



Źródło: www.fotolia.pl

KURS

**Roboty murarskie i remontowe
konstrukcji budowlanych**

MODUŁ

Konstrukcje murowe

Kurs: Roboty murarskie i remontowe konstrukcji budowlanych

3 Konstrukcje murowe

3.1 Ściany murowe¹

3.1.1 Definicja ściany

Zgodnie z definicją **ściana** to przegroda (najczęściej pionowa) oddzielająca środowisko zewnętrzne od wewnętrznego lub dzieląca przestrzeń wewnątrz budynku. Może być elementem konstrukcyjnym. Ściany na ogół nie stanowią jednej, gładkiej płaszczyzny – często występują w nich różne elementy dodatkowe, wpływające na ich wygląd i cechy użytkowe.

3.1.2 Klasyfikacje ścian

Jest wiele rodzajów ścian, którym stawia się szereg wymagań. Najczęściej stosowane klasyfikacje to:

- podział ze względu na funkcję konstrukcyjną:
 - ściany nośne (konstrukcyjne),
 - ściany nienośne (niekonstrukcyjne lub samonośne),
 - ściany (ścianki) działowe;
- podział ze względu na usytuowanie w stosunku do przestrzeni budynku:
 - ściany zewnętrzne,
 - ściany wewnętrzne;
- podział ze względu na usytuowanie w stosunku do poziomu terenu:
 - ściany przyziemia,
 - ściany nadziemia,
 - ściany dachowe (kolankowe, stolcowe, kalenicowe itp.);
- podział ze względu na konstrukcję:
 - ściany jednorodne (jednowarstwowe),
 - ściany dwuwarstwowe,
 - ściany trójwarstwowe oraz trójwarstwowe z pustką powietrzną,
 - ściany ażurowe,
 - przeszklenia;

¹ Ł. Drobiec, R. Jasiński, A. Piekarczyk, Konstrukcje murowe według Eurokodu 6 i norm związanych, tom 1, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013

- podział ze względu na materiał konstrukcji ściany:
 - ściany kamienne,
 - ściany drewniane,
 - ściany z tworzyw drewnopochodnych,
 - ściany ceramiczne,
 - ściany betonowe lub żelbetonowe,
 - ściany z lekkich betonów komórkowych,
 - ściany z wyrobów cementowych, wapiennych i gipsowych,
 - ściany ze szkła i wyrobów szklanych,
 - ściany z tworzyw sztucznych,
 - ściany o konstrukcji mieszanej wielomateriałowej.

3.1.3 Rodzaje ścian

Pod pojęciem **ściany nośnej** należy rozumieć ścianę, która oprócz funkcji fizycznej przegrody pełni również funkcje ustroju nośnego dla innych elementów budynku, np. stropów, elementów klatek schodowych, dachów, balkonów itp. Ściana ta przenosi obciążenia użytkowe (głównie pionowe), a także obciążenia związane z ciężarem własnym oraz ciężarem innych elementów obiektu.

Ściana nienośna (samonośna) przenosi obciążenia wynikające z ciężaru własnego i ewentualnie obciążenia związanego z funkcją usztywnienia.

Ściany (ścianki) działowe są przegrodami pionowymi wewnątrz budynku lub pomieszczenia. Mają wysokość nieprzekraczającą wysokości kondygnacji i przenoszą stosunkowo niewielkie obciążenia, pochodzące wyłącznie od ciężaru własnego. W odróżnieniu od dwóch poprzednich rodzajów ściany działowe można zdemontować lub przebudować bez wpływu na inne elementy konstrukcji.

Podział na **ściany zewnętrzne i wewnętrzne** jest uwarunkowany usytuowaniem przegrody względem przestrzeni zewnętrznej. Wymagania stawiane obu rodzajom ścian zasadniczo się różnią. W przypadku **ścian wewnętrznych** (zwłaszcza dzielących pomieszczenia o podobnym komforcie) są to głównie wymagania o charakterze konstrukcyjnym. Kwestie izolacyjności, z wyjątkiem izolacyjności akustycznej, schodzą na dalszy plan. **Ściany zewnętrzne** pełnią funkcję konstrukcyjną jako ściany nośne lub samonośne oraz izolacyjną – oddzielają przestrzeń wewnętrzną od środowiska zewnętrznego.

Podział na ściany **przyziemia i nadziemia** podyktowany jest wpływem podłoża budowlanego (gruntu), które oddziałuje na ścianę mechanicznie jako parcie. Powoduje to jej zginanie lub wypieranie, które jest wywołane zjawiskami mrozowymi. Oddziaływanie gruntu na ścianę ma również charakter fizyczny i chemiczny, przede wszystkim dzięki zawartej w nim wodzie. Ściany nadziemia nie podlegają bezpośrednio wyżej wymienionym działaniom, ale wpływa na nie np. parcie i ssanie wiatru.

Ściany (ścianki) kolankowe są ścianami zewnętrznymi nadziemia, które podlegają oddziaływaniom standardowym oraz związanym z konstrukcją dachu.



Rysunek 3.1 Ściany kolankowe

Źródło: <http://forum.muratordom.pl>

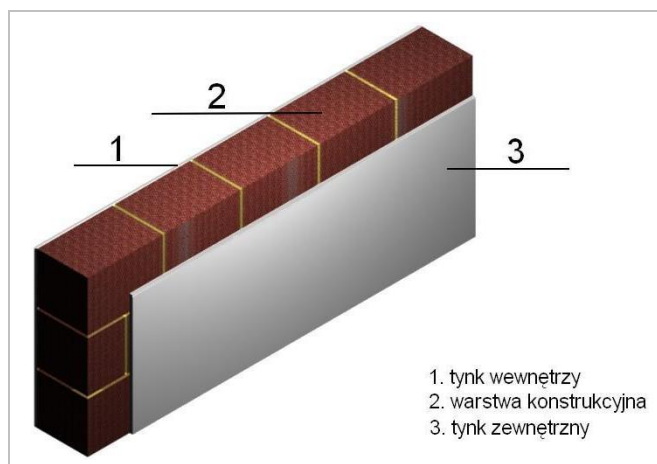
Ściany jednowarstwowe ze względu na występowanie tylko jednej warstwy (nie licząc tynków) wznoszone są najszybciej. Materiał, z którego wykonuje się ściany, musi spełniać dwie funkcje: konstrukcyjną i termoizolacyjną. Najczęściej stosuje się materiały charakteryzujące się wysoką izolacyjnością termiczną (współczynnik przenikania ciepła wynosi co najwyżej $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$), czyli pustaki z ceramiki poryzowanej, betonu komórkowego czy keramzytobetonu. Grubość takich ścian, w zależności od użytego budulca, waha się w granicach 30–50cm. Ściany wznoszone przy użyciu tej technologii są lekkie i stosunkowo tanie w porównaniu ze ścianami wykonanymi w innych technologiach. Należy je stawiać z dużą starannością i dokładnością, aby zapobiec powstawaniu mostków cieplnych. Muruje się je na cienkowarstwowej zaprawie klejowej lub ciepłochłonnej, a wykańcza tynkiem cienkowarstwowym lub tradycyjnym.

Do zalet tego typu ścian zaliczamy:

- łatwą i szybką budowę;
- mały ciężar własny;
- przy zastosowaniu materiałów o dostatecznej grubości – brak konieczności stosowania warstwy izolacji;
- duży wybór materiałów spełniających niezbędne wymagania cieplno-wilgotnościowe.

Do wad tego typu ścian zaliczamy:

- konieczność docieplenia wieńców, nadproży, filarów oraz słupków ścian kolankowych;
- konieczność zatrudnienia ekipy wysoko wykwalifikowanych murarzy.



Rysunek 3.2 Ściana jednowarstwowa

Źródło: <http://budownictwopolskie.pl>

Ściany dwuwarstwowe są najpopularniejszym rozwiązaniem stosowanym przy wznoszeniu domów jednorodzinnych. Ściany takie składają się z warstwy nośnej oraz ocieplenia. Budowane mogą być praktycznie ze wszystkich dostępnych na rynku materiałów przeznaczonych do wznoszenia ścian: ceramiki zwykłej, poryzowanej, bloczków z betonu komórkowego czy silikatów. Warstwa nośna powinna mieć grubość ok. 24 cm, a izolacyjna – minimum 12 cm. Warstwa izolacji dodatkowo jest zależna od współczynnika przenikania ciepła U , który nie może przekraczać $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Izolację może stanowić ściana dwuwarstwowa, której wznoszenie nie sprawia większych problemów. Warstwę nośną i izolacyjną łączy się metodą lekką mokrą lub suchą.

Metoda lekka mokra polega na przyklejeniu ocieplenia do ściany nośnej za pomocą kleju. Na warstwę ocieplenia wykonaną z lekkich materiałów nakłada się specjalną siatkę mocowaną kołkami, a na niej rozprowadza się tynk. Jest to najbardziej popularna metoda.

Metoda sucha polega na zamocowaniu na drewnianych lub metalowych rusztach izolacji termicznej, wykonywanej zwykle z wełny mineralnej. Metodę można stosować w każdych warunkach atmosferycznych.

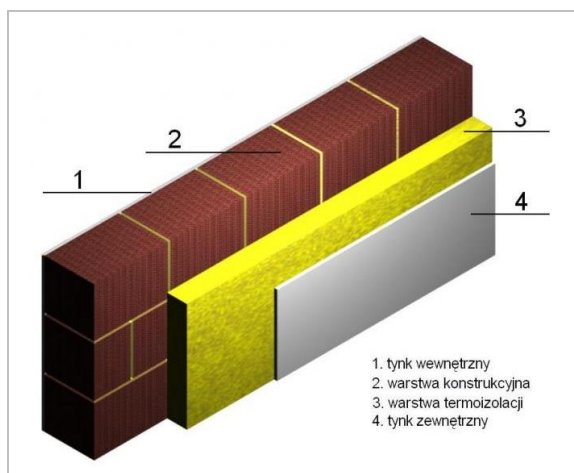
Do zalet ścian dwuwarstwowych zaliczamy:

- łatwą budowę;
- dobre współczynniki przenikania ciepła (ze względu na zastosowanie warstwy izolacji termicznej);
- duży wybór materiałów do wznoszenia ścian;
- zapobieganie powstawaniu mostków termicznych (dzięki poprawnie ułożonej warstwie termicznej).

Do wad tego typu ścian zaliczamy:

- dłuższy czas wykonania w porównaniu ze ścianą jednowarstwową (warstwę izolacji powinno się układać po kilku miesiącach od wzniesienia ścian, ponieważ możliwe jest osiadanie budynku);

- większe zużycie zaprawy – ze względu na konieczność wykonywania spoin poziomych oraz pionowych;
- trudności z dobraniem optymalnej grubości ocieplenia – powinno ono spełniać swoją rolę, a przy tym być jak najcieńsze.



Rysunek 3.3 Ściana dwuwarstwowa

Źródło: <http://budownictwopolskie.pl>

Wznoszenie **ścian trójwarstwowych** należy do najbardziej pracochłonnych technologii budowania ściany zewnętrznej. Jest procesem długim i wymagającym doświadczenia wykonawcy. Ściana składa się z warstwy nośnej, izolacyjnej oraz elewacyjnej. Warstwy muru są łączone z pozostałymi warstwami za pomocą specjalnych kotew. Zdecydowanym argumentem przemawiającym na korzyść zastosowania ściany trójwarstwowej są bardzo dobre parametry ciepłochłonne. Możliwe jest wykonanie ściany z dodatkową pustką powietrzną pomiędzy warstwą licową a ociepleniem. Wówczas ściana nazywana jest **ścianą szczelinową**.

Warstwa nośna ściany trójwarstwowej powinna być wznoszona z materiałów, które są w stanie zapewnić dobrą akumulację ciepła. Wykonana może być z pustaków ceramicznych, cegieł lub bloczków z betonu komórkowego.

Warstwa ocieplenia wykonywana jest zwykle ze styropianu lub wełny mineralnej i ma grubość 8–15 cm. Zastosowanie takiej warstwy pozwala uzyskać bardzo dobre właściwości ciepłochłonne. Izolację układa się na całej długości ściany, bez przerw, które mogłyby spowodować obniżenie parametrów cieplnych. Wyjątkiem jest izolacja z wełny mineralnej – układając warstwę izolacji, należy pozostawić szczelinę wentylacyjną o szerokości ok. 3 cm, aby możliwe było odprowadzenie wilgoci.

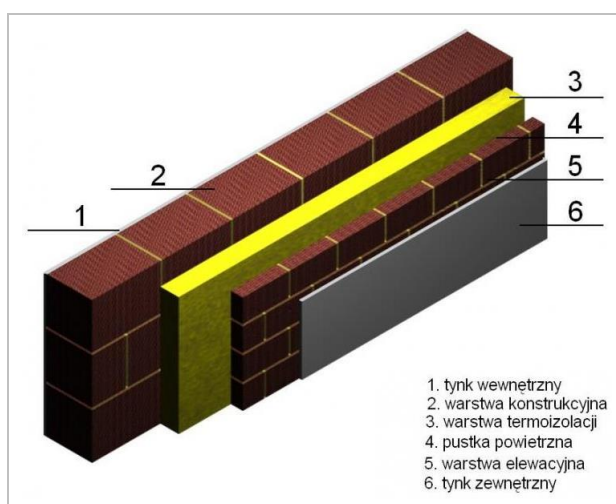
Warstwa elewacyjna jest zazwyczaj ostateczną warstwą ściany. Wykonuje się ją z cegieł klinkierowych lub silikatowych łupanych. Jej grubość jest zależna od wykorzystanego materiału i wynosi ok. 6 cm. Warstwa elewacyjna łączona jest z warstwą nośną specjalnymi kotwami ze stali nierdzewnej, które należy rozmieszczać w rozstawie co 50 cm, w co drugiej lub co trzeciej spoinie poziomej. Należy pamiętać, że warstwa elewacyjna nie stanowi warstwy nośnej – nie można na niej opierać żadnych elementów konstrukcyjnych, np. balkonów.

Do zalet ścian trójwarstwowych zaliczamy:

- dobre właściwości użytkowe;
- wysoką odporność ogniową;
- bardzo dobrą izolacyjność cieplną i akustyczną;
- dużo możliwości wykańczania elewacji;
- możliwość zastosowania stosunkowo cienkiej warstwy nośnej o grubości ok. 18 cm.

Do wad tego typu ścian zaliczamy:

- koszt wznoszenia, który może być wyższy niż w przypadku budowy ścian jednowarstwowych lub dwuwarstwowych;
- konieczność zatrudnienia wykwalifikowanej i doświadczonej ekipy.



Rysunek 3.4 Ściana trójwarstwowa

Źródło: <http://budownictwopolskie.pl>

3.2 Nadproża

3.2.1 Definicja nadproża

Nadprożem nazywamy poziomy, płaski lub sklepiony (przesklepienie) element konstrukcyjny w formie belki umieszczanej ponad otworami w ścianie². Jego zadaniem jest przeniesienie obciążeń oddziałujących na fragment ściany ponad otworem na mur, który znajduje się po obu stronach otworu.

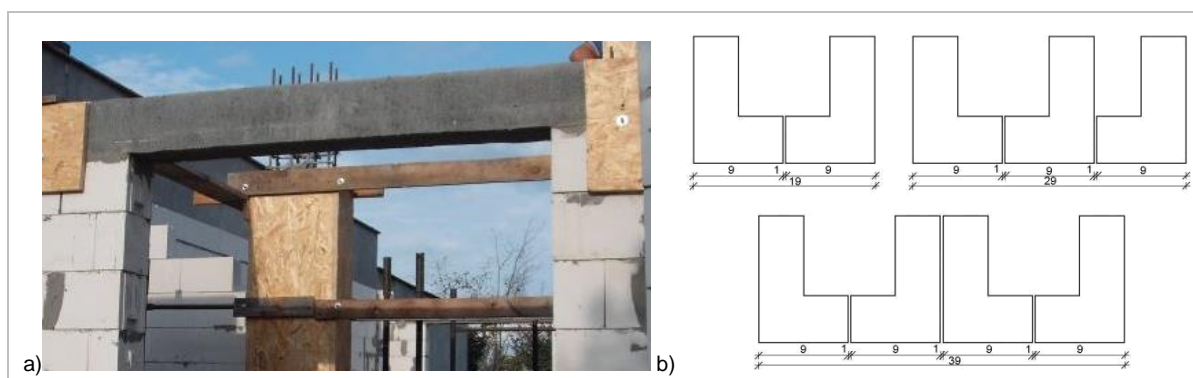
² J. Panas (red.), Nowy poradnik majstra budowlanego, Warszawa 2012

Nadproża najczęściej są wykonywane jako:

- monolityczne lub prefabrykowane belki nadprożowe;
- prefabrykowane belki ceramiczno-żelbetowe;
- prefabrykowane belki ze zbrojonego betonu komórkowego;
- belki stalowe;
- murowane z cegły zbrojonej prętami stalowymi lub bednarką (tzw. nadproże Kleina).

3.2.2 Rodzaje nadproży

Nadproża żelbetowe są wykonywane jako elementy monolityczne lub prefabrykowane. Często są stosowane w budownictwie jednorodzinny lub mieszkaniowym. Można nimi przekryć otwory o znacznej rozpiętości – od 1,5 m do 5,0 m. Charakteryzuje je niski koszt i łatwość wykonania. Jako nadproża prefabrykowane najczęściej spotkać można belki o przekroju pełnym (kwadratowym, prostokątnym) lub w kształcie litery L. Belki o przekroju pełnym mają szerokość muru, na którym zostaną umieszczone, z reguły 24–25 cm. Natomiast belki w kształcie litery L najczęściej mają szerokość (podstawę) 9 cm, a ich liczba zależy od przewidzianej konstrukcji ściany (jednowarstwowej, dwuwarstwowej lub trójwarstwowej). Długość belek L mieści się w przedziale 120–270 cm, belki o przekroju pełnym mogą być dłuższe.



Rysunek 3.5 a) nadproże monolityczne b) układ belek L w przekroju ściany

Źródło: <http://forum.muratordom.pl>, opracowanie własne

Nadproża ceramiczno-żelbetowe powstają przez wypełnienie specjalnych kształtek ceramicznych zbrojonym betonem. Tworzy się w ten sposób prefabrykowany element o odpowiedniej wytrzymałości, którą zapewnia żelbetowy rdzeń. Można spotkać nadproża układane w dwóch orientacjach: poziome, które wymagają nadmurowania, oraz pionowe, które układa się z kilku elementów z warstwą izolacyjną pomiędzy nimi. Rozpiętości wahają się od 1,0 m do 3,25 m, a minimalne oparcie na murze wynosi od 12,5 cm do 25 cm w zależności od rozpiętości.



Rysunek 3.6 Nadproże ceramiczno-żelbetowe w układzie pionowym

Źródło: www.wienerberger.pl

Nadproża ze zbrojonego betonu komórkowego ze względu na materiał mają optymalną izolacyjność cieplną i jednocześnie dużą nośność. Montaż trwa kilkanaście minut i wystarczą do niego dwie osoby. Belki umieszcza się symetrycznie nad otworami okiennymi lub drzwiowymi, układając je na zaprawie. Podczas montażu należy zwrócić uwagę na ich prawidłowe ułożenie – napis, najczęściej nazwa producenta, nie może być umieszczony do góry nogami. Występuje kilka rodzajów takich nadproży:

- niewymagające warstwy nadmurowania o wysokości 249 mm;
- z wymaganą warstwą nadmurowania o wysokości 124 mm;
- w kształcie litery U, z koniecznością dozbrojenia.

We wszystkich przypadkach oparcie nadproży na ścianach waha się w granicach od 20 cm do 25 cm w zależności od rozpiętości otworu.



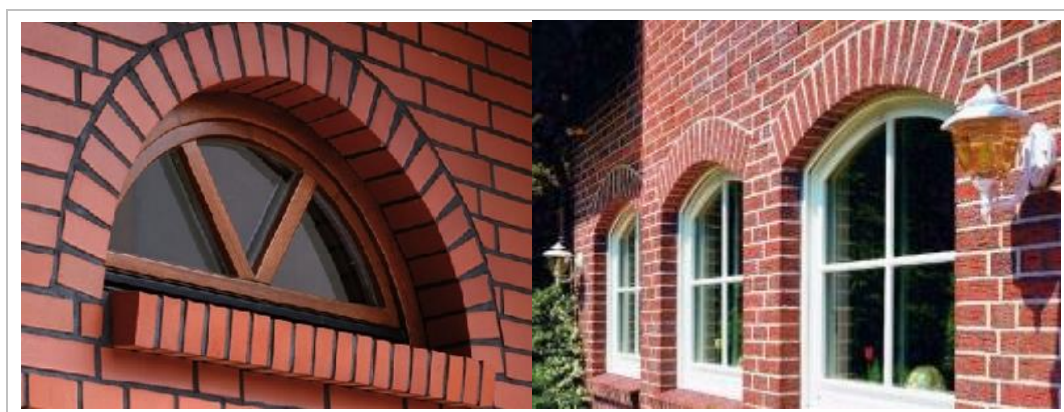
Rysunek 3.7 a) nadproże z warstwą nadmurowaną b) nadproże U z dodatkowym zbrojeniem

Źródło: www.ytong-silka.pl

Wykonanie **nadproży murowanych z cegieł ceramicznych** wymaga dużo czasu i precyzji. Rozróżniamy dwa rodzaje nadproży z cegieł: niezbrojone (półkoliste i odcinkowe) oraz zbrojone (płaskie).

Nadproża niezbrojone (półkoliste i odcinkowe) wykonuje się w ścianach nośnych o grubości co najmniej 1 cegły, czyli 25 cm. Czasami stosuje się je w ścianach

osłonowych (grubości $\frac{1}{2}$ cegły), jednak wtedy są zespolone odpowiednimi łącznikami z nadprożem w ścianie nośnej. Należy pamiętać, że fragmenty muru lub filary, na których oparte jest tego typu nadproże, muszą mieć odpowiednią szerokość. Obowiązuje tu zasada, że im bardziej strzelisty łuk, tym węższa może być podpora, na której jest oparty. Tego rodzaju nadproże wykonuje się na deskowaniu z desek lub płyt pilśniowych. Murowanie rozpoczyna się równocześnie nad obiema podporami i postępuje ku szczytowi łuku. Szerokość spoin w górnej części cegieł nie powinna być większa niż 2 cm, a w dolnej – 0,5 cm. Zanim zaprawa zacznie wiązać, klinuje się zwornik, czyli element w najwyższym punkcie łuku. Po związaniu zaprawy puste miejsca w spoinach i całą powierzchnię grzbietową sklepienia wypełnia się zaprawą. Deskowanie nadproża usuwa się zwykle po 10–14 dniach.



Rysunek 3.8 a) nadproże ceglane półkoliste b) nadproże ceglane odcinkowe

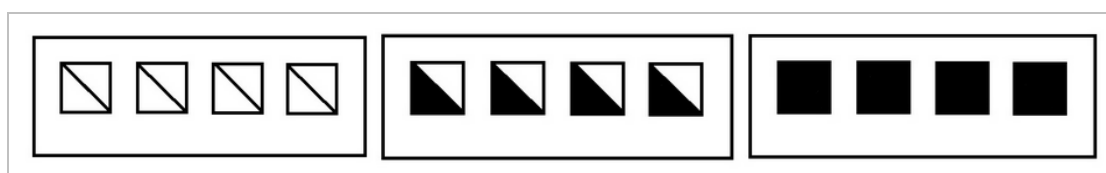
Źródło: www.ebuilder.pl, <http://www.e-sciany.pl>

3.3 Przewody kominowe w konstrukcjach murowych

3.3.1 Rodzaje przewodów

W konstrukcjach budowlanych rozróżniamy trzy rodzaje przewodów kominowych. Ze względu na ich przeznaczenie można je podzielić na przewody:

- **wentylacyjne**, które służą do odprowadzania na zewnątrz zużytego powietrza z pomieszczeń;
- **spalinowe**, które odprowadzają produkty spalania z piecyków opalanych gazem lub ropą (występuje w nich temperatura do 300°C);
- **dymowe**, które odprowadzają produkty spalania z pieców i kominków opalanych węglem lub drewnem (występuje w nich temperatura od 600°C do nawet 1000°C).



Rysunek 3.9 Oznaczenia przewodów kominowych: a) wentylacyjne b) spalinowe c) dymowe

Źródło: opracowanie własne



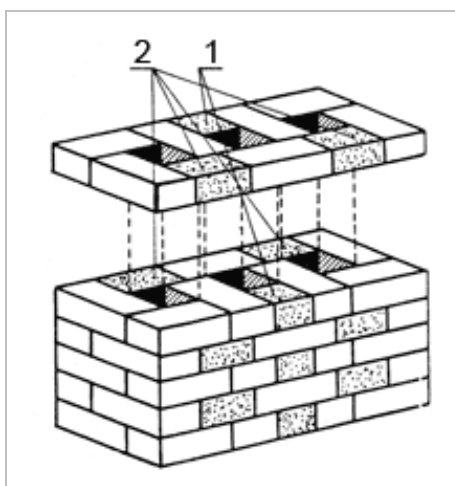
3.3.2 Zasady budowy przewodów

Zapewnienie odpowiedniego ciągu w przewodach kominowych jest kluczowe w prawidłowym ich działaniu. W związku z tym należy przestrzegać kilku zasad:

- przewody powinny być prowadzone w ścianach ogrzewanych wewnętrznych;
- w miarę możliwości nie należy lokalizować ich w ścianach przylegających do klatek schodowych;
- można zestawić przewody wentylacyjne z dymowymi w celu ogrzania powietrza w przewodach wentylacyjnych, co poprawia siłę ciągu.

W zależności od użytej technologii przewody mogą mieć różne wymiary i kształty:

- przewody murowane z cegieł ceramicznych pełnych (klasy min. 15) powinny mieć minimalny wymiar 14×14 cm ($\frac{1}{2}$ cegły \times $\frac{1}{2}$ cegły);



Rysunek 3.10 Układ cegieł pełnych w trzonie komina, 1 – cegły półowki, 2 – dziewiątki

Źródło: <http://www.abc-dachy.pl>

- w przypadku konieczności wymurowania większego kanału można zastosować wymiary 14×20 cm lub 20×27 cm;
- zaleca się, aby kanały miały przekrój kwadratowy lub prostokątny o stosunku boków 2:3;
- w przypadku stosowania ceramicznych pustaków wentylacyjnych najczęściej kanał ma średnicę 15 cm (występują również pustaki z otworem bocznym);
- gdy stosujemy pustaki wentylacyjne z betonów lekkich, najczęściej przewody mają wymiar 12×17 cm; występują pustaki dwukomorowe, trójkomorowe i czterokomorowe, w orientacji pionowej i poziomej.



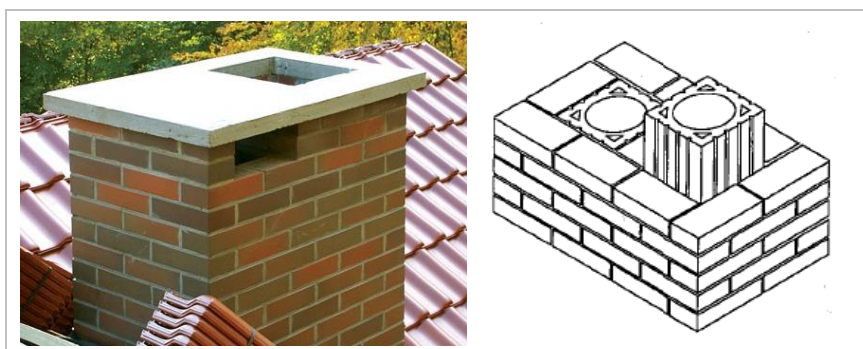
Rysunek 3.11 Pustaki wentylacyjne: a) z betonów lekkich b) ceramiczne z otworem bocznym c) ceramiczne bez otworu

Źródło: www.hoch-systemykominiowe.pl, www.bricoman.pl, www.bricoman.pl

3.3.3 Wykonywanie przewodów

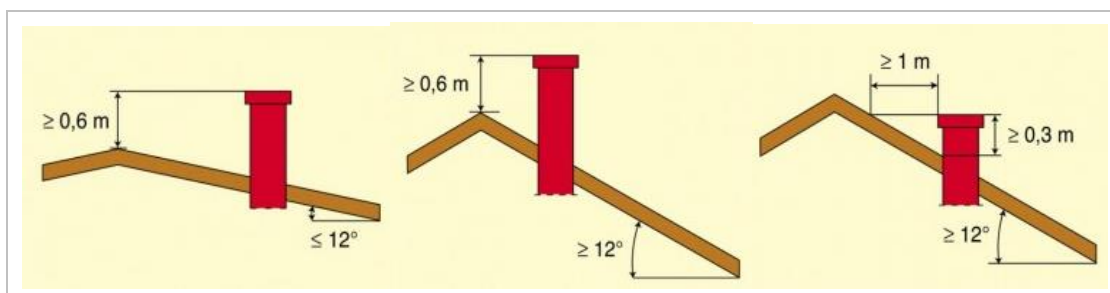
Podczas wykonywania przewodów kominowych należy:

- zakończyć przewód czapą kominową w postaci płytki żelbetowej;
- wykonać obmurówkę grubości $\frac{1}{2}$ cegły – w przypadku stosowania ceramicznych pustaków dymowych;
- przestrzegać minimalnej grubości przegród ($\frac{1}{2}$ cegły) pomiędzy kanałami dymowymi i spalinowymi oraz zewnętrzną powierzchnią ściany;
- wszystkie spoiny dokładnie wypełnić zaprawą;
- wyprowadzić komin ponad połac dachową na odpowiednią wysokość:
 - co najmniej 0,6 m ponad kalenicę: dachy płaskie o kącie nachylenia do 12° ,
 - co najmniej 0,6 m ponad kalenicę: dachy strome o kącie nachylenia powyżej 12° i pokryciu łatwopalnym,
 - co najmniej 0,3 m ponad powierzchnię dachu i 1,0 m w odległości poziomej do powierzchni: dachy strome o kącie nachylenia powyżej 12° i pokryciu niepalnym lub trudnopalnym.



Rysunek 3.12 a) żelbetowa czapa kominowa b) obmurowanie kominów z pustaków ceramicznych

Źródło: www.chemiabudowlana.info, Praca zbiorowa pod redakcją J. Panasa, Nowy poradnik majstra budowlanego, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2012



Rysunek 3.13 Wyprowadzenie komina ponad połąć dachową

Źródło: <http://www.abc-dachy.pl/>

3.4 Sklepienia

3.4.1 Definicja sklepienia

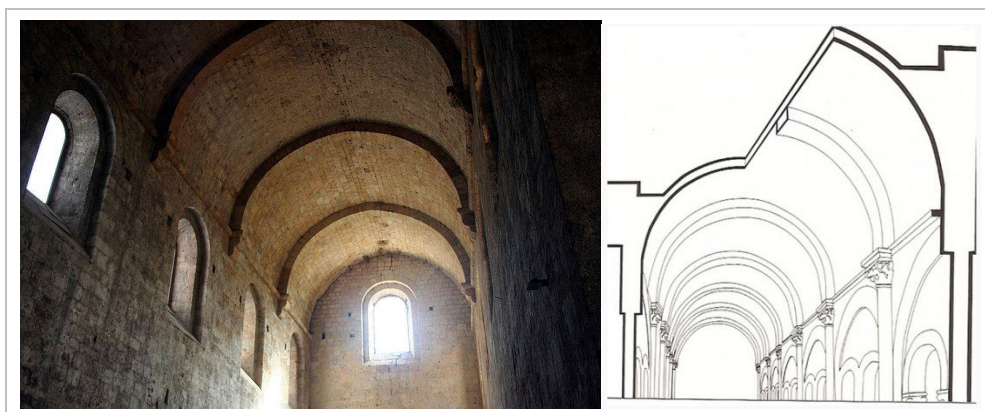
Sklepienie to konstrukcja budowlana o przekroju krzywoliniowym, służąca do przykrycia od góry przestrzeni pomieszczenia w budynku (w konstrukcji inżynierskiej), ograniczona murami, łękami, belkami itp. Oparta jest na kolumnach, filarach, arkadach. Konstrukcja wykonana jest z kamienia (klińców), cegieł, betonu lub żelbetu i ma, ze względu na możliwość tworzenia urozmaiconych form, znaczący wpływ na wygląd i architektoniczny wyraz danego pomieszczenia.

3.4.2 Rodzaje sklepień

Sklepienie kolebkowe (beczkowe) to sklepienie w kształcie połowy leżącego walca, przeciętego wzdłuż płaszczyzny poziomej. Wykonywane jest z ciosów kamiennych w kształcie klinca, przewiązanych z zasadą mijania spoin. Kolebka sklepienia oparta jest na ścianach podłużnych (ustawionych wzdłuż osi sklepienia), które przejmują obciążenie pionowe i poziome (ciężar i rozpór). Odmianą sklepienia kolebkowego jest sklepienie **kolebkowe z lunetami**.

Sklepienia kolebkowe ze względu na kształt można podzielić na:

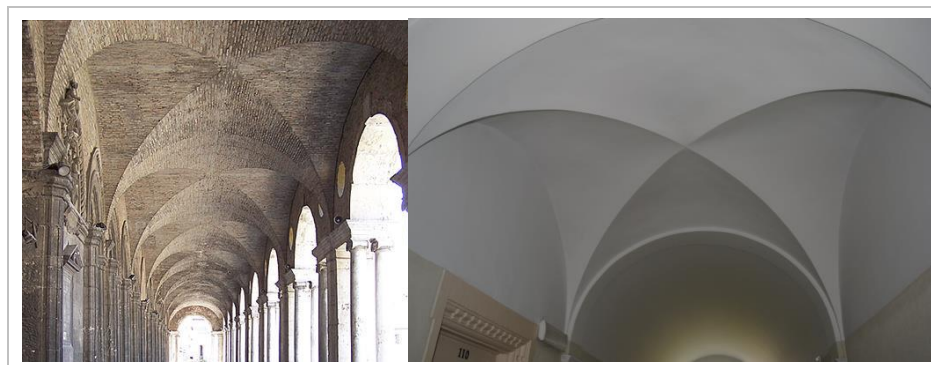
- odcinkowe – przekrój poprzeczny stanowi odcinek koła;
- podniesione – przekrój poprzeczny stanowi połowa elipsy lub linii koszowej ustawionej na osi krótszej;
- spłaszczone – przekrój poprzeczny stanowi połowa elipsy lub linii koszowej ustawionej na osi dłuższej.



Rysunek 3.14 Sklepienie kolebkowe

Źródło: www.chemiabudowlana.info, praca zbiorowa pod redakcją J. Panasa, *Nowy poradnik majstra budowlanego*, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2012

Sklepienie krzyżowe jest zbudowane na planie kwadratu z dwóch przenikających się sklepień kolebkowych, z których pozostawiono górne części sklepień. Podparte jest na czterech filarach lub słupach, usytuowanych w wierzchołkach kwadratu (planu pomieszczenia). Podpory znajdują się pod przekątnymi, które powstają przez przecięcie się kolebek. Wzdłuż nich są przenoszone obciążenia. Sklepienie krzyżowe było stosowane znacznie częściej niż klasztorne i pozwalało na swobodniejsze kształtowanie wnętrza.



Rysunek 3.15 Sklepienie krzyżowe

Źródło: <http://pl.wikipedia.org/>, www.ic-szczecin.pl

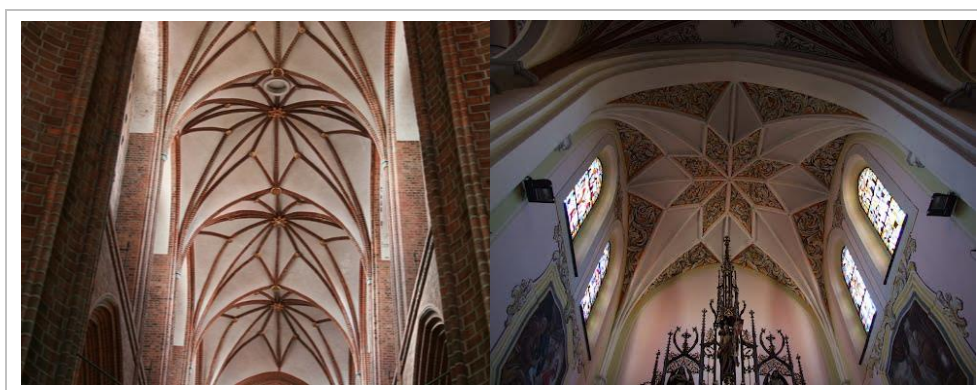
Sklepienie krzyżowo-żebrowe to sklepienie krzyżowe o wyraźnie zaznaczonych łękach na skutek wmurowania żeber w miejscu przenikania kolebek.



Rysunek 3.16 Sklepienie krzyżowo-żebrowe

Źródło: albumromanski.pl, kolumber.pl

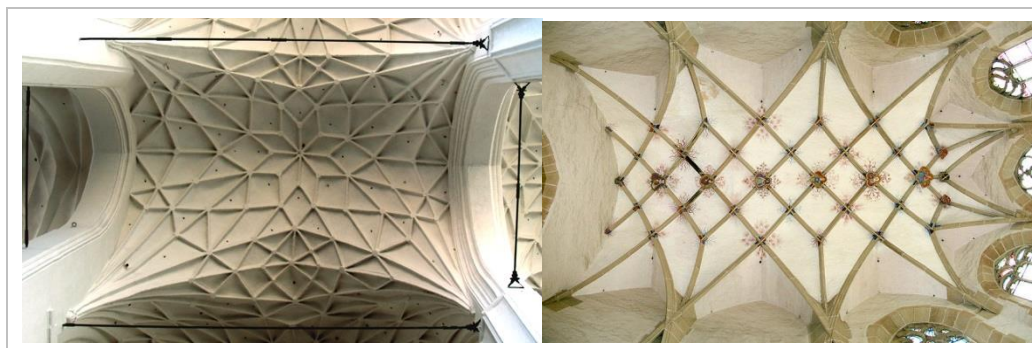
Sklepienie gwiazdziste to sklepienie krzyżowo-żebrowe lub żaglaste, w którym wprowadzono dodatkowy podział pól tworzący obraz gwiazdy.



Rysunek 3.17 Sklepienie gwiazdziste

Źródło: <http://pl.wikipedia.org/>

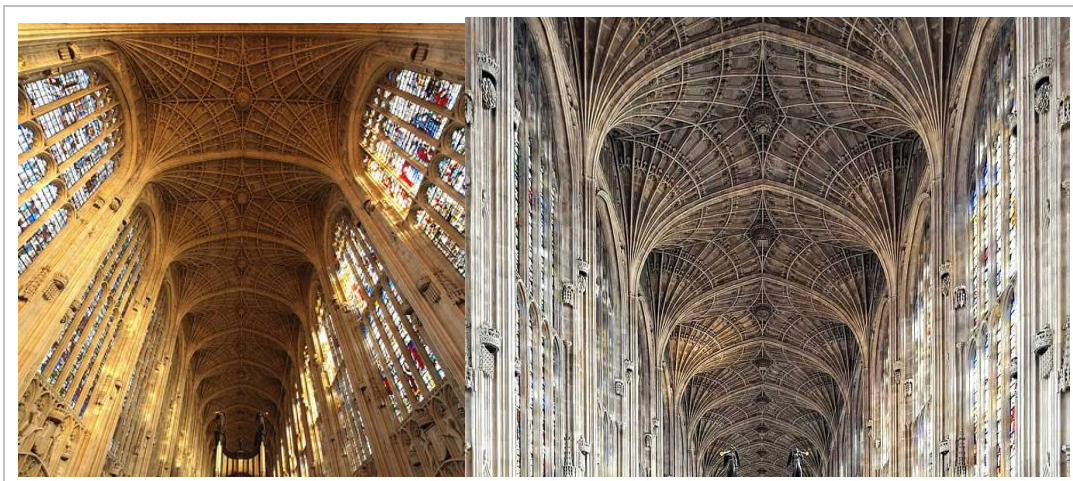
Sklepienie sieciowe jest najczęściej sklepieniem kolebkowym, w którym wprowadzono krzyżujące się żebra. Żebra tworzą siatkę rombów.



Rysunek 3.18 Sklepienie sieciowe

Źródło: <http://pl.wikipedia.org/>

Sklepienie wachlarzowe jest zbudowane na łękach promieniście rozchodzących się z punktów podparcia, czyli jednej lub kilku kolumn wewnątrz pomieszczenia.



Rysunek 3.19 Sklepienie wachlarzowe

Źródło: kachunablog.blogspot.com, www.historiasztuki.com.pl

3.5 Literatura

3.5.1 Literatura obowiązkowa

- Drobiec Ł., Jasiński R., Piekarczyk A., Konstrukcje murowe według Eurokodu 6 i norm związanych, tom 1, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013;
- Kaczkowska A., Murarz, Wydawnictwo KaBe, Krosno 2011;
- Panas J. (red.), Nowy poradnik majstra budowlanego, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2012.

3.5.2 Netografia

- <http://www.grupasilikaty.pl/>;
- <http://www.styrobudsc.pl/>;
- <http://www.habe.pl/>;
- <http://www.ekoklinkier.pl/>;
- <http://www.wojciechwodkowski.republika.pl/>;
- <http://www.nndom.pl/>;
- <http://przegrodyb2b.pl/>;
- <http://www.schiedel.pl/>;
- <http://www.projektoskop.pl/>.

3.6 Spis tabel i rysunków

Rysunek 3.1 Ściany kolankowe	4
Rysunek 3.2 Ściana jednowarstwowa	5

Rysunek 3.3 Ściana dwuwarstwowa.....	6
Rysunek 3.4 Ściana trójwarstwowa	7
Rysunek 3.5 Nadproże monolityczne i układ belek L w przekroju ściany.....	8
Rysunek 3.6 Nadproże ceramiczno-żelbetowe w układzie pionowym.....	9
Rysunek 3.7 Nadproże z warstwą nadmurowaną i nadproże U z dodatkowym zbrojeniem	9
Rysunek 3.8 Nadproże ceglane półkoliste i nadproże ceglane odcinkowe.....	10
Rysunek 3.9 Oznaczenia przewodów kominowych.....	10
Rysunek 3.10 Układ cegieł pełnych w trzonie komina	11
Rysunek 3.11 Pustaki wentylacyjne.....	12
Rysunek 3.12 Żelbetowa czapa kominowa i obmurowanie kominów z pustaków ceramicznych	12
Rysunek 3.13 Wyprowadzenie komina ponad połąć dachową	13
Rysunek 3.14 Sklepienie kolebkowe	14
Rysunek 3.15 Sklepienie krzyżowe	14
Rysunek 3.16 Sklepienie krzyżowo-żebrowe.....	15
Rysunek 3.17 Sklepienie gwiazdyste.....	15
Rysunek 3.18 Sklepienie sieciowe	15
Rysunek 3.19 Sklepienie wachlarzowe.....	16

Spis treści

3 Konstrukcje murowe	2
3.1 Ściany murowe	2
3.1.1 Definicja ściany	2
3.1.2 Klasyfikacje ścian	2
3.1.3 Rodzaje ścian.....	3
3.2 Nadproża.....	7
3.2.1 Definicja nadproża	7
3.2.2 Rodzaje nadproży.....	8
3.3 Przewody kominowe w konstrukcjach murowych.....	10
3.3.1 Rodzaje przewodów.....	10
3.3.2 Zasady budowy przewodów	11
3.3.3 Wykonywanie przewodów	12
3.4 Sklepienia.....	13
3.4.1 Definicja sklepienia	13
3.4.2 Rodzaje sklepień.....	13
3.5 Literatura.....	16
3.5.1 Literatura obowiązkowa.....	16
3.5.2 Netografia.....	16
3.6 Spis tabel i rysunków.....	16