kesonach** – zbudowanych jako otwarta od dołu skrzynia z żelbetu lub stali, wolno zagłębiana się w podłożu pod własnym ciężarem wskutek wybierania gruntu z jej wnętrza, którą – gdy spocznie na warstwie nośnej podłoża gruntowego – wypełniamy betonem

<sup>1</sup> Kafar – wieża o konstrukcji stalowej lub drewnianej z prowadnicami, po których porusza się młot (tzw. baba, taran), podnoszony zwykle za pomocą silnika. Po osiągnięciu odpowiedniej wysokości młot spada na głowicę pala i wbija go w grunt. Wysokość spadania to około 15 m, a masa młota od 400 kg do 5 t.





**Rys. 1.3.** Fundamenty na palach: a) podpartych, b) zawieszonych, c) sposób wykonania pala formowanego w gruncie [5]



Rys. 1.4. Wykonywanie fundamentu na kesonie [8]

i na takiej podstawie wykonujemy górną część fundamentu (tzw. nadbudowę – rys. 1.4), np. fundamentu filara mostu,

- *studniach opuszczanych* – tzn. na ciężkich elementach o kształcie cylindrycznym lub prostopadłościennym mających u dołu ostro zakończone okucie (tzw. nóż), które zagłębiają się pod własnym ciężarem, gdy wybieramy grunt z ich wnętrza i spod noża, potem zaś są zamykane u dołu (tzw. korkiem żelbetowym tworzącym płytę denną) i u góry (żelbetową płytą wieńczącą), a ich wnętrze może być wypełniane gruzem, betonem lub piaskiem (rys. 1.5).

**Fundamenty zawieszone** (rys. 1.3b) wykonujemy zwykle na palach wbijanych w grunt. Wbijanie pala powoduje zagęszczenie gruntu, co zwiększa jego tarcie o boczną powierzchnię pala. Na głowicach pali wykonujemy ławę, ruszt lub płytę fundamentową.

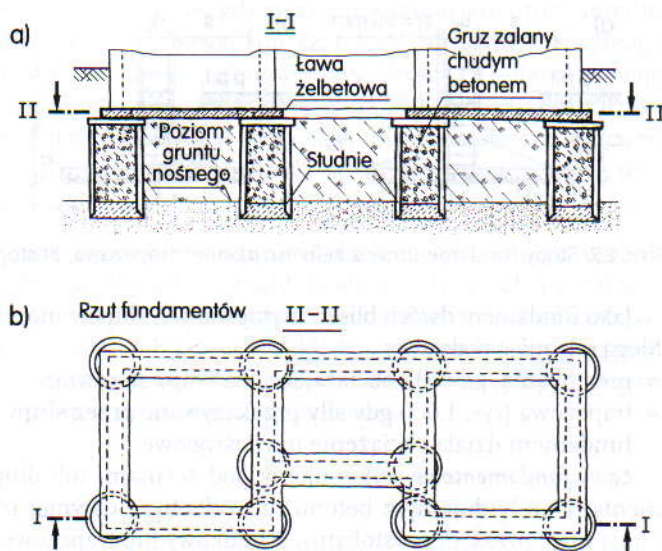
W praktyce większość pali to tzw. **pale pośrednie (normalne)**, które łączą cechy pali fundamentów podpartych i zawieszonych.

Wiązki pali wszystkich rodzajów łączymy u góry właściwym fundamentem żelbetowym (stopą, ławą lub płytą fundamentową).

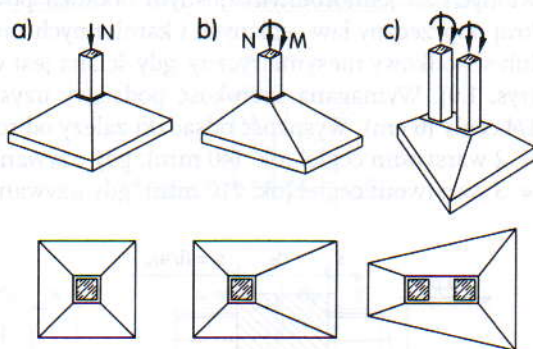
**Fundamenty bezpośrednie** przekazują obciążenia z konstrukcji na nośne warstwy podłoża gruntowego bezpośrednio całą powierzchnią swojej podstawy. Zwykle posadawia się je na niewielkiej głębokości i nazywa fundamentami płytkimi. Przykłady fundamentów bezpośrednich to: stopy, ławy, ruszty i płyty fundamentowe.

**Stopy fundamentowe** wykonujemy z betonu lub żelbetu (rys. 1.6 i 1.7), a dawniej wykonywało się je także z kamienia lub cegieł. Stosujemy je pod pojedynczymi słupami o dostatecznie dużym rozstawie (zwykle 4–5 m lub więcej), gdy podłoże gruntowe ma nośność





**Rys. 1.5.** Fundament na studniach opuszczanych: a) przekrój pionowy, b) rzut poziomy [17]



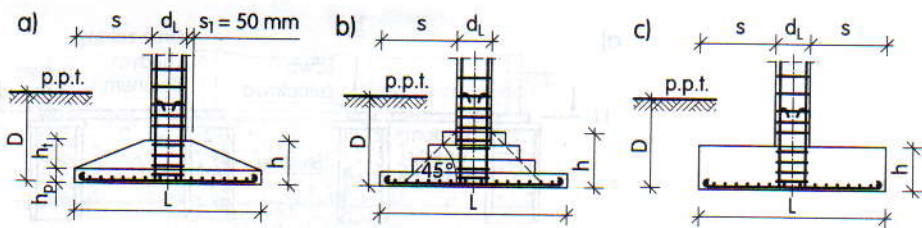
**Rys. 1.6.** Stopy fundamentowe o podstawie: a) kwadratowej, b) prostokątnej, c) trapezowej (tzw. stopa grupowa niesymetryczna) [1]

wystarczającą do przeniesienia obciążeń przekazywanych przez słupy. Stopy fundamentowe mogą mieć podstawę kwadratową lub prostokątną (zwykle o proporcji długości boków 1:3) i kształt prostopadłościanu (*stopy płytowe* – rys. 1.7c) lub podobny do ostrosłupa ściętego (*stopy trapezowe*<sup>1</sup> – rys. 1.6a, 1.6b, 1.7a) albo podstawę kołową i kształt stożka ściętego.

Powierzchnie boczne stóp fundamentowych są płaskie (rys. 1.6, 1.7a, 1.7c) albo schodkowe (rys. 1.7b).

Stopy fundamentowe mogą być obciążone osiowo (rys. 1.6a) lub mimośrodowo (rys. 1.6b, 1.6c). Stopy fundamentowe kamienne, ceglane i betonowe stosuje się pod słupami obciążonymi osiowo. Stopy betonowe stosujemy głównie w budynkach do dwóch kondygnacji i w budynkach tymczasowych. Stopy żelbetowe (rys. 1.7) wykonujemy pod słupami przekazującymi obciążenia mimośrodowe albo dynamiczne, a także wówczas, gdy zwierciadło wody gruntowej znajduje się powyżej poziomu posadowienia fundamentu.

<sup>1</sup> W przekroju poprzecznym stopa żelbetowa trapezowa ma u dołu – zwykle do wysokości 500 mm – przekrój prostokątny, a wyżej ścina się jej niepracujące części i nadaje przekrojowi pionowemu kształt trapezu. Zazwyczaj wysokość stopy  $h$  przyjmuje się równą 0,45 szerokości odsadki  $s$ , lecz nie mniejszą niż 40 cm (rys. 1.7a).



Rys. 1.7. Stopy fundamentowe z żelbetu: a) stopa trapezowa, b) stopa schodkowa, c) stopa płytowa [1]

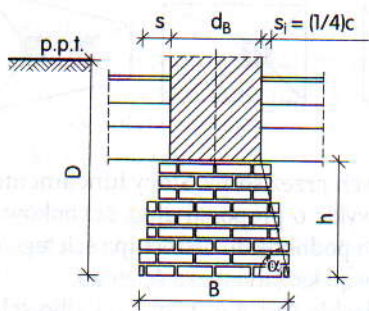
Jako fundament dwóch blisko usytuowanych słupów możemy stosować tzw. *stopy grupowe*. Mogą one mieć podstawę:

- prostokątną, gdy siły obciążające oba słupy są równe,
- trapezową (rys. 1.6c), gdy siły przekazywane przez słupy znacznie się różnią, a więc na fundament działa obciążenie mimośrodowe.

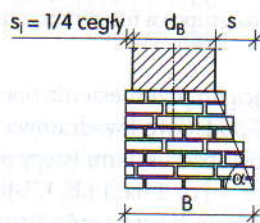
**Ławy fundamentowe** wykonujemy pod ścianami lub długimi rzędami słupów. Fundamenty takie budujemy z betonu lub żelbetu, a dawniej również z kamienia lub cegieł. Mogą mieć przekrój prostokątny, schodkowy lub trapezowy.

**Ławy kamienne i ceglane** – dziś rzadko stosowane – mogą stanowić fundament pod ścianami budynków o wysokości do 4 kondygnacji oraz w budynkach tymczasowych, posadowionych na jednorodnym nośnym podłożu powyżej zwierciadła wody gruntowej. Przekrój poprzeczny ław ceglanych i kamiennych może być schodkowy symetryczny (rys. 1.8) lub schodkowy niesymetryczny, gdy ściana jest wznoszona przy już istniejącym budynku (rys. 1.9). Wymaganą szerokość podstawy uzyskuje się, stosując odsadzki o szerokości 1/4 cegły (6 cm). Wysokość odsadzki zależy od rodzaju zaprawy i jest równa:

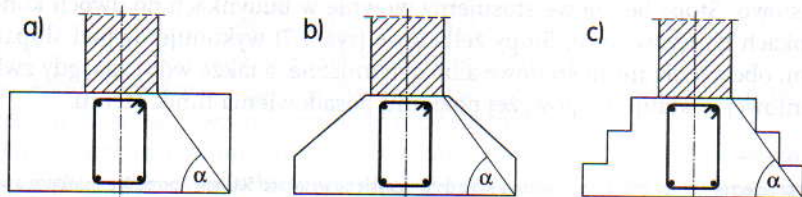
- 2 warstwom cegieł (ok. 140 mm), gdy używamy zaprawy cementowej,
- 3 warstwom cegieł (ok. 210 mm), gdy używamy zaprawy cementowo-wapiennej.



Rys. 1.8. Ława fundamentowa ceglana o przekroju schodkowym symetrycznym [1]



Rys. 1.9. Ława fundamentowa ceglana o przekroju schodkowym niesymetrycznym [1]

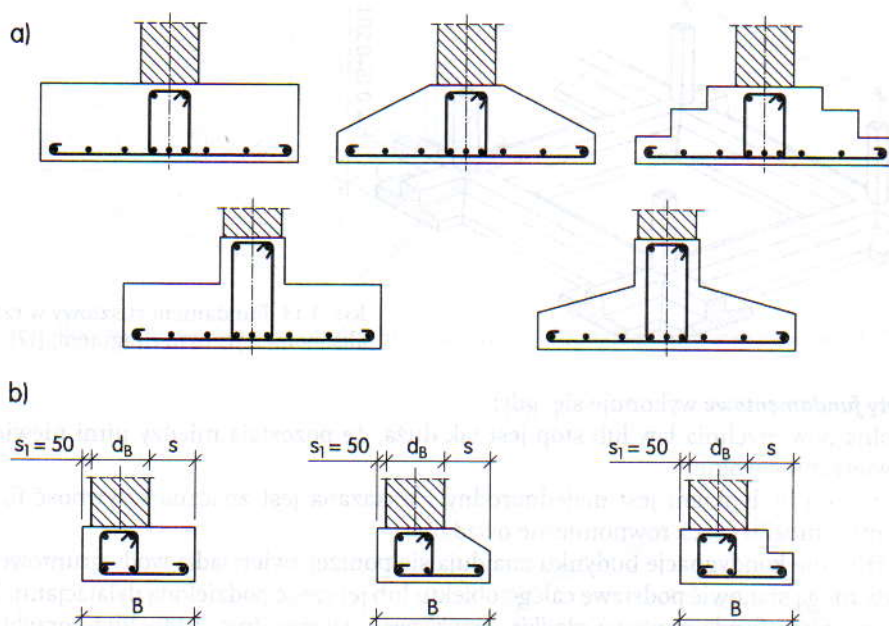


Rys. 1.10. Ławy fundamentowe betonowe w przekroju [6]: a) prostokątna, b) trapezowa, c) schodkowa



Ławy betonowe zastępują ceglane i kamienne, gdy poziom posadowienia fundamentu znajduje się poniżej zwierciadła wody gruntowej lub szerokość fundamentu wymaga wykonania więcej niż czterech odsadzek. Ławy betonowe o wysokości 250–500 mm mają w przekroju poprzecznym kształt prostokąta, a ławy wyższe niż 500 mm – trapezu. Ławy betonowe zabezpieczamy przed pękaniem, zbrojąc je na całej długości czterema prętami o średnicy 12–20 mm umieszczonymi pod ścianą, jak na rys. 1.10 (dwa pręty u góry i dwa na dole połączone strzemionami).

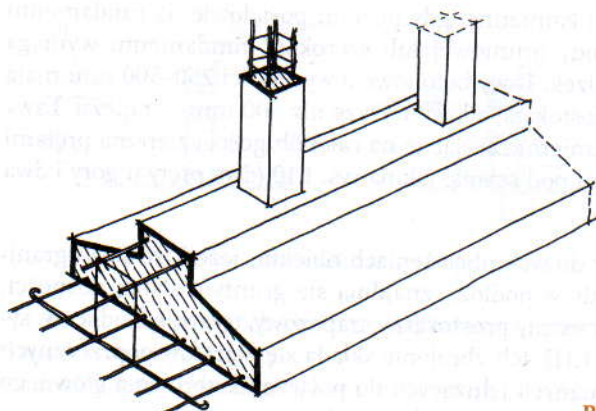
Ławy żelbetowe wykonujemy przy dużych obciążeniach obiektu, jeżeli istnieją ograniczenia wysokości ławy lub wtedy, gdy w podłożu znajdują się grunty o słabej nośności. Ławy takie mogą mieć przekrój poprzeczny prostokątny, trapezowy, teowy, schodkowy, symetryczny lub niesymetryczny (rys. 1.11). Ich zbrojenie składa się z prętów poprzecznych do osi (głównych) oraz prętów podłużnych (służących do połączenia zbrojenia głównego i zapobiegających powstawaniu pęknięć na skutek skurczu betonu).



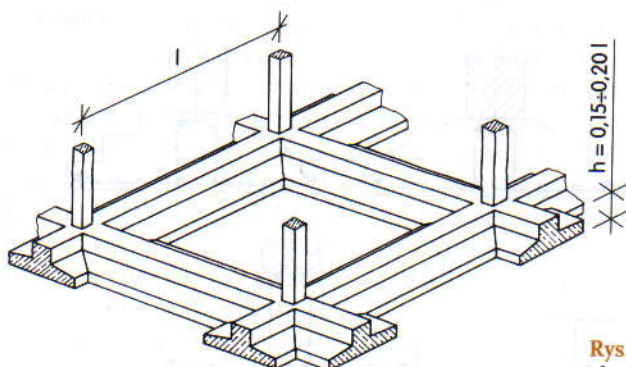
**Rys. 1.11.** Przekroje poprzeczne ław fundamentowych: a) symetryczne – u góry ława prostokątna, trapezowa i schodkowa, u dołu dwie ławy teowe, b) niesymetryczne – prostokątna, trapezowa i schodkowa [1]

**Ławy pod rzędy słupów (ławy pasmowe)** wykonujemy przez połączenie fundamentów stópowych leżących w jednej linii we wspólny fundament. Wykonujemy je wyłącznie jako żelbetowe o przekroju teowym (tzn. w kształcie odwróconej litery T – rys. 1.12).

**Rusztzy fundamentowe** wykonujemy jako układ krzyżujących się i połączonych ze sobą żelbetowych ław fundamentowych pod słupami lub ścianami. Słupy powinny znajdować się na skrzyżowaniach ław rusztu (rys. 1.13). Rusztzy stosuje się, gdy ławy pod rzędami słupów nie wystarczają do przekazania obciążeń z obiektu budowlanego na podłoże, a odległości między słupami są podobne w obu prostopadłych kierunkach.



Rys. 1.12. Ława żelbetowa pasmowa [17]



Rys. 1.13. Fundament rusztowy w rzucie aksonometrycznym (fragment) [17]

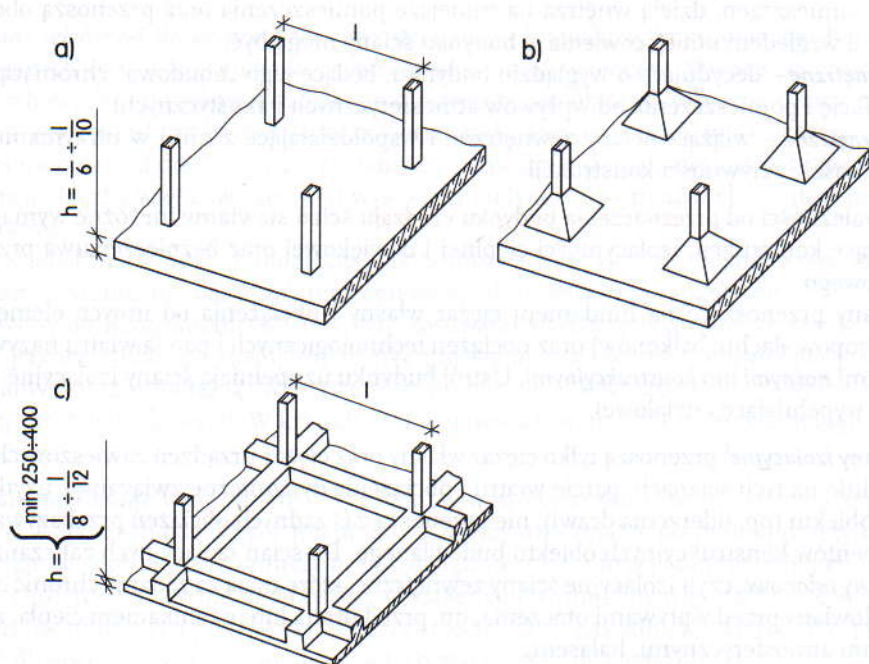
**Płyty fundamentowe** wykonuje się, gdy:

- ogólna powierzchnia ław lub stóp jest tak duża, że pozostają między nimi niewielkie powierzchnie wolne;
- grunt pod budynkiem jest niejednorodny i wskazana jest znaczna sztywność fundamentu umożliwiająca równomierne osiadanie;
- podziemne kondygnacje budynku znajdują się poniżej zwierciadła wody gruntowej.

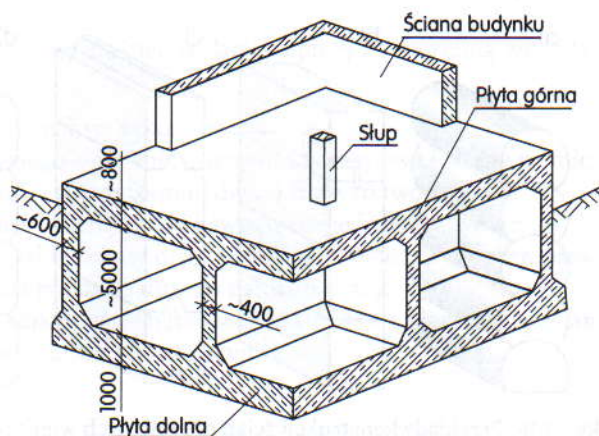
Płyty mogą stanowić podstawę całego obiektu lub jej część podzieloną dylatacjami. Różniamy płyty fundamentowe *gładkie*, *grzybkowe* i *żebrowe* (rys. 1.14). Płyty grzybkowe stosujemy pod słupy o jednakowym obciążeniu i rozstawie do 5,0 m. W fundamencie płytowo-żebrowym pod słupami lub ścianami rozmieszczamy żebra (rys. 1.14c). Fundamenty płytowe mogą być stosowane na powierzchni i pod ziemią.

**Fundamenty skrzyniowe** (rys. 1.15) wykonujemy pod budynkami o dużej wysokości, gdy występują znaczne obciążenia poziome, a fundament musi je przenieść na grunt w taki sposób, aby osiadanie nie powodowało przemieszczania się poszczególnych elementów konstrukcji. Skrzynie składają się z płyt (lub płyty) żelbetowych połączonych ścianami w monolityczną całość. Jeżeli pomieszczenia na najniższych kondygnacjach mają być użytkowane, płytę fundamentową łączymy ze ścianami i stropami tych kondygnacji, tworząc monolityczną całość, jak na rys. 1.15. Jeśli podziemna część obiektu budowlanego nie będzie użytkowana, a nośność podłoża jest wystarczająca, stosujemy skrzynię otwartą, zbudowaną z płyty dolnej i ścian. Wnętrza skrzyń wykorzystujemy jako zbiorniki balastu (potrzebnego, aby powiększyć masę budynku, a więc i jego statyczność) lub jako pomieszczenia użytkowe.





Rys. 1.14. Płyty fundamentowe: a) płaska, b) grzybkowa, c) fundament płytowo-żebrowy [17]



Rys. 1.15. Fundament skrzyniowy [17]

### 1.3.2. Ściany

**Ściany** są pionowymi przegrodami budowlanymi ograniczającymi pomieszczenia lub określoną przestrzeń obiektu budowlanego. Stanowią przegrody izolujące wnętrza budynków i pomieszczeń, dzielą wnętrza na mniejsze pomieszczenia oraz przenoszą obciążenia. Pod względem **umiejscowienia w budynku** ściany mogą być:

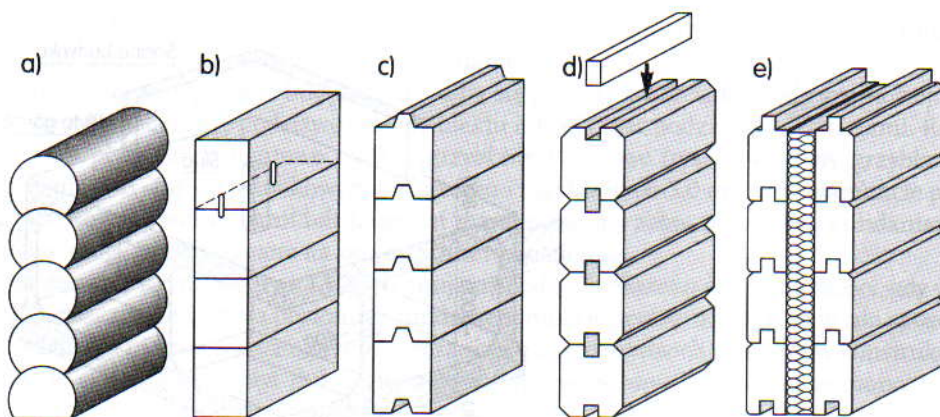
- **zewnątrzne** – decydujące o wyglądzie budynku, będące jego „obudową” chroniącą konstrukcję i pomieszczenia od wpływów atmosferycznych i akustycznych;
- **wewnętrzne** – wiążące ściany zewnętrzne i współdziałające z nimi w utrzymaniu szczelności i sztywności konstrukcji.

W zależności od **przeznaczenia budynku i rodzaju ścian** stawiamy im różne wymagania dotyczące konstrukcji, izolacyjności cieplnej i dźwiękowej oraz bezpieczeństwa przeciwpożarowego.

Ściany przenoszące na fundament ciężar własny i obciążenia od innych elementów (np. stropów, dachu, balkonów) oraz obciążeń technologicznych i parcia wiatru nazywamy ścianami **nośnymi** lub **konstrukcyjnymi**. Ustrój budynku uzupełniają ściany izolacyjne (osłonowe, wypełniające i działowe).

**Ściany izolacyjne**<sup>1</sup> przenoszą tylko ciężar własny oraz ciężar urządzeń zawieszonych bezpośrednio na tych ścianach, parcie wiatru i obciążenia dynamiczne związane z użytkowaniem obiektu (np. uderzenia drzwi), nie przenoszą zaś żadnych obciążeń przekazywanych z elementów konstrukcyjnych obiektu budowlanego. Do ścian izolacyjnych zaliczamy:

- **ściany osłonowe**, czyli izolacyjne ściany zewnętrzne, które mają za zadanie chronić obiekt budowlany przed wpływami otoczenia, np. przed utratą lub przenikaniem ciepła, zjawiskami atmosferycznymi, hałasem;
- **ściany wypełniające**, czyli izolacyjne ściany zewnętrzne lub wewnętrzne, które stanowią jedynie wypełnienie przestrzeni między elementami konstrukcyjnymi;
- **ściany działowe**, czyli izolacyjne ściany wewnętrzne, które rozdzielają pomieszczenia i pełnią głównie funkcję przegrody wzrokowej i przeciwdźwiękowej.



**Rys. 1.16.** Przykłady konstrukcji ścian drewnianych wieńcowych: a) z okrągłaków, b) z belek prostokątnych, c) na wpust i własne pióro, d) na wpust i obce pióro, e) z belek o konstrukcji warstwowej z materiałem termoizolacyjnym [1]

<sup>1</sup> Inne czasem spotykane nazwy – ściana samonośna, nienośna, niekonstrukcyjna – nie są zalecane.



**Ściany konstrukcyjno-izolacyjne** spełniają jednocześnie dwie funkcje: konstrukcyjną i izolacyjną, np. ściana zewnętrzna murowana.

Ze względu na **sposób budowy** możemy wyróżnić ściany: wieńcowe drewniane, murowane, bezspoinowe, prefabrykowane (wielkoblokowe), zespolone, szkieletowe, ażurowe.

**Ściany wieńcowe drewniane** wykonujemy z bali, okrągłaków, krawędziaków lub belek drewnianych (rys. 1.16). Budynki są wznoszone z tzw. wieńców. Wieńce najprostszych (jednoizbowych) budynków składają się z czterech bali otaczających izbę i połączonych ze sobą w narożach za pomocą złączy ciesielskich<sup>1</sup> (np. na zamek lub jaskółczy ogon). Bale pierwszego od dołu wieńca układamy na podwalinie drewnianej zakotwionej w fundamencie. Liczba wieńców zależy od wysokości budynku i wymiarów elementów użytych do budowy.

Ze względu na korozję biologiczną, jakiej może ulegać drewno, ściany wieńcowe powinniśmy chronić, np. nasączać (impregnować) odpowiednimi preparatami.

Dawniej do uszczelniania styków bali stosowano warkocz splecione ze słomy, glinę, wióry, pakuły, a obecnie stosujemy piankę poliuretanową. Ściany o niewielkiej grubości ocieplamy wełną mineralną. W Polsce ściany wieńcowe drewniane najczęściej stosujemy w budynkach letniskowych. W krajach skandynawskich wznosi się w tej technologii domy całoroczne.

**Ściany murowane** wykonujemy z elementów murowych połączonych ze sobą zaprawą ułożoną w spoinach poziomych lub pionowych. Aby mur miał odpowiednią wytrzymałość i stateczność, jego elementy muszą być przewiązane, czyli muszą tworzyć jedną konstrukcyjną całość równomiernie przenoszącą obciążenia. Powinniśmy więc zachować wiązanie elementów murowych polegające na przesunięciu ich w sąsiednich warstwach o pół lub ćwierć długości, żeby spoiny pionowe w tych warstwach nie spotykały się.

W zależności od rodzaju zastosowanego materiału ściany murowane mogą być (rys. 1.17):

- **jednowarstwowe**, które – z uwagi na konieczność uzyskania odpowiedniej izolacyjności cieplnej<sup>2</sup> – wykonujemy głównie z pustaków lub bloczków; ich zaletą jest szybkość wykonania, ponieważ stosowane elementy mają duże wymiary;
- **dwuwarstwowe**, które składają się z warstwy nośnej i izolacji cieplnej pokrytej tynkiem cienkowarstwowym;
- **szczelinowe**, które składają się z warstwy nośnej, izolacji cieplnej ze szczeliną wentylacyjną oraz warstwy elewacyjnej.

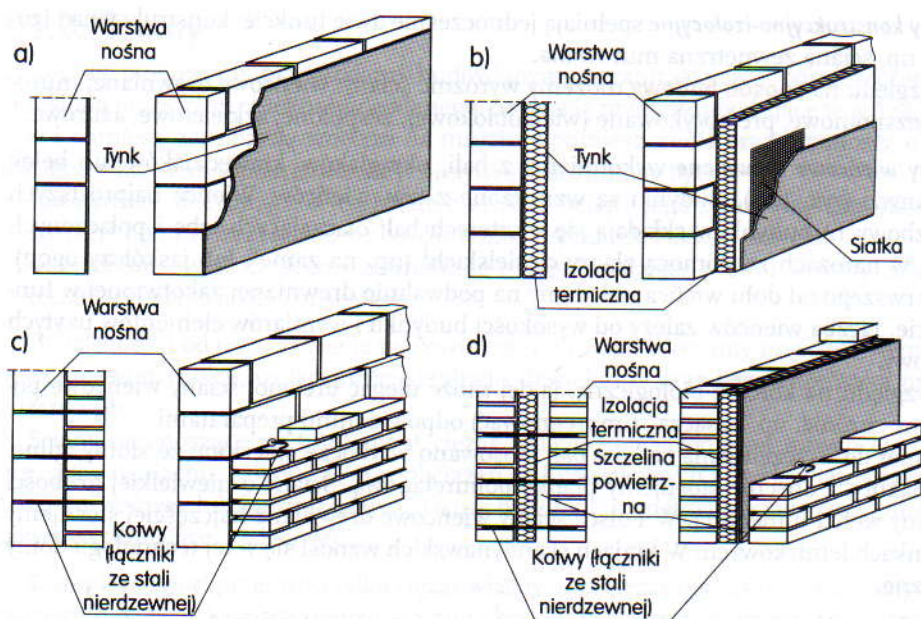
Murowane ściany konstrukcyjne mogą być wykonane z:

- bloczków i pustaków z betonu zwykłego – głównie ściany fundamentowe i ściany piwnic;
- betonu komórkowego (gazobetonu) – ściany jedno-, dwu- i trójwarstwowe;
- pustaków gipsowych – ściany nośne wewnętrzne i zewnętrzne jednowarstwowe;
- cegieł i pustaków ceramicznych – takie ściany dwu- i trójwarstwowe mają dobre parametry cieplne, ale do ich wykonania potrzeba dużego nakładu pracy;
- wyrobów wapienno-piaskowych (silikatów) – tylko warstwa nośna i elewacyjna ścian warstwowych (ze względu na słabe właściwości izolacyjne).

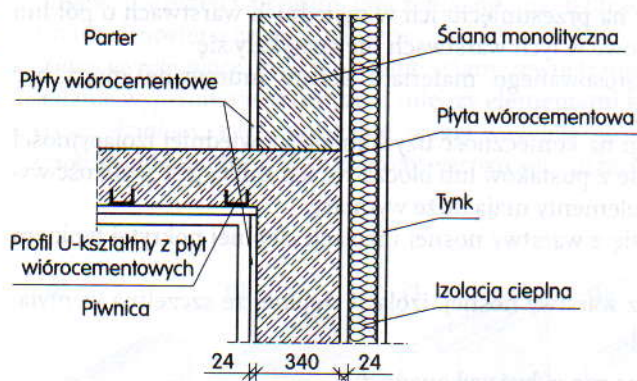
<sup>1</sup> Złącza ciesielskie – połączenia elementów drewnianych za pomocą skośnych nacięć i zazębień, bez użycia łączników pomocniczych ani kleju.

<sup>2</sup> Izolacyjność cieplna jest określaną wartością współczynnika przenikania ciepła  $U$ , czyli ilością ciepła przenikającego przez  $1 \text{ m}^2$  elementu budowlanego o grubości  $s$  w czasie  $1 \text{ h}$ , gdy różnica temperatury po obu stronach elementu wynosi  $1 \text{ K}$ . Wartość współczynnika  $U$  jest wyrażona w watach na metr kwadratowy i kelwin, czyli w skrócie  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .





**Rys. 1.17.** Ściany murowane: a) jednowarstwowa, b) i c) dwuwarstwowe, d) szczelinowa [1]



**Rys. 1.18.** Przekrój ściany bezspoinowej z betonu i płyt wiórocementowych stosowanych jako deskowanie tracone [7]

**Ściany bezspoinowe** wykonujemy z materiału układanego w stanie plastycznym w deskowaniach przestawnych lub ślizgowych albo w specjalnych formach. Zwykle do wznoszenia takich ścian stosujemy beton, żelbet lub zaprawę wapienno-piaskową. Materiał, z którego jest wykonywana ściana, twardnieje i nabiera wytrzymałości. Po uzyskaniu przez ścianę odpowiedniej wytrzymałości deskowanie zostaje zdemonstrowane. Jedną z metod poprawienia właściwości termicznych ścian betonowych jest okładanie ich płytami wiórocementowymi, które podczas wykonywania ściany są jej deskowaniem (rys. 1.18). Następnie na płytę naklejamy warstwę styropianu. Ściany takie stosujemy w budownictwie jedno- i wielorodzinnym. Ściany bezspoinowe możemy również wykonywać, stosując deskowanie tracone wykonane z kształtek styropianowych, które po połączeniu na pióro i wpust zbroimy i zalewamy mieszanką betonową (rys. 1.19).



**Ściany prefabrykowane** możemy budować z elementów średnio- lub wielkowymiarowych, takich jak:

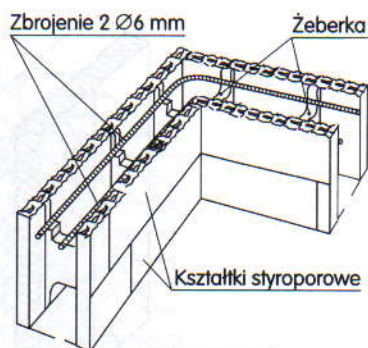
- *dyle* – prefabrykaty o niewielkiej szerokości i długości takiej samej jak wysokość wznoszonej z nich kondygnacji;
- *bloki ściennie* – prefabrykaty różniące się od dyli większą szerokością;
- *płyty* – prefabrykaty, które mogą mieć szerokość taką, jak budowane z nich pomieszczenia.

Wielkowymiarowe elementy ścienne (np. z betonu lekkiego zbrojonego siatkami stalowymi) mogą być projektowane i produkowane na indywidualne zamówienie każdego inwestora.

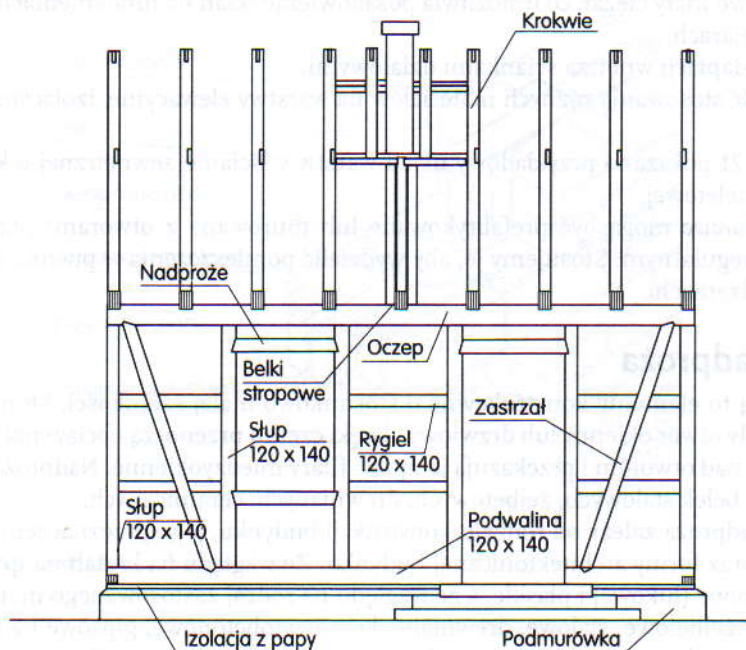
**Ściany zespolone** składają się z dwóch płyt żelbetonowych o grubości 45–75 mm połączonych trwale dźwigarkami kratowymi typu Filigran. Płyty te pełnią funkcję tzw. szalunku traconego. Po ustawieniu w miejscu przeznaczenia przestrzeń między płytami wypełniamy mieszanką betonową. Technologia ta umożliwia wykonanie ścian monolitycznych o grubości 15–40 cm. Zewnętrznych powierzchni ścian zespolonych nie trzeba tynkować.

**Ściany szkieletowe** składają się ze szkieletu, który pełni funkcję nośną, oraz wypełnienia stanowiącego warstwę osłonową. W zależności od rodzaju materiału, z jakiego wykonano szkielet, wyróżnia się konstrukcje drewniane, stalowe lub żelbetowe.

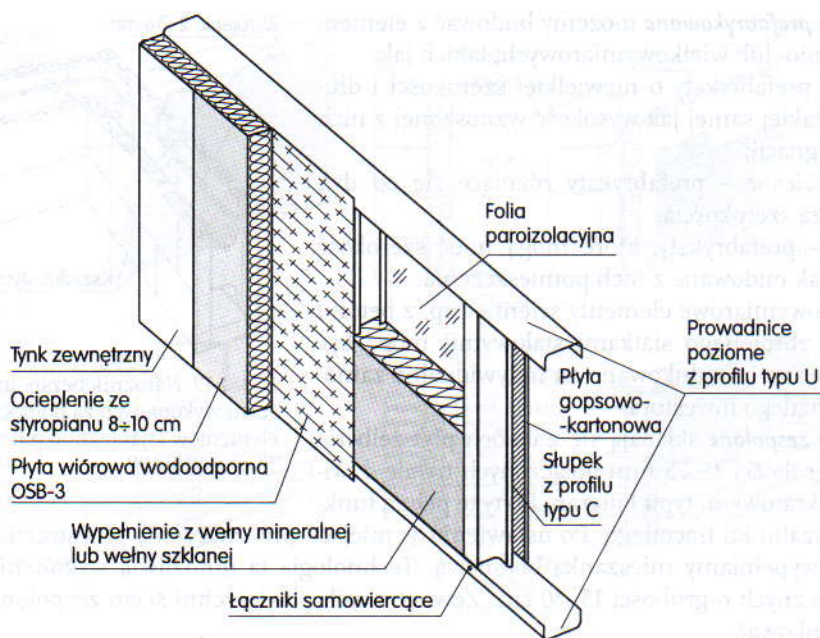
**Szkielet drewniany** wykonujemy z drewna sosnowego, świerkowego lub jodłowego. Jego budowę pokazano na rys. 1.20.



**Rys. 1.19.** Narożnik bezspoinowych ścian wykonanych za pomocą elementów styropianowych systemu Thermomur [8]



**Rys. 1.20.** Budowa szkieletu drewnianego [6]



**Rys. 1.21.** Przykładowy układ warstw w ścianie zewnętrznej o konstrukcji stalowej szkieletowej [1]

Szkielet stalowy składa się ze słupów, belek podwalinowych, nadprożowych, oczepowych oraz prętów stężających i usztywniających. Do zalet ścian o konstrukcji stalowej szkieletowej możemy zaliczyć:

- krótki czas realizacji,
- stosunkowo mały ciężar, co umożliwia posadowienie ścian na fundamentach o niewielkich wymiarach,
- łatwość adaptacji wnętrza ściankami działowymi,
- możliwość stosowania różnych materiałów na warstwy elewacyjne, izolacyjne i wykończeniowe.

Na rys. 1.21 pokazano przykładowy układ warstw w ścianie zewnętrznej o konstrukcji stalowej szkieletowej.

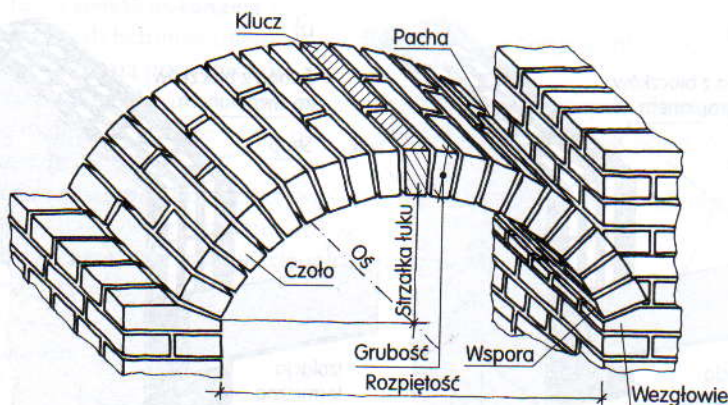
**Ściany ażurowe** mogą być prefabrykowane lub murowane z otworami przelotowymi w układzie regularnym. Stosujemy je, aby wydzielić pomieszczenia w piwnicach, w altanach i ogrodzeniach.

### 1.3.3. Nadproża

**Nadproża** są to elementy konstrukcyjne o stosunkowo małej szerokości, które zamykają od góry każdy otwór okienny lub drzwiowy, dzięki czemu przenoszą obciążenia występujące w ścianie nad otworem i przekazują je np. na filary międzyokienne. Nadproża są zwykle wykonane z belek stalowych, żelbetowych, drewnianych, ceramicznych.

Wybór nadproża zależy od rodzaju konstrukcji budynku, jego przeznaczenia, szerokości otworu oraz formy architektonicznej budynku. Ze względu na kształt nadproża dzielimy na sklepione (łukowe) i płaskie, a ze względu na rodzaj zastosowanego materiału – na ceramiczne, żelbetowe, stalowe, drewniane, keramzytobetonowe, gipsowe i z betonu komórkowego. Nadproża mogą być monolityczne lub prefabrykowane. Zawsze pamiętajmy o odpowiednim ociepleniu nadproży w ścianach zewnętrznych.



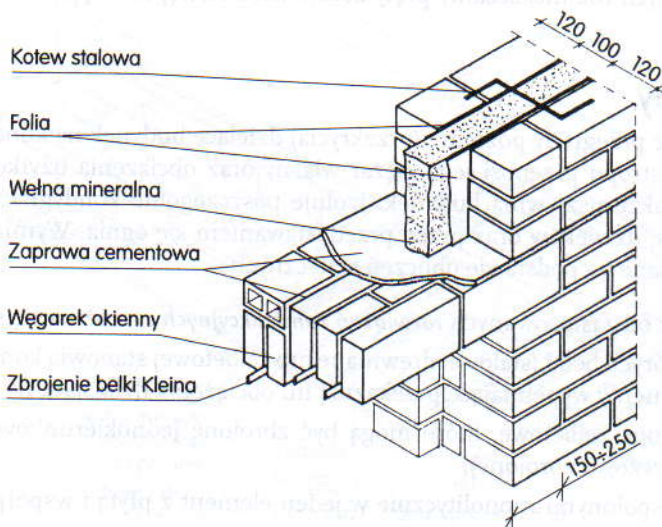


Rys. 1.22. Nadproże łukowe [7]

**Nadproża sklepione** (łukowe) wykonujemy na deskowaniu umożliwiającym uzyskanie kształtu łuku. Budowę takiego nadproża rozpoczynamy równocześnie od jego obu wezglówi (rys. 1.22). Nad każdym z nich równocześnie wmurowujemy kolejne elementy nadproża, łącząc je na spoiny trapezowe<sup>1</sup>, a pracę kończy wstawienie elementu szczytowego zwanego kluczem.

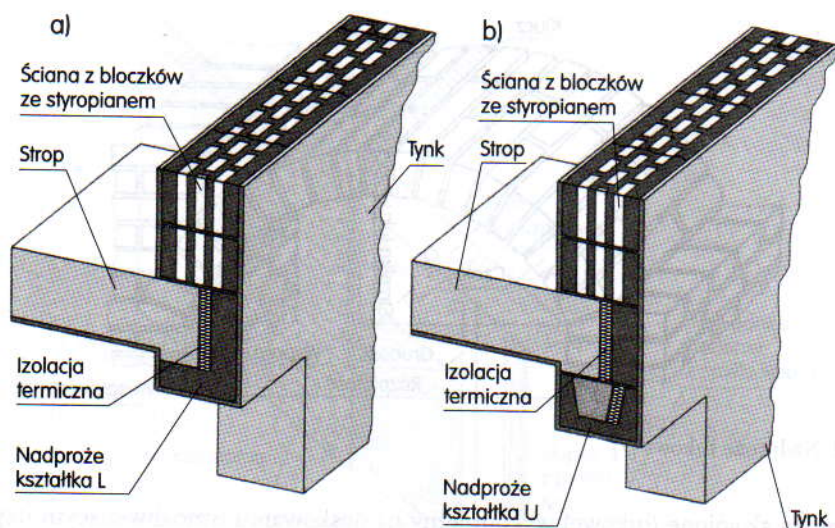
**Nadproża płaskie** mogą być wykonane z:

- belek stalowych wypełnionych cegłą,
- cegieł, między którymi umieszczamy zbrojenie z wkładek stalowych (nadproże Kleina),
- żelbetu (monolityczne, prefabrykowane lub ze specjalnych kształtek).



Rys. 1.23. Nadproże Kleina zbrojone bednarkami [7]

<sup>1</sup> Spoiny trapezowe w nadprożach mają szerokość zwiększającą się od 0,5 cm (u dołu, tzn. przy wewnętrznej powierzchni łuku) do maksimum 3 cm (u góry, tzn. przy zewnętrznej powierzchni łuku).



Rys. 1.24. Nadproża: a) z kształtką typu L, b) z kształtką typu U [7]

**Nadprożami Kleina** (rys. 1.23) przekrywamy otwory w ścianach z cegły. Belki tego nadproża są wykonane z cegieł połączonych zaprawą i zbrojonych w spoinach płaskimi prętami stalowymi, tzw. bednarkami. W zależności od rozpiętości otworu cegły nadproża ustawiamy na stojąco lub na rąb.

**Nadproża z kształtek** są wykonywane w ścianach murowanych z betonu komórkowego, keramzytobetonu, gipsu lub styrobetonu. Do wykonania takiego nadproża stosujemy kształtki, w których rozmieszczamy pręty zbrojenia, a następnie wypełniamy je betonem (rys. 1.24).

### 1.3.4. Stropy

**Stropy** to płaskie przegrody poziome (przekrycia) dzielące budynek na kondygnacje. Konstrukcja nośna stropu przenosi jego ciężar własny oraz obciążenia użytkowe i od ścian działowych, a także usztywnia budynek, izoluje poszczególne kondygnacje przed przenikaniem ciepła, dźwięków oraz przed przedostawianiem się ognia. Wymiary elementów stropu są określone na podstawie obliczeń statycznych.

W zależności od zastosowanych **rozwiązań konstrukcyjnych** rozróżnia się stropy:

- **belkowe**, w których belki (stalowe, drewniane lub żelbetowe) stanowią konstrukcję nośną stropu, a elementy wypełniające przekazują im obciążenia działające na strop;
- **płytowe** – stropy żelbetowe, które mogą być zbrojone jednokierunkowo lub dwukierunkowo (krzyżowo zbrojone);
- **z żebrami** zespolonymi monolitycznie w jeden element z płytą i współpracujące z nią w przenoszeniu obciążeń:
  - płytowo-żebrowe, zwane też żebrowymi,
  - gęstożebrowe – o żebrach rozmieszczonych równolegle nie rzadziej niż co 90 cm (np. stropy ceramiczno-żelbetowe typu Ceram, stropy na belkach kratowych typu Teriva lub zaliczane do monolitycznych stropy Akermana).



Ze względu na **sposób wykonania** stropy mogą być:

- **monolityczne**, czyli betonowane na miejscu budowy, do czego konieczne jest wykonanie deskowania<sup>1</sup> pod całą powierzchnią stropu;
- **prefabrykowano-monolityczne**, czyli złożone z prefabrykowanych elementów nośnych oraz wypełniających, a także z tzw. betonu uzupełniającego łączącego je w jedną monolityczną konstrukcję;
- **prefabrykowane**, których konstrukcje tworzą ułożone obok siebie prefabrykaty uszczelnione i wyrównane betonem uzupełniającym.

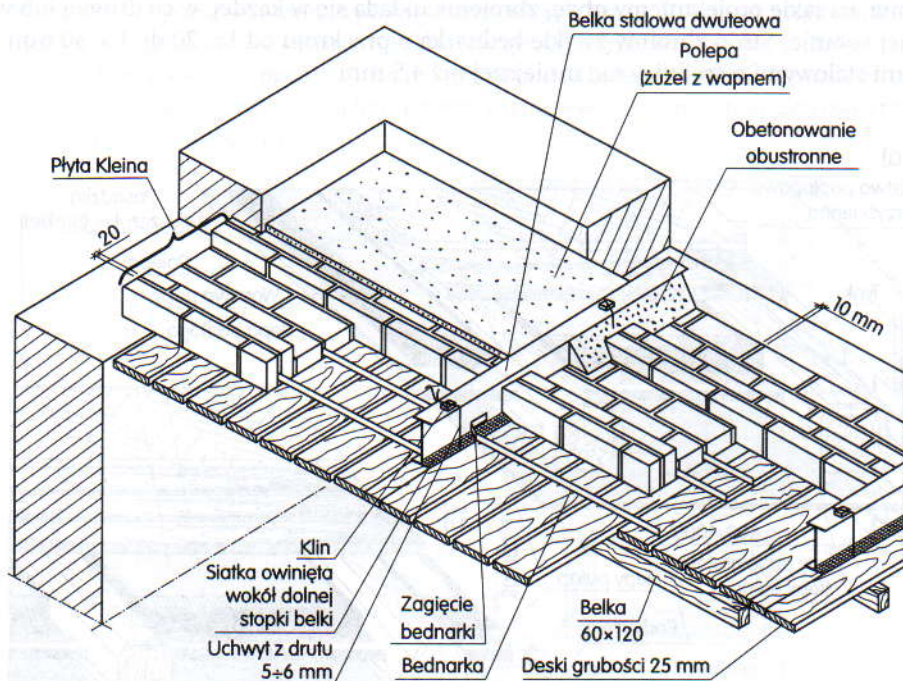
Ze względu na **przeznaczenie funkcjonalne** wyróżniamy stropy:

- międzykondygnacyjne,
- nad podziemiemi,
- nad poddaszami,
- stropodachy.

**Stropy belkowe** składają się z elementów nośnych (belek) i wypełnienia. Belki są oparte na ścianie nośnej, a co trzecia belka powinna być w niej zakotwiona.

**Stropy Kleina** (płyty Kleina) są to płyty z cegieł zwykłych lub dziurawek zbrojone płaskownikami lub stalą okrągłą i spojone zaprawą cementową (rys. 1.25). Oparciem płyt Kleina są belki stalowe. Wykonujemy płyty typu:

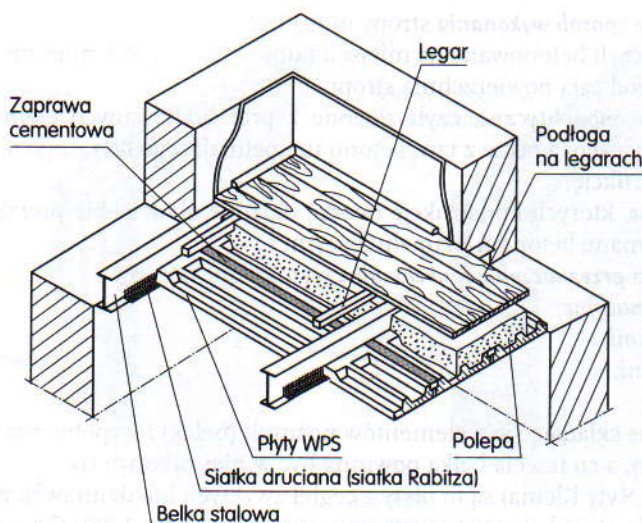
- ciężkiego (grubość 1/2 cegły, cegły ustawione na rąb),
- lekkiego (grubości 1/4 cegły, cegły położone na płask),
- półciężkiego (grubości 1/4 cegły wzmocnione żeberkami, część cegieł ułożona na płask, a pozostałe na rąb).



**Rys. 1.25.** Fragment stropu Kleina – płyta półciężka z deskowaniem podwieszonym do belek [6]

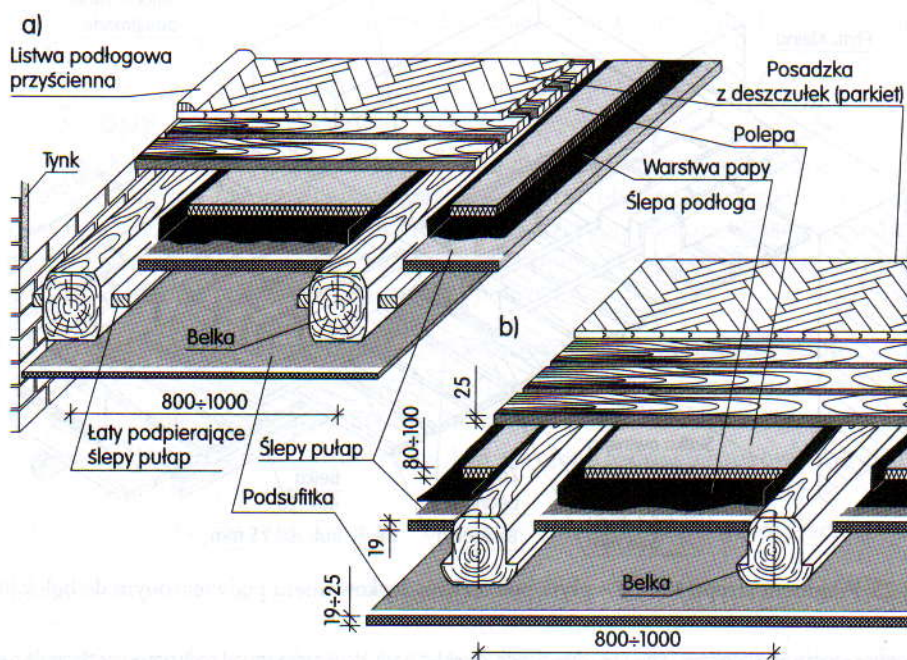
<sup>1</sup> Deskowanie – rodzaj prowizorycznej formy z płyt drewnianych, desek lub blach, której zadaniem jest podtrzymywanie zbrojenia, nadanie odpowiedniego kształtu układanej mieszance betonowej i utrzymanie go tak długo, aż konstrukcja żelbetowa uzyska odpowiednią wytrzymałość.





**Rys. 1.26.** Fragment stropu na belkach stalowych z wypełnieniem płytami żelbetowymi prefabrykowanymi [6]

Długość belki stalowej powinna być sumą rozpiętości w świetle murów i długości jej oparcia po obu stronach (przyjmujemy  $15\text{ cm} + 1/3$  wysokości belki). W zależności od obciążenia, na jakie projektujemy płytę, zbrojenie układa się w każdej, w co drugiej lub w co trzeciej spoinie. Strop zbroimy zwykle bednarką o przekroju od  $1 \times 20$  do  $1 \times 30\text{ mm}$  lub prętami stalowymi o średnicy nie mniejszej niż  $4,5\text{ mm}$ .



**Rys. 1.27.** Strop zwykły ze ślepy pułapem



Cegły tak układamy na deskowaniu, aby w każdym rzędzie spoiny pionowe sąsiednich rzędów były przesunięte o pół długości cegły. Po ułożeniu elementów stropu spoiny zalewamy zaprawą cementową.

**Strop z belkami stalowymi i płytą żelbetową** może być wykonany z płytą monolityczną lub prefabrykowaną. Do wykonania stropu z belką prefabrykowaną nie jest potrzebne deskowanie. Płyty typu np. WPS, PSW 170 układamy z pomostu roboczego wykonanego z desek opartych na belkach stropu. Następnie spoiny między nimi wypełniamy zaprawą cementową (rys. 1.26).

Wykonanie stropu z płytą monolityczną wymaga deskowania. Najczęściej zawieszamy je na belkach. Płyty mogą się opierać na górnych lub dolnych półkach belek stalowych. Zbrojenie główne układamy w przęśle i nad belkami stanowiącymi podpory.

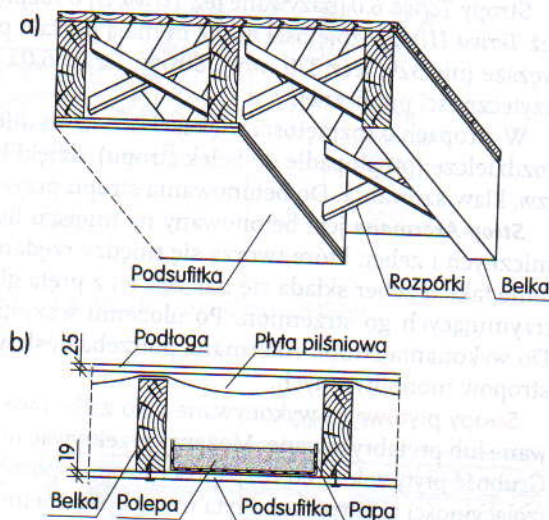
**Stropy belkowe drewniane** są najstarszym typem stropów. Możemy stosować je jako:

- stropy międzykondygnacyjne,
- stropy poddaszy,
- stropy w budynkach szkieletowych.

Ich wadami są mała sztywność, wrażliwość na korozję biologiczną, palność i niska izolacja akustyczna. Stropy takie składają się z drewnianych belek, które rozstawiamy na ścianach konstrukcyjnych (zwykle co 80–120 cm), oraz z podłogi ułożonej na tych belkach. Rozstaw belek zależy od ich rozpiętości, obciążenia i rodzaju stropu. Końce belek zagłębione w ścianach muszą być zaimpregnowane i owinięte papą. Często belki opieramy na podkładkach dębowych. Co trzecią lub czwartą belkę kotwimy w ścianach konstrukcyjnych. Belki mogą być widoczne od spodu stropu lub zakryte podsufitką.

Najczęściej wykonujemy **strop zwykły ze ślepym pułapem** (rys. 1.27) z desek grubości 19–25 mm i opieramy na łątach ( $40 \times 40$  mm) przybitych gwoździami. Na ślepym pułapie może być ułożona polepa z suchego piasku, żużla lub gruzu budowlanego lub mogą leżeć deski podłogi.

W domach o konstrukcji szkieletu drewnianego wykonujemy **stropy deskowe** (rys. 1.28) o rozstawie belek 40–50 cm.



**Rys. 1.28.** Strop deskowy: a) widok, b) przekrój [1]

**Stropy gęstożebrowe** mają belki lub zebra o rozstawie nie większym niż 90 cm. Są stosowane w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej, jeśli wystarcza rozpiętość 4,0–8,0 m. Mogą być wykonywane jako monolityczne, prefabrykowane lub zespolone (prefabrykowano-monolityczne). Te ostatnie, nazywane też belkowo-pustakowymi,



wykonujemy z prefabrykowanych belek żelbetowych oraz pustaków ceramicznych (Ceram i Fert) lub z betonu lekkiego (Teriva).

**Stropy Ceram** wykonujemy z belek prefabrykowanych ceramiczno-stalowych oraz pustaków ceramicznych o szerokości 320, 370, 520 mm, wysokości 200 mm i długości 300 mm (por. rys. 2.31). Wykonujemy stropy o rozstawie żebier:

- 40 cm – Ceram A40,
- 45 cm – Ceram A45 i Ceram B45,
- 50 cm – Ceram A50 i Ceram B50,
- 60 cm – Ceram A60 i Ceram B60.

Belki stropów Ceram układamy na ryglach położonych przy ścianie i betonujemy ich dolną część (stopkę). Pustaki opieramy na stopkach belek prefabrykowanych, a następnie betonujemy górną część stropu, tzw. nadbeton (rys. 1.29). Rozpiętość modułarna stropu wynosi 2,4–7,2 m ze stopniowaniem co 0,3 m.

**Strop Teriva** (rys. 1.30) jest oparty na belkach kratowych ze stopką betonową, a jego wypełnieniem są pustaki z betonu lekkiego (por. rys. 2.18) oraz nadbeton, czyli górną część stropu. Ze względu na możliwość montażu bez użycia dźwigu stosujemy je w budownictwie mieszkaniowym, najczęściej jednorodinnym. Rozstaw żebier w stropie wynosi 60 lub 45 cm. Rozpiętość stropu zależy od jego rodzaju.

Stropy *Teriva 4,0*<sup>1</sup> są przeznaczone do stosowania w budownictwie mieszkaniowym i występują w trzech odmianach:

- *Teriva 4,0/1* (nazywane też *Teriva I* lub *Teriva Nova*) o rozpiętości do 6,0 m i wysokości 24 cm (z pustakami takimi jak na rys. 2.18a);
- *Teriva 4,0/2* o rozpiętości do 8,0 m i wysokości 30 cm (z pustakami takimi jak na rys. 2.18b);
- *Teriva 4,0/3* o rozpiętości do 8,6 m i wysokości 34 cm (strop wg rys. 1.30 z pustakami takimi jak na rys. 2.18c).

Stropy *Teriva Ibis* mają rozpiętość do 7,2 m i pustaki podobne do pokazanych na rys. 2.18c, ale mniejsze (235 × 370 × 240 mm).

Stropy *Teriva 6,0* (nazywane też *Teriva II*) o rozpiętości do 7,8 m oraz *Teriva 8,0* (nazywane też *Teriva III*) o rozpiętości do 7,2 m mają pustaki podobne do pokazanych na rys. 2.18c, ale większe (nie 520, lecz 370 mm). Stropy *Teriva 6,0* i *8,0* zaleca się stosować w budownictwie użyteczności publicznej.

W stropach o rozpiętości większej niż 4,2 m między pustakami trzeba ułożyć tzw. żebro rozdzielcze (prostopadłe do belek stropu), dzięki któremu belki będą pracować razem bez tzw. klawiszowania. Do betonowania stropu przystępujemy po ułożeniu belek i pustaków.

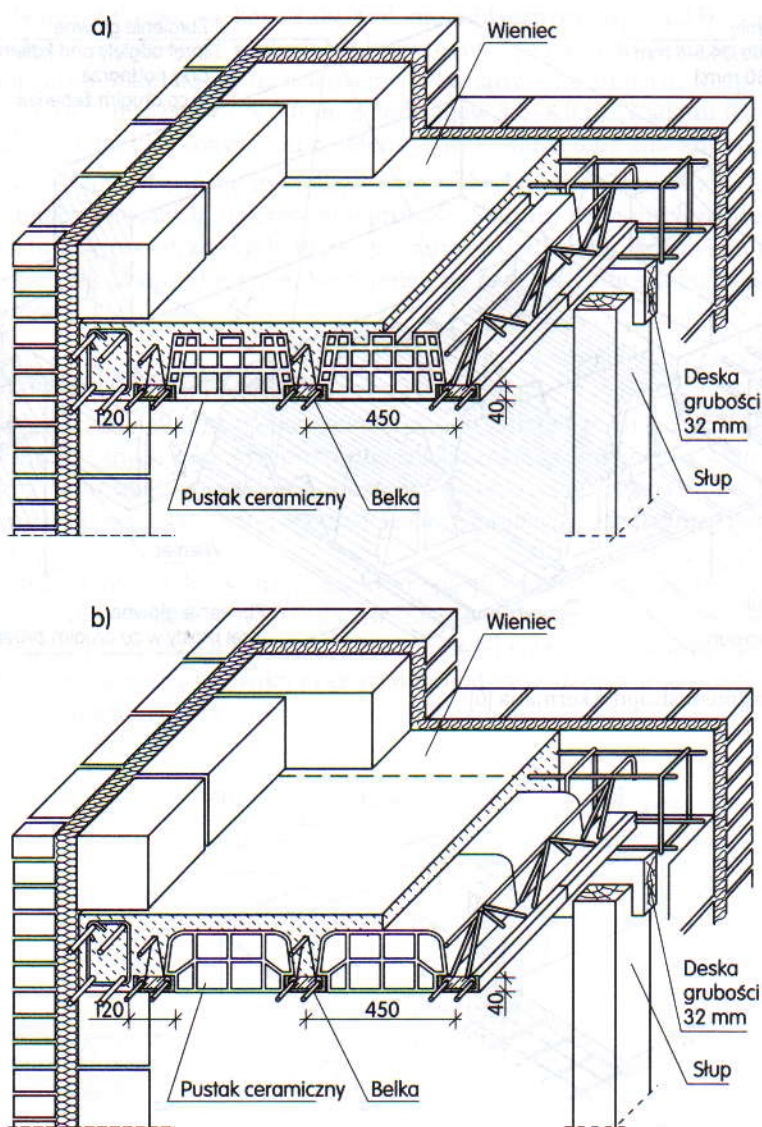
**Strop Akermana** jest betonowany na miejscu budowy z zastosowaniem pustaków ceramicznych i żebier, które tworzą się między rzędami ułożonych pustaków (rys. 1.31). Zbrojenie takich żebier składa się najczęściej z pręta głównego (umieszczonego na dole) i podtrzymujących go strzemion. Po ułożeniu wszystkich elementów stropu betonujemy go. Do wykonania stropu Akermana potrzeba deskowania pełnego i dlatego zaliczamy go do stropów monolitycznych.

**Stropy płytowe** są wykonywane jako żelbetowe monolityczne, monolityczno-prefabrykowane lub prefabrykowane. Możemy przekrywać nimi pomieszczenia o rozpiętości do 9,0 m. Grubość płyty zależy od rozpiętości stropu, sposobu oparcia, wielkości obciążeń i wymagań izolacyjności akustycznej. Płyta może być żelbetowa pełna lub z kanałami. Stropy mogą być zbrojone:

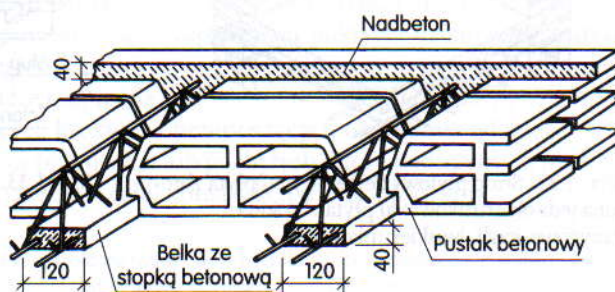
- jednokierunkowo i oparte na dwóch przeciwległych ścianach (rys. 1.32a);
- krzyżowo i oparte na całym obwodzie (rys. 1.32b).

<sup>1</sup> Liczby 4,0, 6,0 i 8,0 w nazwach stropów Teriva oznaczają dopuszczalne obciążenie ich konstrukcji ponad ciężar własny, wyrażone w kN/m<sup>2</sup>.

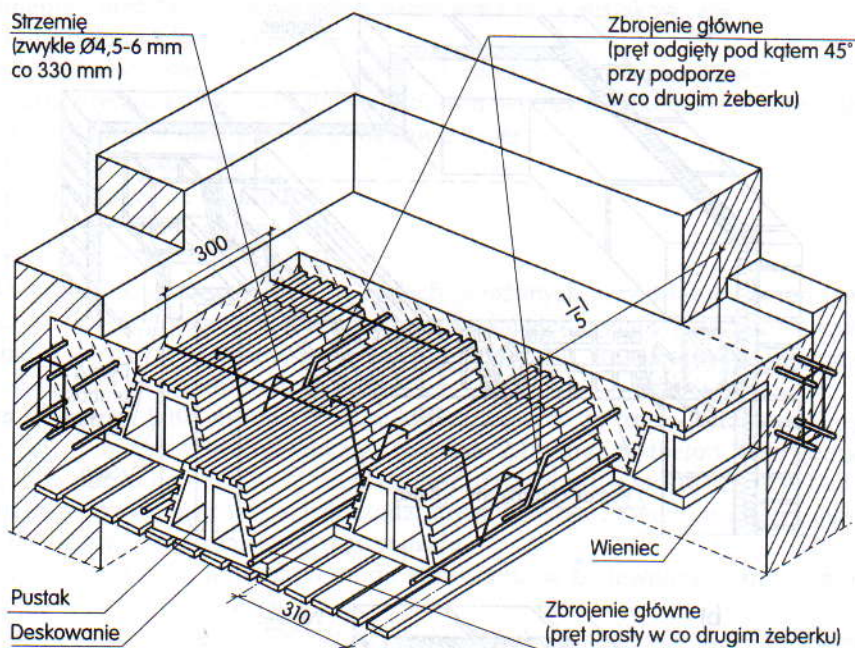




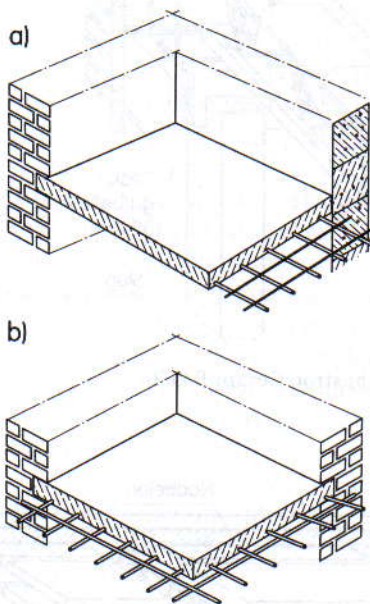
Rys. 1.29. Przykłady stropów Ceram: a) strop Ceram A45, b) strop Ceram B45 [6]



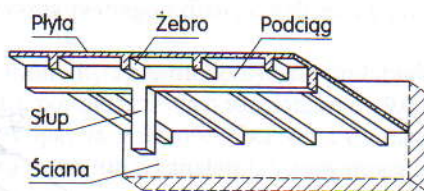
Rys. 1.30. Strop Teriva 4,0/3 [16]



Rys. 1.31. Fragment stropu Akermiana [6]



Rys. 1.32. Strop płytowy żelbetowy: a) płyta zbrojona jednokierunkowo, b) płyta zbrojona krzyżowo, czyli dwukierunkowo



Rys. 1.33. Schemat stropu płytowo-żebrowego [2]



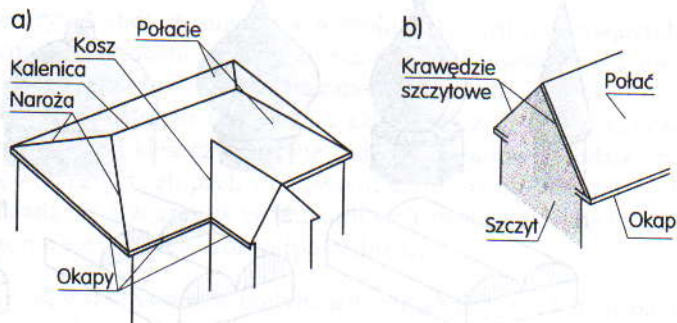
**Stropy płytowo-żebrowe** są konstrukcjami monolitycznymi (rys. 1.33). Stosujemy je w budynkach przemysłowych i takich, w których występują duże obciążenia zmienne. Na obwodzie strop podpira się na ścianach, a wewnątrz – na słupach. Rozpiętość żebrowy wynosi 5,0–7,0 m, ich rozstaw 1,5–3,0 m, a podciągów 5,0–8,0 m. Wadami tego stropu są duży nakład pracy przy wykonywaniu zbrojenia i deskowania oraz znaczny ciężar.

**Stropy Filigran** to konstrukcje monolityczno-prefabrykowane. Zbudowane są z żelbetowych płyt prefabrykowanych, najczęściej o grubości 50 mm, zbrojonych podłużnie prętami oraz z kratownic przestrzennych. Płyty opieramy na podporach stałych i montażowych, a na ich stykach układamy zbrojenie. Następnie całą powierzchnię stropu zalewamy mieszaną betonową.

### 1.3.5. Dachy i stropodachy

**Dach** jest zwieńczeniem lub przekryciem budynku osłaniającym go przed wpływami zjawisk atmosferycznych oraz przenoszącym obciążenia np. śniegiem i wiatrem. Dachy składają się z **konstrukcji nośnej**, która może być wykonana z drewna, stali, żelbetu lub mieszana (np. z drewna i żelbetu), warstwy **izolacji** (cieplnej, paroszczelnej), **podkładu** oraz **pokrycia**.

Ze względu na rodzaj konstrukcji dachy mogą przekrywać poddasze użytkowe lub pełnić jednocześnie funkcje stropu i dachu. Elementy geometrii dachów pokazano na rys. 1.34. Rodzaje i kształty dachów (rys. 1.35) zależą od stylu architektonicznego, rodzaju konstrukcji, przeznaczenia budynku oraz sposobu odprowadzenia wód opadowych i materiału zastosowanego na pokrycie.

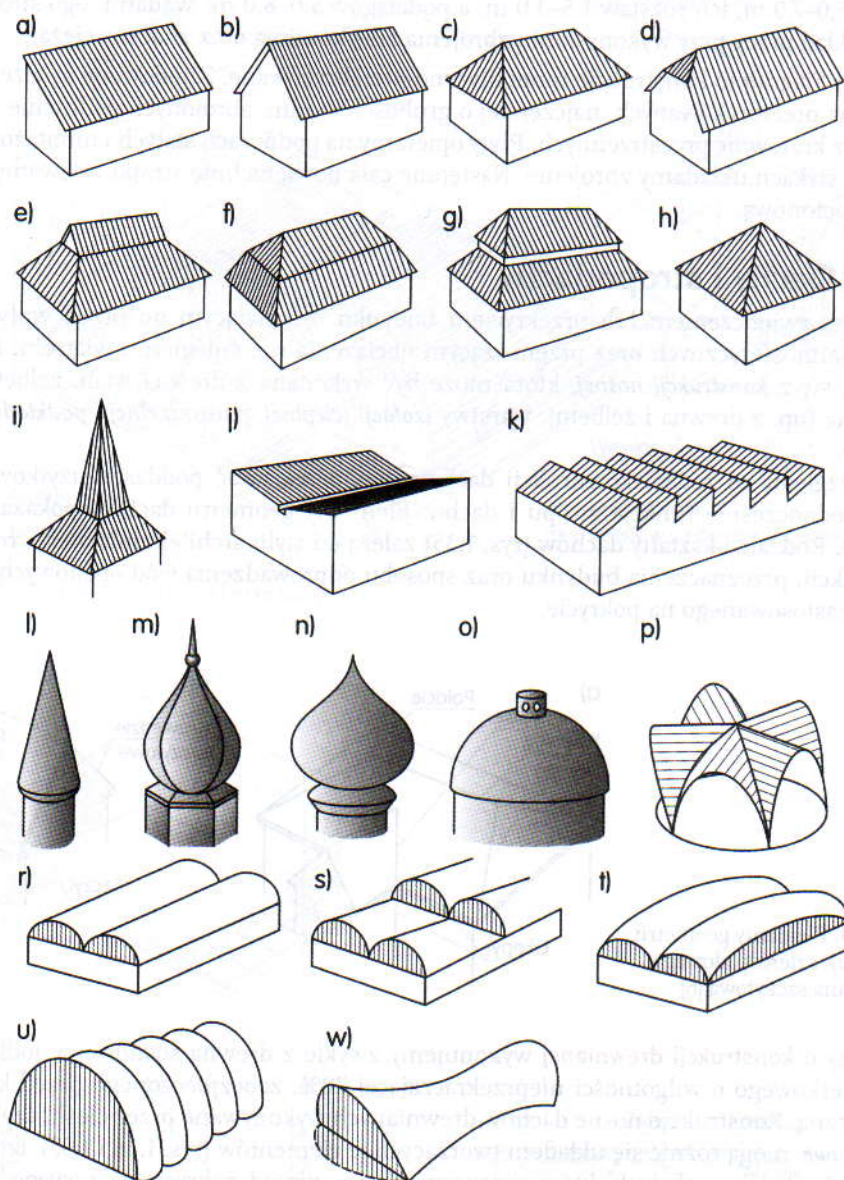


Rys. 1.34. Elementy geometrii dachu: a) czterospadowego, b) ze ścianą szczytową [6]

**Dachy o konstrukcji drewnianej** wykonujemy zwykle z drewna sosnowego, jodłowego lub świerkowego o wilgotności nieprzekraczającej 20%, zabezpieczonego przed korozją biologiczną. Konstrukcje nośne dachów drewnianych wykonywane przez cieśli, czyli **więźby dachowe**, mogą różnić się układem tworzących je elementów (rys. 1.36 i 1.37), tzn.:

- **krokwi** – belek pochyłych, które przenoszą obciążenia od pokrycia dachowego, parcia i ssania wiatru, obciążenia śniegiem itp.;
- **jętek** – poziomych elementów, które rozpierają krokwie, stanowiąc ich podpory pośrednie;
- **płatwie** – belek poziomych łączących krokwie<sup>1</sup> i przenoszących obciążenia od jętek;
- **słupów** (tzw. stolców) – elementów pionowych lub pochyłych, które podtrzymują płatwie lub jętki, a więc przekazują obciążenia z całej konstrukcji dachu na strop;

<sup>1</sup> Płatwie mogą być: kalenicowe (jak na rys. 1.36c), pośrednie (podparte słupami, jak na rys. 1.36d i 1.36e) oraz stopowe, czyli murłaty – spoczywające na murze – (rys. 1.36a–e) lub podwaliny (rys. 1.36c–e) – oparte na stropie, z ustawionymi na nich słupami.



**Rys. 1.35.** Kształty dachów: a) jednopołaciowy (zwany też jednospadowym), b) dwupołaciowy (zwany też dwuspadowym), c) czteropołaciowy (zwany też czterospadowym), d) naczółkowy, e) półszczytowy, f) mansardowy, g) uskokowy (polski), h) namiotowy, i) wieżowy, j) wklęsły, k) pilasty, l) stożkowy, m) baniasty, n) cebulasty, o) kopulasty, p) sklepiony, r) walcowy, s) konoidalny, t) beczkowy, u) fałdowy, w) paraboloidalno-hyperboliczny [6]



- **mieczy** – pochyłych prętów stanowiących usztywnienie tzw. *ram* (lub ścianek) *stolcowych* utworzonych przez płatwie, słupy i podwalinę;
- **podwalin** – poziomych belek ułożonych na stropie prostopadle do jego elementów konstrukcyjnych;
- **kleszczy** – par elementów z drewna obejmujących z obu stron krokwie i słupy lub zastrzały;
- **zastrzałów** – dodatkowych elementów ukośnych łączonych ze słupami i podwalinami;
- **wiatrownic** – desek lub krawędziaków przybitych ukośnie do krokwi i przeciwdziałających odkształceniom konstrukcji powstałym wskutek działania wiatru.

**Dachy krokwiowe** stosujemy w budynkach, których rozpiętość ścian zewnętrznych nie przekracza 6 m. *Krokwie* opieramy nad ścianą i w kalenicy. Nad stropem drewnianym krokwie opieramy na belce stropowej, a nad stropem wykonanym w innej technologii na ścianach zewnętrznych montujemy *murlaty* (drewniane belki). Przed przewróceniem pod wpływem wiatru chronią konstrukcję *wiatrownice* (rys. 1.36a) przybite ukośnie od spodu krokwi.

**Dachy jętkowe** (rys. 1.36b) stosujemy w budynkach o rozpiętości ścian 6–11 m. Konstrukcja dachu różni się od więźby krokwiowej dodatkową *jętką* – poziomym elementem, który usztywnia więźbę, dzięki czemu możemy zastosować dłuższe krokwie o większym spadku. Pozwala to na zwiększenie wysokości pomieszczeń poddasza. Wiązary o rozpiętości większej od 7,5 m mają dłuższe jętki, które podpieramy płatwiami opartymi na słupach stolcowych (rys. 1.36c). Wiązary o rozpiętości 7,5–9 m podpieramy jedną płatwią, a o rozpiętości 9–11 m – dwiema płatwiami.

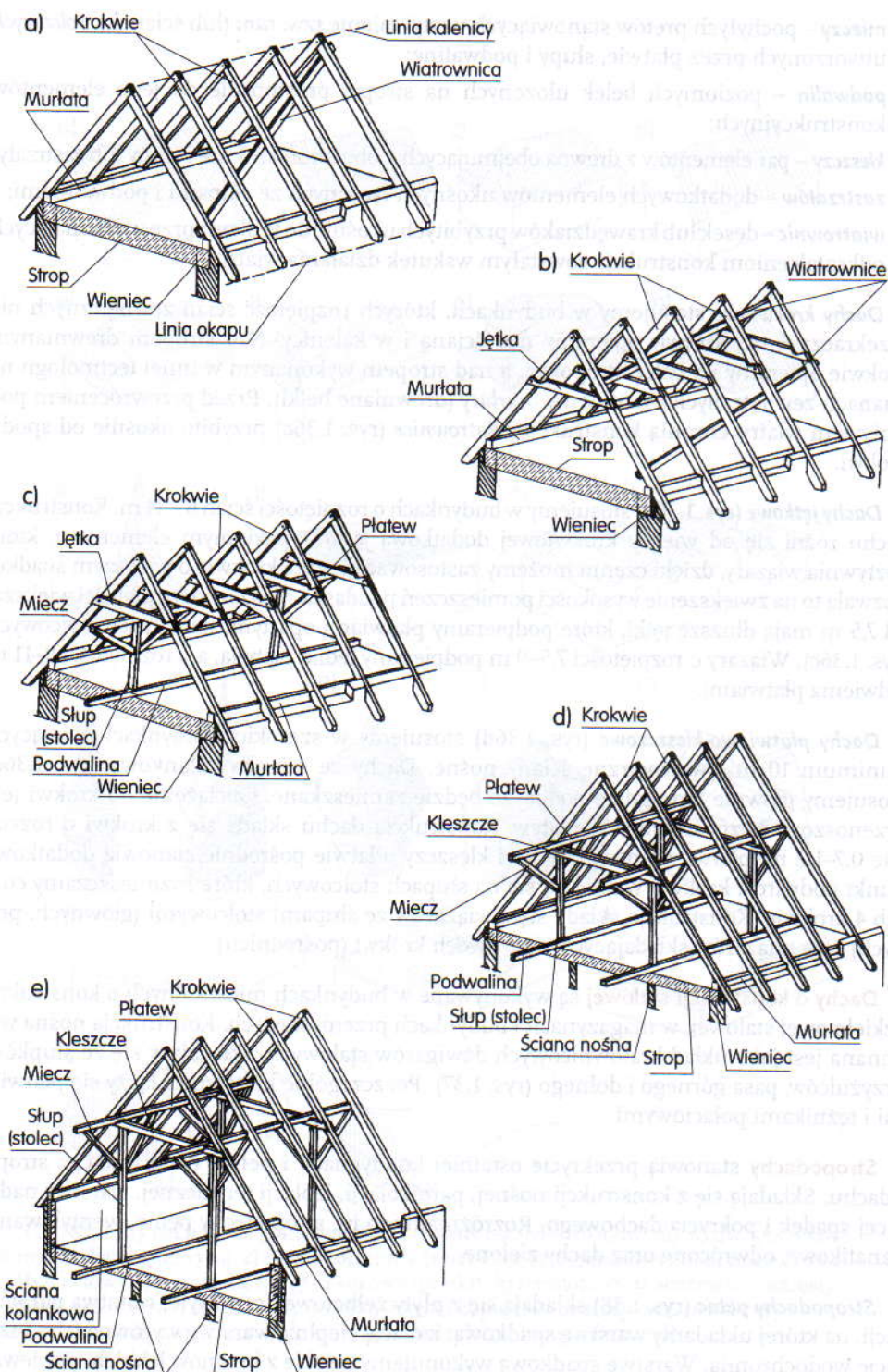
**Dachy płatwiowo-kleszczowe** (rys. 1.36d) stosujemy w szerokich budynkach, mających minimum 10 m i wewnętrzne ściany nośne. Dachy ze ścianką kolankową (rys. 1.36e) stosujemy głównie tam, gdzie poddasze będzie zamieszkałe. Obciążenie od krokwi jest przenoszane bezpośrednio na płatew. Konstrukcja dachu składa się z krokwi o rozstawie 0,7–1,2 m, płatwi, słupów, mieczy i kleszczy. Płatwie pośrednie stanowią dodatkowy punkt podparcia krokwi. Wspierają się na słupach stolcowych, które rozmieszczamy co 3 lub 4 krokwie. Konstrukcja składa się z wiązarów ze słupami stolcowymi (głównych, pełnych) oraz wiązarów składających się z dwóch krokwi (pośrednich).

**Dachy o konstrukcji stalowej** są wykonywane w budynkach mieszkalnych o konstrukcji szkieletowej stalowej, w magazynach i budynkach przemysłowych. Konstrukcja nośna wykonana jest jako układ kratownicowych dźwigarów stalowych, składający się ze słupków, krzyżulców, pasa górnego i dolnego (rys. 1.37). Poszczególne kratownice łączy się płatwiami i tężnikami polaciowymi.

**Stropodachy** stanowią przekrycie ostatniej kondygnacji i pełnią dwie funkcje: stropu i dachu. Składają się z konstrukcji nośnej, paroizolacji, izolacji termicznej, warstwy nadającej spadek i pokrycia dachowego. Rozróżniamy m.in. stropodachy pełne, wentylowane, kanalikowe, odwrócone oraz dachy zielone.

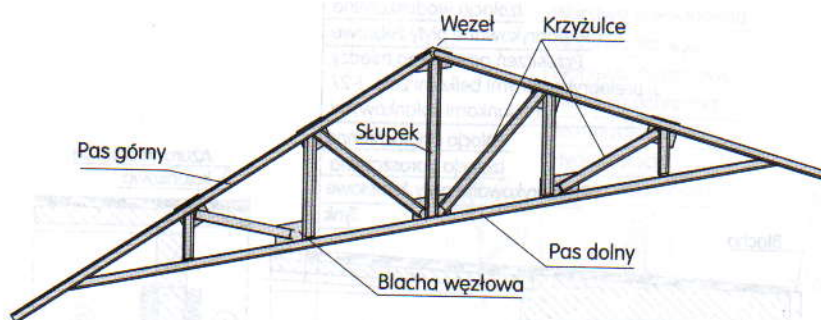
**Stropodachy pełne** (rys. 1.38) składają się z płyty żelbetowej, przykrytej warstwą paroizolacji, na której układamy warstwę spadkową, izolację cieplną, warstwę wyrównawczą i izolację wodochronną. Warstwę spadkową wykonujemy zwykle z betonów lekkich, ponieważ zmniejsza to jej ciężar i jednocześnie zapewnia izolację cieplną.



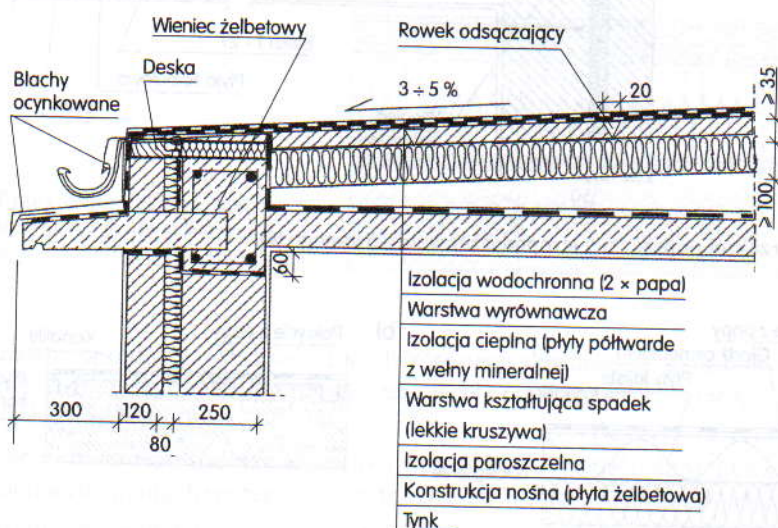


**Rys. 1.36.** Więźby: a) krokwiowa, b) jętkowa, c) jętkowa z pojedynczą ścianką stolcową, d) płatwiowo-kleszczowa z płatwiami pośrednimi, e) płatwiowo-kleszczowa ze ścianką kolankową [4]





Rys. 1.37. Dźwigar stalowy

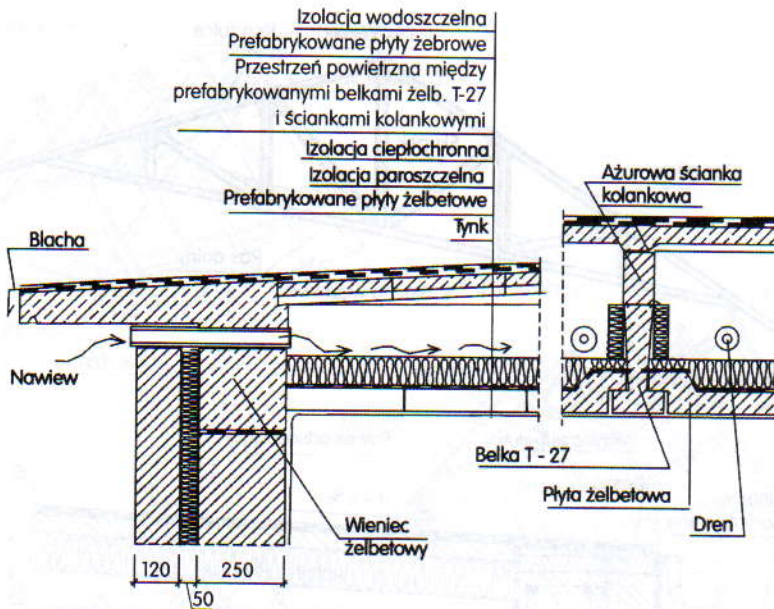


Rys. 1.38. Przekrój poprzeczny stropodachu pełnego [6]

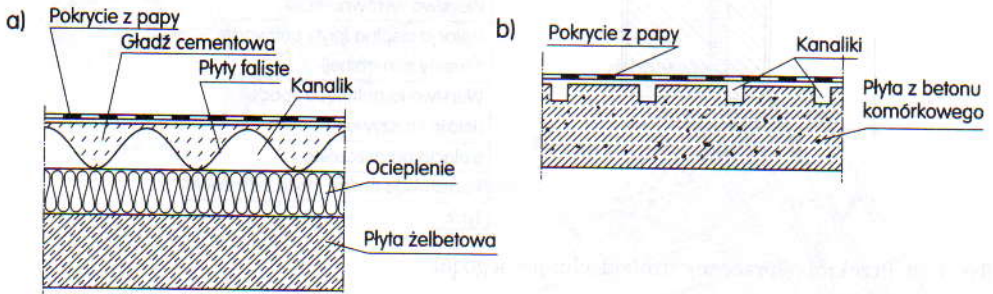
**Stropodachy wentylowane** są skonstruowane w taki sposób, że między stropem i dachem znajduje się przestrzeń połączona otworami wentylacyjnymi z otoczeniem zewnętrznym, a hydroizolacja (izolacja wodoszczelna) jest ułożona na płycie dachowej (rys. 1.39). Cała powierzchnia dachu powinna być wentylowana równomiernie, a otwory rozmieszczone po przeciwnych stronach i w połaci dachowej, aby zapewniona była dobra wymiana powietrza.

**Stropodachy kanalikowe** (rys. 1.40) są tak skonstruowane, że w górnej warstwie materiału ocieplającego lub nad nim znajdują się kanaliki służące do przepływu powietrza zewnętrznego. Otwory wentylacyjne mogą być umieszczone pod gzymsem lub obróbką blacharską, najlepiej zgodnie ze spadkiem stropodachu.

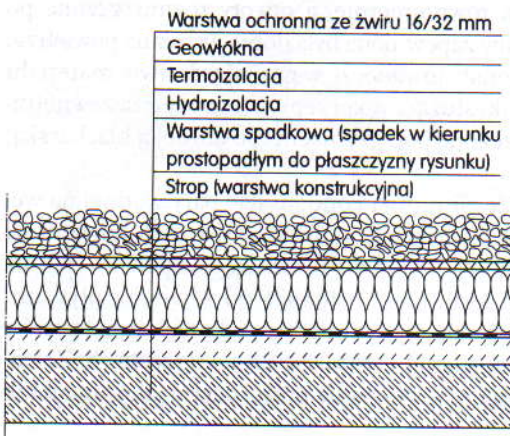
**Stropodachy odwrócone** charakteryzuje to, że eliminują kondensację pary wodnej na wewnętrznej powierzchni pokrycia dachowego. Hydroizolację układamy w nich bowiem na konstrukcji nośnej stropodachu (ewentualnie na warstwie kształtującej spadek – jak na rys. 1.41), a na niej dopiero warstwę izolacji termicznej osłoniętą od zewnątrz płytkami betonowymi lub warstwą żwiru. Izolację termiczną powinniśmy wykonać z materiałów o niskiej nasiąkliwości, aby była odporna na działanie czynników atmosferycznych. Zastosowanie stropodachu odwróconego pozwala na wykorzystanie połaci dachu jako tarasu lub parkingu oraz ułatwia termorenowację.



Rys. 1.39. Przekrój poprzeczny stropodachu wentylowanego [6]

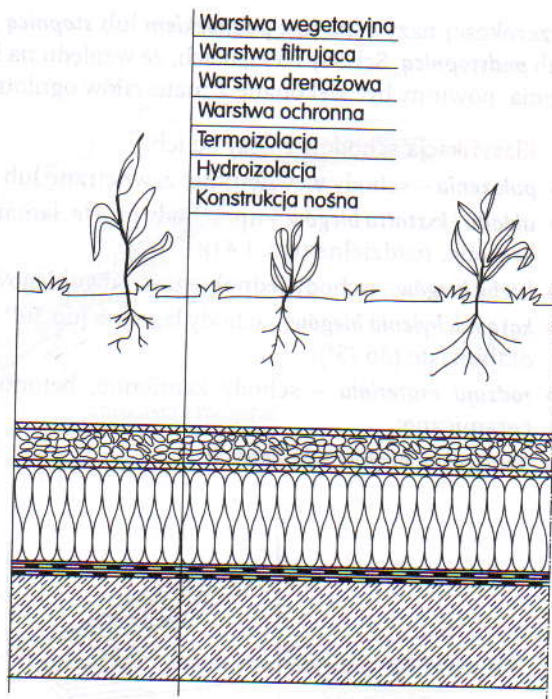


Rys. 1.40. Przekroje poprzeczne stropodachów kanalikowych – dwa przykłady



Rys. 1.41. Przekrój poprzeczny stropodachu odwróconego [1]





**Rys. 1.42.** Przekrój poprzeczny tzw. dachu zielonego, czyli stropodachu odwróconego z warstwą wegetacyjną [1]

**Dachy zielone** są rodzajem stropodachu odwróconego składającego się z konstrukcji nośnej, hydroizolacji, termoizolacji, warstwy drenującej oraz warstwy wegetacyjnej zabezpieczonej geowłókniną<sup>1</sup> (rys. 1.42).

Jeżeli dachu zielonego nie nawadniamy i porastają go niskie rośliny (głównie trawy) o niewielkich wymaganiach wegetacyjnych, to takie użytkowanie nazywamy *ekstensywnym*.

Użytkowanie ze *średnią intensywnością* charakteryzuje się dodatkowym nasadzeniem roślin wymagających intensywnych zabiegów pielęgnacyjnych i nawożenia, takich jak byliny lub niewielkie krzewy.

Użytkowanie *intensywne* wymaga odpowiedniego układu i miąższości warstwy wegetacyjnej, ponieważ na dachu sadzimy rośliny o dużych wymaganiach wegetacyjnych, które muszą być regularnie podlewane i nawożone, np. drzewa.

### 1.3.6. Schody

Schody są elementem konstrukcyjnym, którego zadaniem jest stworzenie pieszego ciągu komunikacyjnego łączącego różne poziomy obiektu budowlanego (np. piętra budynku) lub terenu oraz przenoszenie obciążeń na inne elementy (np. na ściany). Stopnie schodów muszą mieć wymiary przystosowane do długości kroku ludzkiego.

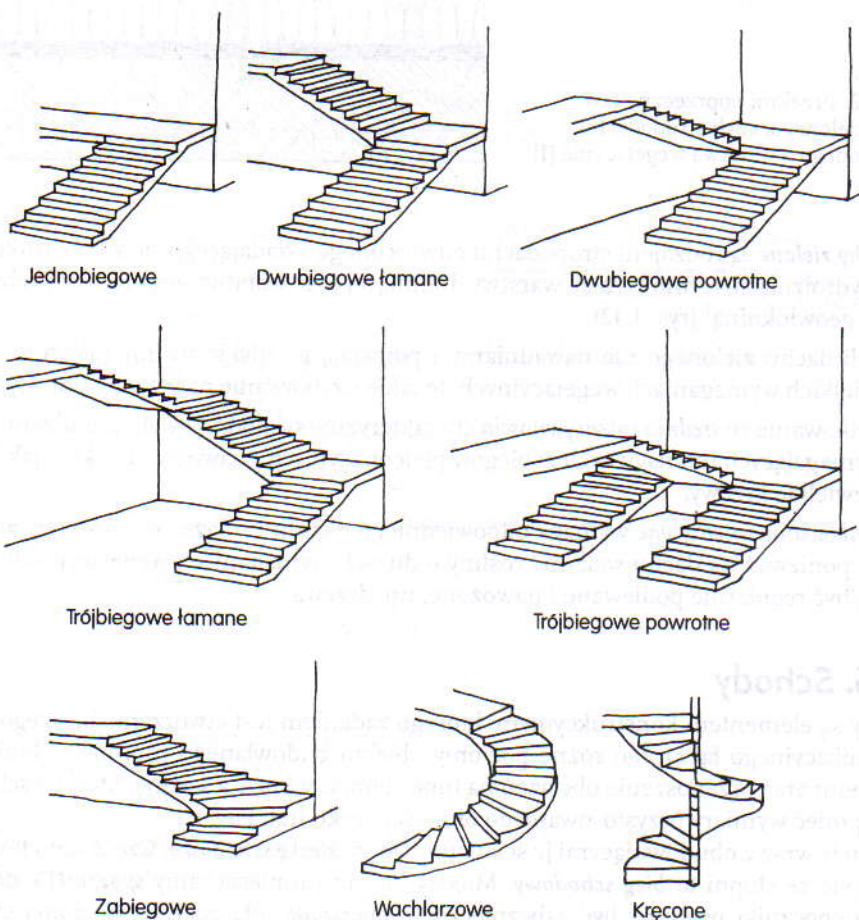
Schody wraz z obudowującymi je ścianami tworzą *klatkę schodową*. Część schodów składająca się ze stopni to *bieg schodowy*. Między biegami umieszczamy *spoczniki* (podesty). Biegi i spoczniki powinny być zabezpieczone *balustradą*. Płaszczyzna pozioma stopnia

<sup>1</sup> Geowłóknina – wodoprzepuszczalna włóknina mająca postać warstwy runa składającego się ze splecionych włókien z tworzyw sztucznych (głównie polipropylenu, polietylenu i poliestru). Charakterystyczną cechą geowłókniny jest przypadkowa orientacja tworzących ją włókien.

(szerokość) nazywana jest **podnóżkiem** lub **stopnicą**, a pionowa (wysokość) – **przednóżkiem** lub **podstopnicą**. Schody na klatkach, ze względu na ich funkcje ewakuacyjne w razie zagrożenia, powinny być wykonane z materiałów ogniotrwałych.

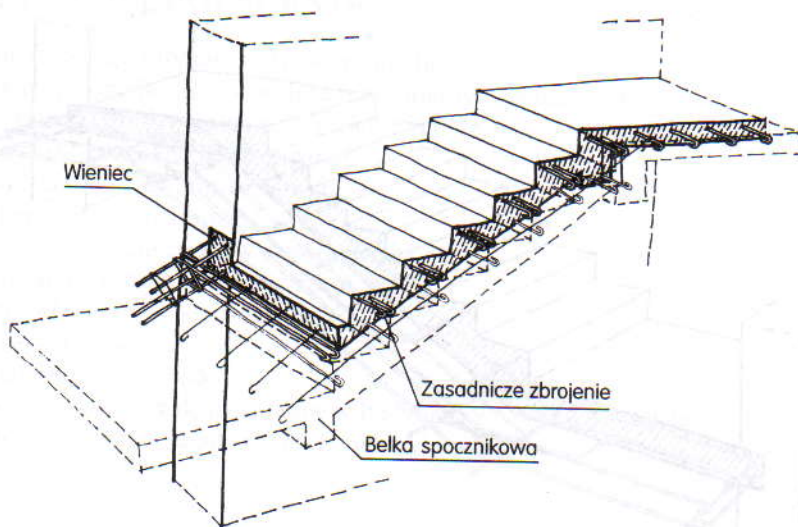
**Klasyfikacja schodów** zależy od ich:

- **położenia** – schody wewnętrzne, zewnętrzne lub terenowe;
- **układu i kształtu biegów** – np. schody proste, łamane, powrotne, zabiegowe, wachlarzowe, kręcone, rozdzielne (rys. 1.43);
- **liczby biegów** – schody jednobiegowe, dwubiegowe lub wielobiegowe;
- **kąta nachylenia biegów** – schody łagodne (do  $30^\circ$ ), normalne (do  $35^\circ$ ), strome (do  $45^\circ$ ) lub drabiniaste (do  $75^\circ$ );
- **rodzaju materiału** – schody kamienne, betonowe, żelbetowe, drewniane, metalowe, ceramiczne;
- **konstrukcji biegów schodowych**.



Rys. 1.43. Rodzaje schodów [5]





Rys. 1.44. Monolityczne schody wspornikowe [5]

Rodzaj konstrukcji biegów schodowych zależy od sposobu przekazywania obciążeń na podpory. Rozróżniamy schody:

- **wspornikowe**, w których biegi lub pojedyncze stopnie są zamocowane tylko z jednej strony, np. w ścianie bocznej klatki schodowej (rys. 1.44), płyty spocznikowe zaś mogą być oparte na dwóch ścianach bocznych klatki schodowej lub na ścianach bocznych i ścianie poprzecznej;
- **płytowe**, czyli wykonywane albo jako płyta łamana tworząca biegi i spoczniki, oparta na poprzecznych ścianach klatki schodowej i mająca nadbetonowane stopnie (rys. 1.45), albo jako konstrukcja, w której płyty spoczników są oparte jedną krawędzią na poprzecznych ścianach klatki schodowej, a drugą, wraz z płytami biegów, na belkach spocznikowych;
- **policzkowe**, których stopnie są oparte na dwóch belkach policzkowych (rys. 1.46) lub na ścianie bocznej klatki schodowej i jednej belce policzkowej.

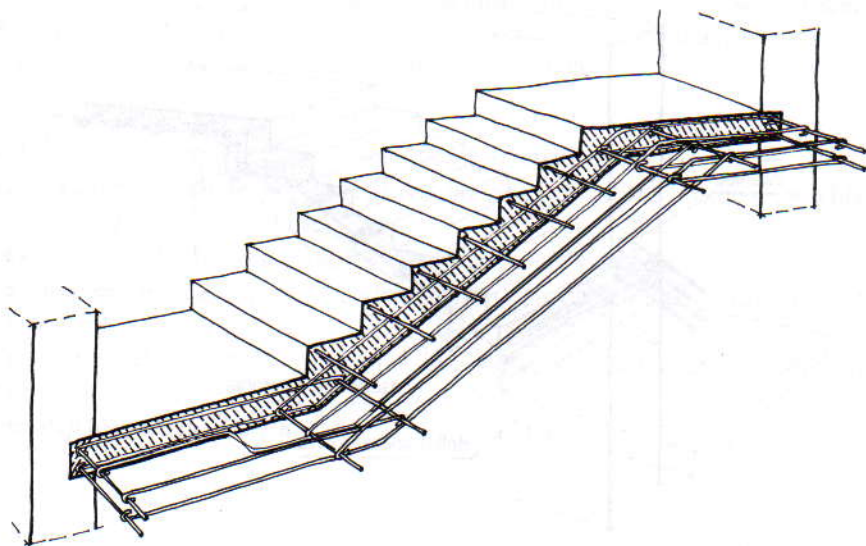
**Schody żelbetowe** mogą być wykonywane jako wspornikowe, płytowe lub policzkowe. Aby wykonać każdą z tych konstrukcji, powinniśmy przygotować deskowanie, podstemplować je, wykonać zbrojenie, ułożyć je i wypełnić deskowanie mieszkanką betonową. Wykonanie schodów prefabrykowanych polega na montażu żelbetowych elementów prefabrykowanych.

Schody wspornikowe monolityczne stanowi ukośna płyta ze stopniami utwierdzonymi jednostronnie i zbrojeniem umieszczonym przy krawędzi stopni.

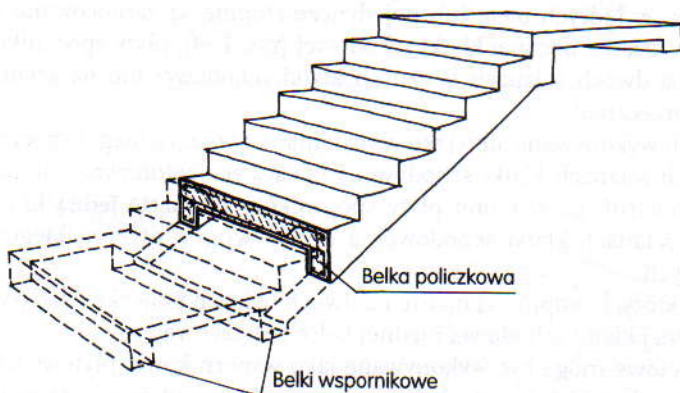
Schody policzkowe monolityczne opierają się na belkach lub na ścianach klatki schodowej jednostronnie lub dwustronnie, a stopnie są zbrojone przy powierzchni dolnej.

W konstrukcji płytowej stopnie są elementem płyty biegowej, której dolna część jest zbrojona wzdłuż długości biegu prętami głównymi i poprzecznie – prętami rozdzielczymi.

**Schody metalowe**, zazwyczaj stalowe, wykonujemy zwykle jako policzkowe. Belki policzkowe wykonujemy z ceowników lub dwuteowników, a stopnie z blachy usztywnionej kątownikami. Poszczególne części biegu łączymy za pomocą nitów lub spawania.



Rys. 1.45. Żelbetowe schody płytowe [5]



Rys. 1.46. Żelbetowe schody policykowe [5]

**Schody drewniane** wykonujemy zwykle z drewna sosnowego lub dębowego. Drewno powinno być wysuszone i dobrej jakości. Najczęściej schody wykonujemy jako policykowe, a stopnice i podstopnice wsuwamy w wyżłobienia w belce. Stosujemy również schody wachlarzowe, kręcone i drabiniaste.

**Schody kamienne** wykonujemy głównie jako zewnętrzne. Stopnie mogą być wspornikowe lub podparte na dwóch końcach.

**Pochylnie** możemy stosować w magazynach, budynkach produkcyjnych lub garażach. Pochylnie na drogach ewakuacyjnych powinny mieć nachylenie maksimum 10%, a pochylnie przeznaczone do stałego ruchu ludzi – najwyżej 18%.





## PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień rodzaje fundamentów pośrednich.
2. W jakich przypadkach zastosujesz fundamenty bezpośrednie?
3. Co to są ławy fundamentowe? Wymień ich rodzaje.
4. Gdzie zastosujesz ściany izolacyjne?
5. Omów budowę ścian murowanych.
6. Wymień rodzaje nadproży.
7. Jakie znasz rodzaje stropów drewnianych?
8. Omów budowę stropu ceramicznego.
9. Z jakich elementów składa się dach?
10. Co to jest stropodach?
11. Wymień rodzaje schodów.
12. Określ rodzaj konstrukcji schodów w budynku, w którym mieszkasz.
13. Z jakich elementów składa się dach zielony?

## 1.4

Elementy elewacyjne  
i wykończeniowe  
budynku

## W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- w jaki sposób poprawić estetykę elewacji budynku
- co to są wewnętrzne elementy wykończeniowe budynku

## 1.4.1. Elementy elewacyjne budynku

**Zewnętrzne wykończenie ścian** może stanowić warstwa tynku, płytek elewacyjnych, elewacja sucha lub powłoka malarska.

**Tynki** są powłoką ze stwardniałej zaprawy budowlanej (tzw. masy tynkarskiej) pokrywającą lub kształtującą powierzchnię elementu, na który są nakładane, chroniąc materiał ścian przed szkodliwym działaniem czynników atmosferycznych, ognia, wilgoci, pyłów i innych zanieczyszczeń oraz nadającą jej ostateczny wygląd. Masy tynkarskie składają się ze spoiwa, wypełniaczy, wody oraz ewentualnie domieszek i dodatków.

Najczęściej wykonujemy *trójwarstwowe tynki* zwykle *pospolite* składające się z:

- obrzutki z zaprawy budowlanej (wapiennej lub cementowo-wapiennej) o grubości 3–5 mm, która zapewnia dobrą przyczepność tynku;
- narzutu tynkowego nakładanego warstwą 10–15 mm po stwardnieniu obrzutki;
- gładzi, czyli warstwy wykończeniowej o grubości 3–4 mm.

Tynki trójwarstwowe, bardzo równe dzięki dokładnemu zatarcu pacą, to tzw. *tynki zwykle doborowe*. Aby ściana miała jeszcze bardziej gładką powierzchnię, gładź tynku trójwarstwowego możemy zacierać packą stalową lub miedzianą, podsypując jednocześnie powierzchnię ściany cementem i skrapiając wodą. Powstaje w ten sposób *tynk zwykły wypalany*.

Oprócz tynków zwykłych stosowane są również m.in.:

- *tynki specjalne* (o polepszonych właściwościach użytkowych), które charakteryzują się np. wodoszczelnością, ciepłochronnością, właściwością samooczyszczania się;
- *tynki szlachetne*, których podkład stanowi dwuwarstwowy tynk zwykły, a warstwę zewnętrzną – jedna lub kilka warstw zaprawy mającej określoną fakturę i barwę;
- *tynki cienkowarstwowe* (żywiczne, mineralne, krzemianowo-polimerowe i silikonowe) – do zabezpieczania materiału ocieplającego elementy budowli.

**Płytki elewacyjne** mocujemy do ścian za pomocą klejów z dodatkiem środków uelastyczniających, które chronią płytki przed zniszczeniem wywołanym ich odkształceniem wskutek zmian temperatury. Płytki mogą być wykonane z klinkieru, gresu, kamienia lub materiałów syntetycznych.

**Elewacje z cegieł** mogą być ceramiczne (z cegieł licowych, klinkierowych) lub silikatowe. Zwykle wykańczamy nimi ściany murowane, ale mogą również być stosowane na ścianach drewnianych (opieramy je na fundamencie i mocujemy kotwami do słupów konstrukcyjnych).

**Suche elewacje** wykonujemy z tworzywa sztucznego, betonu, kamienia, płyt gipsowo-kartonowych, blachy aluminiowej i stalowej albo z drewna.



Często stosujemy *siding*, czyli okładziny ściennie z polichlorku winylu, stali lub aluminium (listwy, płytki, narożniki i inne elementy wykończeniowe). Montujemy go na przymocowanym do podłoża ruszcie wykonanym z drewna lub stali.

**Elewacje z drewna** wykonujemy najczęściej na drewnianych domach szkieletowych.

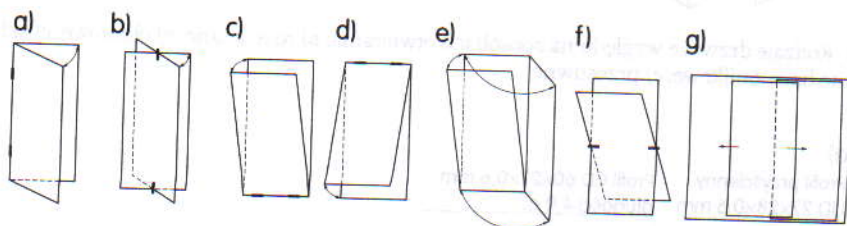
**Powłoki malarskie** stosujemy, aby nadać elewacji kolor. Ściany zewnętrzne malujemy po całkowitym stwardnieniu tynku, w temperaturze powyżej 5°C.

**Okno** jest ruchomą lub stałą częścią budynku przepuszczającą światło i chroniącą pomieszczenie przed działaniem czynników zewnętrznych. Podstawowe funkcje okien to: doświetlenie pomieszczenia światłem dziennym, wentylacja, ochrona przed zjawiskami atmosferycznymi, ochrona przed hałasem, zapachami, pyłami itd. Okna mogą być umieszczone w otworach okiennych w ścianach lub w ramach montowanych w więźbie dachowej (**okna połaciowe**).

Otwór okienny jest ograniczony powierzchnią boczną ściany, zwaną **ościeżem**. **Ościeżnica** albo **oboknie** to rama, którą mocujemy do ściany w otworze okiennym i na której zawieszamy **skrzydła okienne** z szybami. Skrzydła mogą być prawe lub lewe, co zależy od tego, przy której krawędzi (prawej czy lewej) widać zawiasy skrzydła, gdy patrzymy na nie od strony tych zawiasów, tzn. od strony, na którą otwiera się okno.

Ze względu na sposób otwierania okna mogą być: rozwierane, obracane, uchylne, odchylne, uchylno-rozwierane, przechylne i przesuwne (rys. 1.47).

Ze względu na rodzaj materiału użytego do produkcji rozróżniamy okna drewniane, z tworzyw sztucznych i metalowe.



Rys. 1.47. Rodzaje okien ze względu na sposób ich otwierania: a) rozwierane, b) obracane, c) uchylne, d) odchylne, e) uchylno-rozwierane, f) przechylne, g) przesuwne [6]

**Drzwi** są pionową ruchomą przegrodą, która zamyka otwór drzwiowy, izoluje wnętrze od sąsiedniego pomieszczenia (drzwi wewnętrzne) lub chroni przed wpływem czynników zewnętrznych (drzwi zewnętrzne) i umożliwia komunikację. Konstrukcja drzwi jest wykonana z:

- **ościeżnicy**, która składa się z dwóch elementów pionowych (stojaków), górnego elementu poziomego, a w drzwiach zewnętrznych – także z progu (dolnego elementu poziomego);
- **skrzydła**, które może być zbudowane z ramy i wypełnienia lub z płyty.

Ze względu na materiał zastosowany przy produkcji drzwi mogą być drewniane, z tworzywa sztucznego, aluminium i stali.

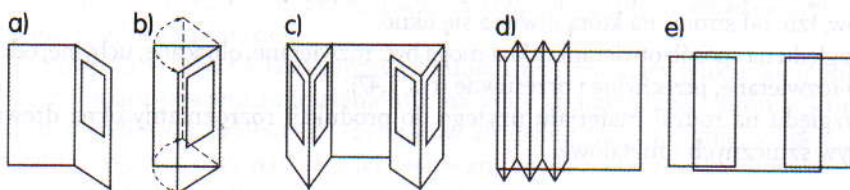
**Pokrycie dachu** chroni wnętrze budynku przed wpływem czynników zewnętrznych. Jest również elementem wpływającym na wygląd budynku. Dachy są najczęściej kryte blachą, papą lub dachówkami. Wybór materiału jest związany z pochyleniem połaci, stopniem skomplikowania i nośnością konstrukcji dachu (więźby lub dźwigarów dachowych) oraz uwarunkowany względami architektonicznymi. Ważnym elementem dachu jest również instalacja odprowadzająca wody opadowe. Rodzaje materiałów stosowanych na pokrycia dachowe omówiono w rozdziale 2.



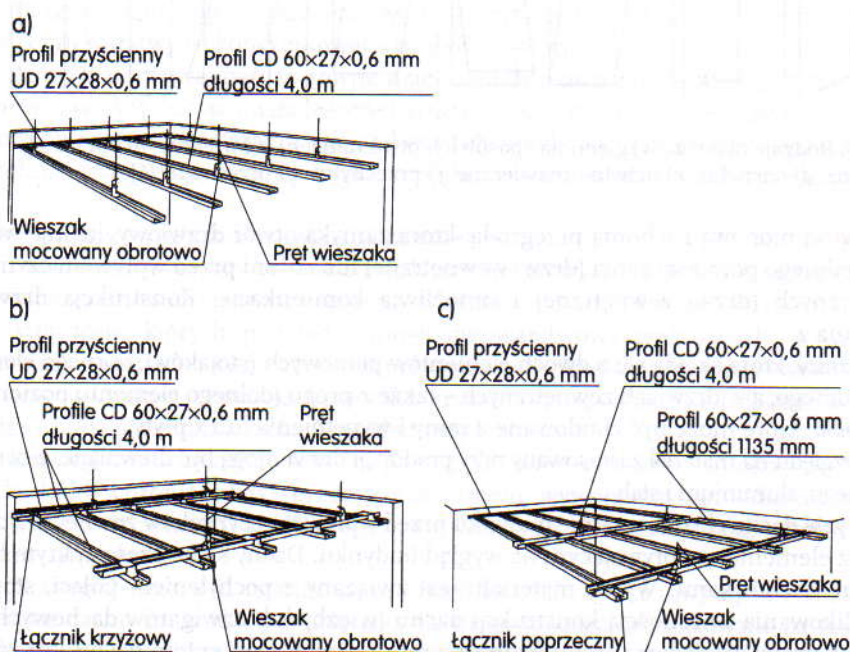
## 1.4.2. Wewnętrzne elementy wykończeniowe budynku

**Ściany działowe** stawiamy wewnątrz budynku. Stanowią przegrodę pełniącą funkcję izolacyjną i rozdzielają pomieszczenia. Ich rozmieszczenie kształtuje układ przestrzenny pomieszczeń. Ściany działowe nie powinny przenosić obciążeń od stropu i wyższych kondygnacji. W budynkach wielokondygnacyjnych należy je budować, zaczynając od najwyższej kondygnacji. Mogą być wykonane z ceramiki, płyt gipsowych, gipsowo-kartonowych, drewna lub szkła. W zależności od sposobu użytkowania pomieszczenia powierzchnia ścian wewnętrznych może być wykończona:

- tynkami cementowo-wapiennymi, gipsowymi, dekoracyjnymi,
- suchymi tynkami, czyli płytami gipsowo-kartonowymi,
- tapetami papierowymi, winylowymi, natryskowymi,
- płytkami ceramicznymi,
- powłokami malarskimi,
- okładzinami z drewna, szkła lub tworzyw sztucznych.



**Rys. 1.48.** Rodzaje drzwi ze względu na sposób ich otwierania: a) rozwierane, b) obrotowe, c) składane, d) składane harmonijkowe, e) przesuwne



**Rys. 1.49.** Konstrukcje nośne sufitów podwieszanych: a) z wieszakami, b) dwupoziomowa, c) jednopoziomowa [15]



**Drzwi wewnętrzne** są zbudowane z takich samych elementów jak drzwi zewnętrzne. Zazwyczaj nie mają progów. Ze względu na sposób otwierania mogą być rozwierane, wahadłowe, obrotowe, składane, składane harmonijkowe, przesuwne (rys. 1.48).

**Podłoga** składa się z jednej lub kilku warstw, z których górna jest przystosowana do wymagań użytkowych stawianych pomieszczeniu. Te warstwy to: izolacja, podkład, warstwa wyrównująca i posadzka (warstwa wierzchnia). Posadzki wykonujemy z drewna, tworzyw sztucznych, ceramiki, gresu, kamienia lub betonu.

**Sufit** to dolna powierzchnia stropu wykończona zwykle tynkiem, płytami gipsowo-kartonowymi, drewnem, panelami z tworzyw sztucznych lub kasetonami styropianowymi.

Obecnie często wykonuje się **sufity podwieszane** (z płyt gipsowo-kartonowych przymocowanych do rusztów), które są umocowane do stropu za pomocą wieszaków (rys. 1.49). Zastosowanie takiego rozwiązania umożliwia zmniejszenie wysokości pomieszczenia, zamontowanie oświetlenia w suficie i osłonięcie elementów konstrukcyjnych stropu. Stanowi również ochronę ogniową.

## PYTANIA I POLECENIA

1. Jakich materiałów możesz użyć, aby wykończyć zewnętrzną ścianę budynku?
2. Jakimi materiałami możesz wykończyć ściany wewnętrzne?
3. Jakimi materiałami możesz wykończyć posadzkę?
4. W jaki sposób została wykonana elewacja budynku twojej szkoły?

## 1.5

# Etapy i technologie wykonywania obiektów budowlanych

## W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- z jakich etapów składa się proces budowy budynku
- jakie technologie możemy zastosować podczas wznoszenia budynku

Każdy obiekt budowlany powinniśmy projektować, budować, użytkować i utrzymywać zgodnie z przepisami i normami przyjętymi w Polsce, aby jego realizacja i użytkowanie powodowały możliwie najmniej zmian w środowisku naturalnym.

W procesie wykonywania budynków wyróżniamy kilka etapów:

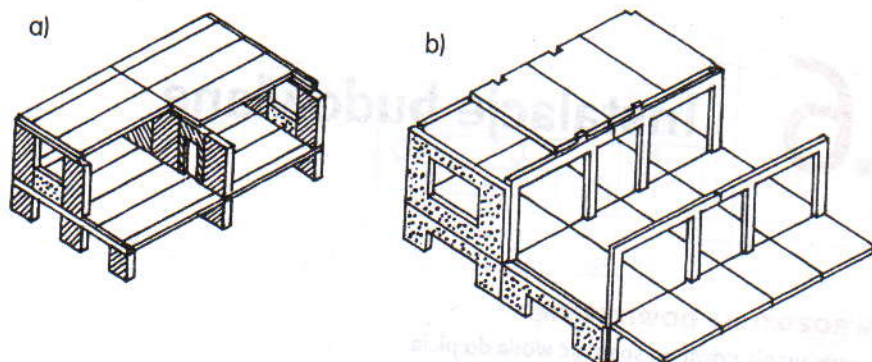
- **stan zerowy** – wykonanie wszystkich elementów obiektu od chwili rozpoczęcia prac aż do tzw. poziomu zero (zwykle poziomu podłogi parteru lub stropu nad piwnicą) lub zakończenia wykonywania fundamentów w budynku niepodpiwniczonym;
- **stan surowy otwarty** – wykonanie ustroju nośnego budynku z dachem, ale bez zamontowania stolarki okiennej i drzwiowej, pokrycia dachu, robót instalacyjnych i wykończeniowych;
- **stan surowy zamknięty** – budynek ma już stolarkę okienną i drzwiową, ściany działowe oraz pokrycie dachowe, lecz nadal brakuje mu instalacji i wykończenia (tynków, tapet, wyposażenia);
- **stan wykończeniowy instalacji** – wykonanie przyłączy i instalacji sanitarnych oraz elektrycznych, a także instalacji odgromowej, alarmowej itp.;
- **stan wykończeniowy wewnętrzny** – wykonanie podłóg, tynków wewnętrznych, powłok malarskich lub tapet i innych elementów wyposażenia w pomieszczeniach;
- **stan wykończeniowy zewnętrzny** – wykonanie tynków zewnętrznych, okładzin itp.;
- **obiekt ukończony** – zakończono wykonywanie wszystkich elementów przewidzianych w projekcie i uporządkowano teren budowy.

Po zakończeniu robót inwestor musi **zawiadomić o zakończeniu budowy i zamiarze użytkowania obiektu budowlanego**. Do zawiadomienia o ukończeniu budowy lub wniosku o udzielenie pozwolenia na użytkowanie obiektu dołączamy:

- dziennik budowy,
- protokoły badań i sprawdzeń,
- inwentaryzację geodezyjną powykonawczą,
- potwierdzenie odbioru wykonanych przyłączy,
- świadectwo energetyczne,
- oświadczenie o właściwym zagospodarowaniu terenów przyległych.

**Technologia robót budowlanych** to metody wykonywania prac podczas wznoszenia i użytkowania obiektów budowlanych. Metody te możemy podzielić na trzy grupy dotyczące: budownictwa tradycyjnego, uprzemysłowionego oraz prefabrykowanego szkieletowego.





Rys. 1.50. Konstrukcje: a) wielkoblokowa, b) wielkopłytkowa

**Budownictwo tradycyjne** wykorzystuje metody stosowane powszechnie i od dawna. Znaczna część produkcji odbywa się na placu budowy, a prace na wznoszonym obiekcie są wykonywane sposobami rzemieślniczymi. Wykonując prace metodami tradycyjnymi, możemy stosować nowoczesne narzędzia.

**Budownictwo uprzemysłowione** polega na montażu budynku z elementów prefabrykowanych dostarczonych na budowę z wytwórni. W zakładach produkujących prefabrykaty powstają bloki i płyty ściennie, płyty stropowe, biegi schodowe i nadproża. W zależności od wielkości montowanych elementów prefabrykowanych rozróżniamy dwie technologie: wielkoblokową i wielkopłytkową (rys. 1.50).

W **technologii wielkoblokowej** do budowy używamy elementów ściennych i stropowych o szerokości nieprzekraczającej 1,5 m i wysokości równej jednej kondygnacji, a budynki mają zwykle poprzeczny układ konstrukcyjny, zewnętrzne ściany podłużne będące ścianami osłonowymi oraz ściany szczytowe wykonywane jako konstrukcyjno-osłonowe.

W **technologii wielkopłytkowej** – obecnie niestosowanej – elementy prefabrykowane są wielkości całego pomieszczenia lub zespołu pomieszczeń. Płyty ścienne mogą mieć otwory okienne i drzwiowe, a ich szerokość nie przekracza 6,0 m.

**Budynki prefabrykowane szkieletowe** składają się ze słupów i belek prefabrykowanych lub z ram złożonych ze słupów i podciągów. Szkielet prefabrykowany stosujemy w budownictwie przemysłowym i mieszkaniowym (ramę H).

## PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień etapy procesu wykonywania budynków.
2. Jakie elementy budynku muszą być wykonane w stanie surowym zamkniętym?
3. Jakie rodzaje technologii zostały wykorzystane do wykonania budynków w pobliżu twojej szkoły?



## 1.6

## Instalacje budowlane

## W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie wymagania powinna spełniać woda do picia
- jakie rodzaje instalacji muszą być wykonane w budynku
- jakie źródła energii odnawialnej możesz wykorzystać do wytwarzania prądu i ciepła w budynku

## 1.6.1. Instalacje wodociągowe

Wodę do celów komunalnych pobieramy z **użytkowych zasobów wodnych**. Zaliczamy do nich wody powierzchniowe, źródlane, podziemne i infiltracyjne. Wody te są pobierane za pomocą **ujęć wody**. Ujęcia wody podlegają ochronie, a warunki ochrony określa ustawa *Prawo wodne* z 2004 r. W przyrodzie trudno znaleźć wodę, która spełniałaby wszystkie obowiązujące wymagania sanitarne. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia<sup>1</sup> woda przeznaczona do spożycia:

- nie może zawierać substancji szkodliwych dla zdrowia,
- powinna być bezbarwna, bez smaku, bez zapachu,
- nie może zawierać bakterii chorobotwórczych,
- nie powinna zawierać nadmiernej ilości związków wapnia, magnezu, żelaza, manganu, siarczków i chlorków,
- powinna zawierać mikroelementy (np. jod, fluor).

Wodę powierzchniową uzdatniamy w stacjach uzdatniania wody, a następnie przesyłamy do odbiorców za pomocą sieci wodociągowej.

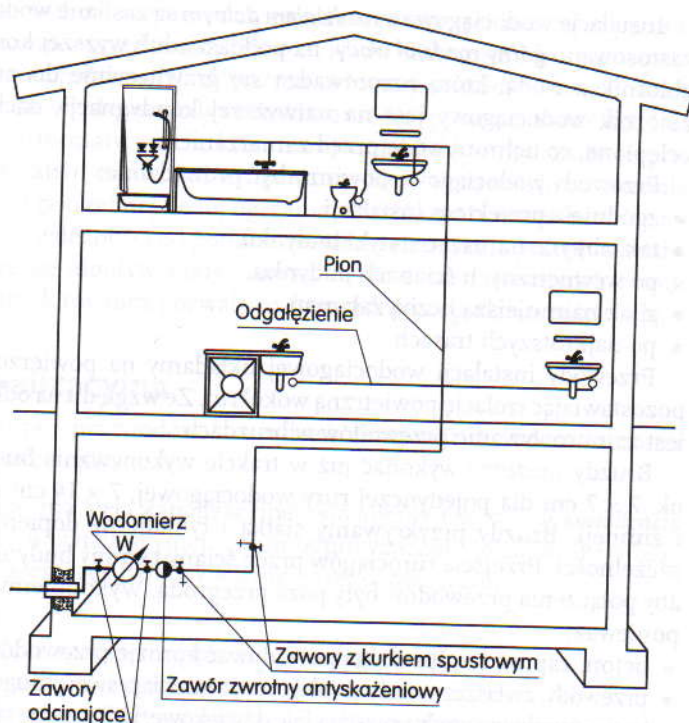
**Sieć wodociągowa** to zespół przewodów i urządzeń, które znajdują się poza budynkami i mają za zadanie rozprowadzać wodę po obszarze miasta, osiedla lub zakładu przemysłowego. Sieć wodociągowa doprowadza wodę do **połączenia wodociągowego**, nazywanego niekiedy przyłączem domowym. Jest to odcinek przewodu łączący sieć wodociągową lub lokalne źródło wody z instalacją w budynku. Połączenie domowe do budynku wykonuje przedsiębiorstwo wodociągowe lub upoważniona przez nie firma.

Połączenie wodociągowe powinno być ułożone ze spadkiem 3% w kierunku przewodu wodociągowego i zagłębione poniżej głębokości przemarzania gruntu, za jaką przyjmujemy 1,5–1,7 m. Przewody przechodzące przez ściany zewnętrzne budynku układamy w tulei (rurze ochronnej). Na połączeniu wodociągowym zakładamy **zestaw wodomierzowy** składający się z zaworu odcinającego, wodomierza, zaworu zwrotnego antyskażeniowego oraz zaworu odcinającego z kurkiem spustowym (rys. 1.51).

Wodomierz (rys. 1.52) jest przyrządem do samoczynnego pomiaru i rejestracji objętości przepływającej przez niego wody. Umożliwia rozliczanie należności za wodę między dostawcą a odbiorcą. Odczyt pobranej wody może być dokonywany bezpośrednio lub drogą radiową.

<sup>1</sup> Patrz poz. [35] w wykazie literatury.





Rys. 1.51. Schemat instalacji wodociągowej

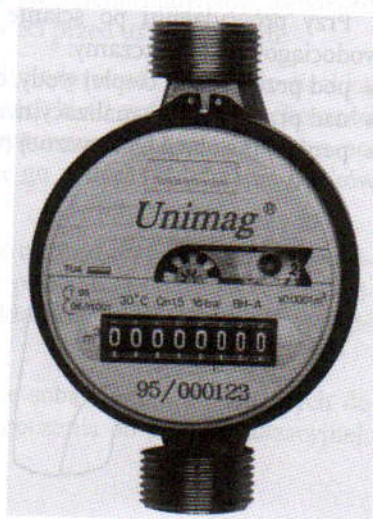
Wodomierze umieszczane w mieszkaniach mogą być montowane w specjalnym kanale (kryte) lub na powierzchni ściany (naścienne). Wodomierze kryte montujemy 130–160 cm nad podłogą, w odległości 10 cm od siebie, a drzwiczki rewizyjne umieszczamy minimum 5 cm od tarczy wodomierza.

**Instalacja wodociągowa** nazywamy zespół urządzeń wodociagowych oraz przewodów z uzbrojeniem dostarczający użytkownikom nieruchomości wodę zgodnie z jej przeznaczeniem i wymaganiami sanitarnymi. Instalacja wodociągowa zaczyna się od zaworu głównego umieszczonego za wodomierzem od strony budynku. W skład instalacji wodociągowej wchodzi:

- uzbrojenie, które jest wbudowane w instalację i umożliwia czerpanie lub zamykanie przepływu wody,
- przewody rozdzielcze (poziomy),
- przewody pionowe (piony),
- odgałęzienia rozpraszające wodę do punktów czerpalnych.

W zależności od konstrukcji, przeznaczenia i wysokości budynku oraz ciśnienia wody w sieci wodociągowej instalacje mogą być:

- jedno- lub wielostrefowe,
- z rozdziałem górnym lub dolnym.



Rys. 1.52. Wodomierz

Instalacje wodociągowe z **rozdziłem dolnym** są zasilane wodą z sieci wodociągowej. Jeśli zastosowano **górny rozdział wody**, na poddaszu lub wyższej kondygnacji jest umieszczony zbiornik z wodą, którą rozprowadza się grawitacyjnie do punktów czerpalnych. Jeżeli zbiornik wodociągowy jest na najwyższej kondygnacji, dach lub zbiornik muszą być ocieplone, co uchroni wodę przed zamarzaniem.

Przewody wodociągowe powinny być prowadzone:

- zgodnie z projektem instalacji,
- tak, aby nie naruszyć statyki budynku,
- po wewnętrznych ścianach budynku,
- z jak najmniejszą liczbą załamań,
- po najkrótszych trasach.

Przewody instalacji wodociągowej układamy na powierzchni ścian lub w bruzdach, pozostawiając izolację powietrzną wokół rur. Ze względu na odkształcenia niedopuszczalne jest zamurowywanie przewodów w bruzdach.

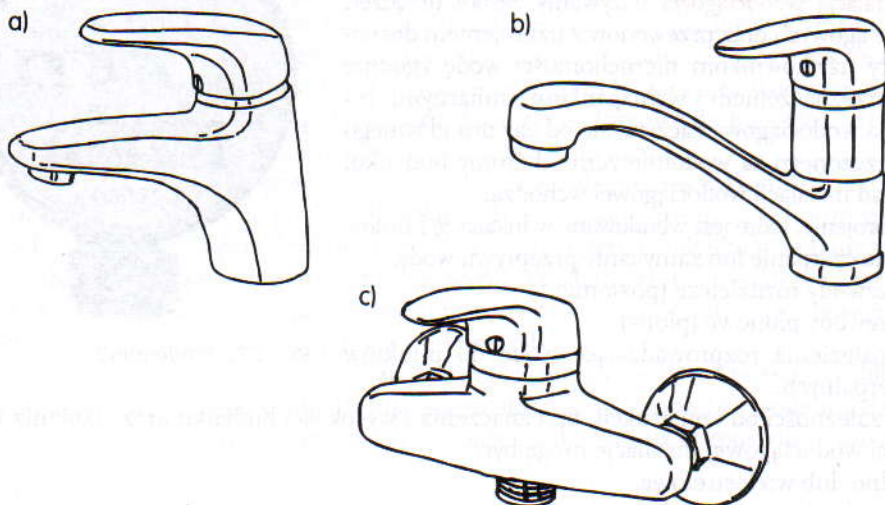
Bruzdy możemy wykonać już w trakcie wykonywania budynku. Wielkość ich wynosi ok.  $7 \times 7$  cm dla pojedynczej rury wodociągowej,  $7 \times 14$  cm dla dwóch rur (wody ciepłej i zimnej). Bruzdy przykrywamy siatką i tynkujemy dopiero po przeprowadzeniu prób szczelności. Przejścia rurociągów przez ściany i stropy budynku muszą być tak wykonane, aby połączenia przewodów były poza przegrodą. Wykonujemy ją w rurze ochronnej (tulei), ponieważ:

- beton, zaprawa i gips mogą powodować korozję przewodów;
- przewody, zwłaszcza wody ciepłej i c.o., zmieniają swoją długość przy zmianie temperatury;
- przy przepływie wody powstają fale dźwiękowe, które mogą się przenosić na bryłę budynku.

Przewody poziome mogą być prowadzone pod podłogą najniższej kondygnacji na głębokości minimum 30 cm, licząc od wierzchu rury.

Przy prowadzeniu po ścianie przewodów poziomych różnych instalacji przewody wodociągowe umieszczamy:

- pod przewodami ciepłej wody, centralnego ogrzewania i gazu (w odległości 0,15 m),
- nad przewodami kanalizacyjnymi,
- poniżej instalacji elektrycznej (w odległości 0,10 m).



**Rys. 1.53.** Baterie jednouchwytowe a) umywalkowa, b) zlewozmywakowa, c) natryskowa



Ze względu na duże zapotrzebowanie na wodę i coraz mniejsze jej zasoby w przyrodzie wprowadzamy rozwiązania ograniczające zużycie wody. Jednym z nich jest stosowanie baterii (rys. 1.53) jednouchwytowych, w których uchwyt jest kulowo zamocowany w korpusie, co ułatwia otwarcie wypływu wody oraz dobranie temperatury. Korzystne jest również stosowanie baterii termostatycznych, które utrzymują stałą temperaturę wypływającej wody niezależnie od wahań ciśnienia i temperatury wody w instalacji, co pozwala na oszczędność wody i energii potrzebnej do jej ogrzania. Stosujemy również baterie sterowane elektronicznie, które w zależności od potrzeb otwierają i zamykają przepływ wody, oraz baterie samozamykające się (dopływ wody zamyka się po ustalonym czasie). Stosowanie dwustopniowych spłuczek również pozwala na oszczędne gospodarowanie wodą.

### 1.6.2. Instalacja kanalizacyjna

**Sieć kanalizacyjna** jest to zespół przewodów i urządzeń służących do odprowadzania ścieków do oczyszczalni lub odbiornika.

Na terenach, na których nie ma sieci kanalizacyjnej, stosujemy tak zwaną **kanalizację bezodpływową**. Ścieki z instalacji kanalizacyjnej są tam odprowadzane do zbiorników bezodpływowych, skąd taborom asenizacyjnym wywozimy je do oczyszczalni.

Sieć kanalizacyjna może być:

- **grawitacyjna**, czyli układana ze spadkiem zapewniającym odpływ ścieków,
- **ciśnieniowa**, jeśli przepływ ścieków jest wymuszony przez pompy,
- **podciśnieniowa**, w której transport ścieków odbywa się dzięki różnicy ciśnień między ciśnieniem atmosferycznym a podciśnieniem panującym w sieci kanalizacyjnej.

Głębokość kanałów zależy od ich długości, głębokości posadowienia budynków, głębokości przemarzania gruntu oraz konieczności zabezpieczenia sieci przed uszkodzeniem.

Przewód zbierający ścieki z przewodów odpływowych i odprowadzający je do sieci kanalizacyjnej nazywamy **przykanalikiem**. Odprowadza on ścieki od granicy nieruchomości do kanału ulicznego. Przewód ten powinien być zamontowany co najmniej 30 cm ponad dnem kanału ulicznego, co zapobiega zatykaniu się go podczas spiętrzenia ścieków w kanale.

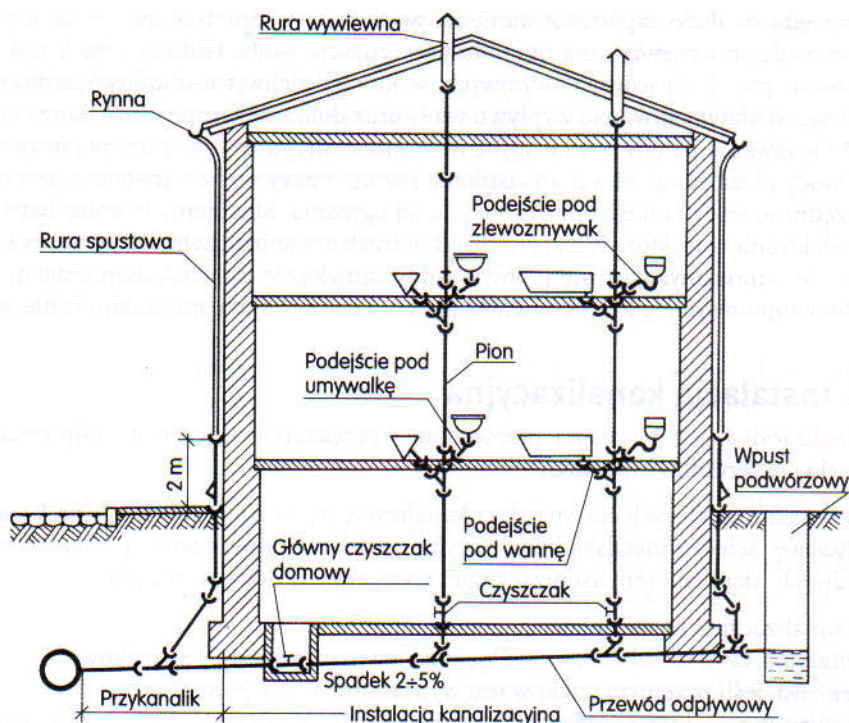
W zależności od średnicy przewodu rury powinny być ułożone ze spadkiem zapewniającym samooczyszczanie się przewodu, czyli uzyskanie prędkości spływania uniemożliwiających tworzenie się na dnie osadów. Przykanalik układamy zwykle ze spadkiem 2% w stronę kanału ściekowego.

**Instalacja kanalizacyjna** jest to zespół powiązanych ze sobą elementów służących do odprowadzania ścieków z obiektu budowlanego i jego otoczenia do sieci kanalizacyjnej. Elementy zaliczane do instalacji kanalizacyjnej to:

- poziome przewody odpływowe (poziomy),
- pionowe przewody spustowe (piony),
- podejścia łączące przybory sanitarne z pionami (rys. 1.54).

Najczęściej stosujemy **instalację kanalizacyjną bezciśnieniową**. W tym systemie ciśnienie w przewodzie musi być wyrównane z ciśnieniem atmosferycznym i dlatego każdy pion jest zakończony rurą wentylacyjną z wywiewką wyprowadzoną na dach lub zaworem napowietrzającym. W dolnej części pionu umieszczamy czyszczaki, które umożliwiają monitorowanie instalacji.





Rys. 1.54. Schemat domowej instalacji kanalizacyjnej

Długość podejścia dla misek ustępowych nie powinna przekraczać 2,5 m, a dla pozostałych urządzeń 3,5 m. Jeżeli odległości te są większe, stosujemy urządzenie składające się z automatycznej pompy oraz rozdrabniacza, dzięki któremu ścieki mogą być tłoczone do pionu kanalizacyjnego. W takim przypadku kanalizacja może się znajdować nawet 70 m dalej lub 7 m wyżej niż zainstalowany przybór sanitarny.

Piony i podejścia możemy prowadzić na powierzchni ścian lub w bruzdach osłoniętych po ułożeniu rur np. tynkiem na siatce.

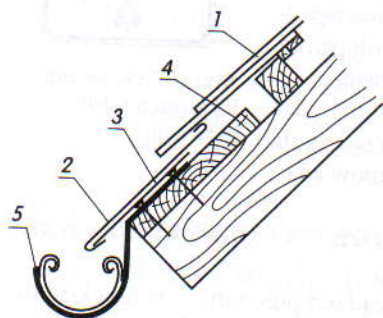
Połączenia rur nie mogą znajdować się w miejscach przejść przez przegrody budowlane. Otwory, którymi będzie przechodził przewód, powinny być zaznaczone w projekcie i pozostawione w trakcie robót budowlanych. Nie wolno prowadzić przewodów przez ławy fundamentowe.

Urządzenia służące do odbierania i odprowadzania zanieczyszczeń płynnych, powstałych w wyniku czynności higieniczno-sanitarnych i gospodarczych człowieka, nazywamy **przyborami sanitarnymi**. Są one początkowymi elementami instalacji kanalizacyjnej. Zaliczamy do nich: zlewy, zlewozmywaki, umywalki, wanny kąpielowe, brodziki, bidety, pisuary, miski ustępowe.

Przybory sanitarne mogą być wykonane z tworzyw sztucznych (akryl, silikon), porcelany sanitarnej, nierdzewnej blachy stalowej, kamienia sztucznego (silnie zagęszczonego betonu powlekanego tworzywem sztucznym).

Wszystkie ścieki odprowadzane z przyborów instalacją kanalizacyjną muszą przepływać przez **syfon**. Syfon zatrzymuje wodę, która stanowi przegrodę między rurami kanalizacyjnymi a wytwarzającymi się w nich gazami.





Rys. 1.55. Przykładowe mocowanie rynny



Rys. 1.56. Wpust dachowy stosowany w systemie Geberit Pluvia

Wody opadowe odprowadzane są z budynku odrębnym systemem przewodów. W zależności od konstrukcji dachu i wysokości budynku możemy je odprowadzać przewodem umieszczonym na zewnątrz lub wewnątrz budynku. Instalacja odprowadzająca wody opadowe składa się z:

- rynny ułożonej wzdłuż okapu ze spadkiem 0,2–0,5%,
- rur spustowych przymocowanych do ściany budynku.

Na rys. 1.55 pokazano przykład mocowania rynny.

W przypadku dachów o dużych powierzchniach możemy zastosować system funkcjonujący na zasadzie podciśnienia wywołanego przepływem wody przy całkowitym wypełnieniu rury. Jego zaletą jest redukcja liczby wpustów dachowych oraz pionów spustowych. Rurociągi prowadzimy pod stropem najwyższej kondygnacji budynku, a pion kanalizacji deszczowej wprowadzamy w miejscu najbardziej korzystnym ze względu na architekturę budynku (rys. 1.56).

### 1.6.3. Instalacja gazowa

W gazownictwie w Polsce używamy gazu ziemnego. Najczęściej dostarcza się go do odbiorców siecią gazową. Gdy jej nie ma, gaz jest gromadzony w specjalnych zbiornikach lub dostarczany odbiorcom w butlach.

**Sieć gazowa** to zespół przewodów i urządzeń, których zadaniem jest dostarczanie paliwa gazowego do poszczególnych odbiorców. Ze względu na ciśnienie, jakie może panować w przewodach, gazociągi dzielimy na:

- wysokiego ciśnienia ( $1,6 < p \leq 10 \text{ MPa}$ ),
- podwyższonego średniego ciśnienia ( $0,5 < p \leq 1,6 \text{ MPa}$ ),
- średniego ciśnienia ( $10 \text{ kPa} < p \leq 0,5 \text{ MPa}$ ),
- niskiego ciśnienia ( $p \leq 10 \text{ kPa}$ ).

Przewody gazowe w budynkach mogą przewodzić gaz o niskim ciśnieniu – najwyżej 0,005 MPa (5 kPa).

Odcinek przewodu łączący sieć uliczną z instalacją gazową w budynku nazywamy **przyłączem gazowym**. Zakończeniem przyłącza jest **kurek gazowy**, który powinien być tak położony, aby w razie nagłego zagrożenia można było szybko odciąć dopływ gazu. Ze względów bezpieczeństwa kurek umieszczamy na zewnętrznej ścianie budynku lub przed nim, w wentylowanej i niepalnej szafce, a w budynkach wielorodzinnych na klatce schodowej.

Kurek gazowy oznaczamy specjalną tabliczką (rys. 1.57). Zasady usytuowania kurka głównego są opisane w rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie<sup>1</sup>.

Sieć gazowa oraz przyłącze są własnością dostawcy gazu. Do jego obowiązków należy utrzymanie prawidłowego działania tych urządzeń.

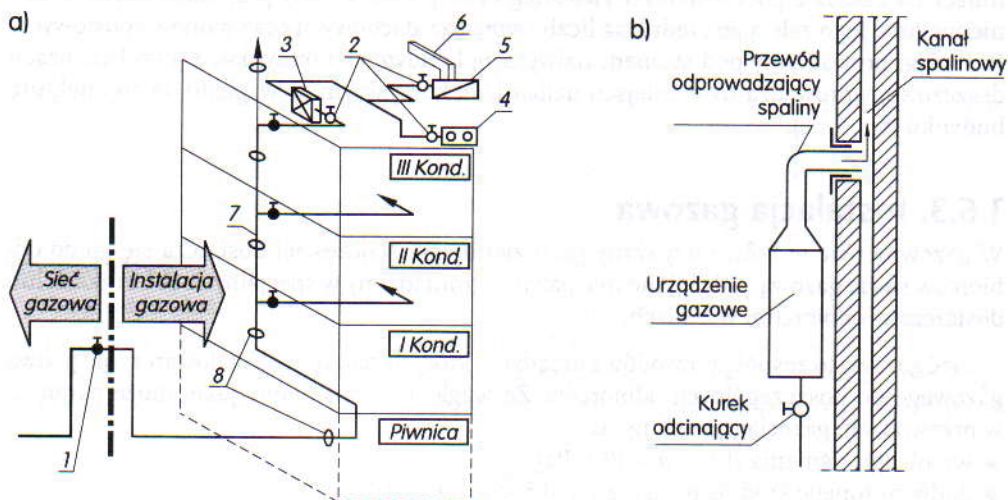
**Instalacją gazową** nazywamy zespół przewodów i urządzeń położonych w obiekcie budowlanym rozpoczynający się za kurkiem głównym i spełniający określone wymagania szczelności. Zadaniem instalacji jest doprowadzenie gazu do poszczególnych odbiorników.

Instalacja gazowa składa się z:

- **przewodów** poziomych i pionowych, które mogą być prowadzone na zewnątrz lub wewnątrz budynku;
- **uzbrojenia instalacji** (np. gazomierzy, czyli urządzeń do pomiaru zużycia gazu, kurków odcinających, czujników ułatniania się gazu, zaworów elektromagnetycznych i elektronicznych systemów sterowania układami automatycznego wykrywania i wyłączania gazu);
- **przyborów gazowych** – odbiorników gazu (np. kuchenek, kotłów c.o., przepływowych podgrzewaczy wody), z których każdy musi mieć własny kurek odcinający;
- **przewodów spalinowych**, które odprowadzają powstające w czasie spalania spaliny do kanałów spalinowych (rys. 1.58b).



Rys. 1.57. Oznaczenie lokalizacji kurka głównego



Rys. 1.58. Przewody spalinowe w instalacji gazowej

<sup>1</sup> Patrz poz. [29] w wykazie literatury.



Zgodnie z przepisami przewody instalacji gazowej malujemy na kolor żółty.

Instalacja gazowa jest własnością właściciela budynku lub jego administratora. Instalacja gazowa musi być bezpieczna, a jej elementy muszą mieć aprobatę techniczną lub certyfikat Instytutu Górnictwa Naftowego i Gazownictwa.

Przykładowe rozwiązanie instalacji gazowej w budynku pokazano na rys. 1.58a.

W budynkach niskich, niepodłączonych do sieci gazowej, możemy korzystać z gazu płynnego (propan-butan) zmagazynowanego w butlach. Nie wolno korzystać z butli gazowych w budynkach podłączonych do sieci gazowej. Możliwe jest również zaopatrywanie instalacji gazem płynnym zmagazynowanym w zbiorniku położonym na zewnątrz budynku.

### 1.6.4. Instalacja centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej

Początkiem układu ciepłowniczego może być **kotłownia**, **ciepłownia** lub **elektrociepłownia**. Następuje tam spalanie paliw, dzięki czemu wytwarza się ciepło, które zostaje przekazywane czynnikowi grzejnemu sieci ciepłowniczej. Gorący czynnik grzejny jest transportowany przewodami sieci ciepłowniczej do węzłów. Następnie w specjalnych urządzeniach, zwanych **wymiennikami**, oddaje ciepło wodzie krążącej w instalacji centralnego ogrzewania (c.o.) lub ciepłej wody użytkowej (c.w.u.).

**Siecią ciepłowniczą** nazywamy zespół przewodów i urządzeń, których zadaniem jest przesyłanie czynnika grzejnego (np. gorącej wody lub pary) ze źródła jego wytwarzania do odbiorcy, czyli do węzłów ciepłowniczych.

**Węzeł ciepłowniczy** (ciepłym) nazywamy miejsce połączenia sieci ciepłowniczej z instalacją odbiorcy i przekazywania ciepła do poszczególnych odbiorników centralnego ogrzewania, wymienników ciepła, nagrzewnic wentylacyjnych lub specjalistycznych instalacji technologicznych.

**Instalacja centralnego ogrzewania (c.o.)** to zespół przewodów i urządzeń, których zadaniem jest rozprowadzenie ciepła w obrębie budynku. Ciepło może być wytwarzane miejscowo, tzn. w kotłach, lub zdalaczynnie, czyli w ciepłowniach. Ze względu na rodzaj czynnika grzejnego (tzn. rozprowadzającego ciepło) wyróżniamy instalację centralnego ogrzewania wodną lub powietrzną. Pomieszczenia mogą być również ogrzewane elektrycznie.

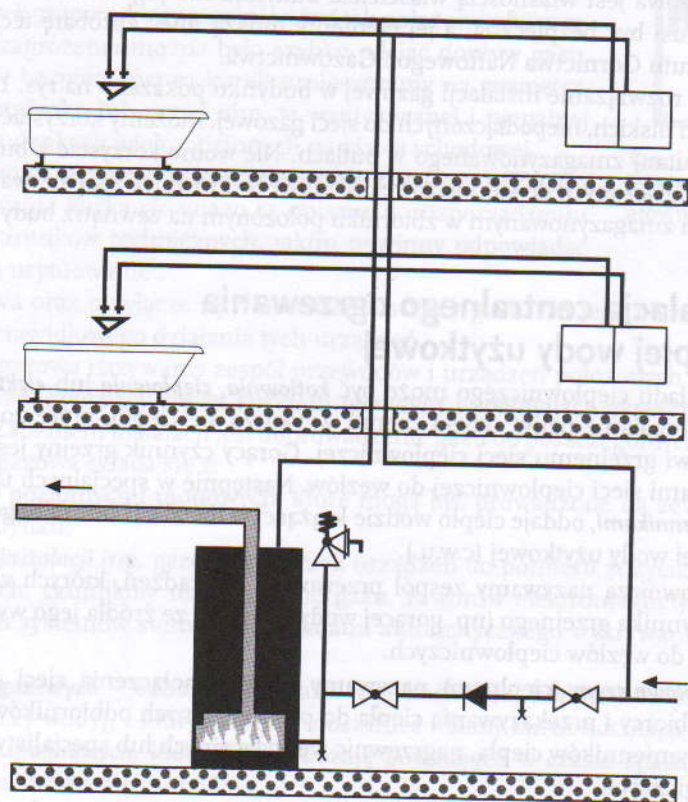
Urządzenia, w których uzyskuje się ciepło przez spalanie paliw lub wykorzystanie energii elektrycznej, to **kotły**. Mogą one zasilać jednofunkcyjne instalacje centralnego ogrzewania (c.o.) lub dwufunkcyjne instalacje centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej (c.o. i c.w.u.).

Przewody rozprowadzające wodę wzdłuż ścian budynku nazywamy **poziomami**. Przewody, które od nich odchodzą i dostarczają ciepło na poszczególne kondygnacje – to **piony**. Energia cieplna jest odbierana przez **grzejniki**, które zwykle umieszczamy na ścianie pod oknem, by następnie ogrzewały powietrze w pomieszczeniu. Ilość ciepła możemy regulować grzejnikowymi **zaworami termostatycznymi**.

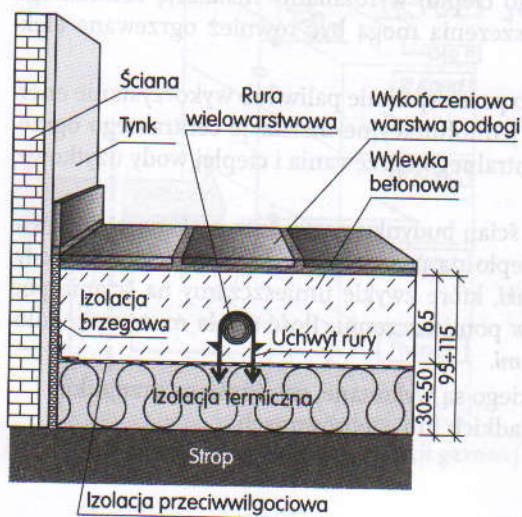
W zależności od rodzaju materiału, z jakiego są wykonane, wyróżniamy grzejniki:

- stalowe – płytowe, konwekcyjne, z rur gładkich lub ożebrowanych,
- aluminiowe – członowe albo płytowe,
- żeliwne członowe,
- miedziano-aluminiowe.

Zużycie ciepła jest rejestrowane za pomocą **ciepłomierzy** lub **podzielników ciepła**.



Rys. 1.59. Instalacja ciepłej wody użytkowej



Rys. 1.60. Konstrukcja ogrzewania podłogowego



W instalacji ciepłej wody użytkowej (rys. 1.59) stosujemy **wymienniki ciepła**<sup>1</sup>. W instalacjach o okresowym zapotrzebowaniu na ciepłą wodę (np. w domkach letniskowych) często stosujemy **przepływowe podgrzewacze wody**. Coraz częściej wprowadzamy niekonwencjonalne źródła energii, takie jak: energia słoneczna, wiatrowa lub geotermalna.

Coraz większą popularność zdobywa **ogrzewanie podłogowe**.

Ten typ ogrzewania pozwala na uzyskanie lepszego komfortu termicznego przy obniżonej temperaturze, a brak grzejników pozwala lepiej wykorzystać przestrzeń pomieszczenia. Ogrzewanie to może być wodne lub elektryczne. Jeśli planujemy jego stosowanie, musimy odpowiednio zaizolować termicznie przewody rozprowadzające czynnik grzejny, zastować termo- i hydroizolację pod przewodami, a podłogę wykonać z materiałów łatwo oddających ciepło. Na rys. 1.60 przedstawiono rozwiązanie konstrukcji podłogi z ogrzewaniem podłogowym.

Zaleca się, aby na stropie zawierającym izolację budowlaną ułożona była warstwa tłumiąca hałas, a na niej pokryta odpowiednimi foliami pianka poliuretanowa. Podłoga może być wykończona płytkami ceramicznymi, wykładzinami z tworzyw sztucznych, wykładzinami dywanowymi, odpowiednim parkietem lub panelami drewnianymi. Materiały przeznaczone do współpracy z ogrzewaniem podłogowym mają specjalne oznaczenia (rys. 1.61).

**Rys 1.61.** Sposób oznaczania materiałów współpracujących z instalacją ogrzewania podłogowego



Wykładziny  
dywanowe

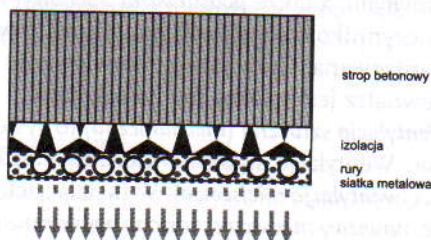


Wykładziny  
z tworzyw  
sztucznych

Do ogrzewania hal, pomieszczeń biurowych i mieszkalnych możemy również zastosować **ogrzewanie sufitowe**, w którym rury oddające ciepło ułożone są w stropie (rys. 1.62).

Coraz częściej projektuje się **ogrzewanie powietrzne z zastosowaniem kominka** jako dodatkowego źródła ciepła. Działanie takiego systemu polega na tym, że wkład kominkowy oddaje ciepło przepływającemu powietrzu, które jest następnie rozprowadzane systemem rur nawiewnych po budynku. Do kominka powinniśmy doprowadzać świeże powietrze i zapewnić bezpieczne odprowadzenie spalin. Zgodnie z polskimi przepisami prawnymi możemy uzupełnić w ten sposób istniejącą instalację grzewczą, choć rozwiązanie takie nie zwalnia z wykonania niezależnej instalacji c.o.

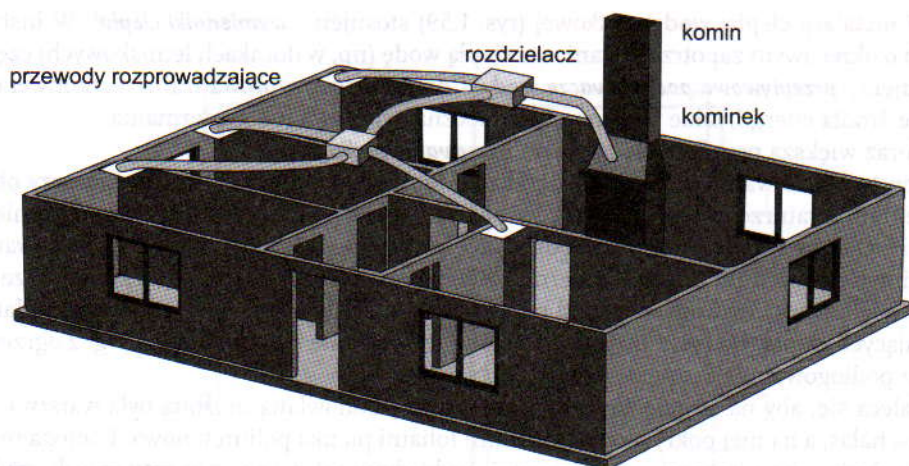
Ten typ ogrzewania najlepiej zaplanować na etapie projektowania domu, ponieważ możemy wtedy umieścić w ścianach wszystkie przewody rozprowadzające oraz dokładnie określić miejsca wylotu powietrza w pomieszczeniach (rys. 1.63).



**Rys. 1.62.** Rurowe ogrzewanie sufitowe

<sup>1</sup> Wymienniki ciepła – urządzenia, w których gorący czynnik grzejny przepływa przez węzownicę lub płytki. Rurki węzownicy lub płytki opływa w przeciwnym kierunku woda, która po ogrzaniu się trafia do instalacji.





Rys. 1.63. Ogrzewanie powietrzne z zastosowaniem kominka

### 1.6.5. Instalacja wentylacji i klimatyzacji

Zadaniem **wentylacji** jest wymiana powietrza w pomieszczeniach zamkniętych. Wentylacja może być naturalna lub sztuczna (mechaniczna).

**Wentylacja naturalna** następuje samoczynnie na skutek oddziaływania czynników fizycznych, takich jak: wiatr, różnica temperatury, różnica ciśnienia, infiltracja (tzn. napływ) powietrza do pomieszczenia spowodowana nieuszczelnnością okien, drzwi lub innych elementów budynku oraz celowe przewietrzanie. Wentylację naturalną stosujemy w budynkach mieszkalnych. Zwykle uzupełniamy ją **wentylacją grawitacyjną**, czyli systemem kanałów wentylacyjnych w ścianach, uzupełnionych otworami z kratkami nawiewnymi lub wywiewnymi, a także podstawami dachowymi i wywiewnikami. Instalacja taka ułatwia działanie czynników wentylacji naturalnej, bywa zatem określana jako wentylacja naturalna zorganizowana. Grawitacyjne wywiewanie powietrza następuje wówczas, gdy temperatura wewnątrz jest wyższa niż na zewnątrz.

**Wentylacja sztuczna (mechaniczna)** to system wymiany powietrza wymuszonej przez wentylator. Wentylację sztuczną możemy stosować w całym pomieszczeniu lub tylko w jego części (**wentylacja miejscowa**). W instalacjach wentylacji miejscowej montujemy: *odciągi miejscowe*, *nawiewy miejscowe*, *zastony powietrzne* montowane w drzwiach wejściowych budynków użyteczności publicznej. W skład wentylacji mechanicznej wchodzi:

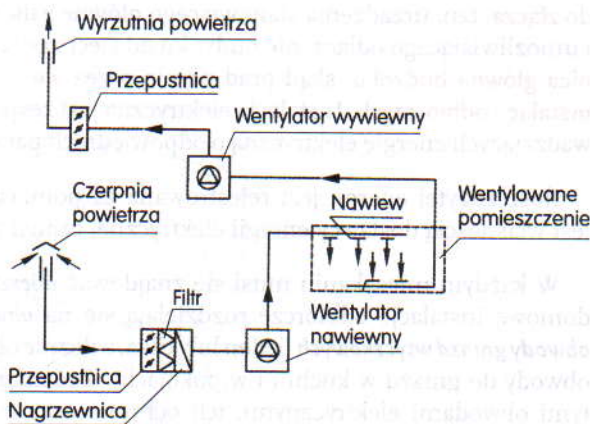
- wentylator,
- przewód główny łączący wentylator z wylotem powietrza,
- przewody rozprowadzające,
- odgałęzienia zasilające poszczególne pomieszczenia.

Na rys. 1.64 przedstawiono schemat instalacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej.

**Czerpnie powietrza** są elementami instalacji, przez które jest pobierane powietrze. Powinny być tak zlokalizowane, aby umożliwić pobieranie powietrza niezanieczyszczonego, czyli z dala od ulic, w miejscu przewiewnym i zacienionym. Czerpnie mogą być terenowe, ścienne lub dachowe.

Przewody wentylacyjne dostarczają do pomieszczenia odpowiednio przygotowane powietrze i odprowadzają z niego powietrze zużyte. Mogą być wykonane z blachy lub taśmy ocynkowanej, z blachy czarnej, kwasoodpornej lub tworzyw sztucznych.





Rys. 1.64. Instalacja wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej [3]

Zadaniem **klimatyzacji** jest usunięcie z pomieszczenia szkodliwych składników powietrza oraz dostarczenie doń oczyszczonego powietrza o odpowiedniej temperaturze i wilgotności. W skład instalacji klimatyzacyjnej wchodzi: **czerpnia** (do pobierania powietrza z zewnątrz), **przewody**, **przepustnice** (do zamykania i regulacji przepływu strumienia powietrza), **filtry powietrza**, **nagrzewnice**, **chłodnice**, **komory zraszania**, **nawiewniki** i **wywiewniki** (kratki wentylacyjne zamykające wloty i wyloty powietrza), **wentylatory**, **wyrzutnia** (do usuwania zużytego powietrza).

Budynek musi być odpowiednio przygotowany do rozpoczęcia montażu instalacji wentylacyjnej i klimatyzacyjnej. W pomieszczeniach, w których mają być montowane kanały, wentylatory i inne urządzenia, muszą być osadzone wsporniki, a ściany i sufity muszą być otynkowane i zabiłkowane. Otwory w przegrodach budowlanych powinny być o 50 mm większe niż wymiary montowanego w nich urządzenia. Jeżeli kanały blaszane będą zawieszane pod stropem, wówczas w konstrukcji stropów powinniśmy zabetonować odcinki prętów odpowiednich wymiarów. Fundamenty pod wentylatory i sprężarki muszą być oddzielone od konstrukcji budynku.

### 1.6.6. Sieć elektryczna i instalacje elektryczne

Energia elektryczna jest niezbędna w gospodarce. W skład **systemu elektroenergetycznego** wchodzi:

- **elektrownia**, gdzie jest wytwarzana energia elektryczna;
- **stacja elektroenergetyczna**, gdzie przetwarzane jest napięcie prądu i rozdzielana energia;
- **linie elektroenergetyczne**, którymi przesyłamy prąd;
- **instalacje elektryczne niskiego napięcia**, którymi energia jest doprowadzana do odbiorników.

**Linie elektroenergetyczne niskiego napięcia** (tzn. 230 lub 400 V) mogą być budowane jako podziemne linie kablowe lub trójfazowe linie napowietrzne. Linie napowietrzne są zawieszane na specjalnych słupach żelbetonowych, strunobetonowych lub drewnianych.

Linie kablowe są przewodami cztero- lub trzyżyłowymi ułożonymi w ziemi. Linie tego rodzaju stosujemy głównie na terenach miejskich. Kable układamy na głębokości 70 cm (pod chodnikiem 50 cm), a ich trasę oznaczamy folią o szerokości 25 cm.

Sieć elektroenergetyczna zasilająca o niskim napięciu na odcinku doprowadzającym prąd do budynku jest nazywana **przyłączem elektrycznym**. Przyłącze doprowadza prąd



do **złącza**, tzn. urządzenia stanowiącego główne zabezpieczenie instalacji przed zwarcie i umożliwiającego odłączenie budynku od sieci zasilającej. Ze złącza jest zasilana **rozdzielnica główna budynku**, skąd prąd płynie przez **wewnętrzne linie zasilające** do **domowych instalacji odbiorczych**. Instalacja elektryczna jest zespołem przewodów i elementów doprowadzających energię elektryczną o odpowiednich parametrach do urządzeń elektrycznych.

Ilość zużytej energii jest rejestrowana za pomocą **licznika energii elektrycznej**. Licznik jest własnością dostawcy energii elektrycznej i musi mieć założoną plombę legalizacyjną.

W każdym mieszkaniu musi się znajdować **mieszkaniowa tablica rozdzielcza**, na której domowe instalacje odbiorcze rozdzielają się na **obwód oświetleniowy** z łącznikami oraz **obwody gniazd wtyczkowych** (jeden lub kilka, zależnie od wielkości mieszkania, np. oddzielne obwody do gniazd w kuchni i w pokojach). Zadaniem tablicy rozdzielczej są sterowanie tymi obwodami elektrycznymi, ich ochrona oraz możliwość odłączania. Służą do tego zamontowane na tablicy **bezpieczniki** topikowe lub **automatyczne wyłączniki nadprądowe**. Dodatkową ochronę przed możliwością porażenia prądem stanowią **wyłączniki różnicowo-prądowe**.

Do elementów instalacji elektrycznej zaliczamy również **gniazda wtyczkowe** i **łączniki** (potocznie zwane włącznikami naściennymi).

Zgodnie z obecnie obowiązującymi przepisami<sup>1</sup> w instalacjach elektrycznych budynków konieczne jest stosowanie **połączeń wyrównawczych** (głównych oraz miejscowych). Mają one za zadanie połączyć przewody ochronne kabli instalacji elektrycznej z częściami przewodzącymi innych instalacji w budynku lub jego konstrukcji.

**Połączenia wyrównawcze główne** wykonujemy za pomocą **głównej szyny uziemiającej**, czyli podłużnej listwy zaciskowej umieszczonej na najniższej kondygnacji budynku. Przyłączamy do niej:

- przewody ochronne (z izolacją w zielone i żółte paski) kabli instalacji elektrycznej,
- przewody uziemiające,
- metalowe przewody i armaturę instalacji wodociągowej, c.o., gazowej, kanalizacyjnej i klimatyzacji,
- metalowe osłony kabli elektroenergetycznych, teletechnicznych itp.,
- metalowe części konstrukcji budynku, np. zbrojenie konstrukcji żelbetowej.

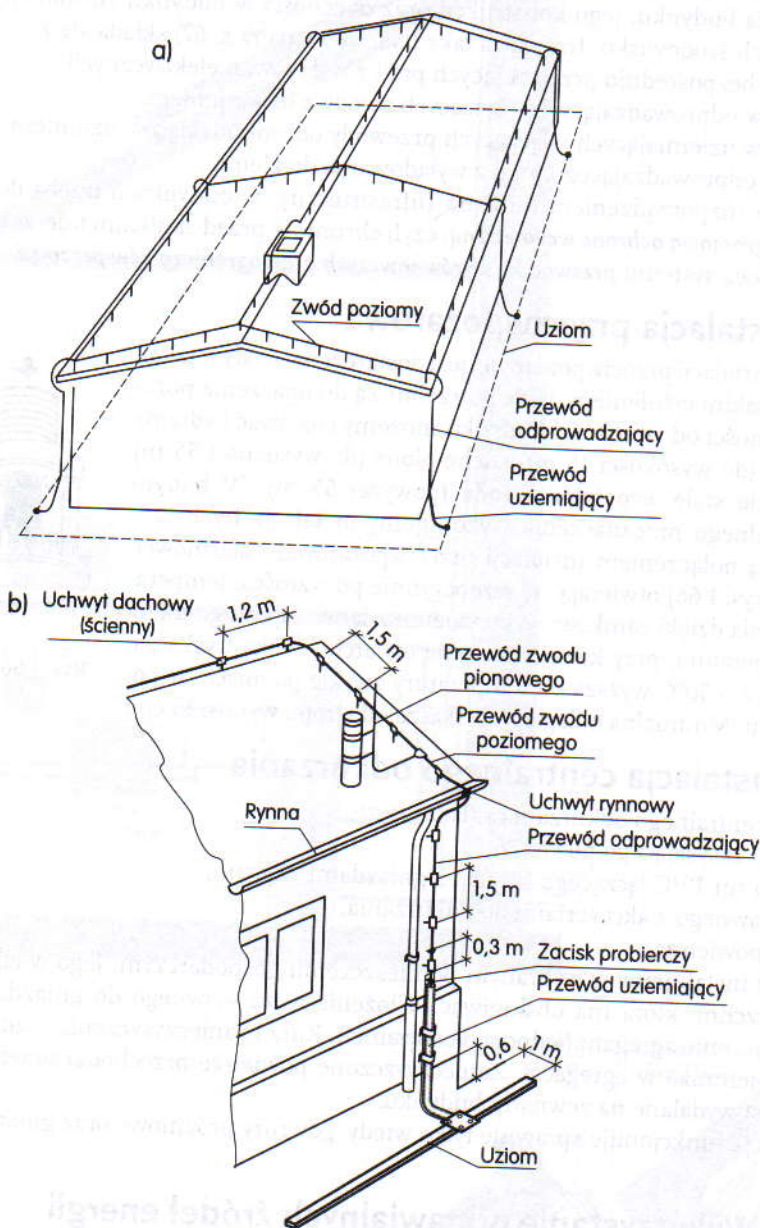
**Połączenia wyrównawcze dodatkowe<sup>2</sup> (miejscowe)** łączą podłużną listwę zaciskową, zwaną **szyną wyrównawczą miejscową**, z:

- wszystkimi dostępnymi częściami przewodzącymi prąd (np. z metalowymi rurami wszystkich instalacji w pomieszczeniu, żeliwną wanną, metalowym brodzikiem kabiny prysznicowej albo z grzejnikami),
- przewodami ochronnymi (z izolacją w zielone i żółte paski) wszystkich urządzeń, nie pomijając gniazd wtyczkowych na ścianach ani oświetlenia,
- główną szyną uziemiającą na najniższej kondygnacji budynku.

<sup>1</sup> Patrz poz. [29] w wykazie literatury.

<sup>2</sup> Połączenia wyrównawcze dodatkowe stosujemy w łazienkach, pralniach, kotłowniach, hydroforniach i innych pomieszczeniach, w których zagrożenie porażeniem jest duże lub nie można tam zapewnić ochrony przeciwporażeniowej metodą samoczynnego wyłączania się zasilania po przekroczeniu dopuszczalnych wartości napięcia dotykowego (tzn. działającego na organizm człowieka).





Rys. 1.65. Instalacja odgromowa budynku: a) widok ogólny, b) szczegóły instalacji i sposób jej mocowania [2]

### 1.6.7. Instalacja odgromowa

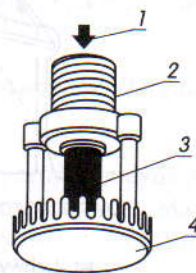
Decyzję o wyposażeniu budynku w instalację odgromową (zwaną też piorunochronną) podejmujemy na podstawie ryzyka powstania wyładowań elektrycznych na danym terenie, przeznaczenia budynku, jego konstrukcji oraz obecności w budynku substancji palnych i zagrażających środowisku. Instalacja taka (rys. 1.65 – patrz s. 67) składa się z:

- zwodów – bezpośrednio przejmujących prąd z wyładowań elektrycznych,
- przewodów odprowadzających – łączących zwody z uziemieniem,
- przewodów uziemiających – łączących przewody odprowadzające z uziomem,
- uziomu – odprowadzającego prąd z wyładowania do ziemi.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury<sup>1</sup> w budynkach trzeba dodatkowo stosować **odgromową ochronę wewnętrzną**, czyli chronić je przed skutkami uderzenia piorunów za pomocą systemu **przewodów wyrównawczych** oraz **ograniczników przepięć**.

### 1.6.8. Instalacja przeciwpożarowa

Zadaniem instalacji przeciwpożarowej jest dostarczenie wody w takiej ilości i pod takim ciśnieniem, jakie potrzebne są do ugaszenia pożaru. W zależności od wysokości budynku możemy stosować **hydranty zewnętrzne** (do wysokości 15 m), **suche piony** (do wysokości 55 m) lub **instalacje stale wypełnione wodą** (powyżej 55 m). W budynkach specjalnego przeznaczenia wykonujemy **instalacje tryskaczowe**, które są połączeniem instalacji przeciwpożarowej i alarmowej. Tryskacze (rys. 1.66) otwierają się samoczynnie po wzroście temperatury otoczenia dzięki zamkowi wykonanemu z łatwo topliwego materiału. Temperatura, przy której następuje otwarcie zamka tryskacza, powinna być o 50°C wyższa od temperatury zwykle panującej w pomieszczeniu. Minimalna odległość tryskacza od stropu wynosi 15 cm.



Rys. 1.66. Tryskacz

### 1.6.9. Instalacja centralnego odkurzenia

Instalacja centralnego odkurzenia składa się z:

- agregatu zasysającego powietrze,
- systemu rur PVC łączącego agregat z gniazdami ssącymi,
- węża ssawnego z akcesoriami do odkurzenia,
- filtrów powietrza.

Agregat instalujemy w wybranym pomieszczeniu gospodarczym. Jego wielkość zależy od powierzchni, którą ma obsługiwać. Włożenie węża ssawnego do gniazda powoduje zdalne włączenie agregatu (jednostki centralnej). Kurz i zanieczyszczenia osadzają się wewnątrz pojemnika w agregacie. Zanieczyszczone powietrze przechodzi przez filtr, a następnie jest wydalone na zewnątrz budynku.

Instalacja funkcjonuje sprawnie tylko wtedy, gdy rury próżniowe oraz gniazda ssące są szczelne.

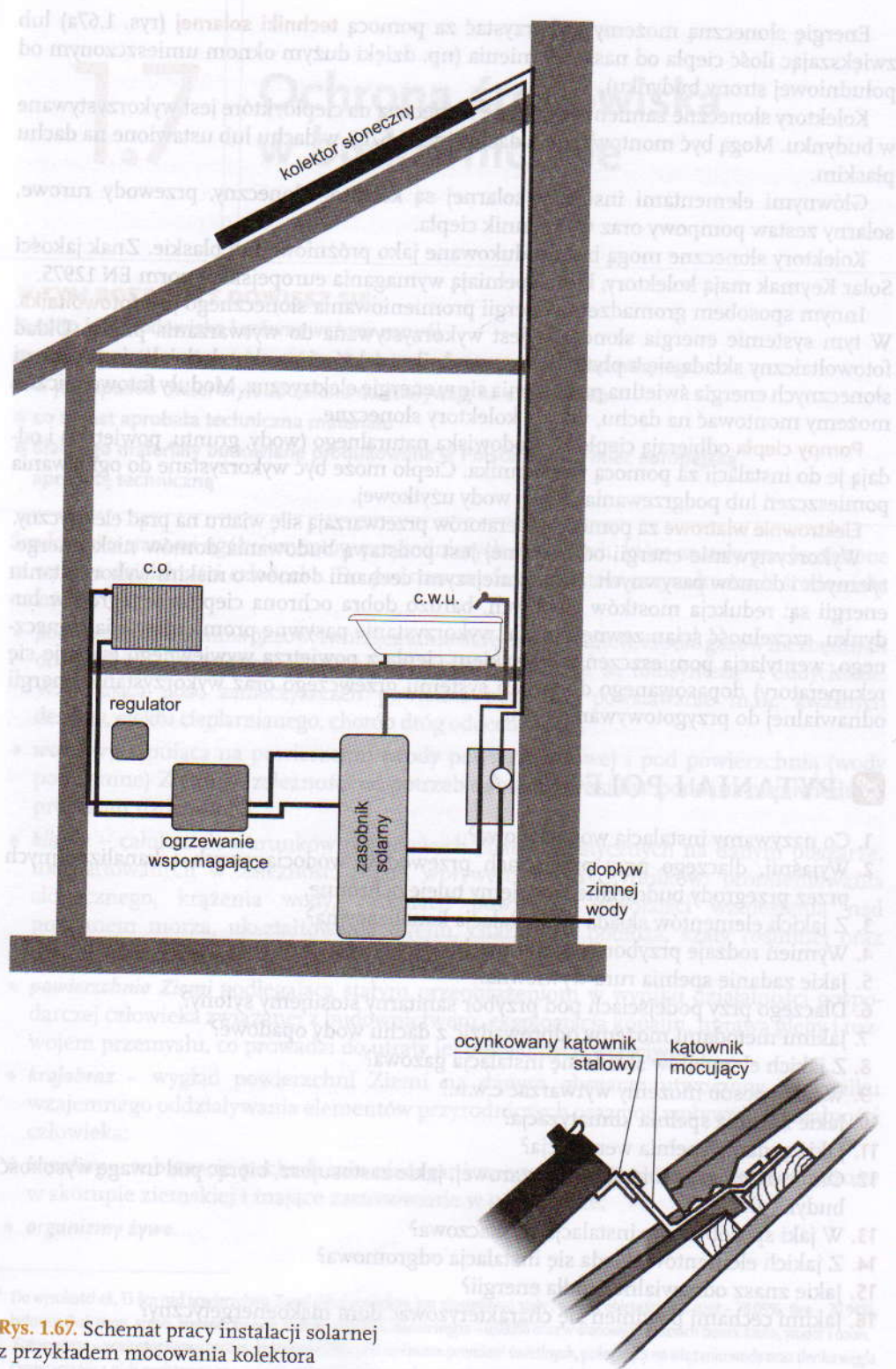
### 1.6.10. Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii

Kotły wykorzystywane w instalacjach grzewczych, pomimo ich coraz nowocześniejszej konstrukcji, potrzebują paliw kopalnych (węgla, gazu, oleju) oraz drewna. Paliwa te stanowią zasoby nieodnawialne.

Dlatego też wykorzystujemy odnawialne źródła energii.

<sup>1</sup> Patrz poz. [31] w wykazie literatury.





**Rys. 1.67.** Schemat pracy instalacji solarnej z przykładem mocowania kolektora



Energię słoneczną możemy wykorzystać za pomocą **techniki solarnej** (rys. 1.67a) lub zwiększając ilość ciepła od nasłonecznienia (np. dzięki dużym oknom umieszczonym od południowej strony budynku).

Kolektory słoneczne zamieniają energię słoneczną na ciepło, które jest wykorzystywane w budynku. Mogą być montowane na dachu (rys. 1.67b), w dachu lub ustawione na dachu płaskim.

Głównymi elementami instalacji solarnej są kolektor słoneczny, przewody rurowe, solarny zestaw pompowy oraz wymiennik ciepła.

Kolektory słoneczne mogą być produkowane jako próżniowe lub płaskie. Znak jakości Solar Keymark mają kolektory, które spełniają wymagania europejskich norm EN 12975.

Innym sposobem gromadzenia energii promieniowania słonecznego jest **fotowoltaika**. W tym systemie energia słoneczna jest wykorzystywana do wytwarzania prądu. Układ fotowoltaiczny składa się z płytki półprzewodnika, w której na skutek działania promieni słonecznych energia świetlna przemienia się w energię elektryczną. Moduły fotowoltaiczne możemy montować na dachu, tak jak kolektory słoneczne.

**Pompy ciepła** odbierają ciepło ze środowiska naturalnego (wody, gruntu, powietrza) i oddają je do instalacji za pomocą wymiennika. Ciepło może być wykorzystane do ogrzewania pomieszczeń lub podgrzewania ciepłej wody użytkowej.

**Elektrownie wiatrowe** za pomocą generatorów przetwarzają siłę wiatru na prąd elektryczny.

Wykorzystywanie energii odnawialnej jest podstawą budowania domów niskoenergetycznych i domów pasywnych. Najważniejszymi cechami domów o niskim wykorzystaniu energii są: redukcja mostków cieplnych, bardzo dobra ochrona cieplna przegród w budynku, szczelność ścian zewnętrznych, wykorzystanie pasywne promieniowania słonecznego, wentylacja pomieszczeń z odzyskiem ciepła z powietrza wywiewnego (stosuje się rekuperatory) dopasowanego do zmian systemu grzewczego oraz wykorzystanie energii odnawialnej do przygotowywania c.w.u.



## PYTANIA I POLECENIA

1. Co nazywamy instalacją wodociągową?
2. Wyjaśnij, dlaczego przy przejściach przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych przez przegrody budowlane stosujemy tuleje ochronne.
3. Z jakich elementów składa się instalacja kanalizacyjna?
4. Wymień rodzaje przyborów sanitarnych.
5. Jakie zadanie spełnia rura wywiewna?
6. Dlaczego przy podejściach pod przybór sanitarny stosujemy syfony?
7. Jakimi metodami możemy odprowadzić z dachu wody opadowe?
8. Z jakich elementów składa się instalacja gazowa?
9. W jaki sposób możemy wytwarzać c.w.u.?
10. Jakie zadania spełnia klimatyzacja?
11. Jakie zadania spełnia wentylacja?
12. Omów rozwiązania instalacji pożarowej, jakie zastosujesz, biorąc pod uwagę wysokość budynku?
13. W jaki sposób działa instalacja tryskaczowa?
14. Z jakich elementów składa się instalacja odgromowa?
15. Jakie znasz odnawialne źródła energii?
16. Jakimi cechami powinien się charakteryzować dom niskoenergetyczny?



## 1.7

Ochrona środowiska  
w budownictwie

## W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- co to jest środowisko i zrównoważony rozwój
- w jaki sposób możesz chronić środowisko podczas procesu budowlanego
- w jaki sposób materiały budowlane oddziałują na środowisko
- co to jest aprobatą techniczną materiału
- dlaczego materiały budowlane produkowane w Polsce muszą mieć europejską aprobatę techniczną

**Środowisko** stanowi ogół elementów przyrodniczych, także tych, które zostały przekształcone w wyniku działalności człowieka. Do podstawowych elementów przyrodniczych środowiska należą:

- **powietrze** – mieszanina gazów<sup>1</sup> tworząca atmosferę naszej planety, źródło gazów niezbędnych do przebiegu podstawowych procesów życiowych, jakimi są fotosynteza<sup>2</sup> i oddychanie. Wzrastająca ilość zanieczyszczeń powietrza powoduje powstawanie m.in. kwaśnych deszczy, efektu cieplarnianego, chorób dróg oddechowych;
- **woda** występująca na powierzchni (wody powierzchniowe) i pod powierzchnią (wody podziemne) Ziemi; w zależności od potrzeb odbiorcy musi być poddana odpowiednim procesom uzdatniania;
- **klimat** – całokształt warunków pogodowych charakterystycznych na danym obszarze, ukształtowanych w zależności i pod wpływem wielu czynników: promieniowania słonecznego, krążenia wody, cyrkulacji powietrza, wysokości wzniesienia nad poziomem morza, ukształtowania terenu, charakteru podłoża, szaty roślinnej oraz działalności człowieka;
- **powierzchnia Ziemi** podlegająca stałym przeobrażeniom w wyniku działalności gospodarczej człowieka związanej z budownictwem, eksploatacją kopalin, uprawą gleby i rozwojem przemysłu, co prowadzi do utraty jej pierwotnych właściwości;
- **krajobraz** – wygląd powierzchni Ziemi na danym obszarze utworzony w wyniku wzajemnego oddziaływania elementów przyrodniczych oraz pod wpływem działalności człowieka;
- **kopaliny** – substancje pochodzenia nieorganicznego lub organicznego, nagromadzone w skorupie ziemskiej i mające zastosowanie w gospodarce;
- **organizmy żywe**.

<sup>1</sup> Do wysokości ok. 13 km nad powierzchnią Ziemi skład powietrza jest stosunkowo stały i wynosi objętościowo: azot – 78,09%, tlen – 20,94%, helowce (hel, neon, argon, krypton, ksenon, radon) – 0,934%, tlenek węgla – 0,033% oraz w śladowych ilościach tlenek azotu, wodór i ozon.

<sup>2</sup> Fotosynteza – wielostopniowy proces, który przebiega pod wpływem promieni świetlnych, polegający na wiązaniu wody oraz tlenku węgla i wytwarzaniu z nich podstawowego związku organicznego – cukru prostego, zwanego glukozą ( $C_6H_{12}O_6$ ).



Każda ingerencja człowieka w środowisko, np. działalność budowlana, zmienia je, powodując często nieodwracalne skutki. Dlatego istotne znaczenie ma racjonalne gospodarowanie jego zasobami podporządkowane wymaganiom zrównoważonego rozwoju.

**Zrównoważony rozwój** jest to „taki rozwój społeczno-gospodarczy, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, w celu zagwarantowania możliwości zaspokojenia podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego pokolenia, jak i przyszłych pokoleń”<sup>1</sup>.

Zgodnie z *Prawem budowlanym* opracowanie projektu budowlanego musi być zgodne z ustaleniami określonymi w decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu oraz decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach realizacji przedsięwzięcia (zgodnie z *Prawem ochrony środowiska*).

Istotnymi zagadnieniami są również ochrona wody i osiągnięcie jej dobrego stanu – zgodnie z tzw. *Ramową dyrektywą wodną* ([www.rdw.org.pl](http://www.rdw.org.pl)).

W czasie wykonywania prac budowlanych możemy chronić środowisko:

- usuwając i magazynując humus (ziemię urodzajną, próchnicę) podczas prac ziemnych,
- ochraniając osłonami drzewa i krzewy,
- wyznaczając miejsca do składowania i segregowania odpadów,
- odprowadzając ścieki do kanalizacji lub zbiornika bezodpływowego (szamba),
- stosując filtry i osłony w miejscach powstawania pyłu,
- chroniąc otoczenie przed hałasem.

Materiały stosowane w budownictwie również mogą stwarzać zagrożenie dla środowiska naturalnego, dlatego produkcja wyrobów budowlanych musi być powiązana z wymaganiami zrównoważonego rozwoju gospodarczego. Regulacje prawne Unii Europejskiej nakładają na przemysł obowiązek udzielania informacji ekologicznych o produkowanych wyrobach. Ocena obciążenia środowiska prowadzimy na podstawie danych dotyczących rodzaju oraz ilości surowców i materiałów używanych do produkcji, a także rodzaju oraz ilości zanieczyszczeń i odpadów poprodukcyjnych. Jedną z metodologii stosowanych w krajach Unii Europejskiej przy opracowywaniu **deklaracji środowiskowych wyrobów** (wg PN-EN ISO 14020:2003<sup>2</sup>) jest LCA<sup>3</sup>. Analiza wyrobu wykonana zgodnie z metodologią LCA polega na sporządzeniu **charakterystyki energetyczno-ekologicznej** obejmującej:

- cykl istnienia wyrobu, na który składają się:
  - pozyskiwanie surowca,
  - przetwarzanie surowca,
  - produkcja wyrobu,
  - użytkowanie wyrobu,
  - recykling,
  - gospodarka odpadami;
- obciążenia środowiska w czasie pełnego cyklu istnienia wyrobu:
  - zużycie surowców,
  - zużycie nośników energii,
  - zniszczenie terenu,
  - zanieczyszczenia odprowadzane do atmosfery, wody i na ląd,
  - odpady;
- ocenę oddziaływań i skutki, jakie spowodują w środowisku.

<sup>1</sup> Definicję tę zaczerpnięto z art. 3 ustawy *Prawo ochrony środowiska*.

<sup>2</sup> Obecnie polskie normy są zastępowane normami obowiązującymi w krajach Unii Europejskiej.

<sup>3</sup> LCA – skrót angielskiej nazwy *Life Cycle Assessment*, czyli pełny cykl istnienia.



Wykonując analizę oddziaływań materiałów na środowisko, bierzemy pod uwagę:

- ubytek naturalnych zasobów Ziemi,
- zwiększenie zachorowalności m.in. na nowotwory,
- ocieplenie atmosfery spowodowane emisją gazów ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , tlenków azotu),
- zakwaszenie gleby i wód powierzchniowych przez związki siarki i azotu,
- fotochemiczny rozkład węglowodorów emitowanych przez źródła ciepła i środki transportu,
- wykorzystanie i degradację gruntów,
- zanieczyszczenie wód przez ścieki.

Deklaracja środowiskowa może być przekazana w formie oświadczenia, symbolu lub znaku graficznego umieszczonego na wyrobie albo innej informacji o wyrobie.

Ocenia się, że każdy człowiek spędza przeciętnie około 70% czasu w pomieszczeniach zamkniętych, zatem jakość środowiska wewnątrz budynków ma podstawowe znaczenie dla stanu zdrowia każdego z nas.

Najczęściej spotykanymi zanieczyszczeniami powietrza wewnątrz budynku są:

- produkty metabolizmu ( $\text{CO}_2$ , para wodna),
- produkty spalania ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ , tlenki azotu, węglowodory, para wodna),
- lotne składniki organiczne (rozpuszczalniki, formaldehyd),
- pyły, włókna mineralne,
- grzyby pleśniowe,
- substancje radioaktywne wydzielające promieniowanie gamma,
- ozon, wydzielający się ze sprzętu elektrycznego i elektronicznego. Ważnym źródłem zanieczyszczenia powietrza w pomieszczeniach mogą być wyroby budowlane emitujące pyły i substancje szkodliwe dla ludzi. Podstawowe kryteria oceny jakości powietrza w pomieszczeniach są określone w zarządzeniu Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej<sup>1</sup> (tab. 1.1).

**Tabela 1.1.** Dopuszczalne stężenia substancji szkodliwych dla zdrowia, zawartych w powietrzu w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi [28]

Nazwa substancji	Dopuszczalne stężenie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		Nazwa substancji	Dopuszczalne stężenie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	
	pomieszczenia kategorii A	pomieszczenia kategorii B		pomieszczenia kategorii A	pomieszczenia kategorii B
Akryloamid	1	3	Chlorofenole (bez penta-chlorofenolu)	15	20
Akrylonitryl	2	3	Cykloheksan	250	250
Amoniak	300	300	Cykloheksanon	40	100
Benzen	10	20	Dichlorobenzen	30	50
Butadien	100	300	Etylobenzen	100	150
Butylowy alkohol	300	300	Fenol	20	50
Chlorobenzen	15	40	Formaldehyd	50	100
Chloronaftaleny	15	30			

<sup>1</sup> Patrz poz. [28] w wykazie literatury.



### 1.7.1. Ustawa o wyrobach budowlanych

Zgodnie z ustawą o wyrobach budowlanych (DzU 2004 nr 92 poz. 881):

- **aprobata techniczna** – krajowy dokument stanowiący pozytywną ocenę techniczną przydatności wyrobu budowlanego do zamierzonego stosowania, zależnie od spełnienia wymagań podstawowych (tj. braku zagrożeń dla życia, zdrowia i mienia użytkowników oraz dla środowiska) przez obiekty budowlane, w których wyrób budowlany jest stosowany;
- **europejska aprobata techniczna** – pozytywna ocena techniczna przydatności wyrobu budowlanego do zamierzonego stosowania, zależna od spełnienia wymagań podstawowych przez obiekty budowlane, w których wyrób jest stosowany, wydawana wyłącznie przez jednostki aprobujące zrzeszone w Europejskiej Organizacji ds. Aprobata Technicznych (EOTA); w Polsce tylko przez ITB.

Aprobaty techniczne dotyczą wyrobów, których nie opisano w żadnej odrębnej normie polskiej ani europejskiej. Zgodnie z ustawą o wyrobach budowlanych<sup>1</sup> aprobaty techniczne wydają upoważnione do tego instytucje aprobujące „[...] na podstawie oceny właściwości użytkowych i przewidywanej trwałości należycie zidentyfikowanego wyrobu budowlanego, potwierdzonych, w zależności od potrzeb, badaniami, obliczeniami, oględzinami, opiniami ekspertów i innymi dokumentami, z zastosowaniem przepisów szczególnych, w tym techniczno-budowlanych i Polskich Norm wyrobów”.

Po wyprodukowaniu wyrobu nie możemy od razu wprowadzić go do stosowania w robotach budowlanych. Konieczna jest przedtem ocena zgodności cech technicznych wyrobu z normą lub aprobatą techniczną i potwierdzenie takiej oceny odpowiednim **dokumentem atestacyjnym**<sup>2</sup>. Może to być:

- **certyfiakat zgodności** – dokument wystawiany wyłącznie przez uprawnione do tego laboratoria (instytucje certyfikacyjne) po badaniach atestacyjnych zgodności cech technicznych wyrobu danego producenta z odpowiednimi normami (polskimi i europejskimi) lub aprobatami technicznymi;
- **krajowa deklaracja zgodności** – dokument wystawiany przez producenta, który ma siedzibę na terenie naszego kraju i na swoją odpowiedzialność potwierdza zgodność cech wyrobu z odpowiednimi Polskimi Normami lub aprobatami technicznymi.

Ocena zgodności obejmuje właściwości użytkowe wyrobu budowlanego odpowiednio do jego przeznaczenia, mające wpływ na spełnienie przez obiekt budowlany wymagań podstawowych.

Wszystkie wyroby przeznaczone do stosowania w budownictwie, które zostały wyprodukowane w Polsce lub w innym kraju Unii Europejskiej i spełniają wymagania określone w aktach prawnych Unii, mogą być wprowadzone na rynek, jeśli są oznaczone przyzna-



**Rys. 1.68.** Znak CE umieszczany na wyrobach dopuszczonych do obrotu i stosowania we wszystkich krajach Unii Europejskiej



**Rys. 1.69.** Znak budowlany, który w Polsce stanowi symbol krajowej deklaracji zgodności

<sup>1</sup> Patrz poz. [32] w wykazie literatury.

<sup>2</sup> Patrz poz. [22], [32] i [33] w wykazie literatury.



nym legalnie **znakiem CE** (rys. 1.68). Oznakowaniem takim potwierdzamy zgodność danego wyrobu lub procesu jego wytwarzania z normą zharmonizowaną<sup>1</sup> z dyrektywą 89/106/EWG<sup>2</sup>, europejską aprobatą techniczną lub krajową specyfikacją techniczną państwa członkowskiego Unii Europejskiej uznaną przez Komisję Europejską za zgodną z wymaganiami podstawowymi (np. Polską Normą lub aprobatą techniczną). Znak CE świadczy, że materiały przeszły badania przeprowadzone przez uprawnione instytucje, uzyskały odpowiednie aprobaty i certyfikaty techniczne, dzięki czemu zgodnie z ustawą o wyrobach budowlanych nadają się do stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych. Zgodnie z ustawą o materiałach budowlanych znakiem CE mogą być też znakowane wyroby z określonego przez Komisję Europejską wykazu wyrobów o niewielkim znaczeniu dla zdrowia i bezpieczeństwa (np. tarcica, tapety papierowe, okiennice, uchwyty do rynien), których producent wydał deklarację zgodności z uznanymi regułami sztuki budowlanej.

Wyroby, które mają krajową deklarację zgodności, oznaczamy **znakiem budowlanym**.

Wyroby budowlane wytwarzane tradycyjnie na określonym terenie metodami sprawdzonymi w wieloletniej praktyce, przeznaczone do lokalnego stosowania, które w ustawie o wyrobach budowlanych nazywamy **regionalnymi wyrobami budowlanymi**, mogą być oznakowane znakiem budowlanym na odpowiedzialność producenta pod warunkiem uzyskania pozytywnej oceny wojewódzkiego inspektora nadzoru budowlanego. Pod znakiem budowlanym regionalnego wyrobu budowlanego umieszczamy tabliczkę z nazwą województwa, w którym wyrób jest wytwarzany i gdzie możemy go stosować.

Nielegalne wprowadzanie do obrotu handlowego wyrobów budowlanych lub stosowanie takich wyrobów podlega karze grzywny do 100 000 zł.

Istotnym elementem systemu nadzoru rynku wyrobów budowlanych jest *Krajowy Wykaz Zakwestionowanych Wyrobów Budowlanych* (KWZWB). Wykaz ten jest prowadzony przez Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego i dostępny na stronie internetowej Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego [www.gunb.gov.pl](http://www.gunb.gov.pl). Gromadzone są tam dane i informacje dotyczące wyrobów budowlanych podlegających oznakowaniu znakiem budowlanym, lecz niezgodnych z wymaganiami określonymi w ustawie o wyrobach budowlanych.

## 1.7.2. Ochrona przeciwpożarowa

**Ochrona przeciwpożarowa** polega na realizacji przedsięwzięć mających na celu ochronę życia, zdrowia, mienia lub środowiska przed pożarem, klęską żywiołową albo innym miejscowym zagrożeniem. Zgodnie z ustawą o ochronie przeciwpożarowej do przedsięwzięć tych zalicza się: zapobieganie powstawaniu i rozprzestrzenianiu się pożaru, klęski żywiołowej lub innego miejscowego zagrożenia;

- zapewnienie sił i środków do zwalczania pożaru, klęski żywiołowej lub innego miejscowego zagrożenia;
- prowadzenie działań ratowniczych.

Właściciel, zarządca lub użytkownik budynku, obiektu lub terenu ponoszą koszty nabycia oraz utrzymania w sprawności sprzętu i urządzeń przeciwpożarowych, środków gaśniczych, urządzeń sygnalizacyjno-alarmowych oraz instalacji przeciwpożarowej.

Ochrona przeciwpożarowa obejmuje dwie fazy zależne od zaawansowania wykonania obiektu budowlanego:

- fazę I – od wykonania wykopów do zakończenia stanu surowego;
- fazę II – od rozpoczęcia prac wykończeniowych do zakończenia budowy obiektu.

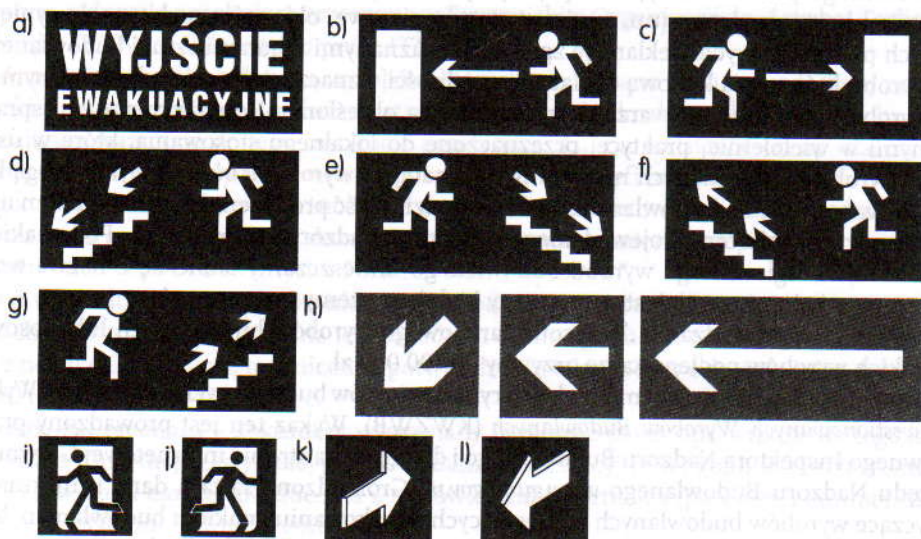
<sup>1</sup> Normy zharmonizowane – dokumenty zawierające szczegółowe warunki techniczne dotyczące wyrobów, które spełniają wymagania podstawowe opisane w dyrektywach Unii Europejskiej. Jeśli wyrób jest zgodny z normą zharmonizowaną, spełnia wymagania podstawowe.

<sup>2</sup> Patrz poz. [21] w wykazie literatury.



W **fazie I** na terenie budowy znajdują się przede wszystkim obiekty tymczasowe. Drogi tymczasowe muszą umożliwiać dojazd straży pożarnej, a drogi ewakuacyjne trzeba oznakować za pomocą obowiązujących symboli (rys. 1.70). Na sieci wodociągowej trzeba zamontować hydranty i odpowiednio je oznaczyć.

Istotną rolę pełnią regularne szkolenia bhp, podczas których należy zapoznać pracowników z zasadami postępowania w wypadku pożaru oraz z obsługą sprzętu gaśniczego i usytuowaniem środków służących do ochrony przeciwpożarowej (np. gaśnic, stojaków z wiadrami, siekierami, bosakami, kocami gaśniczymi, drabinami, skrzyń z piaskiem).



**Rys. 1.70.** Przykłady znaków ewakuacyjnych (wg PN-N-01256-02:1992): a) wyjście ewakuacyjne, b) kierunek do wyjścia drogi ewakuacyjnej w lewo, c) kierunek do wyjścia drogi ewakuacyjnej w prawo, d) kierunek do wyjścia drogi ewakuacyjnej schodami w dół w lewo, e) kierunek do wyjścia drogi ewakuacyjnej schodami w dół w prawo, f) kierunek do wyjścia drogi ewakuacyjnej schodami w górę w lewo, g) kierunek do wyjścia drogi ewakuacyjnej schodami w górę w prawo, h) kierunek drogi ewakuacyjnej w lewo, i) drzwi ewakuacyjne w lewo, j) drzwi ewakuacyjne w prawo, k) pchać, aby otworzyć, l) ciągnąć, aby otworzyć

W **fazie II** na placu budowy i we wznoszonym obiekcie zwiększa się zagrożenie pożarem. Dlatego rozmieszczamy sprzęt ochrony przeciwpożarowej nie tylko na placu budowy, ale również w samym obiekcie. Hydranty wyposażamy w węże i prądownice.

Najczęściej stosowanym urządzeniem są **gaśnice**. W zależności od rodzaju środka gaśniczego znajdującego się wewnątrz gaśnicy możemy stosować:

- gaśnice śniegowe – do gaszenia urządzeń i przewodów pod napięciem, rozpuszczalników, farb, gazów palnych oraz materiałów, których nie wolno gasić wodą;
- gaśnice proszkowe i halonowe – którymi możemy dodatkowo gasić silniki spalinowe i pojazdy mechaniczne;
- gaśnice pianowe – do gaszenia cieczy i ciał stałych palnych.



Zadbajmy, aby indywidualne środki gaśnicze znalazły się w miejscach budowy szczególnie narażonych na zagrożenie pożarem (m.in. w miejscach spawania, stosowania materiałów palnych).

Kierownik budowy trwającej dłużej niż 30 dni, na której zatrudnionych jest ponad 20 robotników lub o pracochłonności planowanych robót przekraczającej 500 osobodni, ma obowiązek<sup>1</sup> opracować **plan bezpieczeństwa i ochrony zdrowia** (w skrócie nazywany **planem bioz**) lub zapewnić jego sporządzenie. Szczegółowy wykaz robót, w odniesieniu do których trzeba opracować taki plan, zamieszczono w ww. rozporządzeniu.

Plan bioz składa się z dwóch, powiązanych ze sobą części:

- **opisowej**, która zawiera opis zakresu robót, przewidywane zagrożenia oraz sposób prowadzenia instruktażu pracowników na temat zasad postępowania w przypadku zagrożenia i stosowania środków ochrony indywidualnej, a także informację o miejscu przechowywania dokumentacji budowy;
- **rysunkowej** (opracowanej z wykorzystaniem kopii projektu zagospodarowania terenu), w której jest pokazane rozmieszczenie urządzeń przeciwpożarowych i sprzętu ratunkowego, oznaczenie czynników stwarzających zagrożenie na budowie, rozmieszczenie oraz oznaczenie stref ochronnych, pomieszczeń sanitarnych i socjalnych, a także rozwiązania komunikacyjne obowiązujące na placu budowy.

Bezpieczeństwa pożarowego budynków dotyczy również rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie<sup>2</sup>. W rozporządzeniu tym zostały zdefiniowane pojęcia:

- **strefa pożarowa**, czyli część budynku (lub budynek) wydzielona od pozostałych stref pożarowych przegrodą o określonej odporności ogniowej, a od innych budynków pasami wolnego terenu;
- **odporność pożarowa budynku**, czyli zdolność konstrukcji budynku lub jego elementów do przenoszenia obciążeń w czasie pożaru, oraz szczelność pożarowa (wyróżniamy pięć klas odporności pożarowej – A, B, C, D, E);
- **obciążenie ogniowe**, czyli energia powstająca przy spalaniu materiałów palnych, które znajdują się w budynku;
- **kategorie zagrożenia ludzi**: pięć grup wydzielonych na podstawie liczby użytkowników i czasu, w jakim przebywają w budynku (ZL I – jednocześnie przebywa w nim 50 osób, które nie są stałymi użytkownikami, ZL II – szpitale, żłobki, przedszkola i domy opieki, ZL III – obiekty użyteczności publicznej, ZL IV – budynki mieszkalne, ZL V – budynki zamieszkania zbiorowego).



## PYTANIA I POLECENIA

1. Co oznacza certyfikat materiału budowlanego?
2. Wyjaśnij, na czym polega zrównoważony rozwój.
3. Z jakich elementów składa się plan bioz?
4. Wyjaśnij pojęcie „odporność pożarowa budynku”.
5. Sprawdź, czy budynek twojej szkoły ma oznaczone drogi ewakuacyjne.

<sup>1</sup> Plan bioz kierownik budowy opracowuje m.in. na podstawie informacji dotyczącej bhp ze względu na specyfikę projektowanego obiektu budowlanego – dokumentu przygotowanego przez projektanta obiektu zgodnie z rozporządzeniem [31].

<sup>2</sup> Patrz poz. [24] w wykazie literatury.



## ZAPAMIĘTAJ

- Budynek, to obiekt budowlany, który jest trwale związany z gruntem.
- Budynek powinien zapewniać bezpieczeństwo użytkowania, konstrukcyjne i pożarowe oraz odpowiednie warunki higieniczne i zdrowotne.
- Na każdy obiekt budowlany działają obciążenia statyczne i dynamiczne.
- Elementy konstrukcyjne budynku to fundamenty, ściany, nadproża, stropy, dachy i stropodachy oraz stropy.
- Każdy budynek musi być wyposażony w instalacje sanitarne, elektryczne, odgromowe, przeciwpożarowe oraz instalacje wentylacji. Inne media mogą być doprowadzone w zależności od potrzeb użytkownika.
- Chroniąc środowisko należy wykorzystywać odnawialne źródła energii.
- Materiały stosowane w budownictwie oraz prace budowlane nie mogą stwarzać zagrożenia środowiska naturalnego.

## SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Podaj definicję obiektu budowlanego.
2. Wymień elementy konstrukcyjne budynku.
3. Jak nazywamy etap budowy, w czasie którego budynek zostaje wyposażony w stolarkę okienną i drzwiową?
4. Jakie znasz rodzaje dachów?
5. Wymień rodzaje schodów.
6. Jakie elementy elewacyjne zastosujesz do zewnętrznego wykończenia ścian budynku?
7. Wymień elementy składowe instalacji wodociągowej.
8. W jaki sposób wykonasz ogrzewanie podłogowe?
9. Na czym polega ochrona przeciwpożarowa budynku?

## LITERATURA

- [1] *Budownictwo ogólne*. Red. L. Lichołai. T. 3: *Elementy budynków, podstawy projektowania*. Warszawa, Arkady 2008.
- [2] W. Jabłoński: *Instalacje elektryczne w budownictwie*. Warszawa, WSiP 1999.
- [3] K. Krygier, T. Klinke, J. Sewerynik: *Ogrzewnictwo, wentylacja, klimatyzacja*. Warszawa, WSiP 2007.
- [4] P. Kubanko: *Co nad głową?*. „Twoje Domy” nr 6/1997. Kraków, Hawit-Projekt 1997.
- [5] A. Kuczyński, W. Lenkiewicz: *Zarys budownictwa ogólnego*. Warszawa, WSiP 1999.
- [6] W. Lenkiewicz, W. Martinek, J. Pieniążek: *Technologia budownictwa*. Cz. 5. Warszawa, WSiP 1997.
- [7] T. Maj: *Organizacja budowy*. Warszawa, WSiP 2010.
- [8] J. Mirski, K. Łacki: *Budownictwo z technologią*. Cz. 2. Warszawa, WSiP 2007.
- [9] K. Podawca: *Zarys budownictwa ogólnego*. Warszawa, WSiP 2009.
- [10] S. Pisarczyk: *Mechanika gruntów z fundamentowaniem*. Warszawa, WSiP 1995.
- [11] M. Popek, B. Wapińska: *O instalacjach sanitarnych najkrócej*. Warszawa, WSiP 2007.
- [12] M. Popek, B. Wapińska: *Planowanie elementów środowiska*. Cz. 1. Warszawa, WSiP 2004.
- [13] *Poradnik inżyniera i technika budowlanego*. T. 4. Praca zbiorowa. Warszawa, Arkady 1983.



- [14] S. Pyrak, W. Włodarczyk: *Posadowienie budowli, konstrukcje murowe i drewniane*. Cz. 5. Warszawa, WSiP 2009.
- [15] Z. Rekrucki: *Płyty gipsowo-kartonowe na polskich budowach*. Cz. II. „Przegląd Budowlany” nr 4/1997. Warszawa, Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa 1997.
- [16] J. Sieczkowski, T. Nejman: *Ustroje budowlane*. Warszawa, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej 1991.
- [17] E. Szymański: *Murarstwo i tynkarstwo. Materiały*. Warszawa, WSiP 2010.
- [18] K. Tauszyński: *Budownictwo z technologią*. Cz. 2. Warszawa, WSiP 2007.
- [19] W. Żenczykowski: *Budownictwo ogólne*. T. 2/1: *Elementy i konstrukcje budowlane*. Warszawa, Arkady 1995.
- [20] Materiały informacyjne firmy Viessmann.

### Akty prawne

- [21] Dyrektywa Rady 89/106/EWG z dnia 21 grudnia 1988 r. w sprawie zbliżenia przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych Państw Członkowskich odnoszących się do wyrobów budowlanych (Dziennik Urzędowy Wspólnot Europejskich – Dz. Urz. WE L 40 z 11.02.1989; Dz. Urz. UE Polskie wydanie specjalne, rozdz. 13, t. 9, s. 296; a także na stronie internetowej [http://orka.sejm.gov.pl/Drektywy.nsf/all/31989L0106/\\$File/31989L0106.pdf](http://orka.sejm.gov.pl/Drektywy.nsf/all/31989L0106/$File/31989L0106.pdf); ze zmianą w DzU 2006 nr 249 poz. 1834).
- [22] Dyrektywa 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dz. Urz. L 1 z 04.01.2004, s. 65–71; Dz. Urz. UE Polskie wydanie specjalne, rozdz. 12, t. 2, s. 168).
- [23] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. *Prawo budowlane* (tekst jednolity DzU 2006 nr 156 poz. 1118 z późniejszymi zmianami).
- [24] Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (tekst jednolity DzU 2009 nr 178 poz. 1380 z późniejszymi zmianami: DzU 2010 nr 57 poz. 353).
- [25] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. *Prawo ochrony środowiska* (DzU 2008 nr 25 poz. 150 z późniejszymi zmianami).
- [26] Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. *Prawo wodne* (tekst jednolity DzU 2005 nr 239 poz. 2019 z późniejszymi zmianami).
- [27] Rozporządzenie Rady Ministrów z 8 sierpnia 2000 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (DzU nr 70 poz. 821).
- [28] Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12 marca 1996 r. w sprawie dopuszczenia stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia, wydzielanych przez materiały budowlane, urządzenia i elementy wyposażenia w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi (MP 1996 nr 19 poz. 231).
- [29] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU 2002 nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami).
- [30] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (DzU 2003 nr 47 poz. 401).
- [31] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (DzU 2003 nr 120 poz. 1126).



- [32] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (DzU 2004 nr 198 poz. 2041 ze zmianą DzU 2006 nr 245 poz. 1782).
- [33] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie systemów oceny zgodności, wymagań, jakie powinny spełniać notyfikowane jednostki uczestniczące w ocenie zgodności, oraz sposobu oznaczania wyrobów budowlanych oznakowaniem CE (DzU 2004 nr 195 poz. 2011).
- [34] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 listopada 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia (DzU 2002 nr 204 poz. 1728).
- [35] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (DzU 2010 nr 72 poz. 466).

Akty prawne

- [31] Dyrektywa Rady 89/106/EWG z dnia 21 grudnia 1988 r. w sprawie zbliżenia przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych Państw Członkowskich odnoszących się do wyrobów budowlanych (Dziennik Urzędowy Wspólnoty Europejskiej L 359 z 21.12.1988, Dz. Urz. WE L 30 z 11.01.1989, Dz. Urz. UE Polskie wydanie specjalne rozdz. 13, poz. 359, a także na stronie internetowej <http://orka.rejestr.gov.pl/DokladyWysw>).
- [32] Dyrektywa 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dz. Urz. L 31 z 04.01.2004, s. 1-27).
- [33] Dyrektywa 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dz. Urz. L 31 z 04.01.2004, s. 1-27).
- [34] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tekst jednolity DzU 2005 nr 150 poz. 1118 z późniejszymi zmianami) i znowelizowane akty prawa budowlanego.
- [35] Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (tekst jednolity DzU 2009 nr 178 poz. 1380 z późniejszymi zmianami; DzU 2010 nr 27 poz. 122).
- [36] Ustawa z dnia 23 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (DzU 2008 nr 25 poz. 150 z późniejszymi zmianami).
- [37] Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (tekst jednolity DzU 2005 nr 139 poz. 1019 z późniejszymi zmianami).
- [38] Rozporządzenie Rady Ministrów z 8 sierpnia 2000 r. w sprawie państwowego systemu odlewni przeciwnie (DzU nr 70 poz. 82).
- [39] Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 15 marca 1994 r. w sprawie dopuszczenia szkieł i naczyń czystościowych do użytku w zakładach, w których przez materiały budowlane, urządzenia i elementy wyposażenia w pomieszczeniach przeznaczonych do pobytu ludzi (DzU 1994 nr 19 poz. 23).
- [40] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich wyznaczniki (DzU 2002 nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami).
- [41] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15 kwietnia 2002 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych (DzU 2002 nr 198 poz. 2041).
- [42] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15 kwietnia 2002 r. w sprawie systemów oceny zgodności, wymagań, jakie powinny spełniać notyfikowane jednostki uczestniczące w ocenie zgodności, oraz sposobu oznaczania wyrobów budowlanych oznakowaniem CE (DzU 2002 nr 195 poz. 2011).
- [43] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 listopada 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia (DzU 2002 nr 204 poz. 1728).
- [44] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (DzU 2010 nr 72 poz. 466).