

12.01.2022

## **TEMAT: ZASADY WYKONYWANIA KONSTRUKCJI MUROWANYCH**

Bardzo proszę o zapoznanie się z materiałami źródłowymi poniżej.

Po uważnym przeczytaniu bardzo proszę odpowiedzieć na poniższe pytania.

Odpowiedzi (w wordzie lub pdf – skany notatek ręcznych) proszę dzisiaj przesłać na adres:

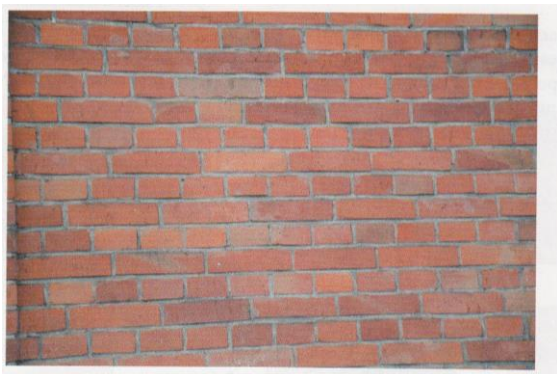
[wzdz.ratuszny@gmail.com](mailto:wzdz.ratuszny@gmail.com)

Przypominam, że przesłanie odpowiedzi w dniu dzisiejszym jest dla mnie potwierdzeniem obecności na zajęciach.

Odpowiedzi będą oceniane – zależy mi na odpowiedziach własnymi słowami - tak jak to nauczyliście się, nie na przekopiowywaniu wprost z materiałów – to też będę oceniał.

Pytania do tematu:

1. Jaki rodzaj wiązania zastosowano w murze na poniższym zdjęciu?



2. W jaki sposób należy ułożyć pustaki ceramiczne, aby zapewnić lepszą izolacyjność termiczną ściany?
3. Jakie rodzaje ścian można wykonywać z bloczków silikatowych?

UWAGA: Bardzo proszę o szczególne przyswojenie treści dot. wiązań (wątków) cegieł – bardzo często pojawiają się pytania o to w testach kwalifikacyjnych zawodowych, które będzie zdawać. Proszę zwrócić uwagę, że zasadnicza różnica pomiędzy wiązaniem krzyżkowym a kowadełkowym polega na przesunięciu warstw wozówkowych. Bez tego przesunięcia widać charakterystyczne „kowadełko”.

Życzę przyjemnej i owocnej nauki 😊

**Materiały źródłowe: Wiadomości podstawowe o ścianach:**

## 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:

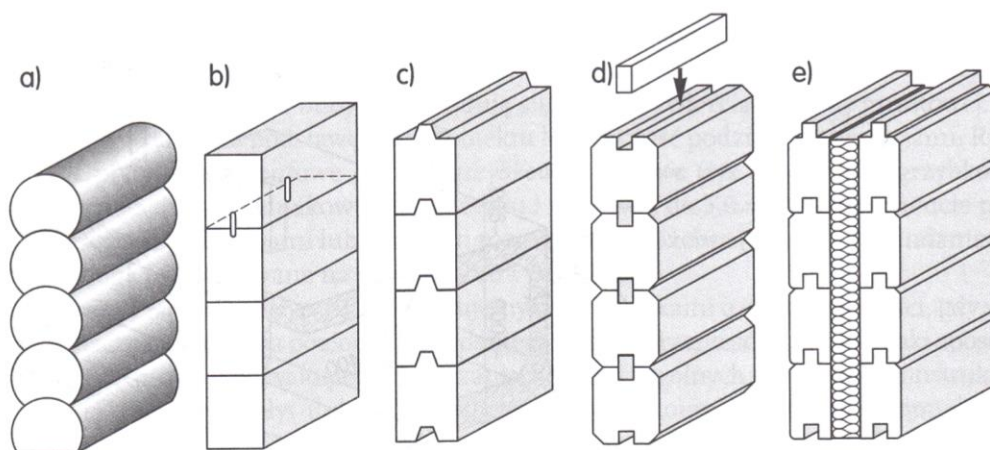
- **zewewnętrzne** – decydujące o wyglądzie budynku, będące jego „obudową” chroniącą konstrukcję i pomieszczenia od wpływów atmosferycznych i akustycznych;
- **wewnętrzne** – wiążące ściany zewnętrzne i współdziałające z nimi w utrzymaniu stateczności i sztywności konstrukcji.

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 warkocze 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:

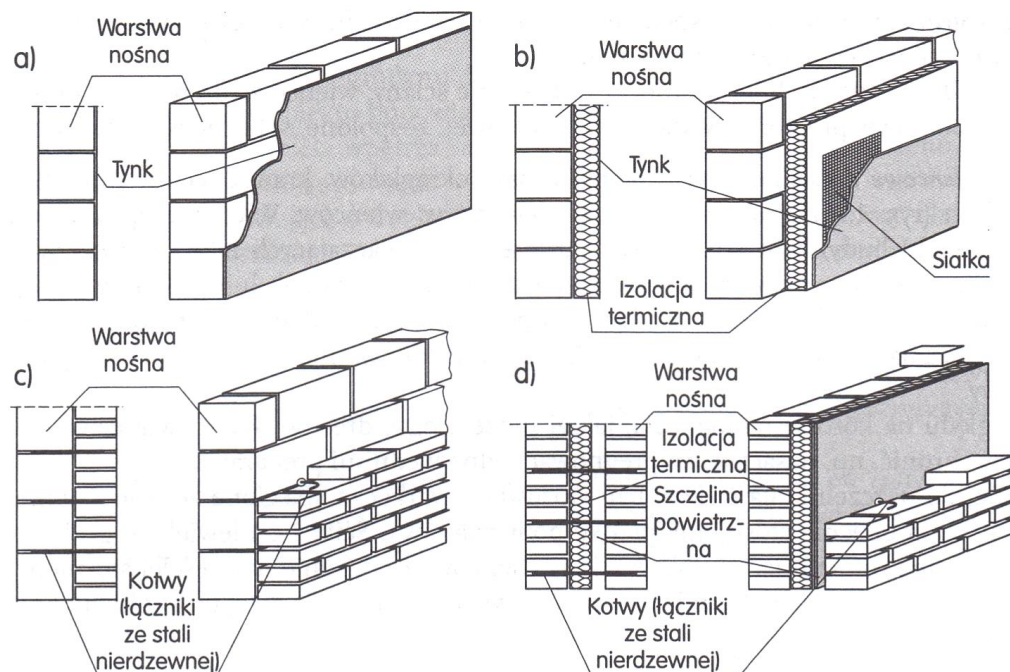
- bloczków i pustaków z betonu zwykłego – głównie ściany fundamentowe i ściany piwnic;
- betonu komórkowego (gazobetonu) – ściany jedno-, dwu- i trójwarstwowe;
- pustaków gipsowych – ściany nośne wewnętrzne i zewnętrzne jednowarstwowe;
- cegieł i pustaków ceramicznych – takie ściany dwu- i trójwarstwowe 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).

---

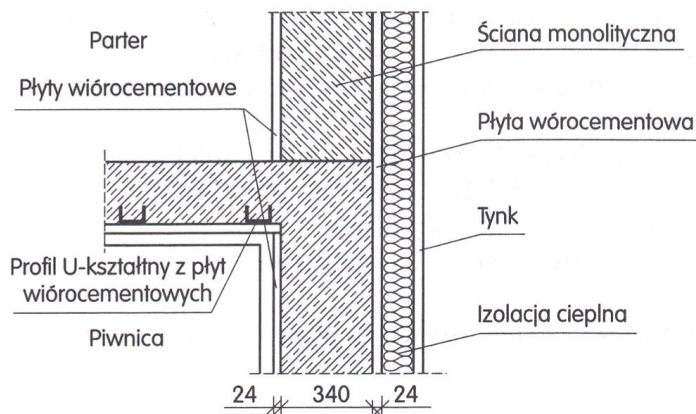
<sup>1</sup> Złącza ciesielskie – połączenia elementów drewnianych za pomocą skośnych nacięć i zazębnień, bez użycia łączników pomocniczych ani kleju.

<sup>2</sup> Izolacyjność cieplna jest określana wartością współczynnika przenikania ciepła  $U$ , czyli ilości ciepła przenikającego przez 1 m<sup>2</sup> elementu budowlanego o grubości  $s$  w czasie 1 h, gdy różnica temperatury po obu stronach elementu wynosi 1 K. Wartość współczynnika  $U$  jest wyrażona w watach na metr kwadratowy i kelwin, czyli w skrócie W/(m<sup>2</sup> · 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 traczone [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 traczone 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:

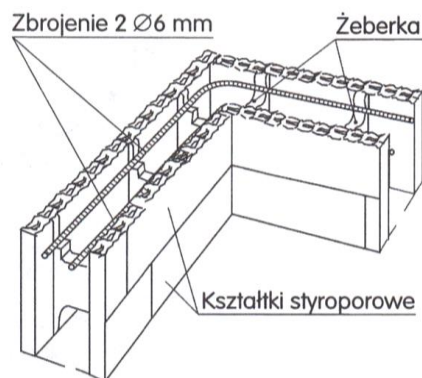
- *dyle* – prefabrykaty o niewielkiej szerokości i długości takiej samej jak wysokość wznoszonej z nich kondygnacji;
- *bloki ścienne* – prefabrykaty różniące się od dyli większą szerokością;
- *płyty* – prefabrykaty, które mogą mieć szerokość taką, jak budowane z nich pomieszczenia.

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

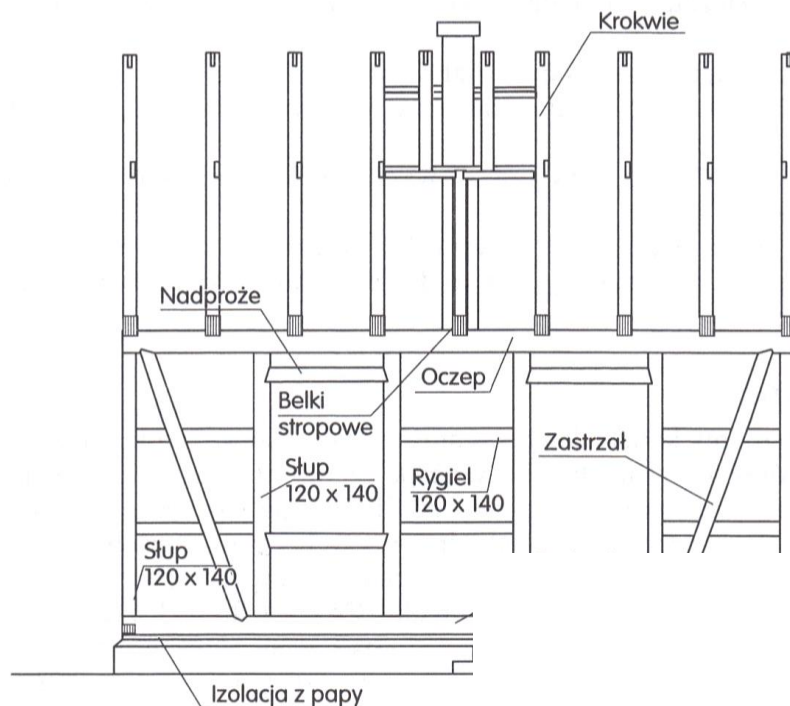
**Ściany zespolone** składają się z dwóch płyt żelbetowych o grubości 45–75 mm połączonych trwale dźwigarkami kratowymi typu Filigran. Płyty te pełnią funkcję tzw. szalunku traconego. Po ustawieniu w miejscu przeznaczenia przestrzeń między płytami wypełniamy mieszanką betonową. Technologia ta umożliwia 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.

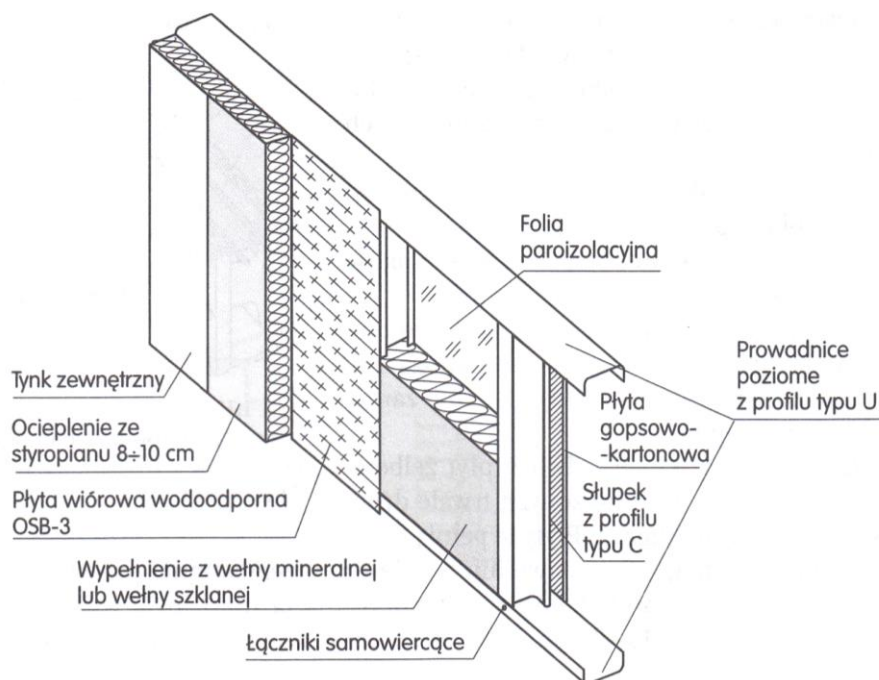
*Szkielet drewniany* wykonujemy z drewna sosnowego, świerkowego lub jodłowego. Jego budowę pokazano na rys. 1.20.



**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 altankach 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 sklepienie (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.



## Wykonywanie konstrukcji murowanych:

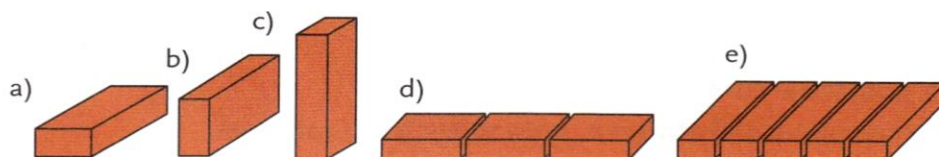
# Konstrukcje murowe z cegieł

### Z TEGO ROZDZIAŁU DOWIESZ SIĘ:

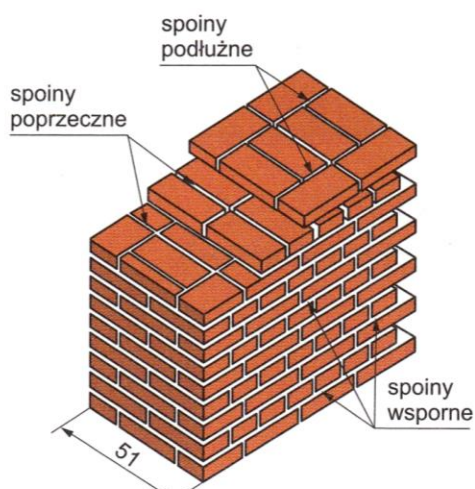
- jakie są rodzaje wiązań cegieł w murze
- w jaki sposób należy zakończyć mur

Mury mogą być wykonywane z różnych kształtek: cegieł, bloczków, pustaków lub płytek ceramicznych, betonowych, wapienno-piaskowych, gazobetonowych lub z kamienia naturalnego. Jakość i dokładność wykonania ma duży wpływ na trwałość i nośność konstrukcji oraz jej estetykę. Warunkiem zapewnienia równomiernego rozkładu obciążeń konstrukcji jest przestrzeganie następujących zasad:

- elementy muszą być przewiązane, tzn. nad spoiną jednej warstwy powinien się znajdować element następnej, tak aby stanowiły jedną konstrukcję,
- ze względów konstrukcyjnych najkorzystniejsze jest układanie elementów w warstwie na płask, ze względów dekoracyjnych układa się czasami na rąb lub na stojąco (rys. 4.1),
- warstwy muru należy układać poziomymi warstwami, równomiernie na całej długości.



**Rys. 4.1.** Położenie cegieł w murze: a) na płask, b) na rąb leżący, c) na rąb stojący, d) wozówkowo, e) główkowo



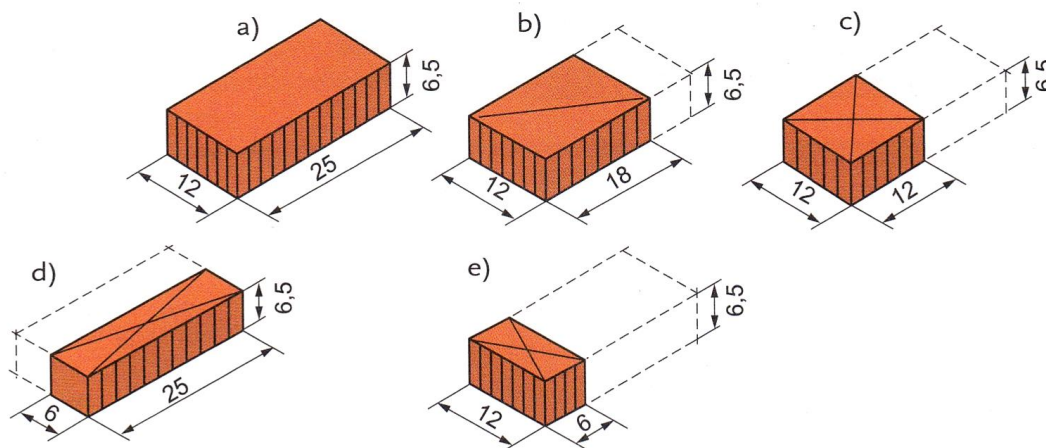
**Rys. 4.2.** Rodzaje spoin

**Konstrukcje murowe** przenoszą najczęściej obciążenia ściskające. W murze o prawidłowym wiązaniu spoiny mogą być:

- poziome, zwykle o grubości 12 mm, przy czym maksymalna grubość nie powinna przekraczać 17 mm, a minimalna – 10 mm;
- pionowe podłużne i poprzeczne, zwykle grubości 10 mm, przy czym grubość maksymalna nie powinna przekraczać 15 mm, a minimalna – 5 mm (rys. 4.2);
- spoiny styczne równoległe i prostopadłe do lica muru nie mogą się pokrywać: muszą się mijać w odległości minimum  $\frac{1}{4}$  cegły lub przecinać pod kątem.

**Mury z cegieł** mogą być wznoszone przy zastosowaniu różnych systemów wiązań. Podczas murowania w miejscach łączenia

i skrzyżowania murów, w filarach, narożach lub zakończeniach zachodzi konieczność użycia ułamkowych części cegieł. Stosuje się ćwiartki, połówki, dziewiątki i beleczki. Te wielkości uzyskuje się dzięki przycinaniu cegły lub bloczka. Cegły ułamkowe i ich wymiary z charakterystycznymi oznaczeniami graficznymi pokazano na rysunku 4.3.



**Rys. 4.3.** Cegły ułamkowe: a) pełna, b) dziewiątka ( $\frac{3}{4}$ ), c) połówka (szóstka), d) beleczka, e) ćwiartka (trójka)

**Grubość murów** podaje się w centymetrach. Zależy ona od przenoszonych obciążeń i zapewnienia izolacyjności cieplnej ściany. Na budowie grubość muru często wyraża się liczbą cegieł, np. mur o grubości 2 cegieł (2c),  $1\frac{1}{2}$  cegły (1,5c). Mur o grubości 2 cegieł ma grubość będącą sumą długości dwóch cegieł i spoiny:  $25\text{ cm} + 1\text{ cm} + 25\text{ cm} = 51\text{ cm}$ . Mur o grubości  $1\frac{1}{2}$  cegły ma grubość:  $25\text{ cm} + 1\text{ cm} + 12\text{ cm} = 38\text{ cm}$ .

W tabeli 4.1 przedstawiono grubości muru, podane jako wielokrotność liczby cegieł, oraz grubość muru w centymetrach.

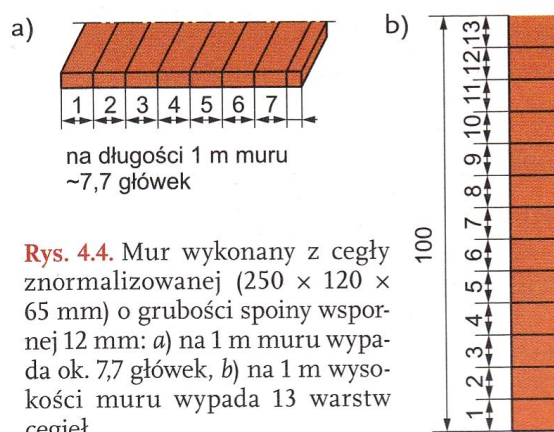
**Tabela 4.1.** Grubości muru z cegieł

Grubość muru								
w ceglach	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	$3\frac{1}{2}$
w centymetrach	6,5	12	25	38	51	64	77	90

Aby określić ilość materiału niezbędną do wykonania muru, oblicza się liczbę cegieł potrzebną do wykonania muru o wysokości 1 m i długości 1 m. Poglądowo przedstawiono to na rysunku 4.4. Liczbę cegieł w warstwie główkowej przyjęto ze spoiną wsporną grubości 12 mm.

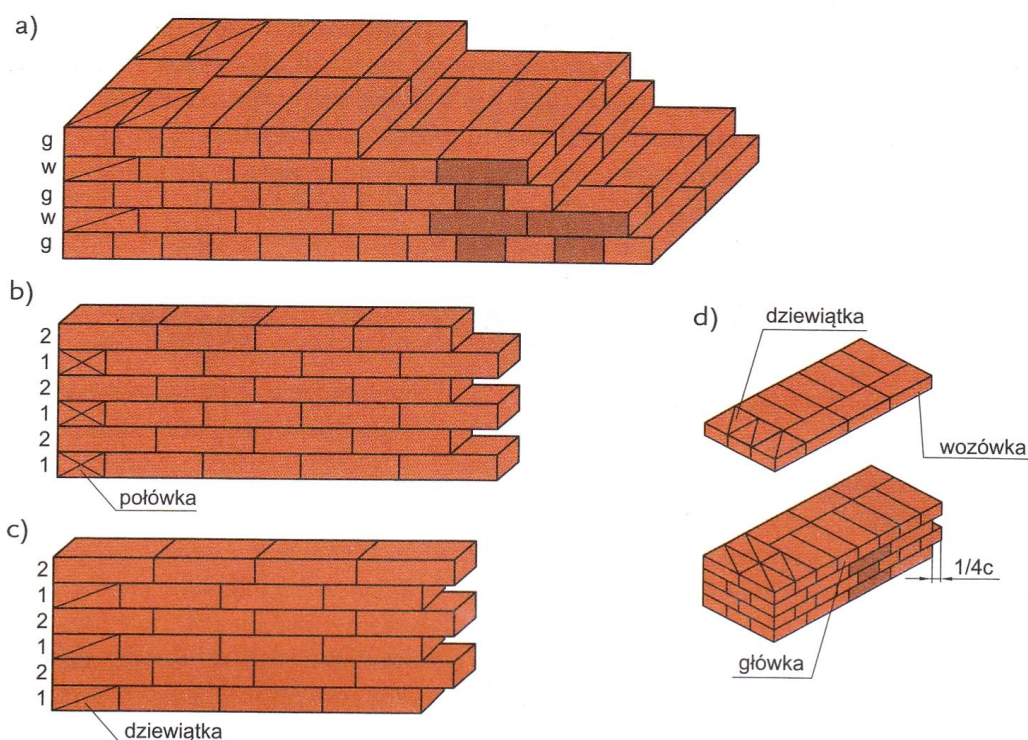
Wiązanie elementów muru można używać za pomocą przesuwania elementów w sąsiednich warstwach o  $\frac{1}{2}$  lub  $\frac{1}{4}$  długości dzięki zastosowaniu różnych wiązań.

**Wiązanie pospolite** (kowadełkowe) jest najczęściej stosowanym wiązaniem



**Rys. 4.4.** Mur wykonany z cegły znormalizowanej ( $250 \times 120 \times 65\text{ mm}$ ) o grubości spoiny wspornej 12 mm: a) na 1 m muru wypada ok. 7,7 główek, b) na 1 m wysokości muru wypada 13 warstw cegieł





**Rys. 4.5.** Fragment muru w wiazaniu pospolitym: a) mur grubości 2 cegieł, b) i c) mur grubości  $\frac{1}{2}$  cegły, d) mur grubości  $1\frac{1}{2}$  cegły

dwuwarstwowym (rys. 4.5). Uzyskuje się je dzięki przesunięciu spoin pionowych poprzecznych i spoin pionowych podłużnych, które jest następstwem ułożenia w zakończeniu muru cegły  $\frac{3}{4}$  – tzw. dziejwiątki. Dziejwiątki układa się w zewnętrznych rzędach warstw wozówkowych wzdłuż podłużnej osi muru. W warstwach główkowych dziejwiątki układa się w poprzek osi muru.

Należy zwrócić uwagę na to, że:

- w murze o grubości  $\frac{1}{2}$  cegły wszystkie cegły są ułożone wozówkowo, a spoiny poprzeczne są przesunięte o  $\frac{1}{2}$  lub  $\frac{1}{4}$  cegły,
- w murach o większej grubości warstwy wozówkowe i główkowe występują kolejno, a spoiny są przesunięte względem siebie o  $\frac{1}{4}$  cegły.

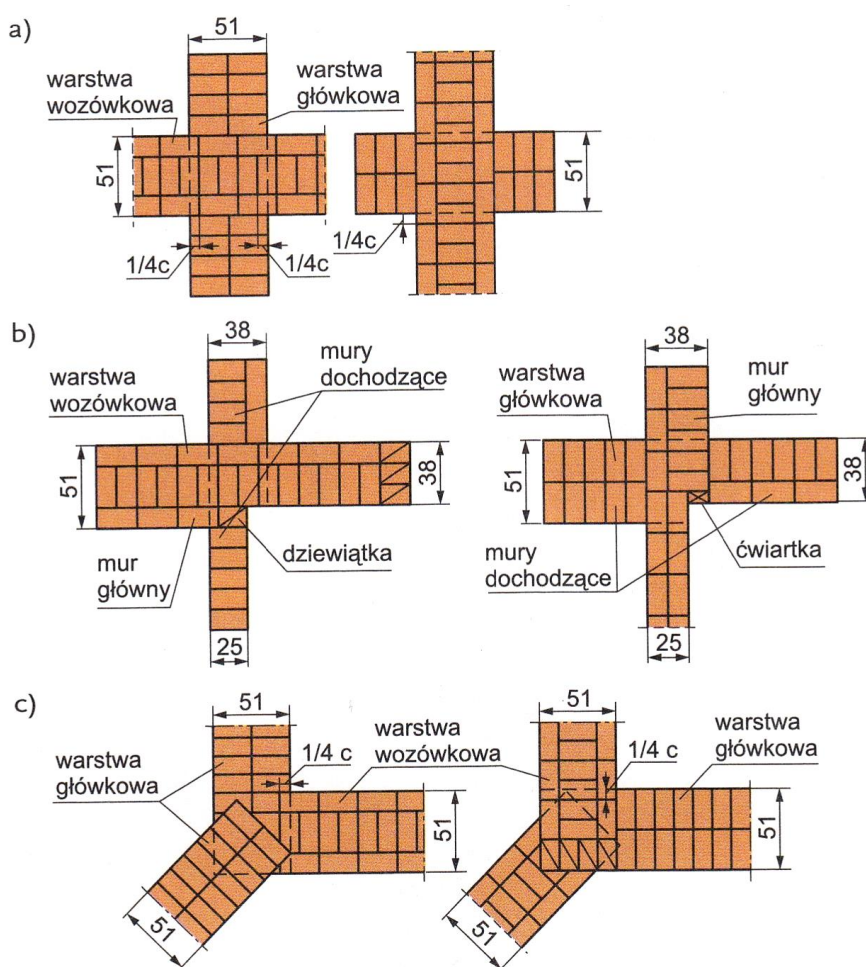
**Tabela 4.2.** Sposoby zakończenia muru w zależności od jego grubości

Grubość muru	Warstwa wozówkowa	Warstwa główkowa
1 cegła	2 dziejwiątki	1 cegła cała
$1\frac{1}{2}$ cegły	3 dziejwiątki	2 pary dziejwiątek ułożonych główkowo
2 cegły	4 dziejwiątki	2 pary dziejwiątek ułożonych główkowo, przedzielone 1 cegłą całą
$2\frac{1}{2}$ cegły	5 dziejwiątek	2 pary dziejwiątek ułożonych główkowo, przedzielone 2 cegłami całymi
3 cegły	6 dziejwiątek	2 pary dziejwiątek ułożonych główkowo, przedzielone 3 cegłami całymi

Sposób zakończenia muru zależnie od jego grubości pokazano w tabeli 4.2 (s. 82) i na rysunku 4.5 (s. 82). Jeżeli dwa mury się przenikają, to układ cegieł w wiązaniu pospolitym zależy od kąta, pod jakim przecinają się mury. Podczas wykonywania murów przenikających się należy pamiętać o zasadach ułatwiających ich układanie:

- jeden mur należy traktować jako główny i wykonać go jako warstwę wozówkową, natomiast mur dochodzący – jako warstwę główkową,
- mur główny (warstwa wozówkowa) przechodzi przez mur dochodzący w miejscu ich przenikania się,
- spoiny pionowe poprzeczne w warstwie wozówkowej powinny być przesunięte o  $\frac{1}{4}$  lub  $\frac{3}{4}$  cegły względem krawędzi przecięcia się murów.

Zasady te można zauważyć, jeżeli zanalizuje się układ cegieł pokazany na rysunku 4.6.

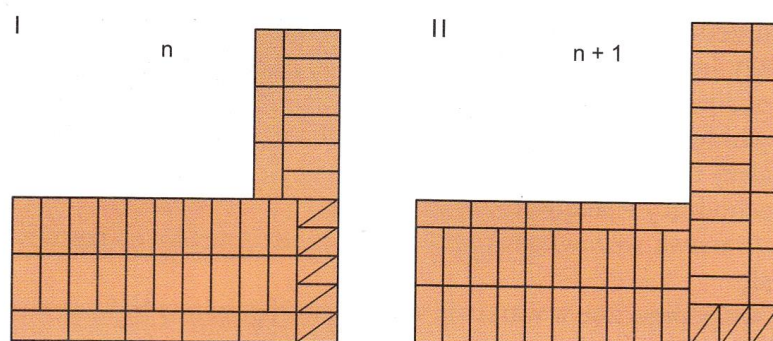


**Rys. 4.6.** Wiązanie cegieł w murach przenikających się pod kątem prostym: a) o jednakowej grubości murów, b) z jednoczesną zmianą grubości murów, c) przenikających się pod kątem

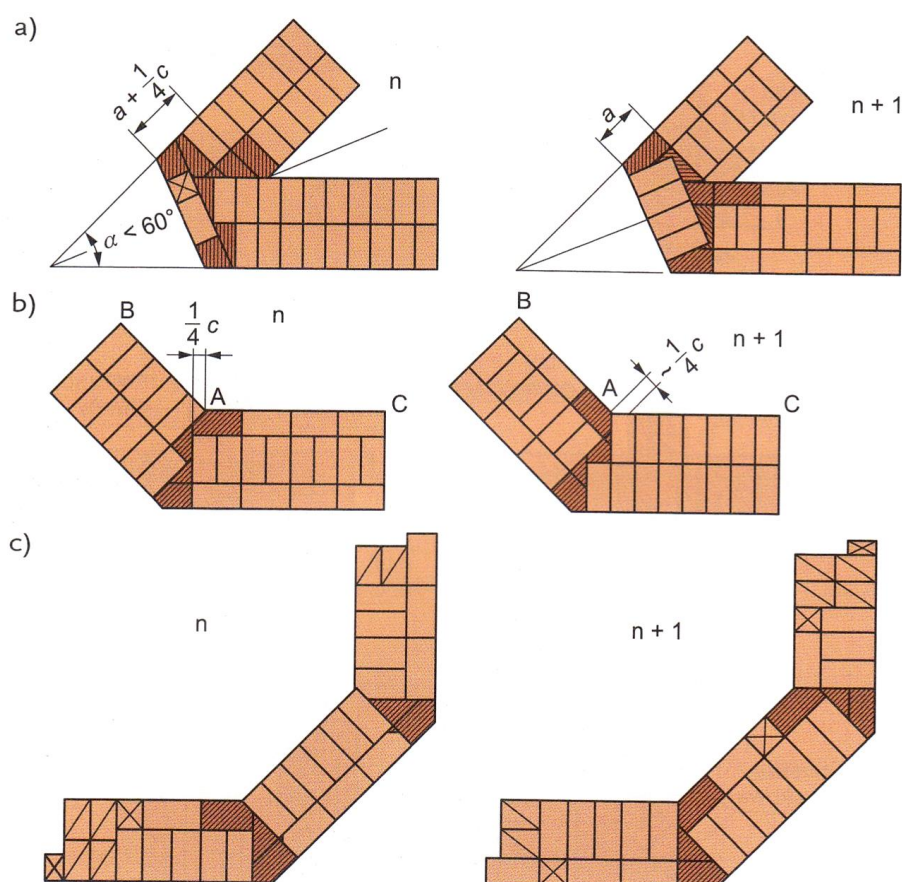
Cegły w narożnikach prostokątnych układa się analogicznie jak w murach przenikających się pod kątem prostym, jednak w narożniku wykonuje się zakończenie wozówkowe (rys. 4.7, s. 84).

Bardziej skomplikowane jest wykonanie narożników murów dochodzących do siebie pod kątem. Przykładowy układ cegieł, z uwzględnieniem kąta, pod jakim łączą się mury, pokazano na rysunku 4.8 (s. 84).



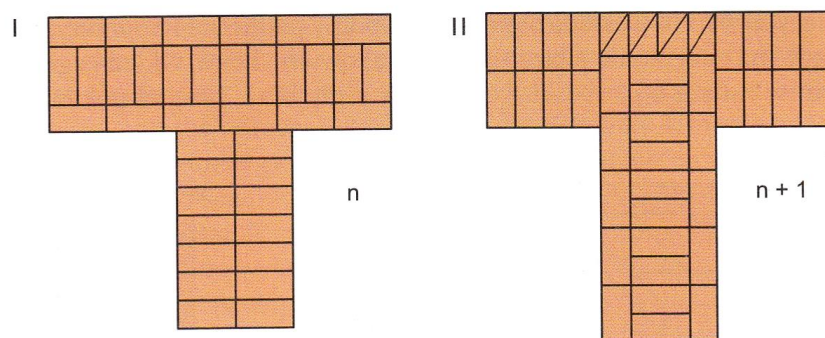


Rys. 4.7. Narożnik prostokątny



Rys. 4.8. Układ cegieł w narożnikach: a) 2 warstwy muru w narożniku ostrym przy kącie wierzchołkowym mniejszym od  $60^\circ$ , b) 2 warstwy muru w narożniku rozwartym, c) 2 warstwy cegieł w ściętym narożniku rozwartym

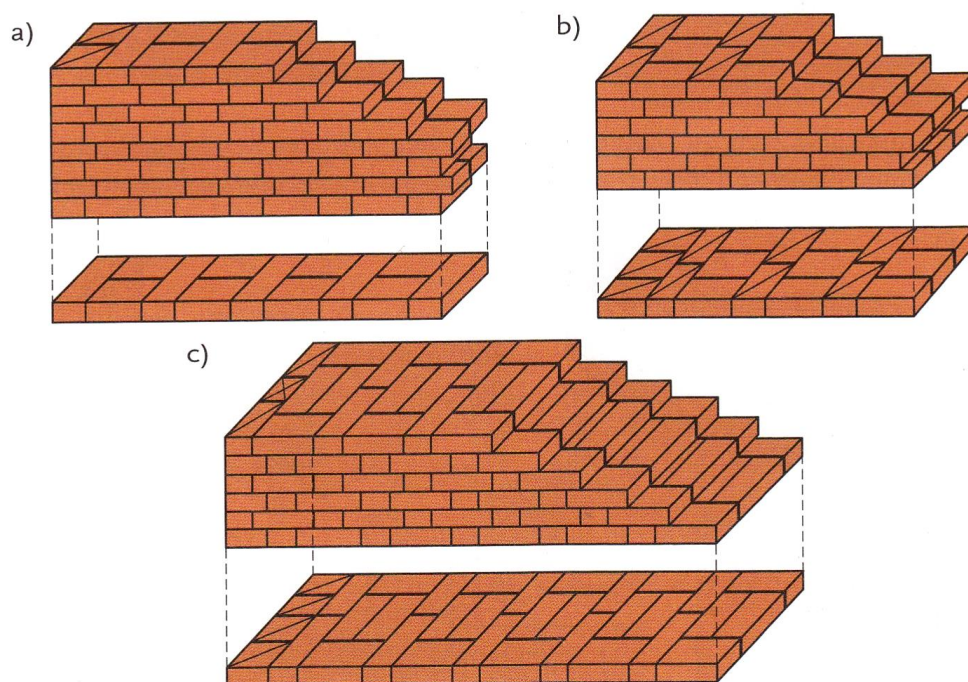
Mury przenikają się w każdej warstwie na zmianę. W narożniku przecinającym się pod kątem ostrym (rys. 4.8a) mur główkowy „A” wchodzi w głąb muru wozówkowego „B” – w warstwie I, a w warstwie II mur główkowy wchodzi w mur wozówkowy „A”. W narożniku rozwartym cegły przycina się tak, jak pokazano na rysunku 4.8b, a spoiny końcowe warstwy wozówkowej przesuwają się o  $\frac{1}{4}$  cegły. Naroże rozwarte w ściętym narożniku budynku wykonuje się za pomocą przewiązania cegły, jak na rysunku 4.8c. W takim przypadku zamiast wierzchołka kąta otrzymuje się trzeci mur, którego długość wewnętrzną dobiera się tak, aby była ona wielokrotnością wymiarów cegieł całych lub połówek, powiększoną o wymiar spoin.



**Rys. 4.9.** Dwie kolejne warstwy muru w kształcie litery T

Układ cegieł w dwóch kolejnych warstwach murów w kształcie litery T pokazano na rysunku 4.9.

**Wiązanie polskie** (gotyckie) składa się z dwóch warstw układanych na przemian, lecz przesuniętych wzdłuż muru o  $\frac{3}{4}$  cegły. W każdej warstwie w licu są kolejno główki i wozówki. W tym wiązaniu nie ma całkowitego przewiązania spoin – spoiny podłużne nie są przykryte pełnymi powierzchniami cegieł następnej warstwy. Jest to bardzo efektowne wiązanie, lecz trudne do wykonania. Głównie wykonuje się je w obiektach sakralnych. Przykład wiązania w murze o grubości 1 cegły pokazano na rysunku 4.10a, o grubości  $1\frac{1}{2}$  cegły – na rysunku 4.10b, o grubości 2 cegieł – na rysunku 4.10c.

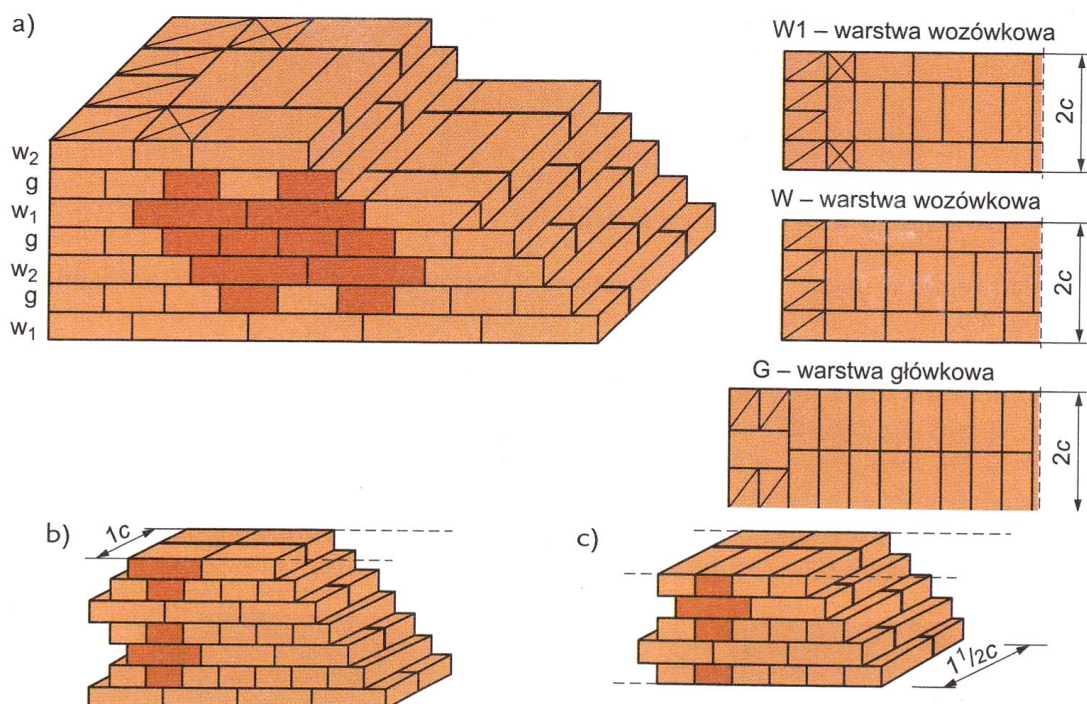


**Rys. 4.10.** Wiązanie polskie (gotyckie): a) mur grubości 1 cegły, b) mur grubości  $1\frac{1}{2}$  cegły, c) mur grubości 2 cegieł

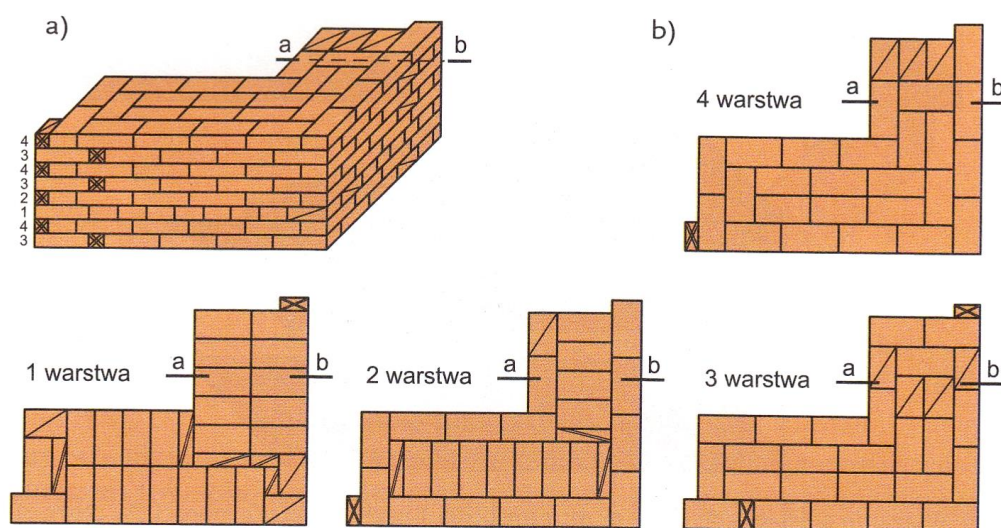
**Wiązanie krzyżkowe** (weneckie) jest wiązaniem dwuwarstwowym, złożonym z warstwy wozówkowej i główkowej występujących na przemian. Warstwy wozówkowe są względem siebie przesunięte o  $\frac{1}{2}$  cegły, ponieważ w co drugiej z nich po dziewiątkach



rozpoczynających warstwę układa się główkę. Spoiny podłużne i poprzeczne są przewiązane. Ten mur ma zazębienia (strzępia) o jednakowym skoku. Układ cegieł w wiązaniu krzyżkowym w murze o grubości 1 cegły,  $1\frac{1}{2}$  cegły oraz 2 cegieł pokazano na rysunku 4.11.



**Rys. 4.11.** Fragment muru w wiązaniu krzyżkowym: a) mur o grubości 2 cegieł – widok i kolejne warstwy; b) mur o grubości 1 cegły, ze strzępami; c) mur o grubości  $1\frac{1}{2}$  cegły, ze strzępami

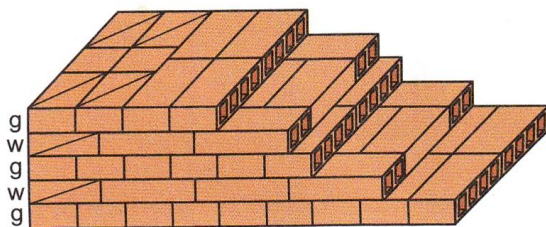


**Rys. 4.12.** Mur amerykański o grubości 2 cegieł: a) widok, b) kolejne warstwy

W omawianych sposobach wiązania cegieł w murze dwie warstwy układa się na przemian. W wiązaniu wielowarstwowym wykonuje się cztery zasadnicze warstwy o różnym układzie cegieł. Przykładem wiązania wielowarstwowego jest wiązanie amerykańskie.

**W wiązaniu wielorzędowym** (amerykańskim) spoiny podłużne są rozmieszczone co  $\frac{1}{2}$  cegły w kierunku grubości muru i przykrywane główkami dopiero w szóstej warstwie. Mur jest zbudowany z czterech rodzajów warstw, z których warstwa pierwsza z główkami na zewnątrz w narożach ma ułożone 2 dziewiątki. Umożliwia to przykrycie spoin poprzecznych. Niekiedy pozostawia się spoiny podłużne niewypełnione zaprawą, co zwiększa izolacyjność ściany. Nieprzykryte spoiny wpływają na szybsze wysychanie muru, podwyższają odporność na pękanie przy nierównomiernym osiadaniu murów oraz zmniejszają koszt jego wykonania. Wiązanie w warstwach muru amerykańskiego pokazano na rysunku 4.12 (s. 86).

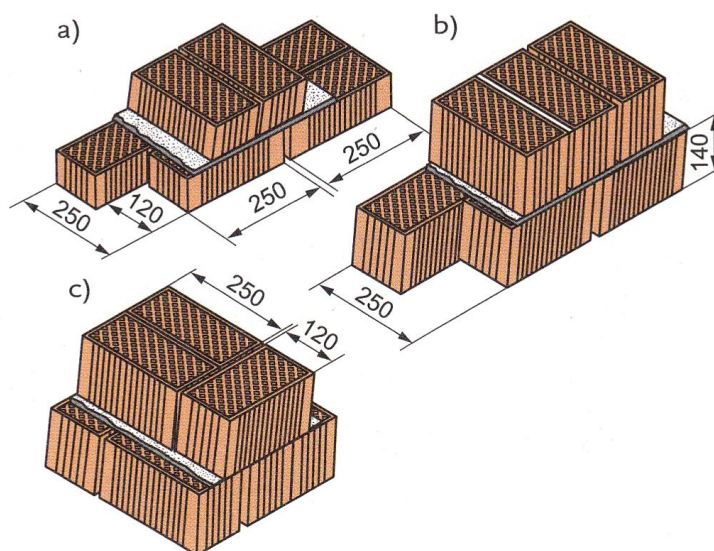
**Mury z cegieł dziurawek** wykonuje się za pomocą wiązań takich jak przy murach z cegły pełnej. Należy jednak uważać, aby otwory cegieł nie znajdowały się w licach ścian zewnętrznych. Warstwy wozówkowe wykonuje się z cegieł typu W, a główkowe – z cegieł typu G. W razie braku tych dwóch typów cegieł można zastosować w narożnikach ścian cegły pełne (rys. 4.13).



**Rys. 4.13.** Mur z cegieł dziurawek

g – warstwa główkowa, w – warstwa wozówkowa

**Mury z cegieł kratówek** wykonuje się tak jak mury z cegły pełnej. Cegła kratówka (cegła drążona) jest często uzupełnieniem w trakcie stawiania ścian z pustaków ceramicznych. Z cegły typu K-1 i K-2 można wznosić mury wewnętrzne i zewnętrzne. Na rysunku 4.14 pokazano przykłady wiązania w murze z cegieł kratówek.



**Rys. 4.14.** Wiązanie murów z cegieł kratówki: a) typu K-1 i grubości 25 cm, b) typu K-2 i grubości 25 cm, c) typu K-2 i grubości 38 cm



# Mur z pustaków ceramicznych

## Z TEGO ROZDZIAŁU DOWIESZ SIĘ:

- w jaki sposób układa się pustaki w murze
- jak układać pustaki, żeby zapewnić izolacyjność cieplną ściany

**Mury z pustaków ceramicznych** układa się zgodnie z ogólnymi zasadami wiązania. Minimalne przesunięcie spoin pionowych zależy od wysokości murowanego elementu. Przesunięcie spoin w sąsiadujących ze sobą warstwach powinno wynosić minimum 0,4 wysokości pustaka.

Z uwagi na wielkość pustaków zalicza się je do tzw. materiałów wielkoformatowych. Jeżeli budowa muru wymaga zastosowania ułamkowych części pustaka, to ze względu na trudności w uzyskaniu odpowiedniego wymiaru korzysta się z elementów uzupełniających, np. cegieł uzupełniających, modularnych lub kratówek. Mury z pustaków ceramicznych nie mogą być stosowane niżej niż 0,5 m ponad terenem. Ze względu na liczne pustki powietrzne pustaki układa się w murze zależnie od tego, jakie funkcje ma spełniać ściana.

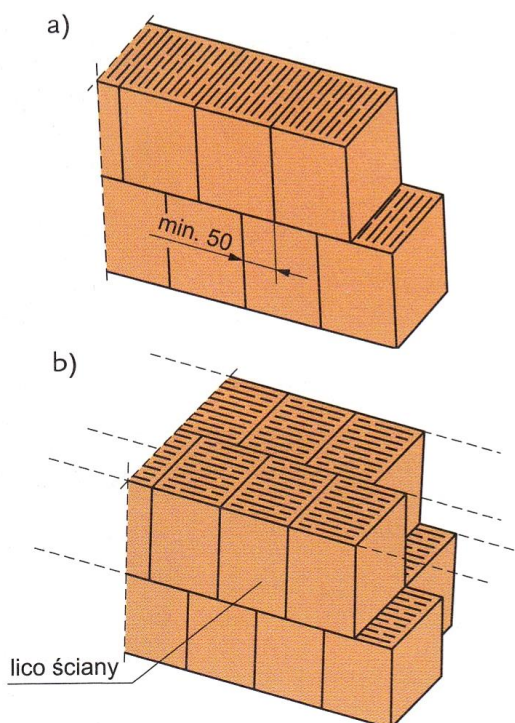
Na rysunku 4.15a pokazano ustawienie pustaków w jednowarstwowej ścianie wewnętrznej. W ścianach zewnętrznych, ze względu na izolacyjność cieplną, pustaki układamy szczelinami równoległe do lica muru (rys. 4.15b).

Ustawienie pustaków szczelinami równoległe do lica muru zwiększa liczbę szczelin powietrznych na drodze przepływu strumienia ciepła, a tym samym zwiększa opór cieplny przegrody.

Pustaki mogą być łączone w murze:

- na spoiny zwykłe (8–15 mm),
- na spoiny pasmowe (8–15 mm),
- na spoiny cienkie (1–3 mm),
- na pióro i wpust,
- na suchy styk.

Łączenie pustaków na pióro i wpust nie wymaga stosowania zaprawy murarskiej w spoinach pionowych, a więc znacznie przyspiesza czas układania muru oraz zmniejsza jego koszt.



**Rys. 4.15.** Przykłady ustawienia pustaków w murze: a) ustawienie szczelinami prostopadłe do lica muru, b) ustawienie równoległe do lica muru

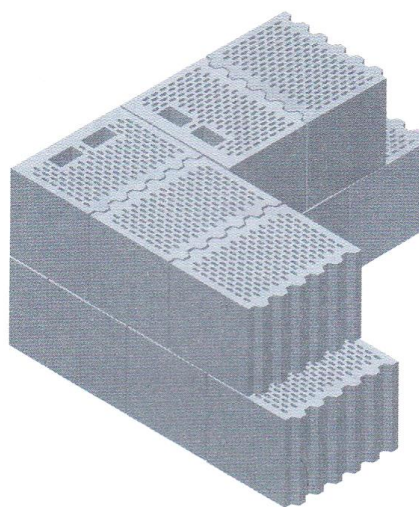


Do murowania na cienkie spoiny klejowe nadają się tylko pustaki wykonane z dużą dokładnością (które łatwo spasować), niektóre odmiany bloczków z betonu komórkowego i bloczki silikatowe.

Na suchy styk elementy łączy się pianą poliuretanową.

Murowanie ścian zewnętrznych rozpoczyna się od wyprowadzenia narożników.

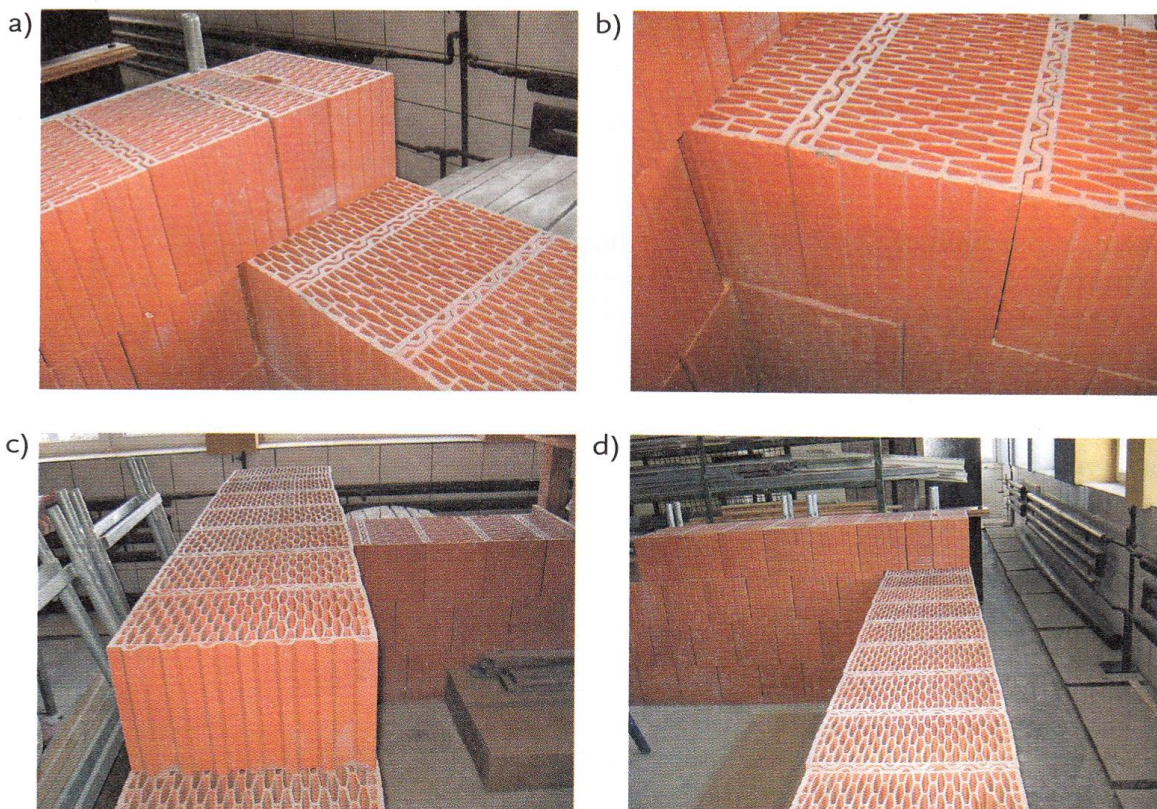
W narożnikach ścian jednowarstwowych oraz wokół otworów okiennych lub drzwiowych można użyć pustaków kieszeniowych (rys. 4.16) lub pustaków półłukowych i narożnikowych.



**Rys. 4.16.** Narożnik ściany z pustaków kieszeniowych

## PYTANIA I POLECENIA

1. W jaki sposób układa się mury z pustaków ceramicznych?
2. Czy mury ceramiczne można stosować do budowania fundamentów?
3. W jaki sposób należy ułożyć pustaki ceramiczne, aby zapewnić izolacyjność termiczną ściany?
4. Kiedy nie stosuje się zaprawy murarskiej do łączenia pustaków?
5. Omów technikę murowania narożników pokazaną na zdjęciach.



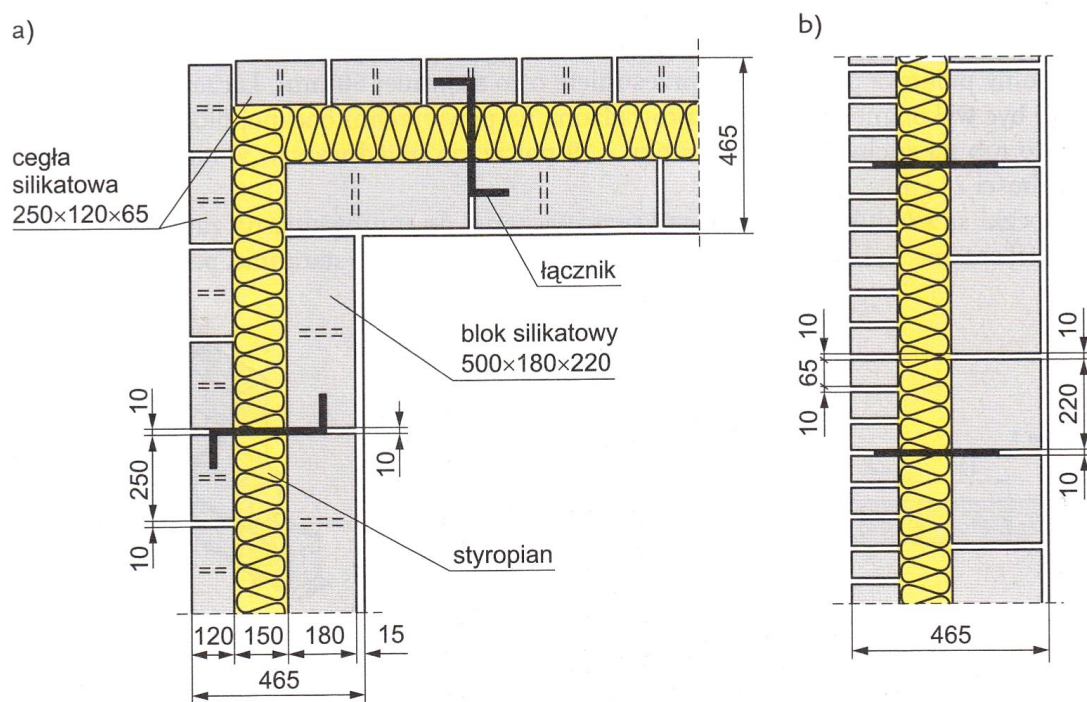


# Mury z wyrobów silikatowych, betonowych i gazobetonu

## Z TEGO ROZDZIAŁU DOWIESZ SIĘ:

- gdzie można stosować cegłę silikatową
- jakie zasady wiązania stosuje się podczas wykonywania murów z pustaków betonowych
- jakie rodzaje spoin można stosować do łączenia bloczków gazobetonowych

**Mury z cegieł silikatowych** stawia się tak jak mury z cegieł ceramicznych. Mury z bloczków wykonuje się według tej samej zasady co mur z pustaków ceramicznych (rys. 4.17). Ściany muruje się z zachowaniem zasad wiązania. Elementy silikatowe stosuje się do wznoszenia ścian konstrukcyjnych, ścian zewnętrznych warstwowych oraz wewnętrznych i działowych.



**Rys. 4.17.** Przykład warstwowej ściany z wykorzystaniem materiałów silikatowych: a) przekrój poziomy, b) przekrój pionowy

**Mury z pustaków i bloczków betonowych** wykonuje się zgodnie z ogólnymi zasadami murowania. Przykład muru wykonanego z pustaków betonowych Alfa pokazano na rysunku 4.18 (s. 92).





spoiny nie pozwalają zniwelować ewentualnych niedokładności. Wiązanie muru z blozków gazobetonowych w narożniku pokazano na rysunku 4.20 (s. 92), natomiast połączenie ściany wewnętrznej z zewnętrzną – na rysunku 4.21 (s. 92).

**ŹRÓDŁO:** Kozłowski M., Maj T., Popek M.: Wykonywanie i kontrolowanie robót konstrukcyjno-budowlanych, t.1, WSiP 2018