Katalog techniczny

Ceramiczna perfekcja

CERPOL

www.cerpol.com.pl

Ceramika w budownictwie

Katalog techniczny

Opracowanie:
mgr inż. Piotr Wojtasik

Wydanie II
Gliwice, lipiec 2009

Katalog techniczny, który stworzyliśmy, kierujemy przede wszystkim do Architektów i Projektantów. Liczymy jednak na to, że będzie on również ciekawą lekturą i uzupełnieniem informacji praktycznych dla Wykonawców oraz Studentów Wydziałów Architektury i Budownictwa. Na jego kartach znajdą Państwo informacje o ceramice i jej zastosowaniu w budownictwie. Pragniemy, aby katalog ten stał się dla Państwa przewodnikiem w projektowaniu i wykonaniu tego, co trwałe, funkcjonalne i piękne. W niniejszym opracowaniu zebraliśmy wyłącznie informacje techniczne - przekształcenie ich w emocje pozostawiamy Państwa wrażliwości i doświadczeniu.

Prosimy Państwa o uwagi dotyczące naszej publikacji. Posłużą nam one do wzbogacenia kolejnego wydania katalogu. Wszelkie sugestie prosimy kierować na adres e-mailowy: p.wojtasik@cerpol.com.pl lub telefonicznie: 032 23 94 142.

Spis treści

1. Wyroby CERPOL ... 6
1.1. Pustaki ścienne - rodzaje ... 7
1.2. Pustaki ścienne - parametry techniczne ... 8
1.3. Pustaki wentylacyjne - parametry techniczne i zastosowanie ... 9
1.4. Pustaki stropowe ... 11
2. Fizyka budowli ... 13
2.1. Układ warstw ... 13
2.2. Dyfuzja pary wodnej ... 13
2.3. Kondensacja pary wodnej ... 14
2.4. Analiza cieplno - wilgotnościowa ściany jedno- i trójwarstwowej ... 15
3. Ściany ... 17
3.1. Ściany z pustaków CERPOL ... 17
3.2. Izolacyjność termiczna ścian ... 20
3.3. Odporność ogniowa ścian ... 22
3.4. Wiązanie elementów murowych w ścianie ... 23
3.5. Dobór elementów murowych i zapraw ... 33
3.6. Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie ... 34
3.7. Wytrzymałość charakterystyczna muru na ścinanie ... 35
3.8. Wytrzymałość charakterystyczna muru na zginanie ... 36
3.9. Ściany piwnic ... 37
3.10. Ściany nośne ... 38
3.10.1. Obliczanie nośności ścian ... 38
3.11. Wieńce żelbetowe ... 39
3.12. Przerwy dylatacyjne ... 40
3.13. Oparcie stropów na ścianach ... 41
4. Przepisy prawne ... 42
4.1. Oznaczenia normowe - karta techniczna produktu ... 42
4.2. Dopuszczalne odchyłki wymiarowe ... 44
5. Ściana 3-warstwowa - informacje praktyczne ... 45
5.1. Przygotowanie fundamentu ... 45
5.2. Izolacja przeciwwilgociowa ... 47
5.3. Wentylacja ściany warstwowej ... 53
5.4. Kotwienie ... 59
5.5. Rodzaje kotwi ... 60
5.6. Dylatacje ... 61
5.7. Nadproża ... 67
5.8. Łączenie cegieł klinkierowych na elewacji z tynkiem ... 79
6. Dachy ... 80
6.1. Wiadomości ogólne ... 80
6.2. Wybór pokrycia ... 81
7. Wybrane materiały pokryć ... 83
7.1. Dlaczego dachówki ceramiczne? ... 83
7.2 Produkcja dachówki ceramicznej ... 84
7.3. Wymagania dla dachówek ceramicznych ... 84
7.4 Odchyłki wymiarów i kształtu ... 84
8. Konstrukcja dachu ... 86
8.1. Podstawowe informacje techniczne ... 86
8.2. Szerokość szczeliny wentylacyjnej - obliczanie ... 87
9. Dachówka Karpiówka ... 88
9.1. Krycie dachówką Karpiówką ... 88
9.1.1. Krycie podwójne w koronkę ... 88
9.1.2. Krycie podwójnie w łuskę ... 88
9.1.3. Krycie pojedyncze w łuskę ... 89
9.2. Łączenie połaci dachu ... 89
9.2.1. Rozstaw łat ... 90
9.2.2. Dobór przekroju łat dachowych ... 90
9.3. Geometria kosza dachowego ... 91
9.4. Zasady kosza przewiązanego ... 99
9.5. Wykonanie tzw. wolego oka ... 100
10. Dachówka zakładkowa Wita ... 101
10.1. Krycie dachówką zakładkową ... 101
10.2. Mocowanie dachówki zakładkowej ... 102
10.3. Łacenie połaci dachu ... 106
10.3.1. Dobór przekroju łat dachowych ... 106
10.4. Ceramiczne elementy uzupełniające ... 109

1. Wyroby CERPOL

Wprowadzenie

Mamy przyjemność oddać w Państwa ręce Katalog techniczny, w którym zebraliśmy informacje dotyczące projektowania i wykonywania ścian oraz stropów z produkowanych przez nas wyrobów. Staraliśmy się w sposób możliwie prosty i czytelny przedstawić wymagania stawiane obecnie projektowanym konstrukcjom murowym oraz sposoby ich realizacji. W każdym temacie odnieśliśmy się do konkretnych norm i zapisów w celu weryfikacji podanych informacji. W katalogu tym poświęciliśmy też sporo miejsca takim sprawom, jak izolacyjność termiczna ścian, oraz porównaliśmy technologie z punktu widzenia fizyki budowli z wyjaśnieniem zjawisk zachodzących w ścianach.

Znajdą tu Państwo zatem nie tylko informacje czysto techniczne i parametry wyrobów, ale także poparte praktyką rady, jak uniknąć pewnych problemów czy wręcz błędów nie zawsze możliwych do przewidzenia w fazie projektowania lub w fazie wstępnej realizacji.

Wierzymy, że publikacja ta przyczyni się do zwiększenia świadomości wśród inwestorów, a architektom, konstruktorom i wykonawcom ułatwi pracę oraz pozwoli uniknąć wielu błędów.

Technologią, która łączy wszystkie te cechy, jest technologia ściany trójwarstwowej z elewacją klinkierową. Cegła klinkierowa jest materiałem znanym i stosowanym od stuleci, ciągle ulepszana odpowiada zmieniającym się potrzebom i rosnącym wymaganiom. Żadna inna technologia wykonania elewacji nie gwarantuje tak szerokich możliwości kształtowania elewacji oraz detali architektonicznych.

Na wyroby ceramiczne produkowane przez CERPOL składają się:

- pustaki ścienne o module 188 mm
- pustaki ścienne o module 220 mm
- pustaki ścienne o module 238 mm
- pustaki stropowe Ackerman 180/200 mm
- pustaki wentylacyjne typu C1

W naszych wyrobach jest coś więcej niż glina - zawierają one całą naszą wiedzę. Ponad 30-letnie doświadczenie i ogromne zaangażowanie w to, by przekazać Państwu doskonałe jakościowo produkty. Pomagają nam w tym również najnowocześniejsze maszyny i światowa technologia produkcji.

Nasze laboratorium prowadzi kontrolę wszystkich parametrów jakościowych i technicznych wyrobów na poszczególnych etapach produkcji, a systematyczna kontrola niezależnych placówek badawczych potwierdza ich wysoką jakość.

Zdobyte przez nas nagrody i wyróżnienia świadczą natomiast o tym, że oferowane przez nas wyroby ścienne i stropowe należą do najlepszych na rynku.

1. Wyroby CERPOL

1.1. Pustaki ścienne - rodzaje

Pustaki ścienne CERPOL produkowane są w trzech modułach wysokościowych: 188, 220 oraz 238 mm. Podział ten wynika głównie z tradycji używania w poszczególnych regionach Polski danego formatu. Kolejnym powodem jest dopasowanie się do innych producentów ceramiki tak by wyroby te mogły się w niektórych sytuacjach uzupełniać lub wręcz, w razie konieczności, zastępować. Jeden z trzech wymienionych modułów (moduł 238 mm) wyróżnia się sposobem uformowania powierzchni bocznej (połączenie typu pióro-wpust). Powierzchnie boczne pozostałych modułów są proste (płaskie).

Pustaki CERPOL przeznaczone są na ściany warstwowe (dwu- lub trójwarstwowe). Ściany jednowarstwowe, aby móc konkurować pod względem parametrów ze ścianami warstwowymi musiałyby być bardzo grube (więcej informacji na ten temat znajduje się w dziale Fizyka budowli).

W ofercie firmy CERPOL znajdują się wyroby, których wymiary w kierunku płaszczyzny ściany nawiązują zarówno do modułu n x 125 mm, jak i wyroby o wymiarach od tego modułu odbiegające, np. tradycyjny MAX. W efekcie każdy inwestor niezależnie od gabarytów budynku znajdzie w naszej ofercie pustak skrojony na własną miarę.

Ze względu na szerokość pustaka (grubość ściany) mamy do zaoferowania wyroby: 300 mm, 288 mm, 250 mm oraz 120 mm, 115 mm, 88 mm.

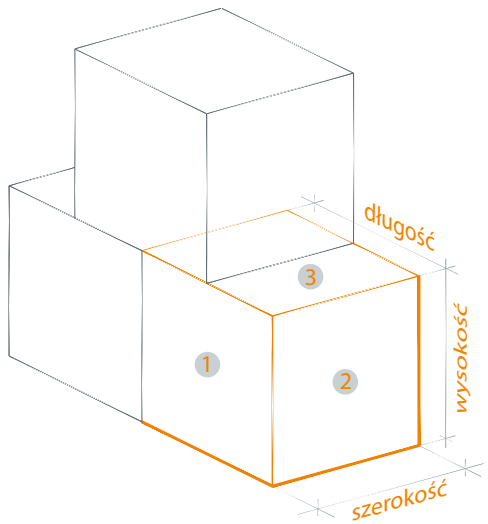
Wyroby CERPOL można podzielić na dwie grupy:

Konstrukcyjne - które pozwalają przy danym poziomie obciążeń optymalnie wykorzystać swoją nośność, bezpiecznie przenieść obciążenia, oprzeć stropy oraz wykształcić niezbędne elementy konstrukcyjne, takie jak nadproża czy wieńce.

Przeznaczone do ścian działowych.

Poszczególne wyroby, oprócz różnic wymiarowych, charakteryzuje jeszcze różny sposób ukształtowania powierzchni bocznych (na płasko lub pióro-wpust).

Wszystkie wyroby znakowane są w jednolity sposób:
Nazwa XXX/YYY, np. MAX 288/220.
Liczba po nazwie oznacza wymiar [mm] pustaka prostopadły do płaszczyzny czołowej ściany. Liczba po znaku ukośnika oznacza moduł (wysokość pustaka) w [mm].
W przypadku modułu 238 mm pojawia się dodatkowe oznaczenie P+W : Nazwa XXX/238 P+W. Oznacza ono, że pustak łączony jest na tzw. pióro-wpust.



1 - powierzchnia czołowa
2 - powierzchnia boczna
3 - powierzchnia wsporna

1. Wyroby CERPOL

1.2. Pustaki ścienne - parametry techniczne

Pustaki ścienne CERPOL są produkowane w klasach 15 i 20. Np. klasa 15 oznacza, że znormalizowana wytrzymałość średnia pustaka jest nie mniejsza niż 15 MPa (150 kg/cm^2).

Typy pustaków ściennych produkowanych w CERPOL, ich wymiary, masę i inne parametry podaje tabela 1.

Moduł	Pustak	Wymiary [mm]			Masa [kg]	Zużycie [szt/m^2]	Klasa wytrzymałości
		Długość	Szerokość	Wysokość /moduł			
220	MAX 288/220	188	288	220	10,5	22	15
	U 220	188	250		10,5	22	15
	UNI-MAX 250/220	188	250		9,5	22	15
	miniMAX 120/220	288	120		7,7	14,5	20
	Cegła K-3	250	120		6,5	16,7	15
	miniMAX 88/220	288	88		5,8	14,5	20
238	MEGA-MAX 250/238 P+W	375	250	238	18,7	10,7	15
	MEGA-MAX 300/238 P+W	248	300		14,5	16	15
	miniMAX 115/238 P+W	465	115		12,4	8,5	15
	Kroterm 115/238 P+W	365	115		9,3	11	15
	Kroterm 250/238 P+W	380	250		21	10,5	15
188	MAX 288/188	188	288	188	9,2	25	15
	UNI-MAX 250/188	188	250		8,3	25	15
	miniMAX 120/188	288	120		6,2	17	20
	miniMAX 88/188	288	88		5,0	17	20

Tabela 1. Typy pustaków ściennych CERPOL.

1. Wyroby CERPOL

1.3. Pustaki wentylacyjne - parametry techniczne i zastosowanie

Ceramiczne pustaki wentylacyjne produkowane przez CERPOL służą do wykonywania przewodów wentylacyjnych. Pojedynczy przewód wentylacyjny ma przekrój zewnętrzny 19 x 19 cm i wysokość 25 cm. Wewnętrzna średnica kanału wykonanego z pustaka ceramicznego wynosi 15 cm. Kanały wentylacyjne mogą być wykonywane jako pojedyncze lub w zestawach, każdorazowo kotwione do ściany konstrukcyjnej.

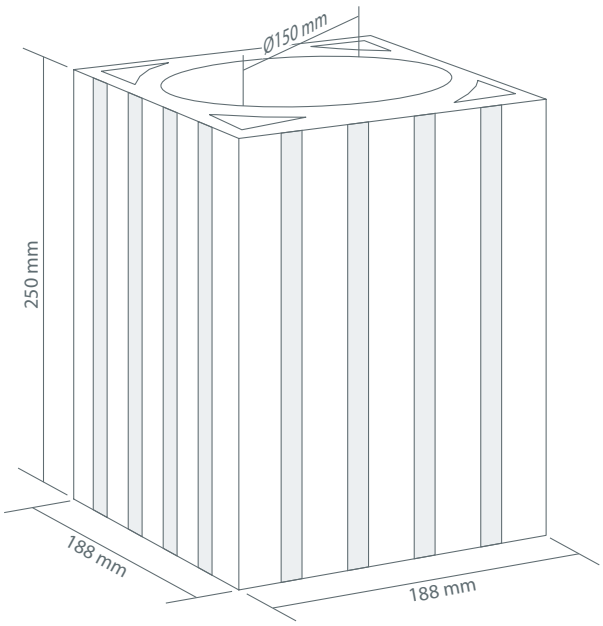
Podstawowe wymagania

Ceramiczne pustaki wentylacyjne produkowane są zgodnie z normą PN-B-12006:1997/Az1:2001. Ogólne wymagania dotyczące przewodów wentylacyjnych zawarte są w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury nr 75 poz. 690 z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Szczegółowe wymagania w zakresie doboru rodzaju wentylacji, wielkości strumienia powietrza dla poszczególnych pomieszczeń określa norma PN-83-B 03430/Az3:2000 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej - wymagania". Norma ta określa, w jakich pomieszczeniach powinny znaleźć się wloty do przewodów wentylacyjnych oraz minimalne strumienie objętości powietrza, jakie powinny wymieniać [m^3/h].

W budynkach mieszkalnych:

- dla kuchni z oknem zewnętrznym, wyposażonej w kuchnię gazową lub węglową - 70 m^3/h,
- dla kuchni z oknem zewnętrznym, wyposażonej w kuchnię elektryczną:
  - w mieszkaniu dla 3 osób - 30 m^3/h;
  - w mieszkaniu dla więcej niż 3 osób - 50 m^3/h;
  - dla kuchni bez okna zewnętrznego lub wnęki kuchennej, wyposażonej w kuchnię elektryczną - 50m^3/h;
  - dla łazienki (z WC lub bez) - 50 m^3/h;
  - w wydzielonym WC - 30 m^3/h;
  - w pomocniczym pomieszczeniu bez okien - 15 m^3/h.
- dla kuchni bez okna zewnętrznego wyposażonego w kuchnię gazową powinny mieć mechaniczną wentylację wywiewną, a usuwany strumień powietrza powinien wynosić 70 m^3/h.

Zaleca się projektowanie urządzeń, które pozwolą zwiększyć ilość powietrza usuwanego z kuchni w czasie jej użytkowania do wielkości 120 m^3/h.



Siłą napędową wentylacji naturalnej jest różnica gęstości powietrza zimnego na zewnątrz pomieszczeń i ciepłego w pomieszczeniach. Znając róznice temperatur powietrza zewnętrznego i wewnętrznego oraz wysokość kanału wentylacyjnego, można wyznaczyć prędkość przepływu powietrza, która umożliwi określenie przepustowości kanału o znanym przekroju.

Jak się okazuje, stosowana (również obecnie) metoda doboru wymiarów przewodów wentylacyjnych za pomocą tablic Degena, w świetle najnowszych analiz, nie zapewnia dostatecznej wentylacji pomieszczeń. Zagadnienie to zbadał prof. Edmund Nowakowski i to tablice jego autorstwa wykorzystano w niniejszym opracowaniu, zestawiając wielkości strumieni objętości powietrza dla kanału z ceramicznego pustaka wentylacyjnego.

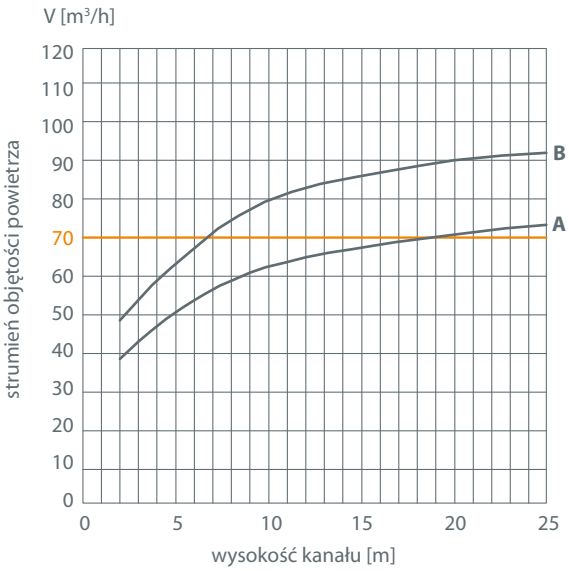
Założenia normy PN-83/B 03430/Az3:2000 przewidują, że przekroje przewodów wentylacji grawitacyjnej powinny zapewnić dotrzymanie podanych powyżej norm strumieni objętości powietrza w następujących warunkach:

- temperatura zewnętrzna - 12°C;
- temperatura w pomieszczeniu, z którego jest usuwane powietrze, równa temperaturze obliczeniowej wg PN-83/B02404, dla pomieszczen nieogrzewanych (np. piwnic) należy przyjmować 16°C;
- regulowane otwory doprowadzajace powietrze zewnętrzne w położeniu otwartym;
- nie należy uwzględniać różnic ciśnień spowodowanych działaniem wiatru.

1. Wyroby CERPOL

Ze względu na fakt, że w normie PN-82/B-02402 temperatura powietrza w pomieszczeniach wynosi **+20°C** (pokoje mieszkalne, biura itp.) oraz **+25°C** (łazienki, przebieralnie), do tych temperatur ograniczono zakres materiału projektowego do doboru przewodów wentylacyjnych. Więcej informacji oraz opracowanie dla szerszego zakresu temperatur czytelnik znajdzie w opracowaniu Edmunda Nowakowskiego *Strumienie objętości powietrza w przewodach wentylacji grawitacyjnej* (Cz.II. COW-11/1997 r.).

Zgodnie z Dziennikiem Ustaw nr 75, poz. 690, rozdział 6, paragraf 267.1: „Przewody wentylacyjne powinnny być wykonywane z materiałów niepalnych, a palne izolacje cieplne i akustyczne oraz inne palne okładziny przewodów wentylacyjnych mogą być stosowane tylko na zewnętrznej ich powierzchni, w sposób zapewniający nierozprzestrzenianie ognia". Odległość nieizolowanych przewodów wentylacyjnych od wykładzin i powierzchni palnych powinna wynosić co najmniej 0,5 m. Zaleca się, by przewody wentylacyjne wyprowadzić ponad dach na wysokość zabezpieczającą przed zawiewaniem. Zabrania się wykonywania zbiorczego przewodu wentylacji grawitacyjnej. Każdy przewód wentylacyjny powinien być wyposażony w rewizję, która umożliwi jego inspekcję i oczyszczenie. W stosunku do przewodów wentylacji nie określa się żadnych dodatkowych wymagań odnośnie odporności ogniowej EI, wyjątek stanowią przewody wentylacji oddymiającej, które powinny mieć klasę odporności ogniowej EI stropu [tabela Dz. U. nr 75, poz. 690, rozdział 6, paragraf 216.1].



kanał o średnicy 150 mm; chropowatość przewodu k = 3 mm
A: ti = 20°C; te = 12°C; delta t = 8 K
B: ti = 25°C; te = 12°C; delta t = 13 K

Z powyższego wykresu wynika, że dla średniej wysokości kanału wentylacyjnego (8 m), aby spełnić wymaganie wymiany powietrza dla kuchni (krzywa A) z piecem gazowym lub węglowym (V = 70 m³/h), konieczne jest zastosowanie podwójnego przewodu wentylacyjnego, który da strumień objętości powietrza na poziomie 115 m³/h .

1. Wyroby CERPOL

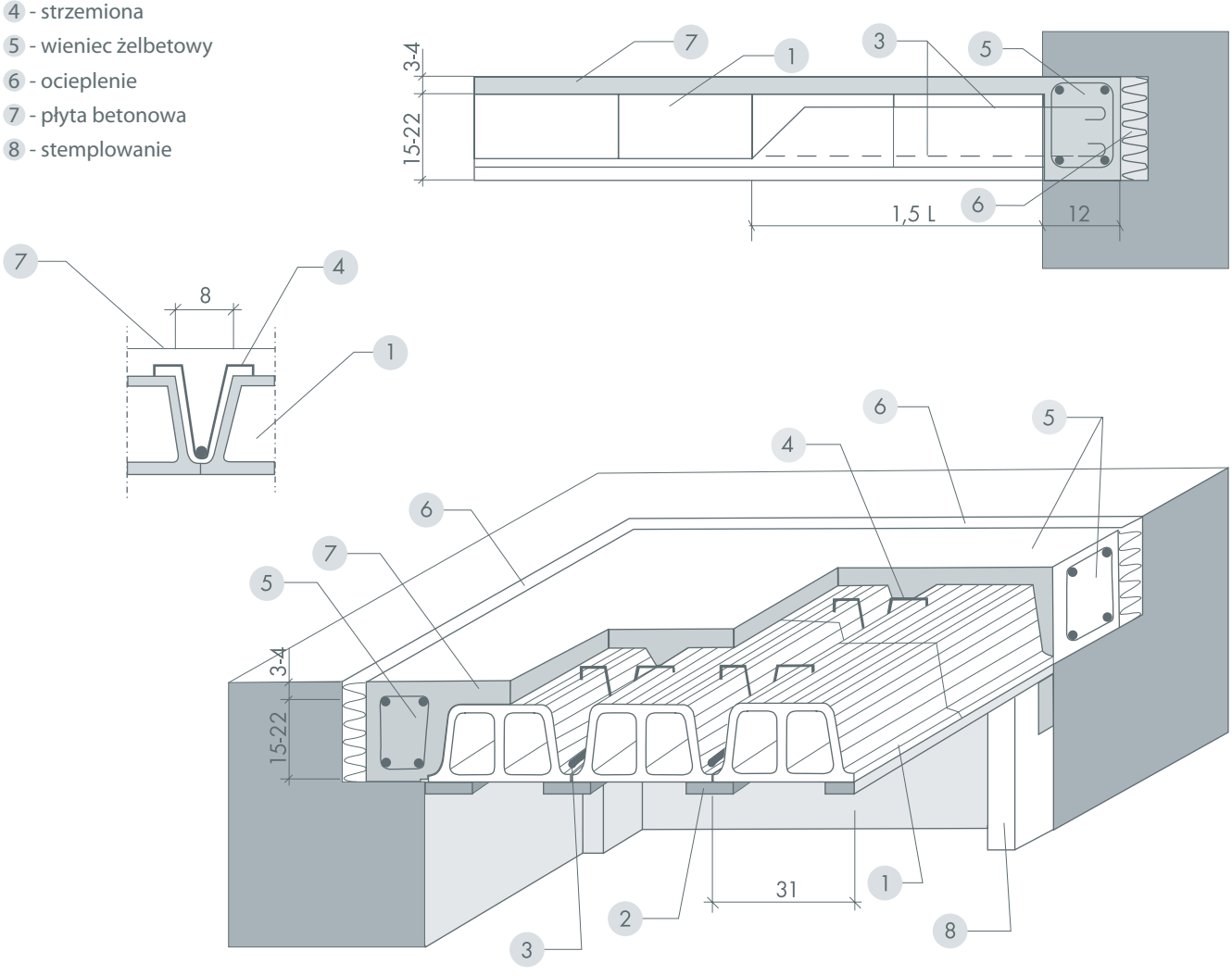
1.4. Pustaki stropowe

Charakterystyka ogólna

Strop Ackermana – jest stropem przeznaczonym do budownictwa mieszkaniowego, zagrodowego i usługowego. Strop Ackermana jest stropem gęstożebrowym i ma konstrukcję ceramiczno-żelbetową, wykonaną na budowie z gotowych pustaków ceramicznych, prętów zbrojeniowych i betonu monolitycznego klasy nie niższej niż B15. Do wykonania stropu stosuje się pustaki o wysokościach h = 18 cm, 20 cm, lub 22 cm, szerokości b = 30 cm i długości l = 200 (195) mm i l = 300 (295) mm. Żebra wytwarza się bezpośrednio na budowie w czasie układania pustaków, gdzie są zbrojone prętami o średnicy ø 12 mm do ø 20 mm ze stali St3S lub 34GS i strzemionami z prętów o średnicy ø 6 mm, ø 8 mm ze stali St3S. Strop monolityzuje się wieńcami i żebrami rozdzielczymi. Do betonowania używa się betonu klasy minimum B15, tworząc warstwę nadbetonu o grubości 3 cm lub 4 cm. Lekkie ścianki działowe (np. gipsowo-kartonowe) można wykonać bezpośrednio na warstwie nadbetonu. Pod cięższe (np. z cegły pełnej) należy zaprojektować żebra wzmacniające.

Konstrukcja stropu Ackermana, zawieszenie strzemion na pustakach

1 - pustak
2 - deska
3 - pręt stalowy odgięty w co drugim żebrze
4 - strzemiona
5 - wieniec żelbetowy
6 - ocieplenie
7 - płyta betonowa
8 - stemplowanie



1. Wyroby CERPOL

Strop Ackermana należy wykonać **zgodnie z dokumentacją techniczną opracowaną przez uprawnionego projektanta**. Dokumentacja powinna zawierać dobór: wysokości pustaka, grubości nadbetonu, średnicy prętów zbrojeniowych, rodzaju stali i kształtu odgięć prętów oraz rozstaw żeber rozdzielczych.

Wykonastwo

Deskowanie

Po wykonaniu i wypoziomowaniu ścian nośnych kondygnacji można ustawić rusztowanie i deskowanie dla stropu Ackermana. Rusztowanie i deskowanie można wykonać, wykorzystując materiały systemowe, np. DOKA, PERI. Najczęściej jednak wykonuje się je systemem gospodarczym, wykorzystując stemple z okrąglaków o średnicy nie mniejszej niż ø 14 cm, ustawionych na sztywnym podłożu. Na stemplach układa się krawędziaki b x h = 5 x 12 cm. Stemple należy stężać deskami o gr. 25 mm lub 32 mm przybitymi do nich na krzyż. Na krawędziach (rygach) układa się deskowanie z desek o gr. 25 mm lub 32 mm z prześwitami do 15 cm z ułożeniem deski w miejscu żeberka. Deskowanie poziomuje się przez podbijanie stempli klinami. Zaleca się wykonanie odwrotnej strzałki ugięcia w środkowej części stropu od 10 - 20 mm w zależności od rozpiętości.

Układanie pustaków

Pustaki układa się w kierunkach zgodnych z projektem. Na szerokości pustaki należy układać w rozstawie 31 cm, zostawiając 1 cm przestrzeni między dwoma sąsiednimi pustakami. Na długości pustaki powinny się stykać szczelnie, aby beton nie przedostał się do ich wnętrza. Pustaki skrajne przylegające do wieńca i żeber rozdzielczych wymagają zabetonowania ich otworów (deklowania) w celu zabezpieczenia przed przedostaniem się betonu do ich wnętrza w czasie betonowania stropu.

Zbrojenie stropu

Zbrojenie stropu należy wykonać zgodnie z dokumentacją techniczną. Zbrojenie żeberek wykonuje się przy użyciu jednego pręta o średnicy ø 12 – 20 mm ze stali 34GS (dwuskośnie zbrojonej). Pręty zbrojeniowe umieszcza się w dolnej części belki, zapewniając otulenie zbrojenia minimum 2 cm. Pręt zawiesza się na strzemionach wygiętych, jak to pokazano na rysunku wcześniej. Wykonuje się je ze stali gładkiej StOS lub St3S o średnicy ø 6 mm. Rozstaw strzemion wynosi około 30 cm. Zbrojenie główne układa się w każdym żeberku. Należy jednak pamiętać, że co drugi pręt odginamy pod kątem 45° w odległości 1/5 rozpiętości od podpory. Wszystkie pręty należy zakotwić w wieńcach. Wieńce należy wykonać na wszystkich ścianach nośnych. Wysokość wieńca nie może być mniejsza niż wysokość stropu. Minimalna szerokość wieńca wynosi 15 cm. Zbrojenie wieńców powinno się składać z 4 prętów o średnicy ø 10-12 mm ze stali 34GS, a strzemiona z prętów o średnicy ø 6 mm (ze stali St3S) i rozstawie co 20 cm. Żebro rozdzielcze wykonuje się prostopadle do belek na całej szerokości stropu i w środku jego rozpiętości najczęściej w formie koszy z 4 prętów o średnicy ø 10 - 12 mm (ze stali 34GS). Liczba żeber rozdzielczych jest zależna od rozpiętości stropu i obciążenia.

Betonowanie stropu

Betonowanie rozpoczynamy od obfitego polania pustaków wodą w celu oczyszczenia ich powierzchni z kurzu i nasycenia ich wodą, aby zapewnić lepsze warunki dla układania betonu. Do betonowania należy używać betonu klasy nie mniejszej niż B15. W celu umożliwienia dotarcia betonu do wszystkich miejsc i dokładnego jego zagęszczenia trzeba rozprowadzony beton sztychować prętami stalowymi lub wibrować wibratorami powierzchniowymi. Beton rozprowadzamy równomiernie na pustakach, tworząc warstwę nadbetonu o grubości 3 – 4 cm, w celu pokrycia nierówności i zabezpieczenia pustaków przed uszkodzeniami. Warstwę nadbetonu kształtuje się przez ułożenie na pustakach łat o odpowiedniej grubości, po których betoniarz w trakcie betonowania uciąga łatę.

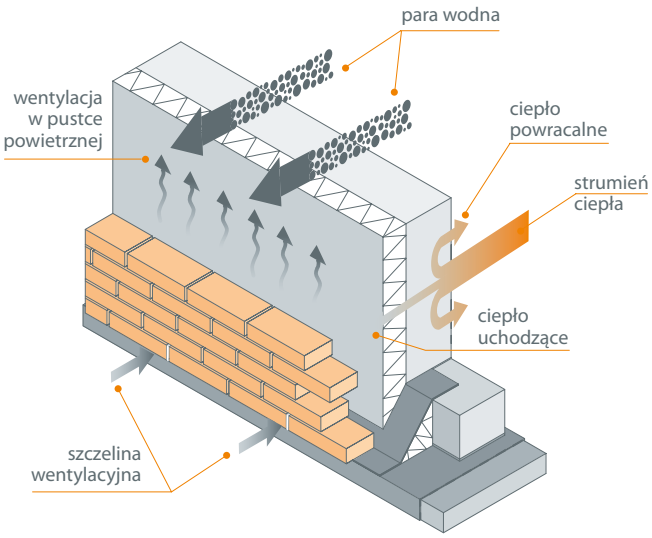
Pielęgnacja stropu

Strop po zabetonowaniu nie powinien być obciążany przez minimum 7 dni. Świeżo wykonany beton stropów i żeber należy pielęgnować, polewając go wodą. Polewanie rozpoczynamy po 24 godzinach od wykonania stropu, 2 - 4 razy dziennie przez 7 dni. Strop trzeba chronić przed nadmiernym nasłonecznieniem i intensywnymi opadami atmosferycznymi, przykrywając go matami słomianymi, jutowymi, folią PCV itp. Po upływie 3-4 tygodni można usunąć rusztowanie i deskowanie stropu.

2. Fizyka budowli

2.1. Układ warstw

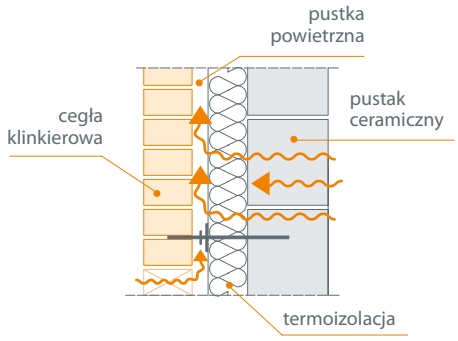
Dobrze zaprojektowana i wykonana ściana powinna charakteryzować się ściśle określonymi parametrami. Każda technologia oprócz zalet posiada także pewne wady. Istnieje natomiast technologia, w której układ warstw w ścianie jest z punktu widzenia fizyki budowli najkorzystniejszy . Ściana nośna akumuluje ciepło, które dzięki termoizolacji od strony zewnętrznej jest oddawane z powrotem do wnętrza, a jednocześnie cały układ warstw dzięki szczelinie wentylacyjnej nie zakłóca przepływu pary wodnej.



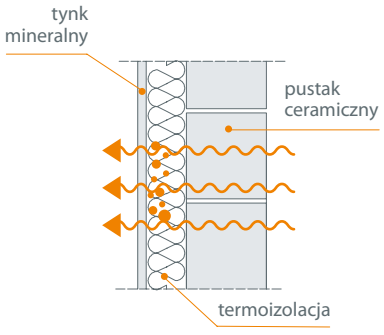
2.2. Dyfuzja pary wodnej

Ściany wielowarstwowe powinny być tak konstruowane, aby warstwy o dużym oporze dyfuzyjnym (tzn. źle przepuszczające parę wodną) znajdowały się jak najbliżej wewnętrznej - ciepłej powierzchni ściany. Przy takim układzie warstw para wodna może wydostawać się ze ściany w takiej samej ilości, w jakiej napływa, bez skraplania się wewnątrz przegrody. W przypadku gdy nie ma możliwości takiego dobrania wewnętrznych warstw przegrody, aby ich opór był mniejszy lub równy oporowi warstwy izolacyjnej konieczne jest zastosowanie paroizolacji.

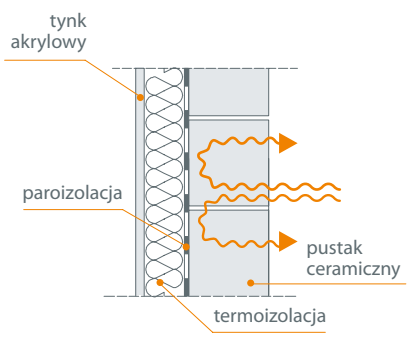
dobrze



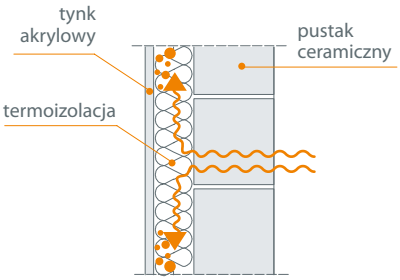
dostatecznie



poprawnie



źle



2. Fizyka budowli

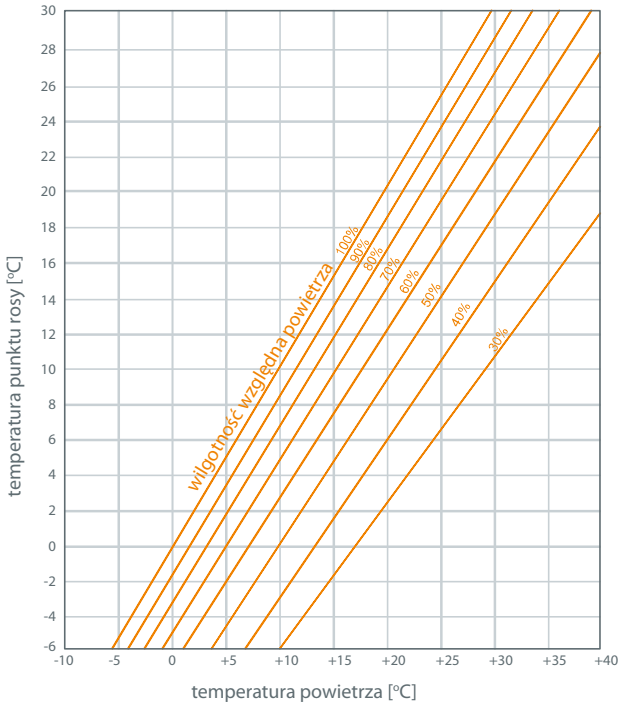
2.3. Kondensacja pary wodnej

Do kondensacji pary wodnej może dochodzić:

- na wewnętrznej powierzchni ścian budynku,
- wewnątrz przegrody.

Kondensacja na wewnętrznej stronie przegrody

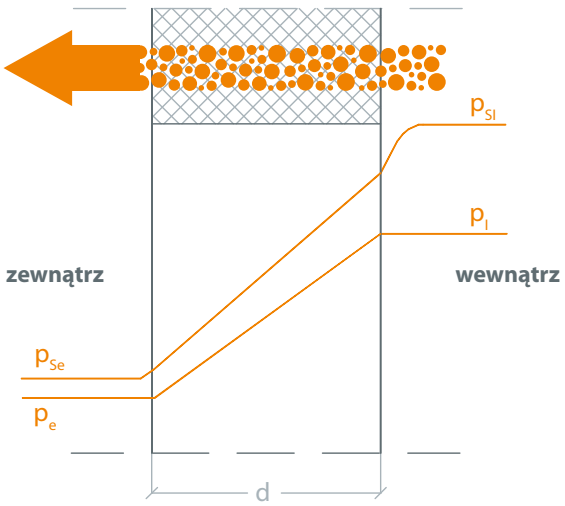
Do kondensacji powierzchniowej pary wodnej na powierzchni przegrody dochodzi, gdy powietrze stykające się z chłodną powierzchnią jest schładzane poniżej temperatury punktu rosy (temperatura, do której należy schłodzić powietrze, by doszło do skraplania się zawartej w nim pary wodnej). Temperatura punktu rosy zależy od temperatury powietrza oraz jego wilgotności. Jeśli wilgotność powietrza jest mniejsza niż 100%, to temperatura punktu rosy jest zawsze niższa od temperatury powietrza, przy czym im niższa wilgotność, tym większa różnica między temperaturą powietrza a temperaturą punktu rosy.



Kondensacja wewnątrz przegrody

Para wodna wykrapla się w takim miejscu przegrody, w którym wilgotność względna powietrza w porach materiału osiąga stan nasycenia. W wyniku tego, że temperatura i ciśnienie pary wodnej ulegają zmianie na grubości przegrody, sprawdzenie, czy nie dochodzi do kondensacji wgłębnej w przegrodzie, wymaga obliczeń i porównania rozkładu ciśnień: rzeczywistego i stanu nasycenia w każdym punkcie przegrody. Biorąc pod uwagę grubości warstw, ich opór dyfuzyjny oraz zależną od temperatury wartość ciśnienia stanu nasycenia (p_s), można wykonać wykres rozkładu ciśnienia rzeczywistego (p). Jeżeli w jakimkolwiek punkcie wykresy ciśnienia rzeczywistego i stanu nasycenia się przetną (w rzeczywistości p_s może się co najwyżej równać p), powstanie strefa kondensacji pary wodnej.

Jeżeli wilgotność powietrza w pomieszczeniu jest duża, to para będzie się kondensować na chłodniejszych powierzchniach już przy niewielkiej różnicy temperatur. Jeżeli natomiast wilgotność w pomieszczeniu jest niska, różnica temperatur nie ma żadnego znaczenia. Zdarza się to tylko w przypadku, gdy jedna z warstw wewnętrznych ma większy opór dyfuzyjny niż warstwa następująca po niej.



d - szerokość przegrody
p_s - ciśnienie stanu nasycenia
p - ciśnienie rzeczywiste

2. Fizyka budowli

2.4. Analiza cieplno-wilgotnościowa ściany jedno- i trójwarstwowej

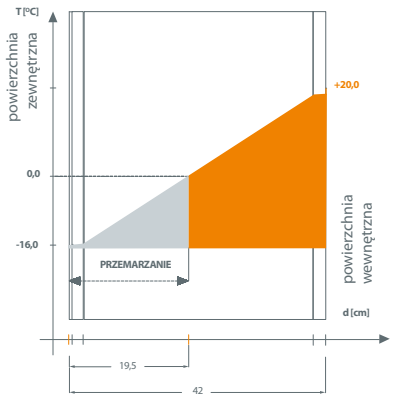
Ściana jednowarstwowa kusi prostotą swojej budowy, łatwością wykonania i teoretycznie niewielkimi kosztami. Nic bardziej mylnego. Jeśli przyjrzeć się wykresowi zmiany temperatury w przegrodzie w ścianie jedno- i trójwarstwowej zauważymy, że duża część ściany niechroniona warstwą izolacji termicznej po prostu przemarza.

Jeśli dodatkowo dojdzie w tym miejscu do kondensacji pary wodnej, zamarzając naruszy ona strukturę materiału. Skutkiem przemarzania są również straty pewnej ilości ciepła, które muszą zneutralizować niekorzystny wpływ przemarzania.

W ścianie trójwarstwowej cała ściana konstrukcyjna znajduje się w dodatnim zakresie temperatur. Do obliczeń przyjęto średnie warunki temperaturowe panujące w I strefie klimatycznej (najłagodniejsze).

Ściana jednowarstwowa

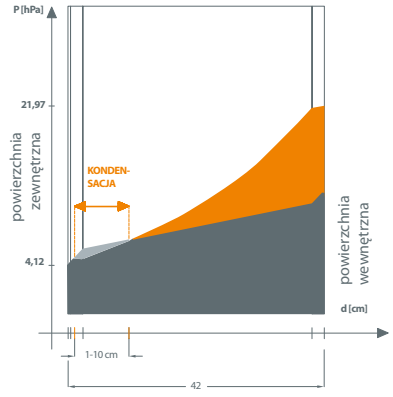
Wykres temperatury w ścianie jednowarstwowej



Współczynnik przenikania ciepła ściany	Uk = 0,32 W/m²K
Temperatura wewnętrznej powierzchni ściany	18,6
Temperatura punktu rosy (Tpr)	10,7
Wykraplanie pary wodnej na powierzchni wewnętrznej	**nie występuje**
Przemarzanie ściany konstrukcyjnej	**występuje (46%)**

Nr Nazwa warstwy - strona zewnętrzna	T.zew [°C]	T.wew [°C]	T.z - w [°C]
Zewnętrzny opór przejmowania ciepła (Rz)	-16,00	-15,56	0,44
1. Tynk cienkowarstwowy zewnętrzny 0,5 cm	-15,56	-15,50	0,07
2. Tynk cementowo-wapienny 2 cm	-15,50	-15,23	0,27
3. Mur z betonu komórkowego (zap. klejąca) 500 36,5 cm	-15,23	18,32	33,55
4. Tynk cementowo-wapienny 2 cm	18,32	18,59	0,27
Wewnętrzny opór przejmowania ciepła (Rw)	**18,59**	**20,00**	**1,41**

Wykres rozkładu ciśnień pary nasyconej i rzeczywistej w ścianie jednowarstwowej



ciśnienie pary wodnej nasyconej
wykraplanie pary wodnej
ciśnienie pary wodnej rzeczywistej

Wykraplanie pary wodnej w przegrodzie	**występuje**
Wykraplanie w zakresie grubości (od zewnętrznej)	**0,9 cm do 10,1 cm**

Ciśnienie pary wodnej nasyconej w przegrodzie

Nr Nazwa warstwy - strona zewnętrzna	P.zew[hPa]	P.wew[hPa]	Op↑r dyf.
1. Tynk cienkowarstwowy zewnętrzny 0,5 cm	4,12	4,12	1,11
2. Tynk cementowo-wapienny 2 cm	4,12	4,19	4,44
3. Mur z betonu komórkowego (zap. klejąca) 500 36,5 cm	4,19	21,72	16,44
4. Tynk cementowo-wapienny 2 cm	21,72	21,97	4,44

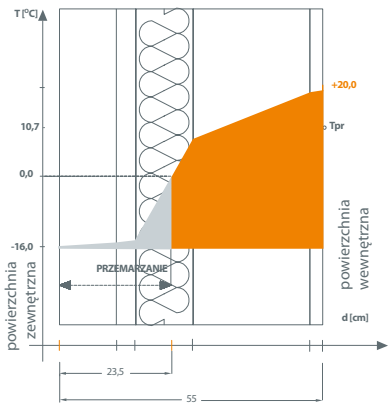
Ciśnienie rzeczywistej pary w przegrodzie

Nr Nazwa warstwy - strona zewnętrzna	P.zew[hPa]	P.wew[hPa]	Op↑r dyf.
1. Tynk cienkowarstwowy zewnętrzny 0,5 cm	3,30	3,67	1,11
2. Tynk cementowo-wapienny 2 cm	3,67	5,14	4,44
3. Mur z betonu komórkowego (zap. klejąca) 500 36,5 cm	5,14	10,61	16,44
4. Tynk cementowo-wapienny 2 cm	10,61	12,08	4,44

2. Fizyka budowli

Ściana trójwarstwowa

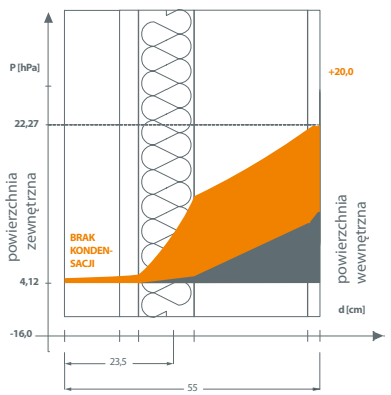
Wykres temperatury w ścianie trójwarstwowej



Współczynnik przenikania ciepła ściany	Uk=0,29W/m²K
Temperatura wewnętrznej powierzchni ściany	18,8
Temperatura punktu rosy (Tpr)	10,7
Wykraplanie pary wodnej na powierzchni wewnętrznej	**nie występuje**
Przemarzanie ściany konstrukcyjnej	**nie występuje**

Nr	Nazwa warstwy - strona zewnętrzna	T.zew [°C]	T.wew [°C]	T.z - w [°C]
	Zewnętrzny opór przejmowania ciepła Rz	-16,00	-15,63	0,37
1.	Mur z cegły klinkierowej	-15,63	-14,58	1,05
2.	Pustka powietrzna	-14,58	-13,97	0,61
3.	Wełna mineralna granulowana 50	-13,97	8,12	22,09
4.	Mur z UNI-MAX 250/220	8,12	18,58	10,46
5.	Tynk cementowo-wapienny	18,58	18,80	0,22
	Wewnętrzny opór przejmowania ciepła Rw	**18,80**	**20,00**	**1,20**

Wykres rozkładu ciśnień pary nasyconej i rzeczywistej w ścianie trójwarstwowej



ciśnienie pary wodnej nasyconej
ciśnienie pary wodnej rzeczywistej

Wykraplanie pary wodnej w przegrodzie	**nie występuje**

Ciśnienie pary wodnej nasyconej w przegrodzie

Nr	Nazwa warstwy - strona zewnętrzna	P.zew[hPa]	P.wew[hPa]	Op↑r dyf.
1.	Mur z cegły klinkierowej	4,12	4,37	0,00
2.	Pustka powietrzna	4,37	4,52	0,00
3.	Wełna mineralna granulowana 50	4,52	13,85	2,50
4.	Mur z UNI-MAX 250/220	13,85	21,97	18,52
5.	Tynk cementowo-wapienny	21,97	22,27	4,44

Ciśnienie rzeczywistej pary w przegrodzie

Nr	Nazwa warstwy - strona zewnętrzna	P.zew[hPa]	P.wew[hPa]	Op↑r dyf.
1.	Mur z cegły klinkierowej	3,50	3,50	0,00
2.	Pustka powietrzna	3,50	3,50	0,00
3.	Wełna mineralna granulowana 50	3,50	4,36	2,50
4.	Mur z UNI-MAX 250/220	4,36	10,72	18,52
5.	Tynk cementowo-wapienny	10,72	12,25	4,44

Ściana trójwarstwowa:

- ściana konstrukcyjna nie przemarza,
- brak kondensacji pary wodnej w przegrodzie,
- termoizolacja jest zawsze sucha i ma stale te same parametry termiczne,
- ściana osłonowa chroni termoizolacaje przed uszkodzeniami mechanicznymi.

3. Ściany

3.1. Ściany z pustaków CERPOL

Ze względu na funkcję konstrukcyjną w budynku rozróżnia się:

- ściany konstrukcyjne - przenoszą poza ciężarem własnym również ciężar z innych elementów konstrukcji,
- ściany niekonstrukcyjne - nie przenoszą obciążeń innych niż ciężar własny. Można je usunąć bez szkody dla całej konstrukcji.

Zgodnie z PN-B-03002: 2007 pkt 6.3.1 minimalna grubość ściany konstrukcyjnej to przy założeniu wytrzymałości charakterystycznej:

fk > 5 MPa - powinna wynosić **100 mm**, a przy

fk < 5 MPa - 150 mm.

Minimalna grubość ścian usztywniających powinna wynosić 180 mm. Klasyfikację ścian ze względy na możliwe zastosowanie przedstawia tabela 2. W tabeli pokazano również ciężary ścian wykonanych z poszczególnych produktów.

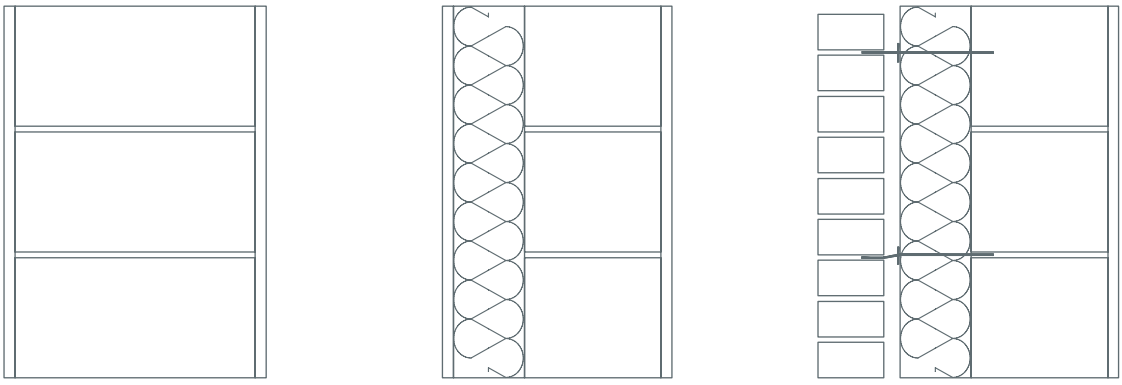
Moduł	Pustak ceramiczny	Ściany konstrukcyjne	Ściany niekonstrukcyjne
188	MAX 288/188	+	+
	UNI-MAX 250/188	+	+
	miniMAX 120/188	+	+
	miniMAX 88/188	-	+
220	MAX 288/220	+	+
	U-220	+	+
	UNI-MAX 250/220	+	+
	miniMAX 120/220	+	+
	Cegła K-3	+	+
	miniMAX 88/220	-	+
238	MEGA-MAX 250/238 P+W	+	+
	MEGA-MAX 300/238 P+W	+	+
	miniMAX 115/238 P+W	+	+
	Kroterm 115/238 P+W	+	+
	Kroterm 250/238 P+W	+	+

Tabela 2. Zakres zastosowania pustaków CERPOL.

3. Ściany

Ściany z pustaków CERPOL projektuje się i wykonuje jako warstwowe. Istnieje pewna nieścisłość w nomenklaturze, gdyż ściana z pustaków z dodatkową warstwą termoizolacji, jest w ogólnym pojęciu ścianą dwuwarstwową, natomiast, z konstrukcyjnego punku widzenia - jest ścianą jednowarstwową, ponieważ warstwa izolacji nie jest warstwą konstrukcyjną.

My dla potrzeb katalogu założymy, że przez ścianę z dodatkową izolacją będziemy rozumieć ścianą dwuwarstwową, a ścianę z dodatkową izolacją i elewacją murowaną (np. z klinkieru) - ścianę trójwarstwową. Przekroje najczęściej spotykanych ścian konstrukcyjnych przedstawia poniższy rysunek.



a - ściana jednowarstwowa

b - ściana dwuwarstwowa

c - ściana trójwarstwowa

Każdy materiał stosowany do budowy ścian oraz każda technologia mają swoje zalety i wady. Można jednak przez odpowiedni dobór materiałów oraz odpowiednią technologię w optymalny sposób zbudować trwałą, ciepłą oraz estetyczną i bezobsługową w późniejszym okresie użytkowania ścianę. Porównajmy zatem poszczególne technologie:

Ściana jednowarstwowa - ze względu na tylko jedną warstwę budowa takiej ściany jest znacznie przyspieszona i uproszczona. Mankamentem jest fakt, że ściana mimo dużych gabarytów nigdy nie będzie tak ciepła jak dużo węższe od niej ściany warstwowe. Każda spoina to potencjalny mostek termiczny (miejsce ucieczki ciepła), a te stanowią 20% całej powierzchni elewacji. Jeśli do tego dołożyć kulturę pracy i dokładność wykonania robót, ściana ta wypada naprawdę niekorzystnie.

Ściana dwuwarstwowa - prosta i sprawdzona technologia pozwalająca zachować ciągłość termoizolacji nawet skomplikowanej bryle budynku oraz w takich miejscach, jak wsporniki balkonów, wykusze itp. Technologia daje możliwość (przy niewielkim nakładzie finansowym) wykonywania detali architektonicznych w postaci boniowań, pilastrów oraz gzymsów. Technologia pozwala także na dowolne kształtowanie powierzchni zewnętrznej w postaci różnorodnych wypraw tynkarskich i w nieograniczonej wręcz kolorystyce. Minusem tej technologii jest mała odporność mechaniczna elewacji oraz konieczność odnawiania jej powierzchni co kilka lat. Po około 15 latach tynk zewnętrzny trzeba odnowić lub wymienić.

3. Ściany

Ściana trójwarstwowa - technologia bardzo solidna, powszechnie znana i stosowana w budownictwie. Ma wszystkie zalety ściany dwuwarstwowej i jeszcze kilka innych. Układ warstw w tej ścianie jest najkorzystniejszym z punktu widzenia fizyki budowli. Każda warstwa w tej ścianie pełni swoją funkcję, krótko mówiąc, 3 warstwy - 3 funkcje:

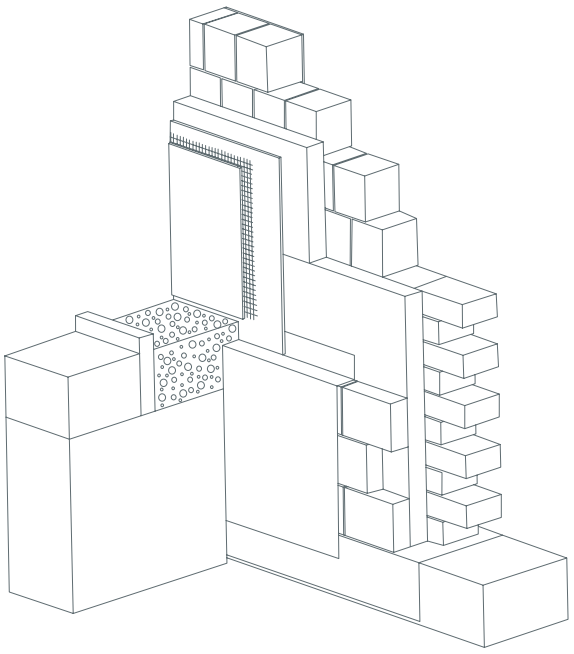
Pustak ceramiczny - odpowiada za nośność - jego zadaniem jest bezpiecznie przenieść obciążenia z wyższych kondygnacji oraz przekazać je na fundamenty. Termoizolacja: zadaniem tej warstwy jest zapewnienie właściwej izolacji termicznej. Sama murowana ściana jest pełna wszelkiego rodzaju błędów - wszystkie je może naprawić i zniwelować tylko kolejna warstwa - właśnie warstwa termoizolacji.

Szczelina wentylacyjna - nie jest liczona jako warstwa, natomiast pełni w całej konstrukcji bardzo ważną rolę. Pozwala na odprowadzenie z przegrody wilgoci zarówno tej dyfundującej z wnętrza budynku, ale przede wszystkim tej, która dostaje się przez spoiny ściany osłonowej. Osusza termoizolację, utrzymując jej parametry stale na wysokim poziomie, oraz osusza spoinę elewacji, zapobiegając wykwitom. W gorące dni, kiedy elewacja nagrzewa się do bardzo wysokich temperatur, szczelina działa jak „chłodnica", wymieniając gorące powietrze na chłodniejsze i utrzymuje elewację w stałym zakresie naprężeń termicznych.

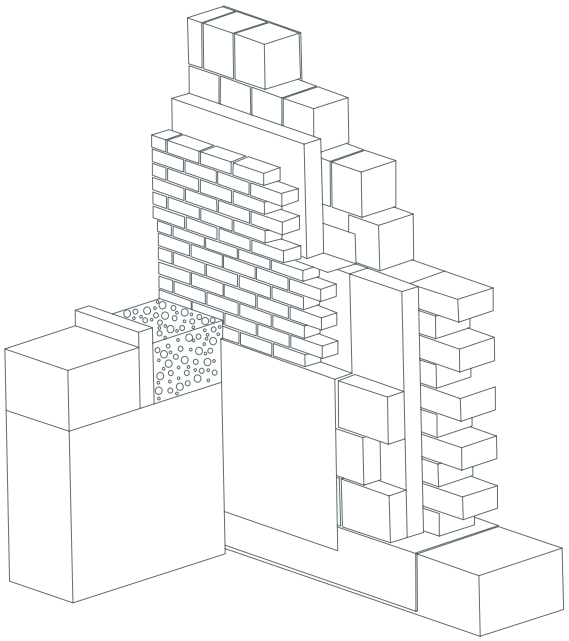
Ściana osłonowa - realizowana najczęściej z klinkieru - ma za zadanie ochronić ww. warstwy przed destrukcyjnym wpływem czynników atmosferycznych, takich jak deszcz, wiatr, grad, oraz przed uszkodzeniami typu mechanicznego. Poza tym pełni funkcję estetyczną.

Minusem jest energo- i materiałochłonna na chwilę budowy ścianka osłonowa, natomiast jej zaletą jest to, że w okresie użytkowania nie wymaga żadnych nakładów finansowych na renowacje i remonty elewacji, jak ma to miejsce w przypadku elewacji z tynku. W ogólnym rozrachunku jest to przedsięwzięcie bardzo opłacalne.

Technologia ściany dwuwarstwowej



Technologia ściany trójwarstwowej



3. Ściany

3.2. Izolacyjność termiczna ścian

Izolacyjność termiczna to druga po nośności funkcja, jaką powinna pełnić dobrze zaprojektowana i zrealizowana przegroda.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami (Dz.U. nr 75, poz. 690) konieczne jest spełnienie warunku by współczynnik przenikania ciepła **Uk** ściany był mniejszy lub równy od:

dla ścian jednowarstwowych i wielowarstwowych:

$$U \leq 0{,}3\ [W/m^2K]$$

Zapis ten jest często nieco zniekształcany i wykorzystywany do wprowadzania w błąd, sugeruje bowiem, że ściana spełnia pewne wymagania, podczas gdy ich tak naprawdę nie spełnia. Najczęstszym przykładem takiej właśnie sytuacji jest podawanie informacji, że ściana jednowarstwowa z ceramiki ma wsp. U = 0,3 W/m²K.

Jest to oczywiście prawda, tylko czy na pewno U i Uk to te same parametry? Niestety nie!

Zależność między nimi przedstawia wyrażenie:

$$Uk = U + deltaU + deltaUk\ [W/m^2K]$$

Uk - współczynnik przenikania ciepła liczony dla ściany po uwzględnieniu wszystkich poprawek na mostki termiczne

U - współczynnik przenikania ciepła liczony dla idealnej ściany bez otworów okiennych i mostków termicznych

deltaU - poprawka na nieszczelności i łączniki mechaniczne

deltaUk - poprawka na istnienie otworów okiennych i drzwiowych, wieńców oraz innych mostków liniowych

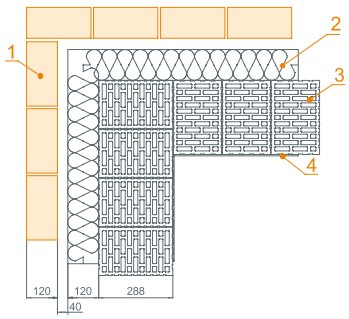
Suma poprawek delta U i delta Uk to około 30% całej wartości współczynnika Uk a więc około 0,1 W/m²K. Na podstawie katalogu mostków termicznych wg ITB 389/2003 w projektowaniu na dodatek (delta U + delta Uk) można przyjąć wg tabeli 3. Aby ściana jednowarstwowa miała rzeczywiście współczynnik Uk na poziomie 0,3 [W/m²K] samo U powinno wynosić nie więcej niż 0,2 [W/m²K] co jest możliwe do osiągnięcia dopiero przy ścianie grubości około 100 cm !!!

Ściana jednowarstwowa o współczynniku **U = 0,3 [W/m²K]** ma współczynnik **Uk = 0,4 [W/m²K]** i mieści się w wymaganiach dla ścian jednowarstwowych Uk < 0,5 [W/m²K], ale czy to nas zadowala?

Rodzaj przegrody	ΔU + ΔUk [W/m²K]
ściany zewnętrzne pełne z ociepleniem min. 8 - 10 cm oraz podłogą pływającą na stropie z wieńcem żelbetowym	0,05
ściany zewnętrzne jw., lecz z otworami okiennymi lub drzwiowymi, a także stropy nad piwnicami	0,10
poddasza, w tym użytkowe i stropodachy wentylowane (np. ścianki ażurowe)	0,15
ściany zewnętrzne jw. + okna lub drzwi oraz bez ocieplenia balkonowa płyta wspornikowa przenikające ścianę (wspornik z wieńca żelbetowego)	min. 0,20

Przykładowe parametry ścian warstwowych wraz z parametrami termicznymi przy zróżnicowanej grubości termoizolacji:

MAX 288 x 188 x 188/220, cegła klinkierowa 120 mm

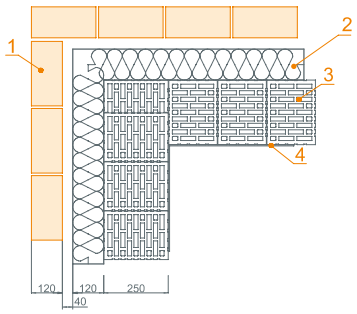


U = **0,20** [W/m²K]
Uk = **0,30** [W/m²K]

1 - cegła klinkierowa 12 cm
2 - wełna mineralna 12 cm
3 - MAX 28,8 cm
4 - tynk cementowo-wapienny 1,5 cm

grubość termoizolacji [cm]	13	14	15	16	17	18
Uk [W/m²K]	0,29	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25

UNI-MAX 250 x 188 x 188/220, cegła klinkierowa 120 mm



U = **0,20** [W/m²K]
Uk = **0,30** [W/m²K]

1 - cegła klinkierowa 12 cm
2 - wełna mineralna 12 cm
3 - UNI-MAX 25 cm
4 - tynk cementowo-wapienny 1,5 cm

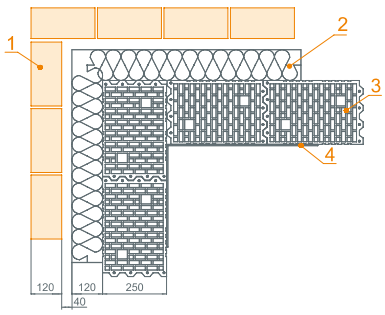
grubość termoizolacji [cm]	13	14	15	16	17	18
Uk [W/m²K]	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25

3. Ściany

Rodzaj wyrobu	Gęstość w stanie suchym brutto/netto (pustak z otworami)/szkielet [kg/m³]	Ciepło właściwe [J/kg*K]	Wsp. oporu dyfuzyjnego wg PN EN 1745 [-]	Wsp. przewodzenia ciepła λ [W/m*K]
Max 288/220	903/1830	920	5-10	λ_{288}=0,225 λ_{188}=0,405
UNI-MAX 250/220	907/1810	920	5-10	λ_{250}=0,238 λ_{188}=0,414
miniMAX 120/220	908/1903	920	5-10	λ_{120}=0,424
miniMAX 88/220	907/1743	920	510	λ_{120}=0,485
U-220	960/1865	920	5-10	λ_{250}=0,360 λ_{188}=0,484
Cegła K-3	920/1920	920	5-10	λ_{120}=0,495
MEGA-MAX 250/238 P+W	882/1862	920	5-10	λ_{250}=0,353
MEGA-MAX 300/238 P+W	908/1830	920	5-10	λ_{300}=0,241
Kroterm 250/238 P+W	940/1898	920	5-10	λ_{250}=0,360
miniMAX 115/238 P+W	856/1808	920	5-10	λ_{115}=0,337
Kroterm 115/238 P+W	940/1864	920	5-10	λ_{115}=0,360
MAX 288/188	906/1823	920	5-10	λ_{288}=0,225 λ_{188}=0,405
Uni-MAX 250/188	815/1583	920	5-10	λ_{250}=0,238 λ_{188}=0,414
miniMAX 120/188	906/1954	920	5-10	λ_{120}=0,424
miniMAX 88/188	907/1669	920	5-10	λ_{120}=0,485

W załączonych przykładach w obliczeniach założono, że klinkier wraz ze szczeliną wentylacyjną nie wnoszą nic w termikę ściany. W związku z powyższym parametry te są prawdziwe także przy innym sposobie wykończenia elewacji np. tynkiem czy sidingiem.

MEGA-MAX 250/238 P+W, cegła klinkierowa 120 mm

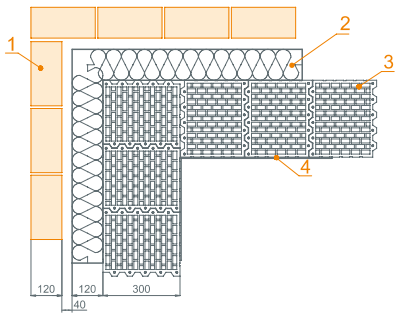


U = **0,20** [W/m²K]
Uk = **0,30** [W/m²K]

1 - cegła klinkierowa 12 cm
2 - wełna mineralna 12 cm
3 - MEGA-MAX 250 P+W 25 cm
4 - tynk cementowo-wapienny 1,5 cm

grubość termoizolacji [cm]	13	14	15	16	17	18
Uk [W/m²K]	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25

MEGA-MAX 300x248 P+W, cegła klinkierowa 120 mm



U = **0,19** [W/m²K]
Uk = **0,29** [W/m²K]

1 - cegła klinkierowa 12 cm
2 - wełna mineralna 12 cm
3 - MEGA-MAX 300 P+W 30 cm
4 - tynk cementowo-wapienny 1,5 cm

grubość termoizolacji [cm]	13	14	15	16	17	18
Uk [W/m²K]	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24

3. Ściany

3.3. Odporność ogniowa ścian

Odporność ogniową ścian z drobnowymiarowych elementów murowych ustala się z uwzględnieniem oddziaływania „wyjątkowego pożaru standardowego", określonego przez PN-EN 1363-1:2001 oraz funkcji pełnionej przez ścianę w budynku.

Rozróżnia się ściany nośne i nienośne, a także oddzielające i nie pełniące funkcji oddzielającej. Odporność ogniową ścian murowanych ustala się w zależności od:

- rodzaju (materiału) użytych elementów murowych,
- grupy elementów murowych (1, 2 lub 3) wg PN-B-03002:1999 (tabela 1) ,
- wskaźnika wykorzystania nośności ściany „alfa", którego wartość ustala się jako stosunek wartości obliczeniowych sił zewnętrznych do wartości obliczeniowej nośności ściany.

$$\text{Alfa} = \frac{\text{Nsd}}{\text{Nrd}}$$

Nsd - wartość obliczeniowa siły
Nrd - nośność obliczeniowa

W wyniku analizy odporności ogniowej można wyróżnić dla ścian:

- klasę odporności ogniowej z uwagi na kryterium nośności oznaczonej jako np: R30, R60,...
- klasę odporności ogniowej z uwagi na kryterium szczelności oznaczonej jako np: E30, E60,...
- klasę odporności ogniowej z uwagi na kryterium izolacyjności oznaczonej jako np: I30, I60,...

Liczba po symbolu klasy oznacza odporność mierzoną w minutach.

Odporność ogniową ścian z elementów ceramicznych produkowanych przez CERPOL w zależności od poziomu obciążenia przedstawia tablica poniżej.

Produkt	Poziom obciążenia		
	α = 0	α = 0,6	α = 1
MAX 288/220	EI 240	REI 180	REI 180
U-220	EI 240	REI 180	REI 180
UNI-MAX250/220	EI 240	REI 180	REI 180
MEGA-MAX 250/238 P+W	EI 240	REI 180	REI 180
MEGA-MAX 300/238 P+W	EI 240	REI 180	REI 180
MAX 288/188	EI 240	REI 180	REI 180
UNI-MAX 250/188	EI 240	REI 180	REI 180
miniMAX 120/220	EI 120	-	-
Cegła K-3	EI 120	-	-
miniMAX 88/220	EI 30	-	-
miniMAX 115/238 P+W	EI 90	-	-
Kroterm 115/238 P+W	EI 90	-	-
Kroterm 250/238 P+W	EI 240	REI 180	REI 180
miniMAX 120/188	EI 120	-	-
miniMAX 88/188	EI 30	-	-

Wartości REI opracowano wg Instrukcji 409/2005 Instytutu Techniki Budowlanej oraz wyników badań.

3. Ściany

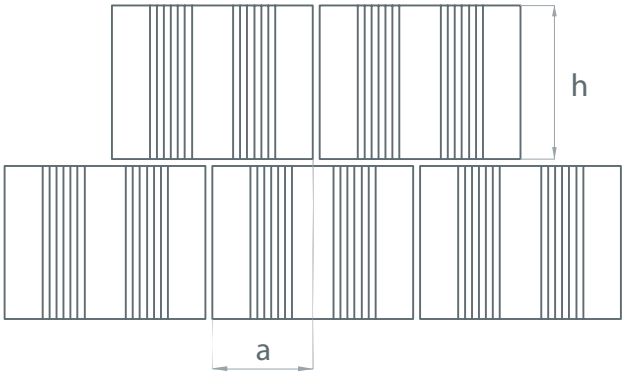
3.4. Wiązanie elementów murowych w ścianie

Zgodnie z PN-B-03002:2007 pkt 7.1.2. w celu zapewnienia należytego wiązania elementy murowe powinny nachodzić na siebie na długość nie mniejszą niż:

- **dla elementów murowych o wysokości nie większej niż 250mm** - 0,4 wysokości elementu lub 40 mm,
- **dla elementów murowych o wysokości większej niż 250mm** - 0,2 wysokości elementu lub 100 mm.

Miarodajna jest wartość większa.

W przypadku pustaków CEROPOL przesunięcie dla modułów 188 i 220 powinno wynosić minimum 90 mm, natomiast dla modułu 238 - minimum 100 mm.



Z wiązaniem pustaków wykonawca musi sobie poradzić nie tylko w jednej, ale w dwóch różnych płaszczyznach - ma to miejsce w narożach ścian oraz w miejscach, gdzie jedna ściana łączy się prostopadle z drugą.

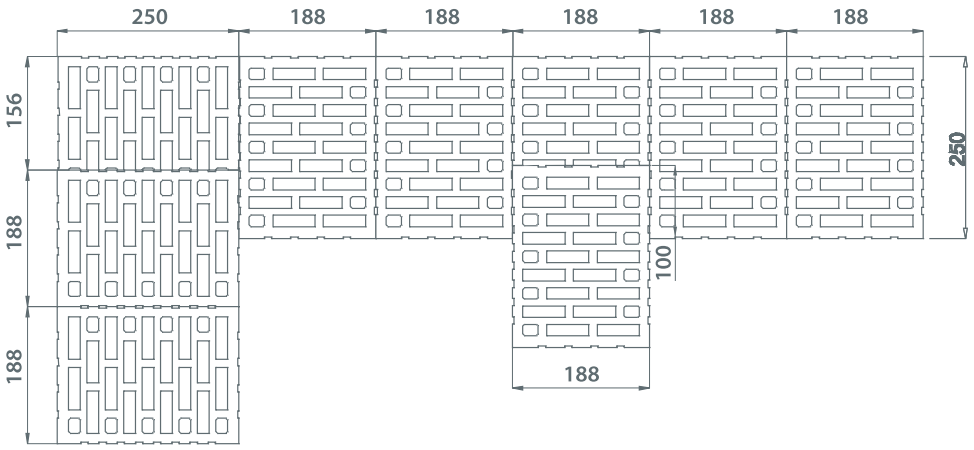
1 - element podstawowy
2 - element uzupełniający

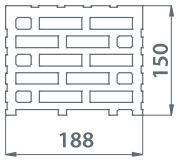
(Np. połączenie ściany konstrukcyjnej zewnętrznej i wewnętrznej lub ściany konstrukcyjnej i działowej). W zależności od tego, z jaką ścianą mamy do czynienia, możemy zastosować różne metody łączenia/wiązania ścian.

h < 250 mm a > 0,4 x h lub 40 mm
h > 250 mm a > 0,2 x h lub 100 mm

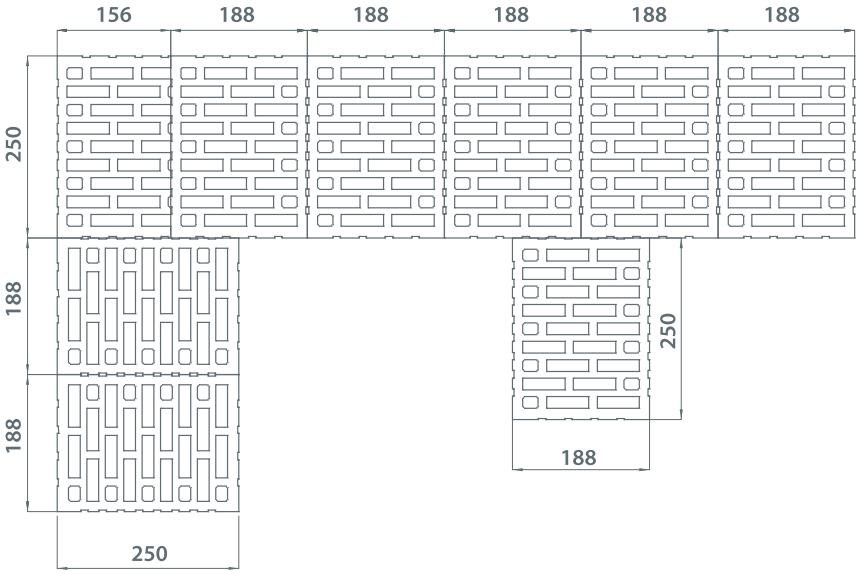
Z racji tego, że budynki wielokrotnie nie są projektowane w module 125 mm, na budowie często istnieje konieczność przycinania pustaków. Przewiązanie elementu uzupełniającego powinno być nie mniejsze niż 40 mm. Ponadto zaleca się, by elementy uzupełniające przesunięte były w sąsiednich warstwach muru przynajmniej o jeden pustak.

pierwsza warstwa





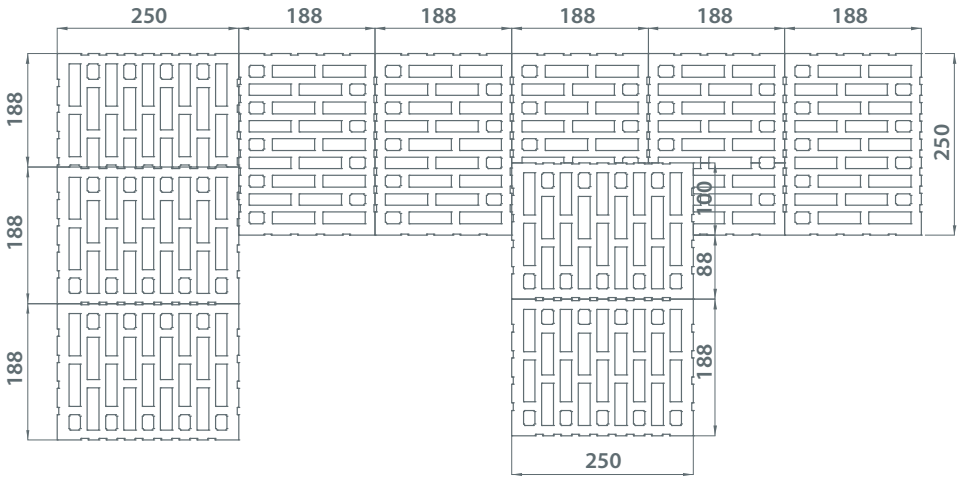
druga warstwa

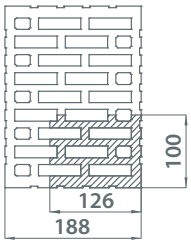


SZCZEGÓŁ POŁĄCZENIA ŚCIAN NA PRZYKŁADZIE PUSTAKA UNI-MAX

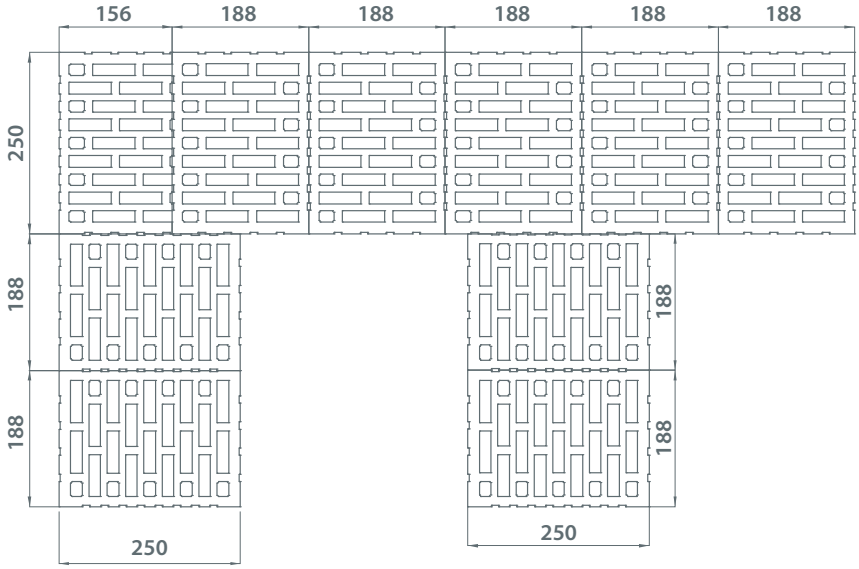
SKALA 1:10

pierwsza warstwa





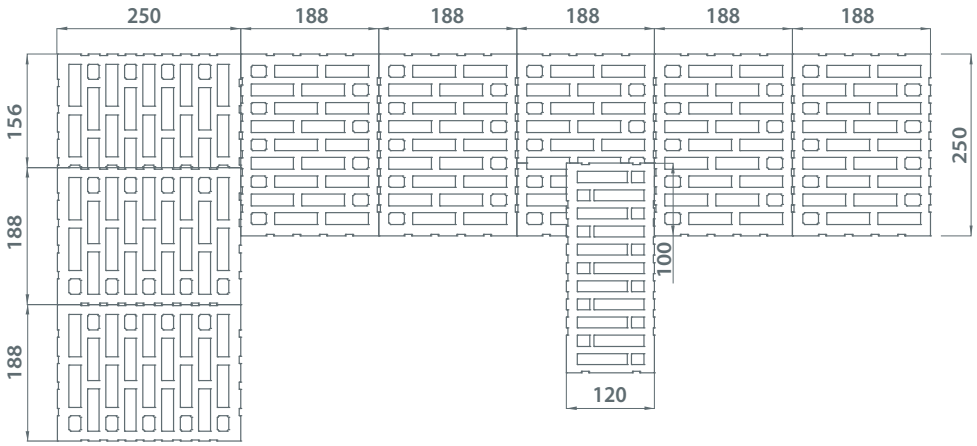
druga warstwa

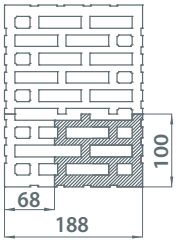


SZCZEGÓŁ POŁĄCZENIA ŚCIAN NA PRZYKŁADZIE PUSTAKA UNI-MAX

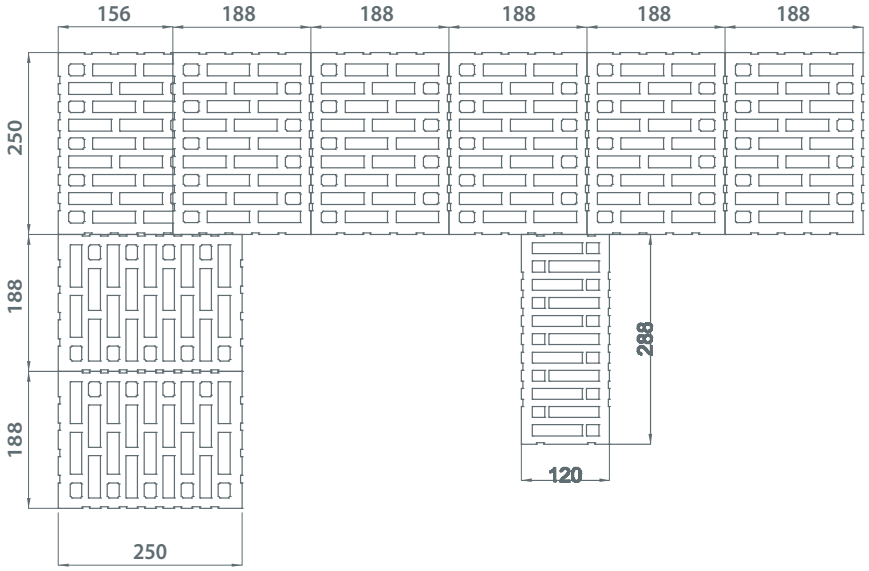
SKALA 1:10

pierwsza warstwa





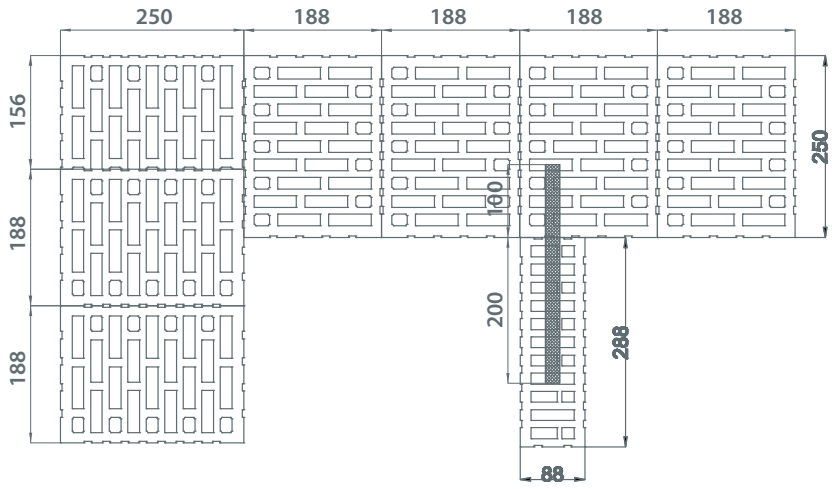
druga warstwa



SZCZEGÓŁ POŁĄCZENIA ŚCIAN,
NA PRZYKŁADZIE PUSTAKÓW UNI-MAX ORAZ miniMAX 120

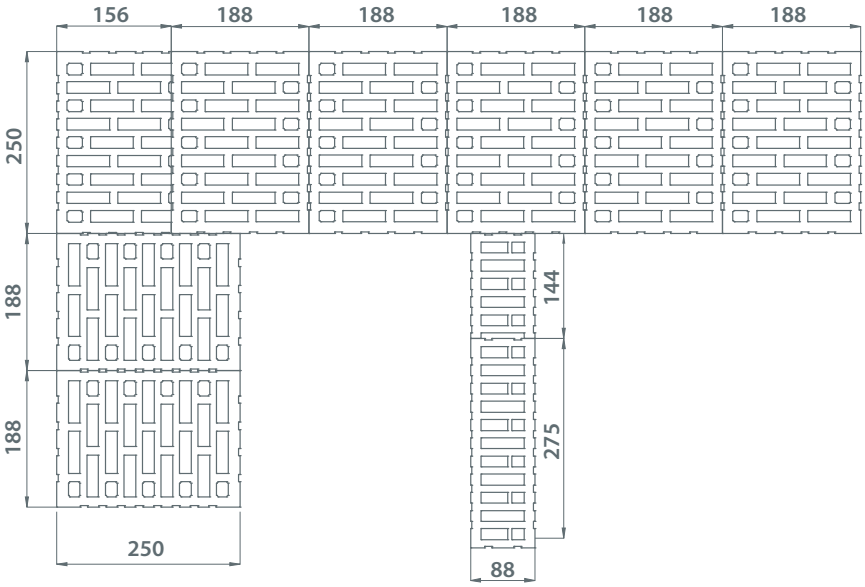
SKALA
1:10

pierwsza warstwa



kotwa
do łączenia muru

druga warstwa



SZCZEGÓŁ POŁĄCZENIA ŚCIAN,
NA PRZYKŁADZIE PUSTAKÓW UNI-MAX ORAZ miniMAX 88

SKALA
1:10

3. Ściany

3.5. Dobór elementów murowych i zapraw

Polska norma PN-B-03002 2007 zaleca dobierać elementy murowe w zależności od przewidywanych warunków środowiskowych w jakich będzie znajdować się konstrukcja murowa. Ww norma uwzględnia warunki środowiskowe wprowadzając pięć klas ekspozycji:

MX1 - środowisko suche,
MX2 - środowisko wilgotne,
MX3 - środowisko mokre z występującym mrozem i środkami odladzającymi,
MX4 - środowisko wody morskiej,
MX5 - środowisko agresywne chemicznie,

(szczegółowy opis poszczególnych klas zawarty jest w PN-B-03002 2007 rozdział 7.2.2.)

W przypadku elementów ceramicznych norma stawia przy każdej klasie ekspozycji warunki, jakie muszą spełniać murowe elementy ceramiczne, by móc je w danych warunkach środowiskowych zastosować bez zabezpieczenia (np. bez otynkowania). Wymagania te zawiera kolumna 2 tabeli 3.

Zaprawy murarskie dobiera się zgodnie z normą PN EN 998-2 w której przyjęto następujące oznaczenia:

P	zaprawa do murów narażonych na działanie warunków obojętnych
M	zaprawa do murów narażonych na działanie warunków umiarkowanych
S	zaprawa do murów narażonych na działanie warunków surowych

Klasa ekspozycji		Wymagania dla elementów murowych ceramicznych produkowanych zgodnie z PN-EN 771-1	Elementy murowe CERPOL - sposób wykorzystania /ochrony	Dobór zaprawy murarskiej ze względu na trwałość konstrukcji
MX1		każde	wszystkie elementy	P, M lub S
MX2	MX2.1	F0, F1 lub F2/S1 lub S2	otynkować	M lub S
	MX2.2	F0, F1 lub F2/S1 lub S2	otynkować	M lub S
MX3	MX3.1	F1 lub F2/S1 lub S2	otynkować	M lub S
	MX3.2	F1 lub F2/S1 lub S2	otynkować	S
MX4		Każdorazowo określić stopień narażenia na działanie soli, wilgoci oraz mrozu oraz zasięgnąć opinii producenta	otynkować	Każdorazowo określić stopień narażenia na działanie soli, wilgoci oraz mrozu oraz zasięgnąć opinii producenta zaprawy
MX5		Każdorazowo wykonać ocenę środowiska oraz efektów wpływów chemicznych ze względu na stężenie oraz zasięgnąć opinii producenta	otynkować	Każdorazowo wykonać ocenę środowiska oraz efektów wpływów chemicznych ze względu na stężenie oraz zasięgnąć opinii producenta zaprawy.

Tabela 3. Wymagania dla murów w zależności od klasy ekspozycji.

3. Ściany

3.6. Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie

Wytrzymałość charakterystyczną muru na ściskanie **fk** nie zawierającego spoiny podłużnej, dla murów wykonanych na zaprawie zwykłej lub lekkiej zgodnie z PN-B-03002 2007 wyznacza się ze wzoru:

$$fk = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3}$$

fk - wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie,
K - współczynnik redukcyjny przyjmowany wg tabeli 2 PN-B-03002 2007,
f_b - znormalizowana wytrzymałość elementu murowego na ściskanie,
f_m - wytrzymałość zaprawy murarskiej na ściskanie.

Ponieważ wszystkie elementy murowe CERPOL należą do 2 grupy elementów murowych (klasyfikacja wg tablicy 1 PN-B-03002 2007), do wzoru współczynnik redukcyjny można przyjąć K = 0,4.

Wytrzymałości charakterystyczne muru fk [MPa] z elementów murowych CERPOL w zależności od klasy zastosowanej zaprawy murarskiej.

Klasa wytrzymałości pustaków CERPOL na ściskanie	Klasa wytrzymałości zaprawy murarskiej na ściskanie		
	M 2,5	M 5	M10
15	3,5	4,3	5,3
20	4,3	5,3	6,5

Tabela 4. Wytrzymałość muru we zależności od marki zaprawy i klasy pustaka

Wytrzymałość **fk** muru na ściskanie z niewypełnionymi spoinami pionowymi może być wyznaczana wg podanego wzoru, ale wymaga to uwzględnienia w obliczeniach wszystkich oddziaływań poziomych na konstrukcję, jakie tylko mogą wystąpić.

W przypadku murów ze spoiną podłużną wartość **fk** należy pomnożyć przez współczynnik korekcyjny n = 0,8.

3. Ściany

3.7. Wytrzymałość charakterystyczna muru na ścinanie

Wytrzymałość charakterystyczną muru na ścinanie określa się w zależności od kierunku działania siły ścinającej w stosunku do spoin wspornych.

Rozróżnia się w związku z tym wytrzymałość:

f_{vk} - dla siły działającej w kierunku równoległym do spoin wspornych,

f_{wk} - dla siły działającej w kierunku prostopadłym do spoin wspornych.

Wytrzymałość f_{vk} dla muru ze spoinami pionowymi wypełnionymi oblicza się z zależności:

$$f_{vk} = \text{minimum} \begin{cases} f_{vk} = f_{vko} + 0{,}4\sigma_d \\ f_{vk} = \max(0{,}065\, f_b ; f_{vko}) \\ f_{vk} = 1{,}4^* \end{cases}$$

* (zgodnie z tablicą 3 PN-B-03002 2007 jak dla elementów ceramicznych grupy 2)

f_{vko} - wytrzymałość charakterystyczna muru na ścinanie w kierunku równoległym do spoin wspornych - dla pustaków CERPOL na zaprawie zwykłej można przyjmować 0,3,

f_b - znormalizowana wytrzymałość na ściskanie elementów murowych w kierunku prostopadłym do spoin wspornych,

σ_d - wartość średnia obliczeniowych naprężeń ściskających w przekroju w kierunku prostopadłym do płaszczyzny ścianania w rozważanym elemencie.

Dla muru niezbrojonego wykonanego z niewypełnionymi spoinami pionowymi wytrzymałość charakterystyczną na ścinanie f_{vk} zaleca się przyjmować z zależności:

$$f_{vk} = \text{minimum} \begin{cases} f_{vk} = 0{,}5 f_{vko} + 0{,}4\sigma_d \\ f_{vk} = \max(0{,}045\, f_b ; f_{vko}) \\ f_{vk} = 0{,}7 \times 1{,}4^* \end{cases}$$

* (zgodnie z tablicą 3 PN B 03002 2007 jak dla elementów ceramicznych grupy 2)

Wyjaśnienia oznaczeń poszczególnych parametrów jak wyżej.

W przypadku gdy mur jest poddany działaniom sejsmicznym lub parasejsmicznym (wstrząsy pochodzenia górniczego) lub wstrząsom dynamicznym (wywoływanym ruchem pojazdów), należy przyjąć, że wytrzymałość na ścianie jest równa wartości 0,7 f_{vk} otrzymanej z równań powyżej. W przypadku gdy mur jest poddany działaniom sejsmicznym lub parasejsmicznym (wstrząsy pochodzenia górniczego) lub wstrząsom dynamicznym (wywoływanym ruchem pojazdów), należy przyjąć, że wytrzymałość na ścianie jest równa wartości 0,7 f_{vk} otrzymanej z równań powyżej.

Grupa elementu murowego	Klasa wytrzymałości elementu murowego na ściskanie fb	
	15	20
2	0,3	0,4

Tabela 5. Wartość fvvk [MPa] dla murów wykonywanych z elementów murowych CERPOL na zaprawie zwykłej.

3. Ściany

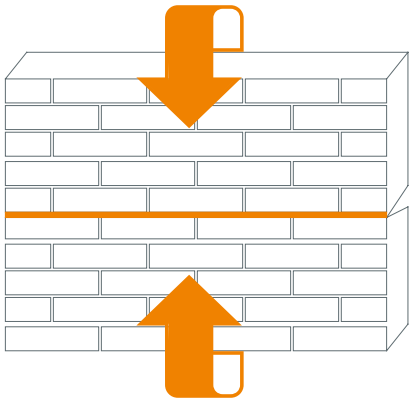
3.8. Wytrzymałość charakterystyczna muru na zginanie

Wytrzymałość charakterystyczną muru na zginanie określa się w zależności od zorientowania płaszczyzny działania momentu zginającego względem płaszczyzny ściany. W związku z tym rozróżnia się wytrzymałość:

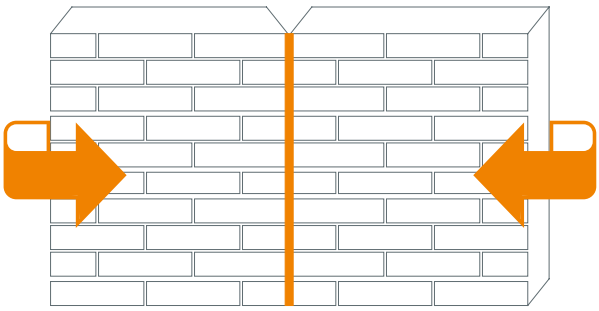
$f_{xk}1$ - w przekroju przez spoiny wsporne (rys. 1),

$f_{xk}2$ - w przekroju prostopadłym do spoin wspornych (rys. 2).

Wartość $f_{xk}1$ w zależności od rodzaju zastosowanej zaprawy przyjmuje się na podstawie tablicy 5 zawartej w PN-B-03002 2007.
Dla elementów ceramicznych Cerpol układanych na zaprawie zwykłej lub lekkiej dowolnej klasy charakterystyczną wytrzymałość na zginanie $f_{xk}1$ można przyjmować na poziomie $f_{xk}1 = 0,1$ [MPa]



Rys. 1. Wyczerpanie nośności w przekroju przez spoiny wsporne $f_{xk}1$



Rys. 2. Wyczerpanie nośności w przekroju prostopadłym do spoin wspornych $f_{xk}2$

Wytrzymałość charakterystyczną muru na zginanie w przekroju prostopadłym do spoin wspornych $f_{xk}2$ określa się na podstawie tablicy 6 PN-B-03002 2007. Dla elementów ceramicznych CERPOL charakterystyczna wytrzymałość na zginanie $f_{xk}2$ wynosi:

Materiał elementu murowego	Rodzaj zaprawy murarskiej		
	Zaprawa zwykła		Zaprawa lekka
	fm < 5 MPa	> 5 MPa	
Wyroby Ceramiczne CERPOL	0,2	0,4	0,1

Tabela 6.

3. Ściany

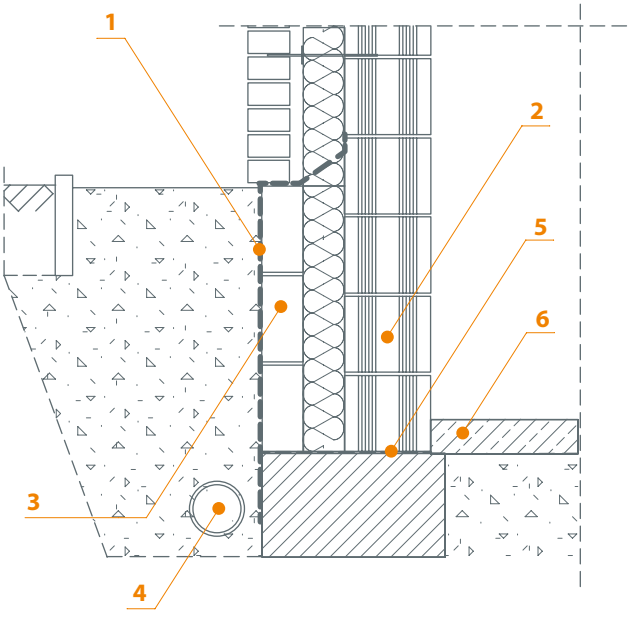
3.9. Ściany piwnic

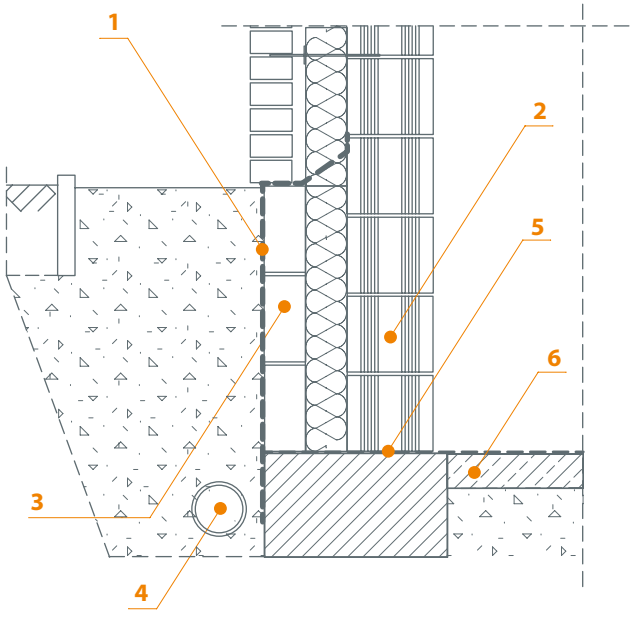
Przed murowanymi ścianami piwnicznymi stawia się szczególne wymagania, które ze względu na usytuowanie w ziemi, oprócz pionowych obciążeń pochodzących od leżących wyżej kondygnacji, muszą sprostać również poziomym obciążeniom naporu otaczającej ziemi.

Ściany piwnic z pustaków CERPOL wykonuje się z elementów pozwalających na wykonanie spoin pionowych i z takimi właśnie spoinami. Ścianę należy zabezpieczyć przed wilgocią przez zastosowanie poziomej i pionowej izolacji. Przy wysokim stanie wód gruntowych warto zastosować odwodnienie gruntu przylegającego do ściany piwnicy przez zastąpienie gruntu rodzimego żwirem lub innym łatwo przepuszczalnym materiałem, najlepiej w połączeniu z odprowadzeniem wody za pomocą drenażu opaskowego.

Kiedy izolacje poziomą stanowi warstwa papy lub inny materiał o niskim współczynniku tarcia, nośność na ścinanie spoiny poziomej zawierającej izolację przeciwwilgociową może być zbyt mała w stosunku do obliczeniowej siły poziomej powstałej w wyniku naporu gruntu. W takim przypadku konieczne jest dodatkowe zabezpieczenie ściany przed poślizgiem w postaci warstwy chudego betonu o grubość 6 -10 cm ułożonej powyżej poziomu fundamentu.

Kiedy izolację poziomą stanowi zaprawa wodoszczelna, nośność na ścinanie takiej spoiny jest porównywalna z nośnością spoin ze zwykłą zaprawą, w wyniku czego dodatkowe zabezpieczenie ściany przed poślizgiem nie jest konieczne.





1 - izolacja przeciwwilgociowa pionowa, **2** - ściana fundamentowa, **3** - ściana osłonowa, **4** - drenaż opaskowy
5 - izolacja przeciwwilgociowa pozioma, **6** - warstwa chudego betonu pod podłogę piwnicy

3. Ściany

3.10. Ściany nośne

Ściany nośne zewnętrzne i wewnętrzne to płytowe konstrukcje budowlane, które odbierają i przenoszą pionowe obciążenia ciężaru dachu, pieszych ciągów komunikacyjnych oraz ciężaru stojących na nich ścian wyższych kondygnacji, a także obciążenia poziome powstające na skutek działania (parcia i ssania) wiatru bądź naporu masy ziemi na ściany piwniczne.

3.10.1. Obliczanie nośności ścian

Zgodnie z ustaleniami PN-B-03002 2007 nośność ścian obciążonych głównie pionowo obliczać należy, posługując się - w zależności od warunków przekazywania w poziomie stropu siły pionowej ze ściany górnej kondygnacji na dolną:

a) modelem ciągłym, lub,

b) modelem przegubowym.

Modelem ciągłym można się posługiwać wtedy, gdy:

- stropy betonowe oparte są na ścianie za pośrednictwem wieńca żelbetowego o szerokości równej grubości ściany lub co najmniej równej grubości stropu,
- zbrojenie stropu zakotwione jest w wieńcu oraz istnieje zbrojenie podporowe zakotwione w tym samym wieńcu lub ciągłe przechodzące z jednego przęsła w drugie,
- średnie naprężenie obliczeniowe ściany > 0,25 MPa, a mimośród działania obciążenia pionowego w przekroju ściany pod stropem jest nie większe niż 0,33 grubości ściany.

Kiedy powyższe wymagania nie są spełnione, należy posługiwać się w obliczeniach modelem przegubowym.

Obciążenie ścian obciążonych głowie pionowo stanowią:

- ciężar własny ściany,
- obciążenie pionowe od stropów (także dachów, schodów itp.) i ścian opartych na rozpatrywanej ścianie, od sił działających w płaszczyźnie ściany, a także siły wewnętrzne, wynikłe z połączenia rozpatrywanej ściany ze ścianami przyległymi, jeżeli ich odkształcenie jest znacząco różne od odkształcenia ściany rozpatrywanej,
- obciążenia poziome oddziałujące bezpośrednio na ścianę, prostopadłe do jej płaszczyzny.

Stan graniczny nośności ścian obciążonych głównie pionowo należy sprawdzać zgodnie z PN-B-03002 2007 z warunku:

$$N_{sd} < N_{rd}$$

w którym:

N_{sd} - siła pionowa w ścianie wywołana działaniem obciążenia obliczeniowego,

N_{rd} - nośność obliczeniowa ściany z uwagi na obciążenia pionowe.

Nośność ściany należy sprawdzać w przekrojach nad i pod stropem oraz w środkowej strefie ściany. W ścianach z otworami należy sprawdzać także nośność nadproży.

3. Ściany

3.11. Wieńce żelbetowe

W budynkach, które posiadają dwie lub więcej kondygnacji, wymagane są wieńce żelbetowe. W budynkach parterowych nie jest to wymóg, natomiast z konstrukcyjnego punktu widzenia warto je wykonać.

Wieńce są elementem wykonywanym w poziomie stropów - obiegają one wszystkie ściany konstrukcyjne, stężając ze sobą ściany. Z wieńcami łączy się za pomocą zbrojenia podporowego stropy żelbetowe. W przypadku zastosowania innego rodzaju stropu (np. drewnianego) w wieńcu mocuje się kotwy pozwalające zamocować belki drewniane do ściany. Rola, jaką pełnią wieńce w zapewnieniu sztywności przestrzennej budynku, jest ogromna.

Wieńce spełniają funkcje takie, jak:

- przejmują siły rozciągające powstałe na skutek odkształceń termicznych lub nierównomiernego osiadania budynku,
- stanowią zbrojenie krawędziowe stropów żelbetowych, pełniąc wraz z nimi rolę poziomych tarcz usztywniających,
- pozwalają przenieść siły rozporowe na skutek oparcia konstrukcji dachu,
- umożliwiają stworzenie tzw. wtórnego ustroju nośnego w przypadku lokalnego uszkodzenia ściany nośnej np. na skutek wybuchu lub zarysowania (uszkodzenia).

Zgodnie z PN-B-03002 2007 zbrojenie podłużne zastosowane w wieńcu powinno być zdolne do przeniesienia siły rozciągającej **Fi** nie mniejszej niż:

$$Fi > Li \times 15\ kN/m > 90\ kN$$

gdzie:

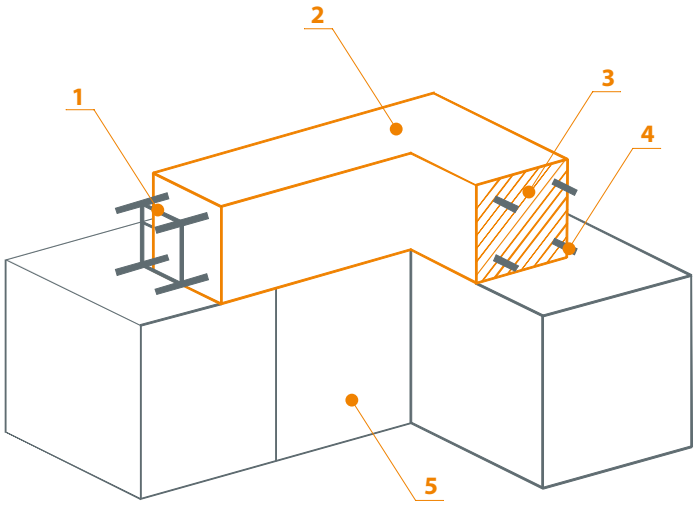
Li - odległość ścian usztywniających usytuowanych poprzecznie, podana w metrach [m].

Zbrojenie podłużne zaleca się wykonywać ze stali klasy A0 - A III, przy czym zbrojenie to powinno być nie mniejsze niż 3 ø 10. Strzemiona zaleca się wykonywać ze stali A0 - pręty ø 6 co około 25 cm.

Zbrojenie to powinno być ciągłe lub tak zakotwione, aby w każdym przekroju było zdolne do przeniesienia wymaganej siły **Fi**.

Jeżeli ściana stanowi podporę skrajną stropu w wieńcu, należy zakotwić jego zbrojenie podporowe. Pole przekroju tego zbrojenia nie powinno być mniejsze niż 100 mm^2/m długości stropu.

Nie narzuca się minimalnych wymiarów, jakie powinien posiadać wieniec - jedynym zaleceniem w tym zakresie jest, by pole przekroju wieńca było nie mniejsze niż 0,025 m^2 oraz by spełnione były wymagania minimalnego otulenia zaprawą zbrojenia.



1 - strzemię
2 - wieniec żelbetowy
3 - powierzchnia przekroju wieńca > 0,025 m^2
4 - pręty zbrojeniowe
5 - pustak ceramiczny

3. Ściany

3.12. Przerwy dylatacyjne

Budynek ze ścianami murowanymi należy dzielić na mniejsze segmenty, stosując przerwy dylatacyjne przechodzące przez całą konstrukcję, od wierzchu fundamentów do dachu.

Odległości między przerwami dylatacyjnymi należy wyznaczać na podstawie analizy konstrukcji poddanej różnicy temperatur, a w szczególnych przypadkach także z uwagi na warunki gruntowe (możliwe nierównomierne osiadanie konstrukcji). W tym drugim przypadku dylatacji należy poddać także fundament.

Zgodnie z zaleceniami PN-B-03002 2007r. analizy konstrukcji z uwagi na odkształcenia termiczne można nie przeprowadzać dla budynków z oddzieloną konstrukcją dachową i ocieplonym stropem nad najwyższą kondygnacją, jeżeli odległości między przerwami dylatacyjnymi są nie większe niż podane w tablicy 5.

Wartości podane w ww. tabeli są prawdziwe również dla budynków ze stropodachami wentylowanymi, w których temperatura konstrukcji stropu jest zbliżona do temperatury ocieplonego stropu przykrytego dachem.

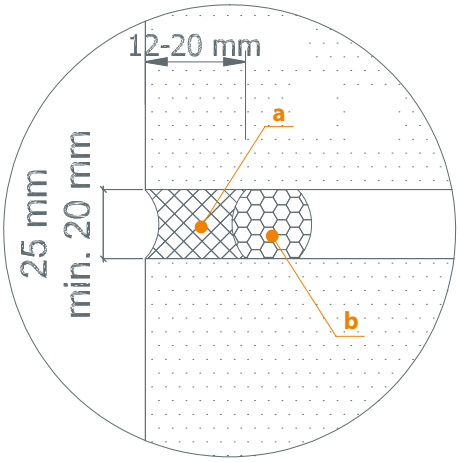
Rodzaj muru	Odległości Li [m]			
	Ściany szczelinowe		Ściany jedno- lub dwuwarstwowe	
	Warstwa zewnętrzna	Warstwa wewnętrzna	Spoiny pionowe wypełnione	Spoiny pionowe niewypełnione
Z elementów ceramicznych	12	40	30	25
Z innych elementów murowanych	8	30	25	20

Z uwagi na koncentrację naprężeń termicznych w narożach ścian przerwy dylatacyjne zaleca się umieszczać w pobliżu tych miejsc.

W przypadku ścian osłonowych zewnętrzną warstwę ściany szczelinowej należy dzielić siatką dylatacji - dylatacje pionowe jak w tabeli 5; dylatacje poziome - nie rzadziej niż co 9 m.

Ścianki kolankowe należy dylatować co maks. 20 m. Jeśli ściany wykonywane są ze zbrojeniem w spoinach wspornych, którego przekrój jest większy niż 0,03% pola przekroju poprzecznego muru, można przyjmować o 20% większe niż podano w tabeli 5.

Szczeliny dylatacyjne powinny mieć szerokość nie mniejszą niż 20 mm i zostać szczelnie wypełnione materiałem trwale plastycznym np. taśmami dylatacyjnymi.



a - systemowa elastyczna masa uszczelniająca
b - systemowy profil piankowy

3. Ściany

3.13. Oparcie stropów na ścianach

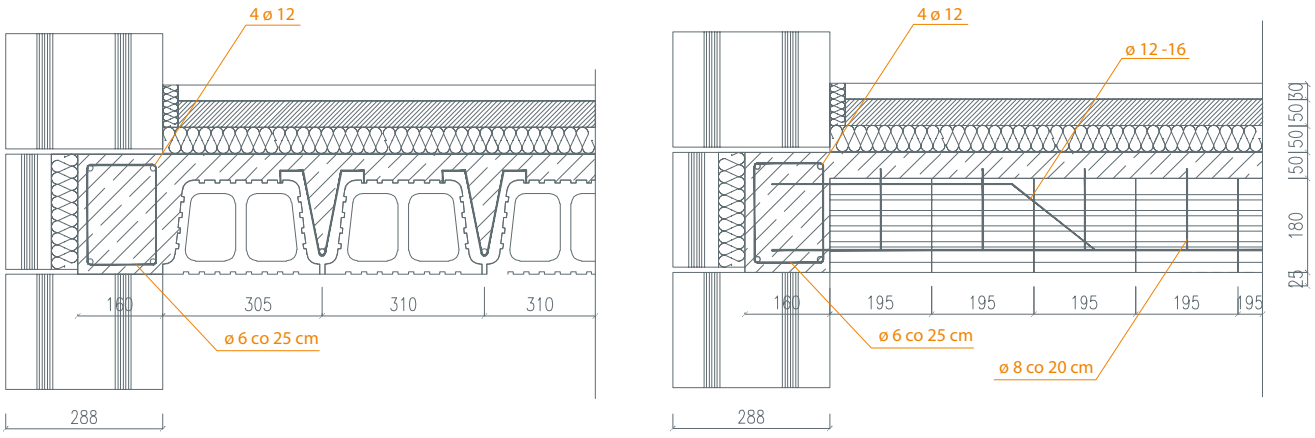
Stropy opiera się na ścianach z pustaków ceramicznych CERPOL za pomocą wieńca żelbetowego. Na ścianie wewnętrznej szerokość wieńca jest zwyczajowo równa szerokości ściany, przy czym zawsze należy pamiętać o warunku A > 0,025 m^2 oraz właściwej otulinie zbrojenia przez beton.

Na ścianie zewnętrznej warto wykonać wieniec nieco węższy niż ściana konstrukcyjna (nadal zachowując powyższe warunki) tak, by można go było od zewnątrz docieplić jak najgrubszą warstwą termoizolacji.

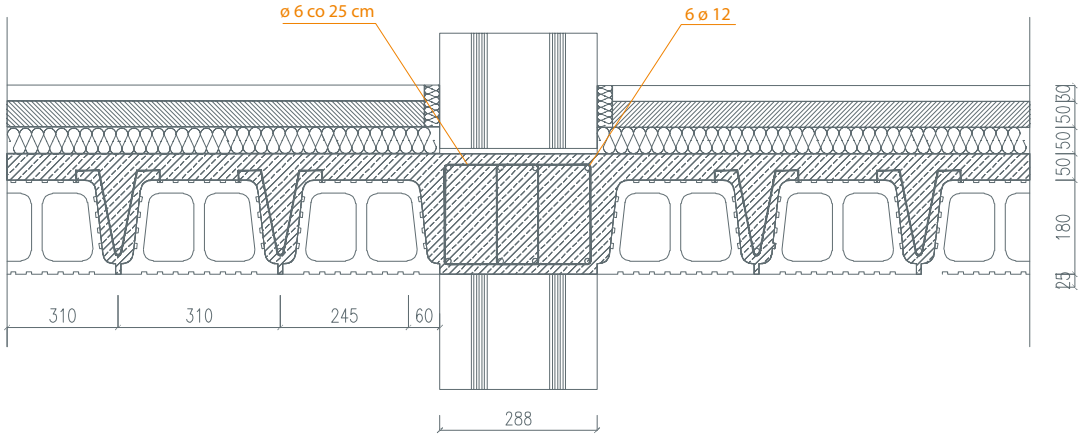
Może się zdarzyć (zwłaszcza w budynkach wielokondygnacyjnych), że średnie obliczeniowe naprężenie ściskające w ścianie konstrukcyjnej nad stropem przewyższy wartość 0,25 MPa (w budynkach jednorodzinnych z reguły naprężenie to jest mniejsze) - należy wówczas w spoinie poziomej, bezpośrednio nad wieńcem ułożyć zbrojenie z prętów ø 4,5 mm o polu przekroju skratowań nie mniejszym niż 150 mm^2/m.b. (np. kratownicza Murfor).

Kiedy mur jest mocno wytężony, tzn. kiedy obciążenie obliczeniowe ściany (Nsd), liczone od wyższych kondygnacji jest większe niż 0,7 obliczeniowej nośności ściany (N1rd), zaleca się układać analogiczne zbrojenie również w spoinie pod wieńcem.

Oparcie stropu na ścianie zewnętrznej



Oparcie stropu na ścianie wewnętrznej



4. Przepisy prawne

4.1. Oznaczenia normowe - karta techniczna produktu

Do 31 marca 2006 r. wyroby końcowe poddawane były ocenie według normy PN-B-12069:1998 lub PN-EN 771-1, która w tym okresie pełniła rolę normy przejściowej.

Od 1 kwietnia 2006 r., w oparciu o Dyrektywę o wyrobach budowlanych nr 89/106/EWG wycofano „stare" polskie normy. Dyrektywa ta ujednoliciła przepisy techniczne dotyczące tzw. wymagań zasadniczych, spełnianych przez wyrób, który jest przeznaczony do obrotu na rynkach UE. Obecnie w Polsce obowiązuje norma PN-EN 771-1 „Wymagania dotyczące elementów murowych. Część I: Elementy murowe ceramiczne".

Dodatkowa zmiana polega na tym, że producent powinien zgodnie z obowiązującymi przepisami zamieścić w dokumentacji Zakładowej Kontroli Produkcji wymagania związane z cechami zewnętrznymi produkowanych przez niego wyrobów budowlanych, które to nie zostały przewidziane w ww. normie.

Wraz ze zmianą (ujednoliceniem) przepisów pojawiły się nowe określenia, które nie zawsze są jednoznaczne dla czytelnika.

Oznaczenia i definicje wprowadzone przez PN-EN 771-1 stosowane na etykietach wyrobów:

Kategoria I - elementy murowe, w których wytrzymałość na ściskanie deklarowana jest z prawdopodobieństwem > 95% (oznacza to, że prawdopodobieństwo wystąpienia wytrzymałości mniejszej jest nie większa niż 5%).

Kategoria II - elementy murowe, w przypadku których nie przewiduje się, aby były zgodne z poziomem ufności wymaganym dla elementów kategori **ILD** - element murowy ceramiczny o małej gęstości brutto w stanie suchym, do stosowania w murze zabezpieczonym (np. przez tynkowanie).

Reakcja na ogień - klasa A1 oznacza produkt niepalny.

WUN - oznacza, że badanie w naszym kraju nie jest wymagane i producent nie jest zobowiązany do jego wykonywania.

4. Przepisy prawne

MAX 288/220

ZAŁĄCZNIK Nr 4do Pr BWG/009

CERPOL

CE

1434

CERPOL—KOZŁOWICE Spółka z o.o.

KOZŁOWICE ul. Nowa 4

46-310 Gorzów Śląski woj. Opolskie

08

1434 – CPD - 0019

EN 771-1

Kategoria : I **Klasa 15**

Element murowy ceramiczny **LD 188x288x220 mm**

Kategoria odchyłek wymiarów : **T 1**

Kategoria rozpiętości, płaskość i równoległość: **WUN**

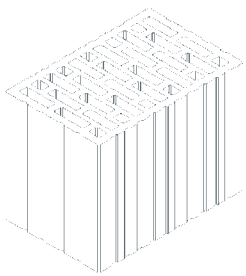
Stabilność wymiarów: rozszerzalność pod wpływem wilgoci: **WUN**

Wytrzymałość na ściskanie: **13,4 N/mm² (⊥ do powierzchni kładzenia)**

Wytrzymałość znormalizowana **15 N/mm²**

Wytrzymałość spoiny : wartość ustalona .. **0,15 N/mm²**

Grupa konstrukcyjna **II**



Zawartość aktywnych soli rozpuszczalnych: **WUN (SO)**

Reakcja na ogień : Euroklasa **A 1**

Absorpcja wody : **Nie eksponować na zewnątrz**

Współczynnik dyfuzji pary wodnej: **WUN**

Izolacyjność od bezpośrednich dźwięków powietrznych: **WUN**

Gęstość brutto **903 (D_1) kg/m³**

Kształt , budowa : **wg załączonego rysunku** **Nazwa handlowa: MAX 288/220**

Obliczeniowy współczynnik przewodzenia ciepła: **λ_{288}= 0,225 W/m K** **λ_{188}= 0,405 W/m K**

Przeznaczenie wyrobu : w konstrukcjach murowych zabezpieczonych, do murowania zwykłego , ścian wewnętrznych oraz warstwowych zewnętrznych , wymagających docieplenia, ścian wypełniających . Do wznoszenia murów wymagających tynkowania.

Powierzchnia kładzenia wyrobu powinna być prostopadła do kierunku drążeń.

Trwałość - odporne na działanie mrozu **F1**

Stężenie naturalnych pierwiastków promieniotwórczych : $f_1 \leq 1,2$; $f_2 \leq 240$ Bq/kg

Sztuk na palecie 96

Nr partii .....

Przykładowa karta techniczna produktu.

4. Przepisy prawne

4.2. Dopuszczalne odchyłki wymiarowe

Odchyłki wymiarowe elementów ceramicznych spowodowane są złożoną i skomplikowaną technologią wypału, które przechodzą od momentu zaformowania do wypalenia ogromną „metamorfozę" wymiarową.

1 - MAX zaformoway (około 200 x 306 x 231 mm)
2 - MAX wysuszony (około 190 x 292 x 222 mm)
3 - MAX wypalony (wym. nominalny 188 x 288 x 220 mm)

Norma PN-EN 771-1 precyzyjnie określa, jakie warunki musi spełnić wyrób (jakie są maksymalne dopuszczalne odchyłki wymiarowe), by zaklasyfikować wyrób do danej klasy wymiarowej (T1, T2,Tx).

Wszystkie wyroby CERPOL są produkowane z zadeklarowaną klasą dokładności T1. Dopuszczalne odchyłki wymiarowe pustaków od wymiaru nominalnego dla klasy T1 ustala się na podstawie ww. normy ze wzoru:

$$T1 : +- 0{,}4 \times \sqrt{\text{wymiar nominalny [mm]}} \quad \text{lub 3 mm}$$

(przyjmuje się wartość większą)

Dla poszczególnych boków pustaków o danej długości dopuszczalne odchyłki wymiarowe wynoszą:

Producent ma obowiązek określić, do której kategorii wymiarowej należą jego wyroby, oraz produkować je zgodnie z deklarowaną dokładnością. Norma PN-EN 771-1 określa jedynie wymagania co do cech fizycznych wyrobów (wytrzymałość, nasiąkliwość, trwałość itp.), nie określa natomiast dopuszczalnych odchyłek kształtu, jakie mogą posiadać wyroby, by nadal były uznane za dobre.

Obowiązek określenia tych parametrów spoczywa na producencie - musi on zadeklarować dopuszczalne błędy kształtu (skrzywienia powierzchni, rysy, pęknięcia, odpryski itp.) i dokonać zapisu tego faktu w dokumentacji Zakładowej Kontroli Produkcji.

Produkty specjalne - co do których nie można ze względu na specyfikę technologii i wykonania (np. cegły rustykalne, z ożużleniami itp.) określić precyzyjnie granicy, który element jest uznawany za dobry, a który za zły - przyjmuje się zasadę akceptacji przez nabywcę.

Jeśli osoba decyduje się na zakup danego rodzaju asortymentu, to jest to równoznaczne z pełną jego akceptacją materiału - jego wyglądu oraz cech zewnętrznych.

Rodzaj wyrobu	Wymiary [mm]	Dopuszczalne odchyłki dla poszczególnych boków [mm]		
MAX 288/220	288/188/220	±6	±5	±5
U-220	250/188/220	±6	±5	±5
UNI-MAX 250/220	250/188/220	±6	±5	±5
miniMAX 120/220	288/120/220	±6	±4	±5
miniMAX 88/220	288/88/220	±6	±3	±5
MEGA-MAX 250/238 P+W	375/250/238	±7	±6	±6
MEGA-MAX 300/238 P+W	300/248/238	±6	±6	±6
miniMAX 115/238 P+W	498/115/238	±8	±4	±6
Kroterm 115/238 P+W	365/115/238	±7	±4	±6
Kroterm 250/238 P+W	380/250/238	±7	±4	±6
miniMAX 288/188	288/188/188	±6	±5	±5
UNI-MAX 250/188	250/188/188	±6	±5	±5
miniMAX 120/188	288/120/188	±6	±4	±5
Cegła K-3	250/180/220	±6	±4	±5
miniMAX 88/188	288/88/188	±6	±3	±5
Pustak wentylacyjny	188/188/250	±5	±3	±6

5. Ściana 3-warstwowa - informacje praktyczne

5.1. Przygotowanie fundamentu

Ściana trójwarstwowa jest najbardziej złożoną konstrukcją, z jaką można się spotkać zarówno w trakcie projektowania, jak i wykonawstwa ścian, dlatego omówione tu zagadnienia będą prawdziwe dla każdego rodzaju ściany z dowolnym wykończeniem elewacji.

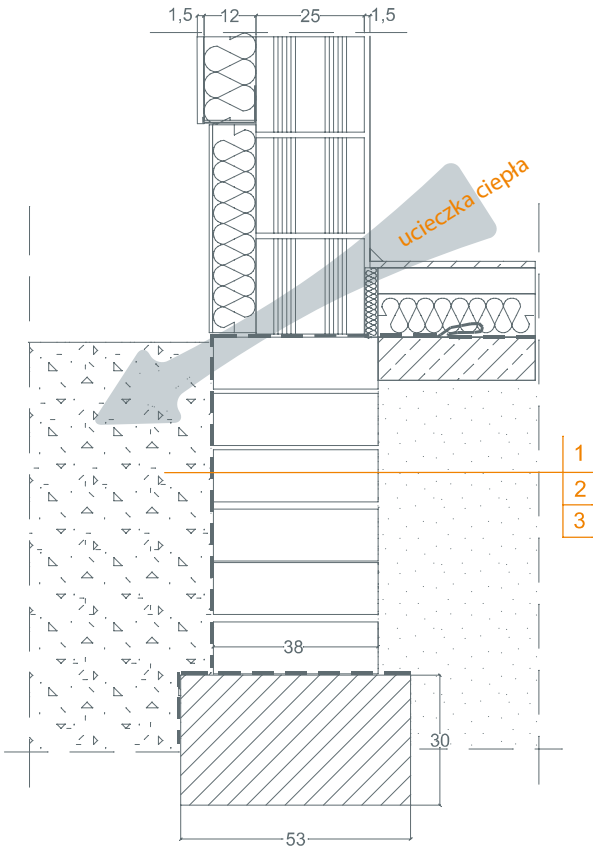
Dlaczego?

Rozpoczynając budowę, warto przemyśleć temat właściwego przygotowania i wykonania fundamentu. Najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest ściana fundamentowa z bloczków betonowych. Fundament można wykonać w tej technologii na dwa sposoby:

- ułożenie bloczka na 38 cm + termoizolacja,
- ułożenie bloczka na 25 cm + termoizolacja + bloczek 12 (14) cm.

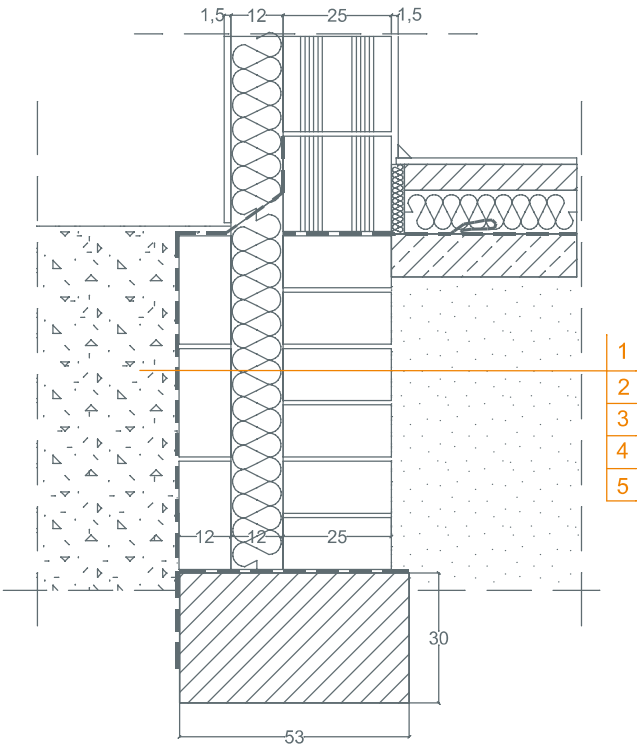
Drugie rozwiązanie przy takich samych nakładach materiałowych posiada o wiele więcej zalet. Przygotowana w ten sposób zewnętrzna ścianka przede wszystkim świetnie zabezpiecza ścianę fundamentową przed naporem gruntu i wody, ale też zostawia otwartą drogę do wykonania w przyszłości ściany osłonowej z klinkieru.

Pominięcie tego szczegółu generuje - w przypadku późniejszej decyzji o wykonaniu elewacji klinkierowej - bardzo duże koszty związane z koniecznością stosowania konsol i zawiesi ze stali nierdzewnej. Zastosowanie tego rozwiązania uwarunkowane jest ponadto koniecznością kotwienia w elemencie żelbetowym o odpowiedniej wysokości (np. wieniec). To ostatnie obostrzenie często sprawia, że wykonanie ściany osłonowej staje się w wielu przypadkach po prostu niemożliwe.



1 folia kubełkowa, 2 izolacja przeciwwodna,
3 bloczek betonowy 38 x 25 x 12 cm

- zużycie: 23 bloczki/m.b.,
- nie daje możliwości wykonania elewacji z klinkieru,
- brak ocieplenia ściany fundamentowej powoduje powstanie mostka termicznego,
- docieplenie ściany fundamentowej naraża termoizolację na napór gruntu i wody gruntowej.



1 folia kubełkowa, 2 izolacja przeciwwodna,
3 bloczek betonowy 38 x 25 x 12 cm, 4 izolacja termiczna 12 cm,
5 bloczek betonowy 38 x 25 x 12 cm

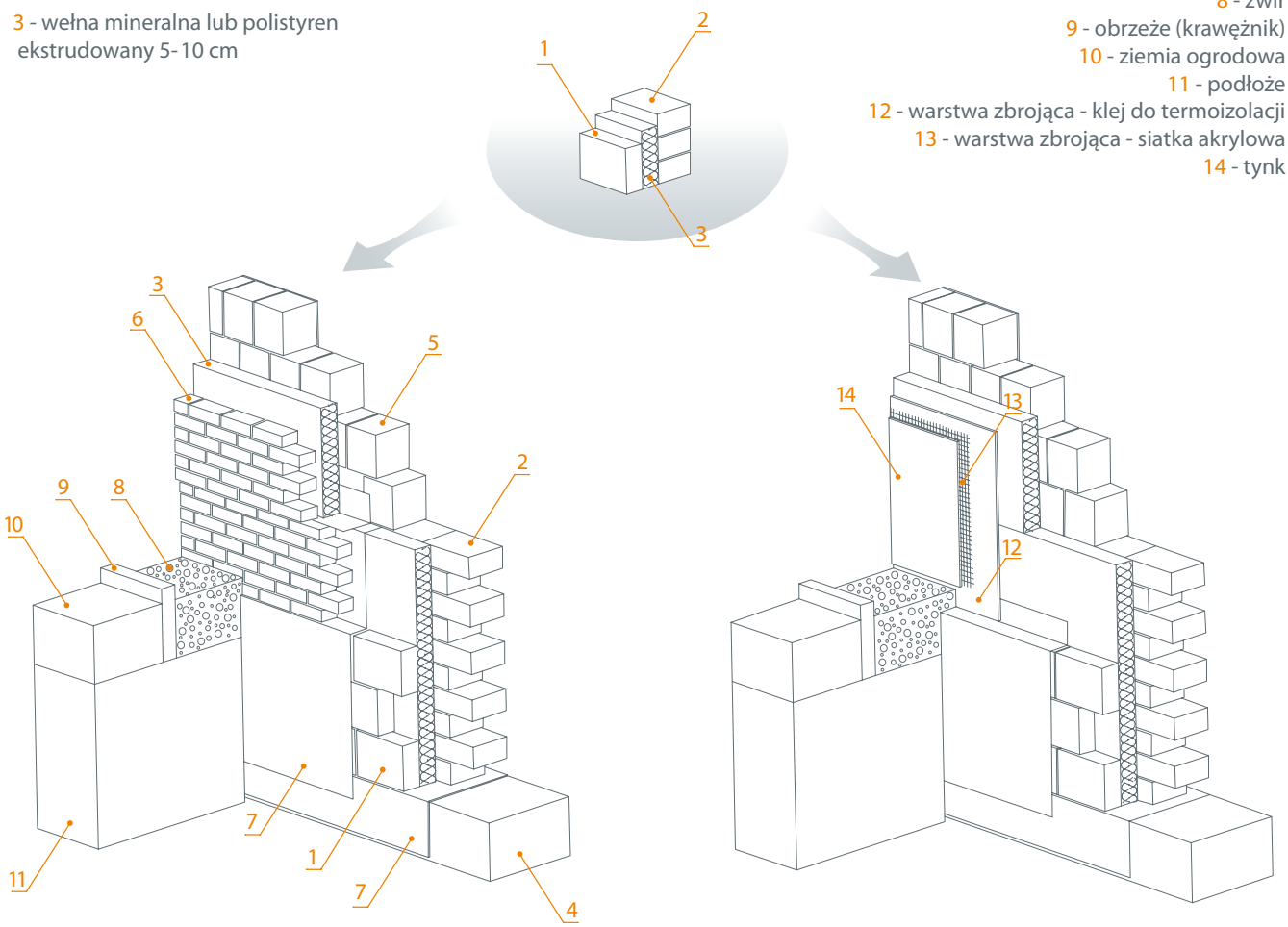
- zużycie 23 bloczki/m.b.,
- daje możliwości wykonania elewacji z klinkieru,
- ciągłość termoizolacji eliminuje mostki termiczne,
- zewnętrzny bloczek fundamentowy daje możliwość oparcia ściance osłonowej z klinkieru oraz chroni warstwę termoizolacji przed naporem gruntu i wody gruntowej.

5. Ściana 3-warstwowa - informacje praktyczne

Jak?

1 - bloczek fundamentowy
38 x 25 x 12 cm ułożony na sztorc
2 - bloczek fundamentowy
38 x 25 x 12 cm ułożony na płask
3 - wełna mineralna lub polistyren
ekstrudowany 5-10 cm

4 - fundament
5 - ściana konstrukcyjna
6 - cegła klinkierowa
7 - izolacja przeciwwilgociowa
8 - żwir
9 - obrzeże (krawężnik)
10 - ziemia ogrodowa
11 - podłoże
12 - warstwa zbrojąca - klej do termoizolacji
13 - warstwa zbrojąca - siatka akrylowa
14 - tynk



Praktyczne uwagi

Rozwiązanie wiąże się z podobnym nakładem pracy i kosztów, jak inne sposoby przygotowania fundamentu, zyskujemy jednak możliwość wyboru różnych technologii wznoszenia ścian nośnych.

Nawet jeśli zapadnie decyzja o budowie muru dwuwarstwowego z elewacją z tynku, takie ułożenie fundamentu umożliwi wykonanie elewacji z cegły klinkierowej (bez ingerencji w fundament i ponoszenia dodatkowych kosztów) nawet wiele lat po zakończeniu budowy.

5. Ściana 3-warstwowa - informacje praktyczne

5.2. Izolacja przeciwwilgociowa

Dlaczego?

Wilgoć w konstrukcji jest zjawiskiem niepożądanym, a brak lub niepoprawne wykonanie izolacji niesie za sobą poważne w skutkach konsekwencje:

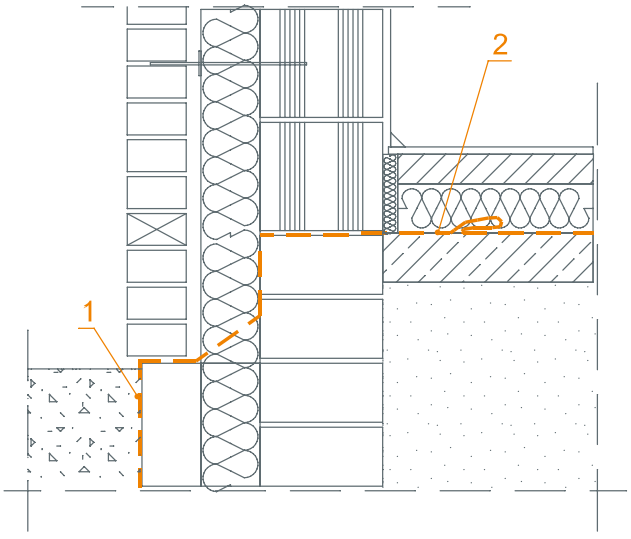
- powoduje korozje,
- obniża izolacyjność cieplną,
- rozpuszcza i transportuje sole mineralne,
- przyczynia się do rozwoju mikroorganizmów.

Jak?

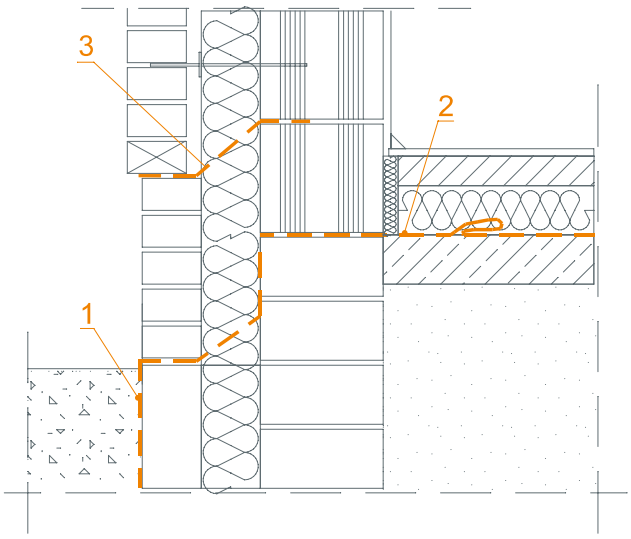
Aby zapobiec negatywnym skutkom wilgoci, bezwzględnie konieczne jest stosowanie izolacji przeciwwilgociowych i stosowanie kilku prostych, stałych i niezmiennych zasad:

- izolacja pionowa ścian fundamentowych powinna być szczelnie połączona z izolacją poziomą, odcinając ścianom możliwość kapilarnego pociągania wody,
- pionowa izolacja przeciwwilgociowa powinna być wyprowadzona na cokół budynku ponad poziom terenu,
- dwa różne materiały (np. ceramika - beton), między którymi może nastąpić transport soli mineralnych, co w konsekwencji prowadzi do zacieków, wykwitów itp. - należy przedzielić warstwą izolacji.

Elewacja prosta



Elewacja z cokołem



1 - izolacja pionowa, 2 - izolacja pozioma, 3 - izolacja odcinająca cokołu

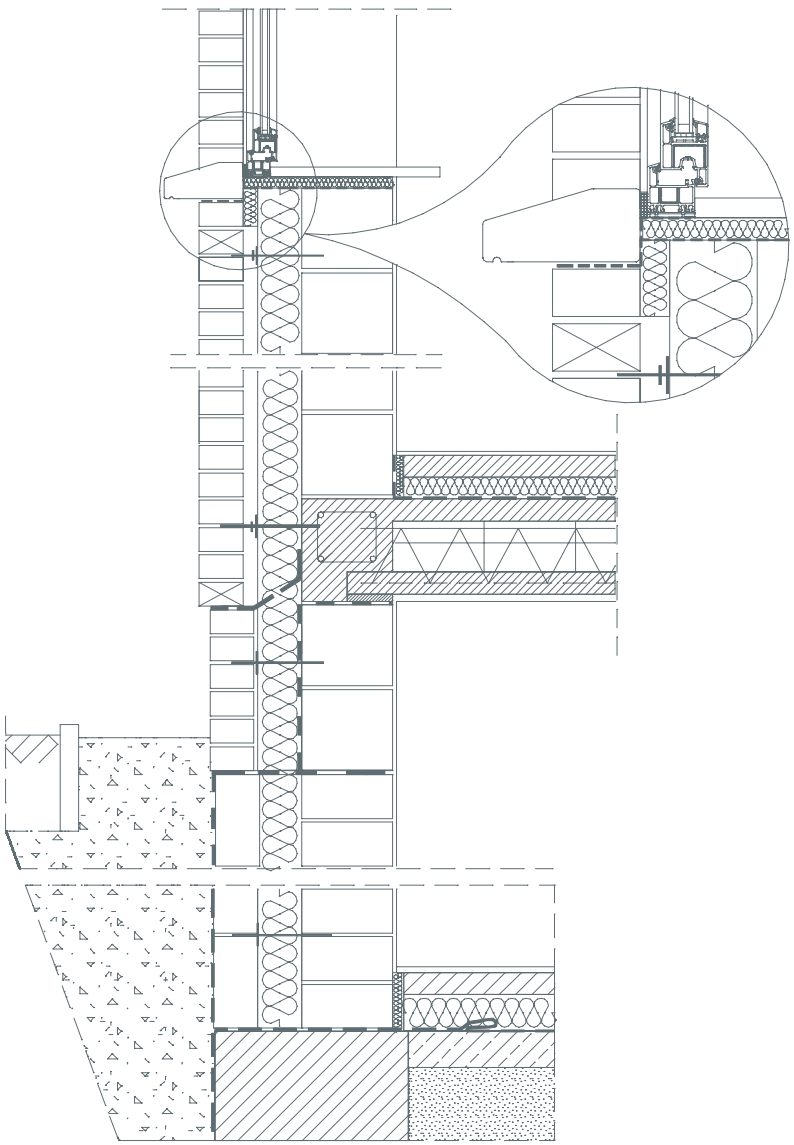
Praktyczne uwagi

Izolacje najczęściej wykonuje się z papy lub z folii izolacyjnej. Izolacje poziome, zarówno te ułożone na ławie fundamentowej, jak i te na ścianie fundamentowej, muszą być ciągłe na całej długości i połączone z izolacją pionową ściany fundamentowej oraz z izolacją posadzki piwnicy (jeśli budynek jest podpiwniczony). Jeśli strop znajduje się poniżej powierzchni terenu, dodatkowo izolację poziomą układa się 30 cm nad poziomem terenu, czyli w miejscu, w którym powinno zakończyć się izolację pionową.

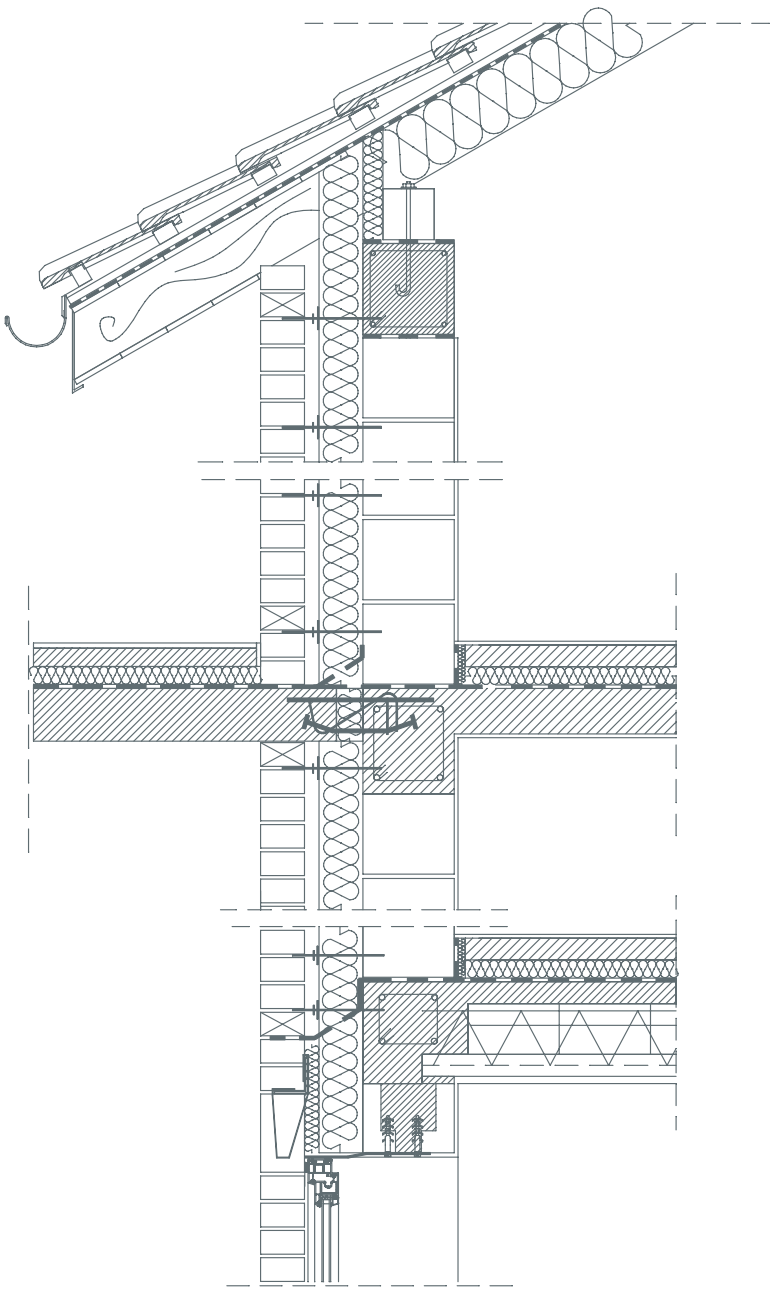
Górną, wyschniętą powierzchnię fundamentu należy zagruntować rzadkim roztworem asfaltowym na zimno, metodą smarowania. Po wyschnięciu powłoki gruntującej trzeba wykonać właściwą izolację przeciwwilgociową, poziomą, z 2 warstw papy asfaltowej.

Do sklejenia pap asfaltowych i przytwierdzenia ich do zagruntowanego podłoża stosuje się lepik asfaltowy na zimno. Na jeden metr kwadratowy izolacji przeciwwilgociowej poziomej z 2 warstw papy asfaltowej potrzeba :

- rzadki roztwór asfaltowy do gruntowania na zimno - 0,45 kg,
- lepik asfaltowy stosowany na zimno (2,20 + 1,76) = 3,96 kg,
- papa asfaltowa izolacyjna na welonie z włókien szklanych, odm. P 100/1200 1,15 m^2,
- papa asfaltowa powlekana na welonie z włókien szklanych odm. W 100/1400 1,15 m^2.



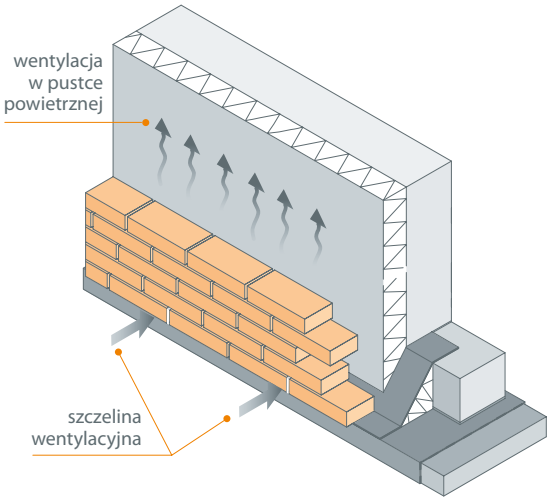
Rys.	IZOLACJA W ŚCIANIE TRÓJWARSTWOWEJ	SKALA
A	szczegół prowadzenia izolacji poziomej - strefa przyziemia	1:20



Rys.	IZOLACJA W ŚCIANIE TRÓJWARSTWOWEJ	SKALA
A1	szczegół prowadzenia izolacji poziomej - strefa poddasza	1:20

5. Ściana 3-warstwowa - informacje praktyczne

5.3. Wentylacja ściany warstwowej

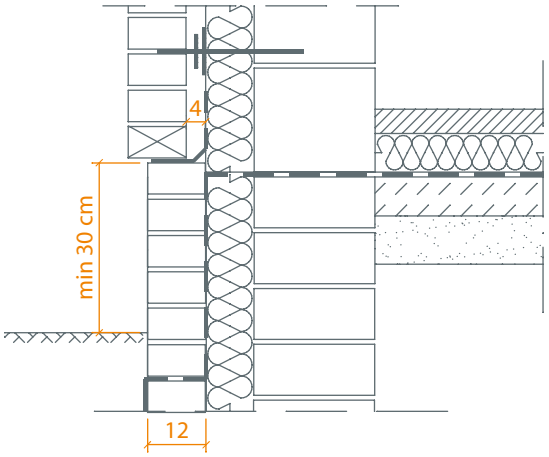


Dlaczego?

Szczelina wentylacyjna spełnia w przegrodzie dwie zasadnicze funkcje:

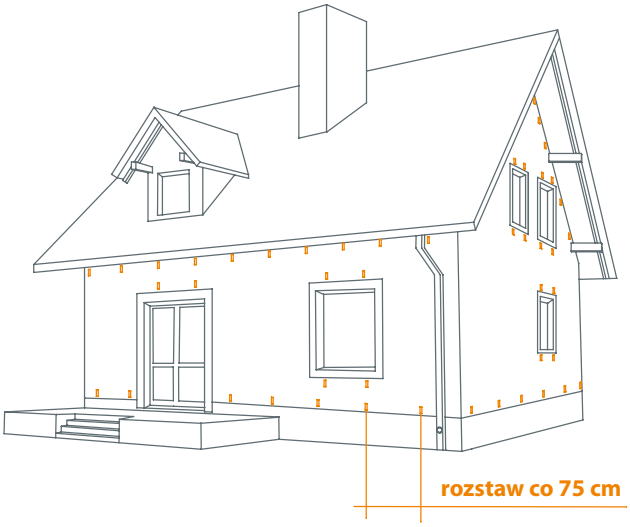
- usuwa wilgoć z przegrody - osusza termoizolację, utrzymując jej parametry izolacyjne na stałym poziomie,
- zapobiega zawilgoceniu zaprawy i powstawaniu wykwitów,
- w upalne dni usuwa gorące powietrze z przegrody, chłodząc zewnętrzną warstwę osłonową przed nadmiernym nagrzaniem,
- zmniejsza naprężenia termiczne.

Zgodnie z zaleceniami PN-B-03002:2007 spód szczeliny wentylacyjnej powinien znajdować się nie niżej niż 30 cm nad poziomem gruntu.



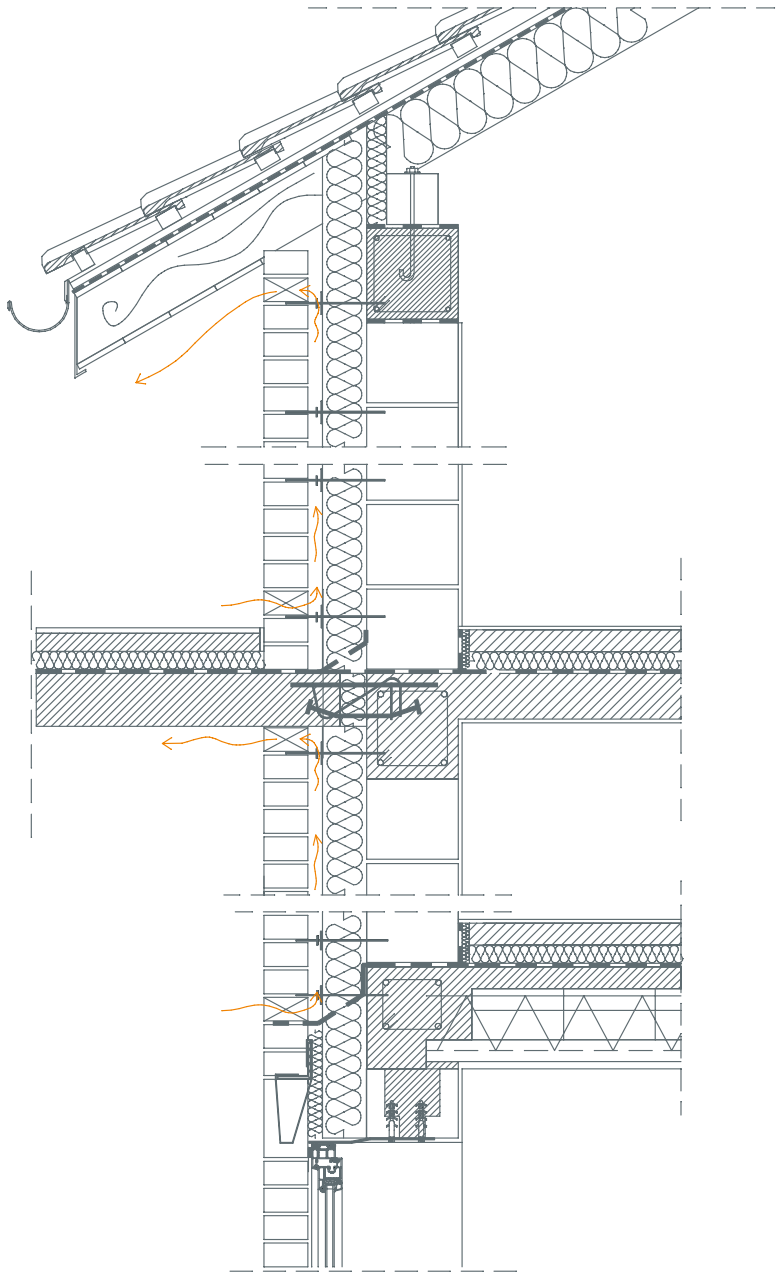
Należy również przewidzieć szczelinę wentylacyjną, którą prowadzić należy w sposób nieprzerwany aż po dach, względnie do spodu podpory pośredniej.

Rozmieszczenie puszek na elewacji

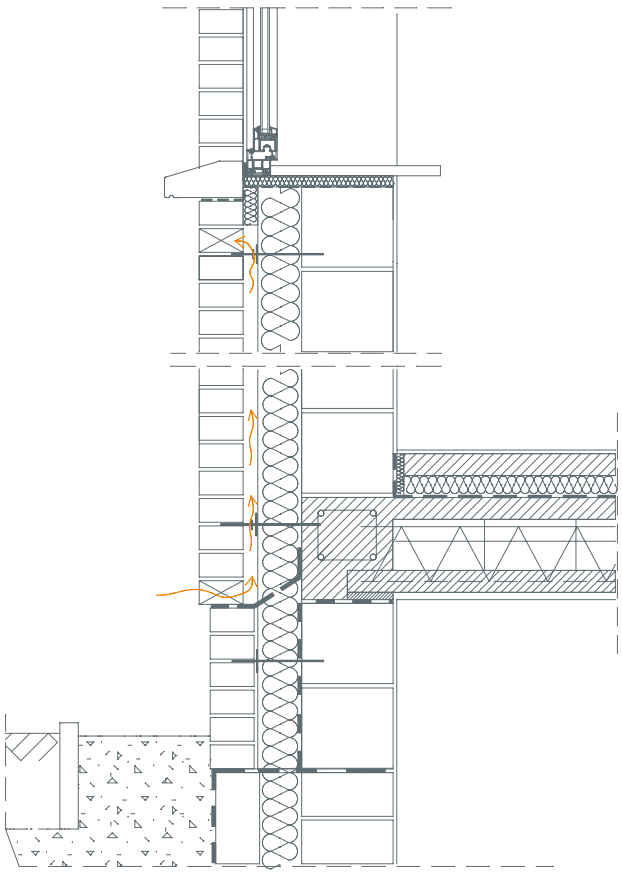


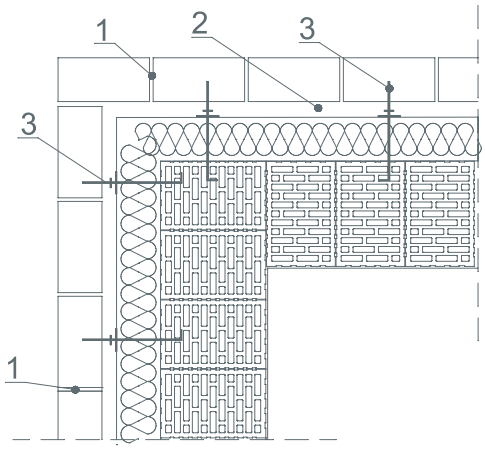
Jak?

Puszki wentylacyjne układa się w równych odstępach na obwodzie elewacji w skrajnych - dolnej i górnej jej części. Konieczne jest wstawienie puszek pod i nad otworami okiennymi, płytami balkonowymi oraz w każdym miejscu, w którym została przerwana ciągłość szczeliny wentylacyjnej, np. z powodu konieczności wykonania dylatacji poziomej. Przykładowe usytuowanie puszek na elewacji przedstawia rysunek obok.



Rys.		SKALA
B1	WENTYLACJA W ŚCIANIE TRÓJWARSTWOWEJ szczegół usytuowania szczelin wentylacyjnych - strefa poddasza	1:20





1 / puszka wentylacyjna
2 / szczelina wentylacyjna
3 / łącznik kotew stalowa

Rys.		SKALA
B	WENTYLACJA W ŚCIANIE TRÓJWARSTWOWEJ szczegół usytuowania szczelin wentylacyjnych - strefa przyziemia	1:20

5. Ściana 3-warstwowa - informacje praktyczne

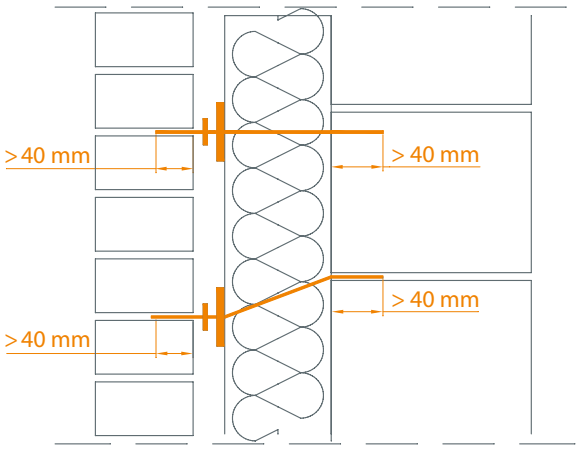
5.4. Kotwienie

Dlaczego?

Zadaniem kotew jest bezpieczne przeniesienie sił od parcia i ssania wiatru ze ściany osłonowej na ścianę konstrukcyjną. Powinny być one wykonane z materiału na tyle elastycznego, by umożliwić niezależną pracę ściany osłonowej i ściany konstrukcyjnej. Grubość kotew nie powinna przekraczać 4 mm - zbyt grube kotwy ze względu na większą sztywność mogą być przyczyną rysowania się elewacji.

Zgodnie z PN-EN 845-1 nominalna długość zakotwienia nie powinna być mniejsza niż 40 mm.

Producenci kotew zalecają, by długość zakotwienia była nie mniejsza niż 60 mm i nie większa niż 80 mm.



Jak?

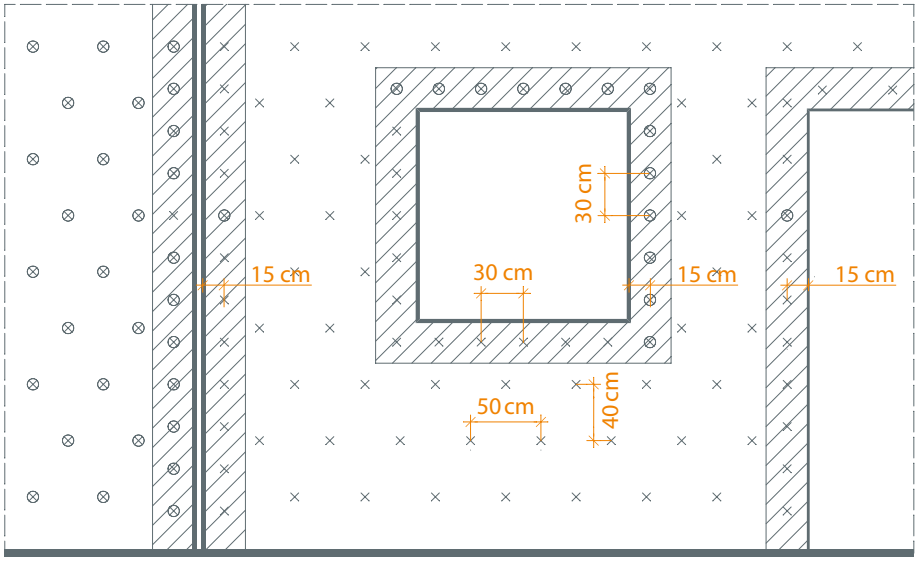
Montaż kotew można wykonywać w dwojaki sposób:

- w trakcie wznoszenia ściany konstrukcyjnej przez wmurowanie w spoiny poziome (przy takim rozwiązaniu w przypadku nieliniowego ułożenia spoin pustaka i ściany osłonowej, kotwy należy odginać zawsze do dołu),
- w trakcie murowania ścianki osłonowej (stosując kotwy wbijane lub wkręcane w zależności od rodzaju materiału ściany konstrukcyjnej).

Zgodnie z PN-B-03002:2007 połączenie ścian konstrukcyjnej i osłonowej należy wykonać za pomocą kotew wykonanych ze stali nierdzewnej, ocynkowanej, galwanizowanej lub mającej inne zabezpieczenie antykorozyjne. W praktyce, ze względu na bezpieczeństwo, stosuje się powszechnie tylko te pierwsze.

Liczba kotew nie powinna być mniejsza niż 4 szt/m^2 ściany - by spełnić ten warunek kotwy rozmieszcza się co 50 cm w rozstawie poziomym oraz co 40 cm w rozstawie pionowym, w taki sposób, aby się między sobą mijały.

Dodatkowo ww norma przewiduje ułożenie wzdłuż wszystkich krawędzi swobodnych warstwy zewnętrznej (wokół otworów, naroży budynku, wzdłuż krawędzi przerw dylatacyjnych) dodatkowych kotew w liczbie nie mniejszej niż 3 szt/mb ściany (rozstaw co około 30 cm).



5. Ściana 3-warstwowa - informacje praktyczne

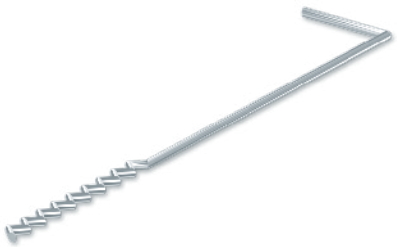
5.5. Rodzaje kotwi

Kotwy wkładane w spoiny

Przeznaczone są do wkładania w spoinę poziomą w czasie wznoszenia ściany konstrukcyjnej.

W zależności od zastosowanej technologii, a dokładniej od rodzaju zaprawy, stosuje się dwa rodzaje kotew:

- **kotwa typu L** -stosowana przy murowaniu na tzw. grube spoiny (zaprawa tradycyjna),
- **kotwa typu PK** - stosowane przy murowaniu na cienkie spoiny (zaprawy ciepłochronne).



kotwa typu L

kotwa typu PK

Kotwy do późniejszego montażu

Kotwy wkręcane typu WK oraz wbijane **typu WB** stosowane w przypadkach gdy:

- ściana konstrukcyjna wykonana jest z materiału uniemożliwiającego osadzenie kotew typu L lub PK (np. ściana żelbetowa lub drewniana),
- istnieje rozbieżność w modułach wysokości elementów użytych do budowy ścian i wystąpiłaby konieczność znacznego odginania kotew,
- elewacja wykonywana jest na ścianie już istniejącej.

kotwa typu WB

kotwa typu WK

5. Ściana 3-warstwowa - informacje praktyczne

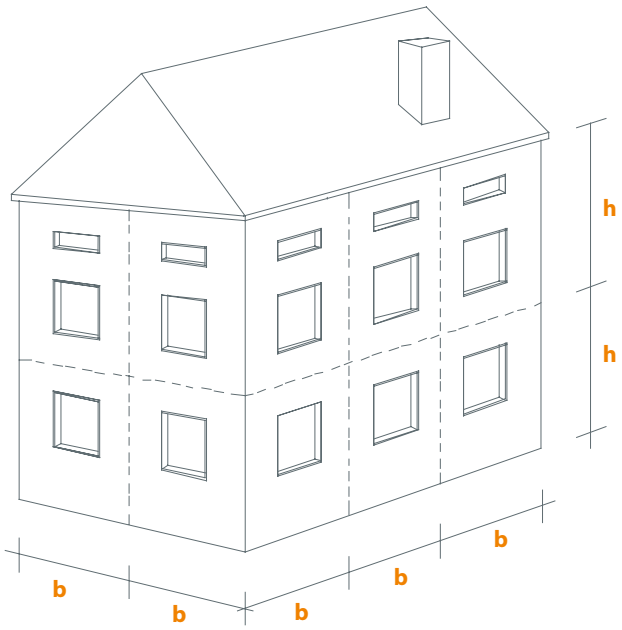
5.6. Dylatacje

Dlaczego?

Dylatacje (przerwa w ciągłości warstwy elewacyjnej) wykonuje się w celu wyeliminowania skutków rozszerzalności temperaturowej muru. Dylatacje pozwalają na kompensacje przyrostu długości oraz eliminację naprężeń termicznych.

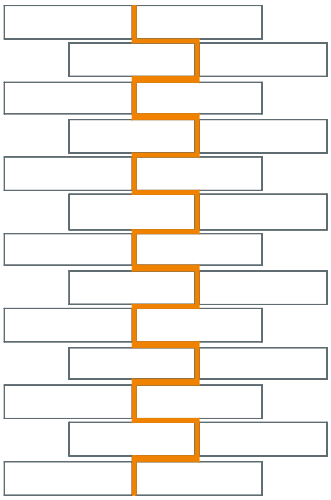
PN-B-03002:2007 zaleca, by odległość przerw dylatacyjnych (pionowych) w warstwie zewnętrznej była nie większa niż wartości podane w tabeli.

b	9 m	elewacja z cegły silikatowej lub betonowej
	12 m	elewacja z cegły klinkierowej
h	9 m	elewacja z cegły klinkierowej

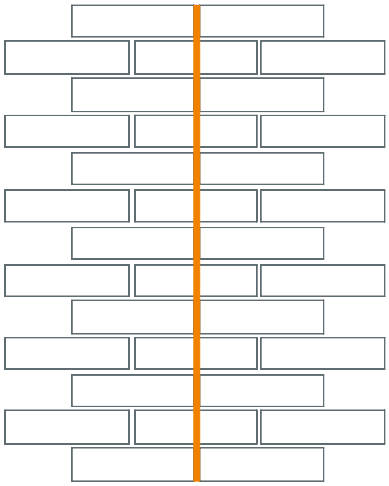


Jak?

Dylatację pionową można wykonać w dwojaki sposób: jako zębatą lub jako liniową. Wykonanie dylatacji polega na pozostawieniu nie wypełnionej zaprawą spoiny (pionowej/poziomej), a w jej miejsce wstawienie elastycznego materiału, np. taśmy rozprężnej. W przypadku dylatacji poziomej podwieszenie części elewacji znajdującej się nad dylatacją wymaga zastosowania systemu konsoli ze stali nierdzewnej.



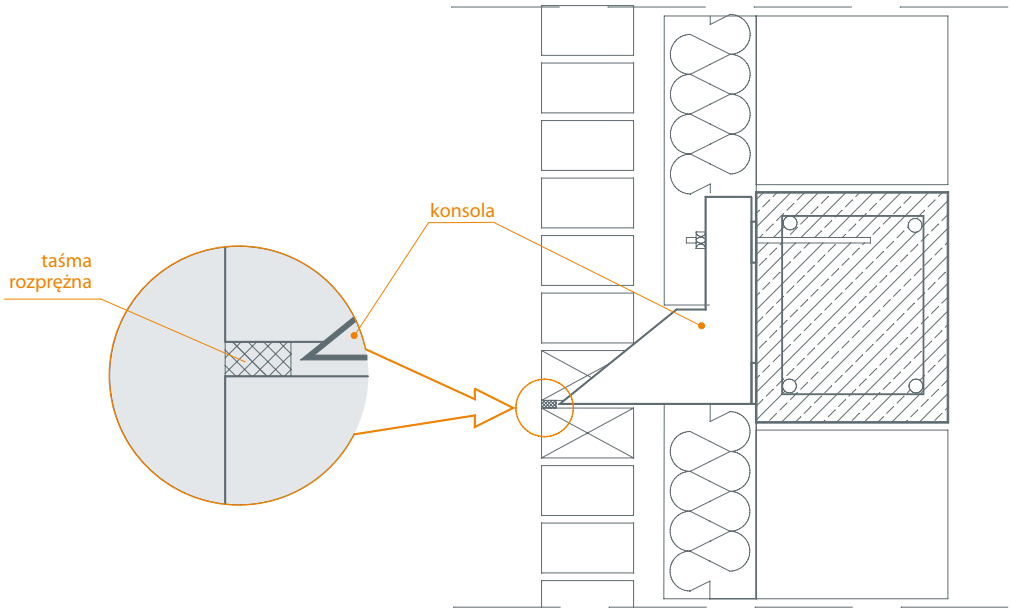
dylatacja zębata



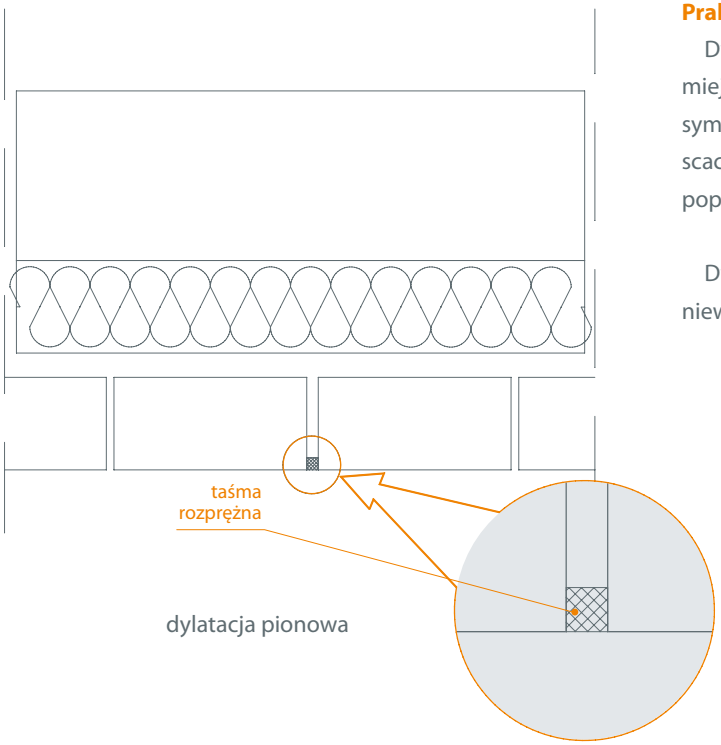
dylatacja liniowa

5. Ściana 3-warstwowa - informacje praktyczne

Szczegóły wykonania dylatacji poziomej oraz pionowej



dylatacja pozioma



dylatacja pionowa

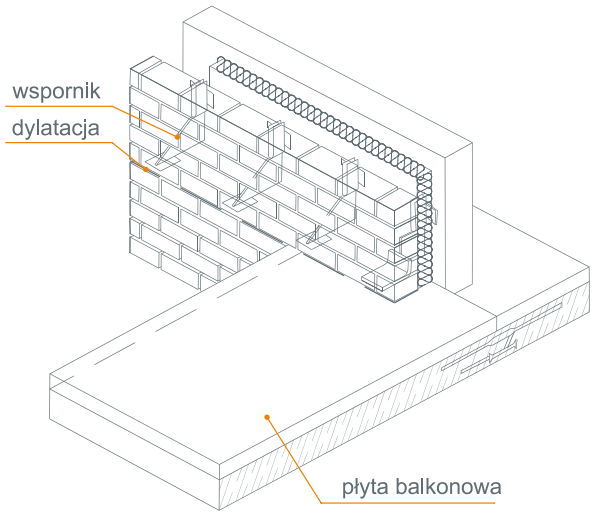
Praktyczne uwagi

Dylatacje warto planować i wykonywać niekoniecznie w miejscach, w których one „wypadają" na skutek równego lub symetrycznego podziału elewacji, ale jeśli to możliwe w miejscach występowania np. rur spustowych odprowadzających poprzez rynny deszczówkę z połaci dachowej.

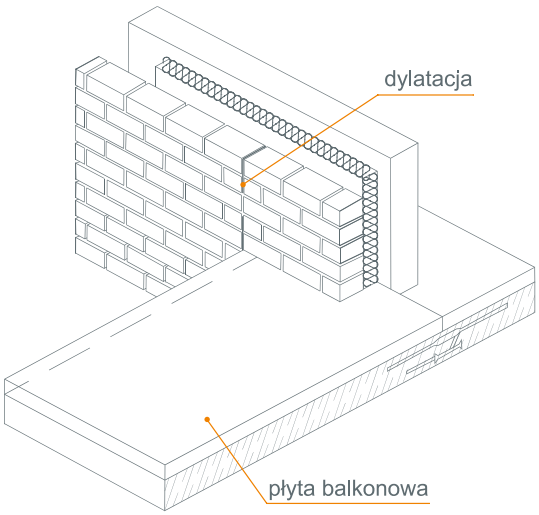
Dylatacja zostaje w ten sposób ukryta za rurami - pozostaje niewidoczna dla obserwatora.

Szczegół wykonania dylatacji balkonu

a/ przez wykonanie dylatacji poziomej



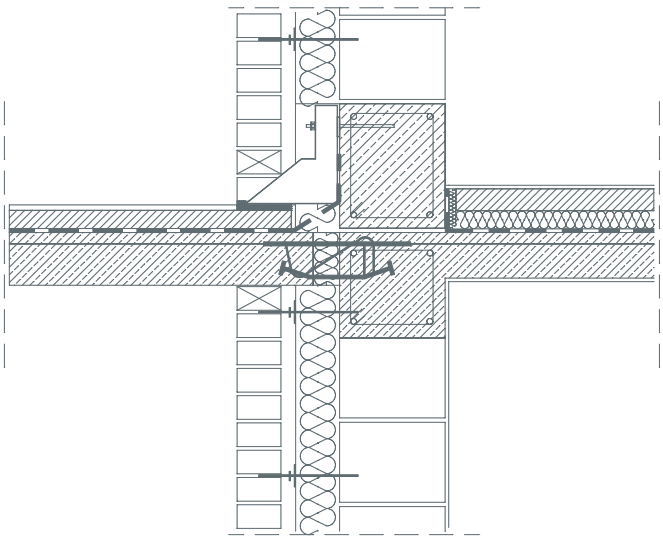
b/ przez wykonanie dylatacji pionowej



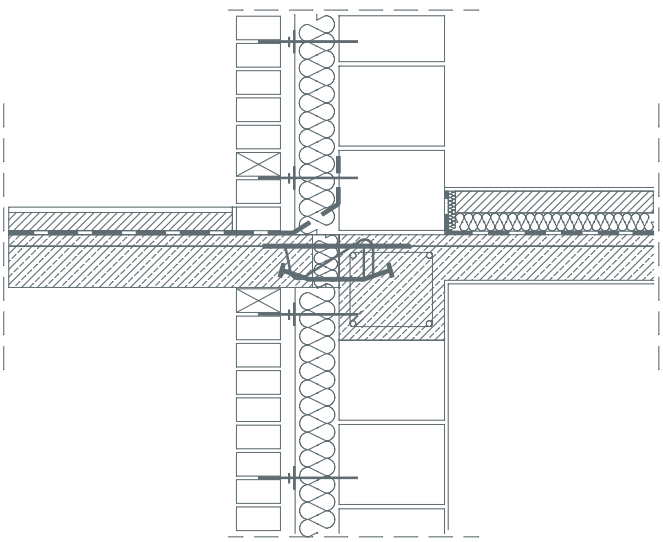
Rys.		SKALA
C	DYLATACJA PŁYTY BALKONOWEJ 3D szczegóły usytuowania dylatacji poziomej/pionowej	1:20

Szczegół wykonania dylatacji balkonu

a/ przez wykonanie dylatacji poziomej



b/ przez wykonanie dylatacji pionowej



Rys.		SKALA
C1	DYLATACJA PŁYTY BALKONOWEJ szczegóły wykonania dylatacji poziomej/pionowej	1:20

5. Ściana 3-warstwowa - informacje praktyczne

5.7. Nadproża

Dlaczego?

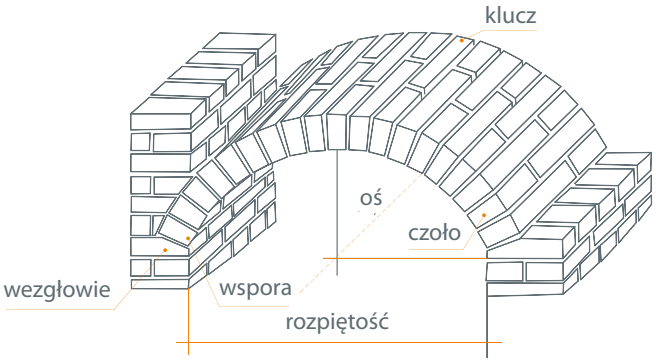
Otwory okienne i drzwiowe w ścianach ograniczone są z boków ościeżami, a z góry nadprożem. Nadproże jest elementem konstrukcyjnym ściany przenoszącym ciężar ściany znajdującej się nad otworem, a także w wielu przypadkach obciążenia od stropu lub dachu. W zależności od wielkości otworów, wielkości i rodzaju naprężeń stosuje się nadproża płaskie lub łukowe - zwane też łękami lub nadprożami sklepionymi.

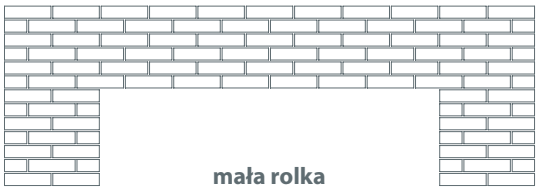
Najczęściej stosowane typy nadproży:

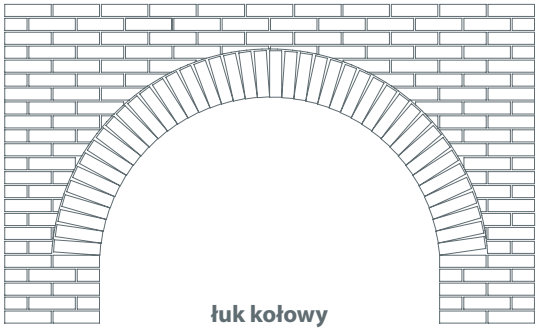
Nadproża płaskie:
- **mała rolka**
- **duża rolka (grenadierska)**
- **sklepione**

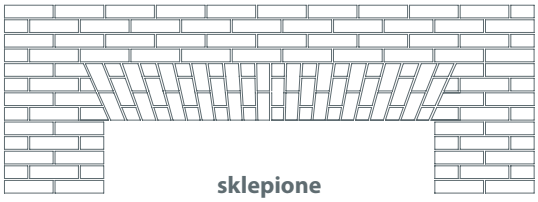
Nadproża łukowe:
- **ostrołukowe**
- **łuk kołowy**
- **łuk niski**

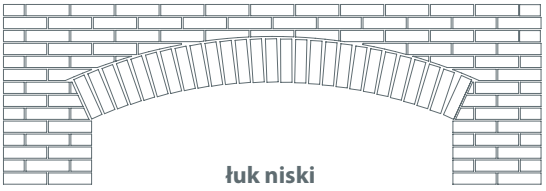
Budowa łuku odcinkowego











Nadproża płaskie, nawet jeśli ich rozpiętości nie są duże, wymagają zbrojenia w strefie rozciąganej, by zapobiec ewentualnemu zarysowaniu elewacji. Wyjątkiem są nadproża płaskie sklepione o tzw. łuku ukrytym, które podobnie jak nadproża łukowe przenoszą jedynie siły ściskające. Daje to możliwość pominięcia zbrojenia i pełne wykorzystanie wytrzymałości cegieł na ściskanie.

Przy użyciu cegły można kształtować każdy rodzaj łuku - od niskiego, przez półkolisty, po pełny łuk kołowy, a także łuki eliptyczne i ostrołukowe.

5. Ściana 3-warstwowa - informacje praktyczne

Efekt sklepienia

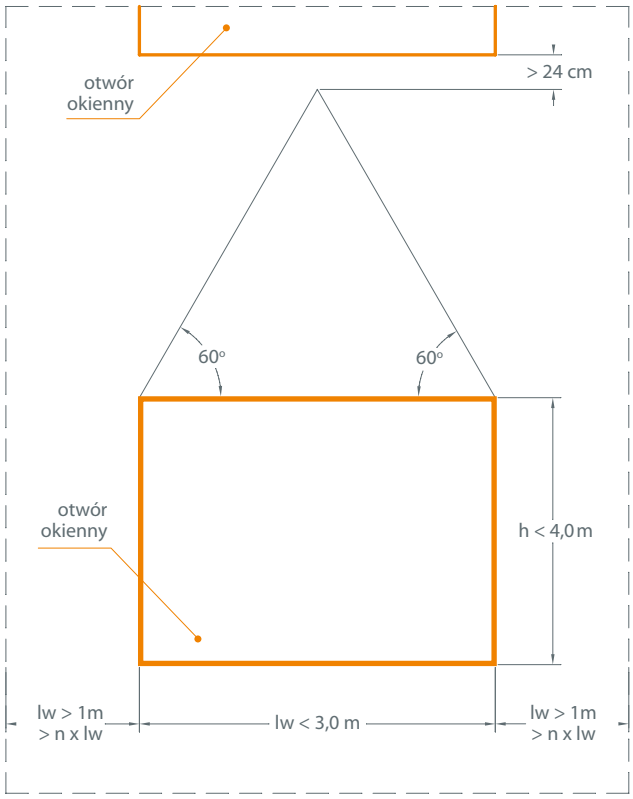
Zbrojenie nadproży można mocno zredukować, jeśli jest możliwość wykorzystania efektu sklepienia. Jest to zjawisko, które w obliczeniach pozwala założyć, że na nadproże działa nie cały ciężar znajdującej się nad nim elewacji, a jedynie ciężar znajdujący się w obrysie ramion trójkąta równobocznego wyprowadzonych z krawędzi otworu (rysunek). Dochodzi tu do pewnego rodzaju redystrybucji sił i naprężeń występujących w murze, które „omijają" strefę nadokienną i oddziaływują bezpośrednio na filary.

Aby mógł zajść efekt sklepienia, muszą być spełnione warunki, które częściowo obrazuje zamieszczony schemat. Wymiary otworu nie mogą być większe niż 3,0 x 4,0 m, a powierzchnie boczne muszą być szersze niż 1m (ostateczna ich wartość zależy od geometrii otworu zgodnie z tabelą).

Jeżeli choć jeden z warunków nie jest spełniony do obliczenia nadproża należy przyjąć ciężar całego pasma ściany nad nadprożem i dobrać odpowiedni system zbrojenia.

h/lw	0,85	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	3,6
n	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0

Minimalne powierzchnie ścian dla powstania efektu sklepienia

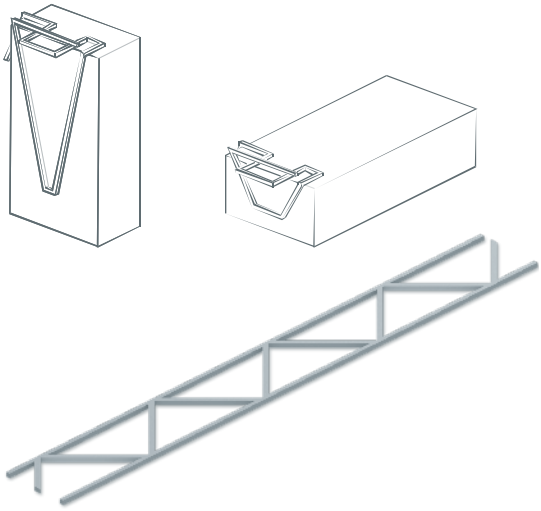


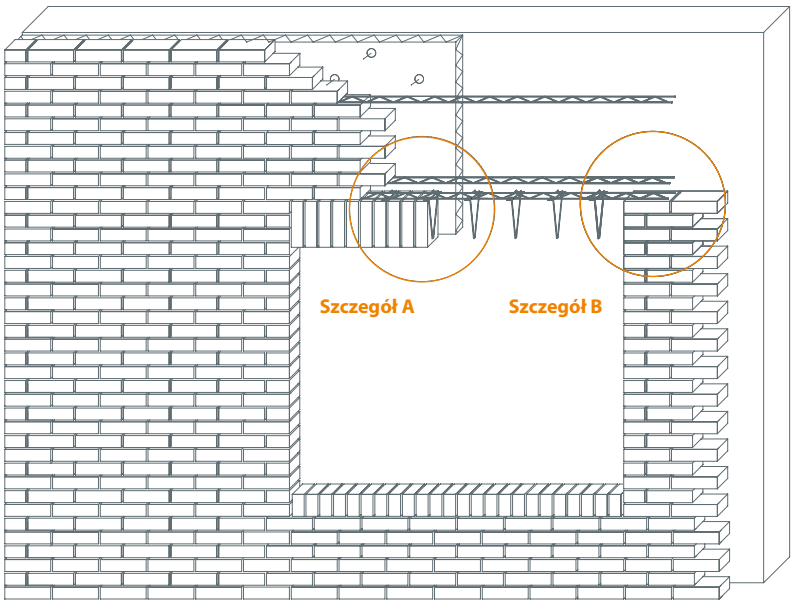
5. Ściana 3-warstwowa - informacje praktyczne

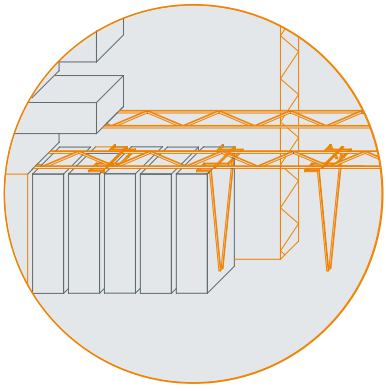
1. Zbrojenie za pomocą kratowniczek stalowych

PN-B-03340:1999 „Konstrukcje murowe zbrojone" dopuszcza konstrukcje murowe z poziomym zbrojeniem w spoinach wspornych.

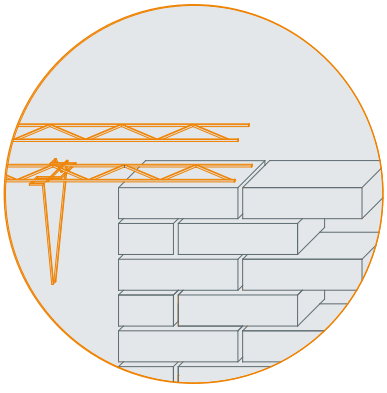
Jednym z najpopularniejszych obecnie sposobów zbrojenia nadproży klinkierowych są prefabrykowane kratownice wraz z systemem strzemion układanych w spoinach pionowych. Umożliwiają one w sposób niewidoczny wykonywanie przesklepień nad otworami o wymiarze nawet 400 cm w świetle. Strzemiona (ich kształt i wymiary) są zróżnicowane w zależności od rodzaju nadproża i sposobu ułożenia cegły.







Szczegół A



Szczegół B

Wykonanie zbrojenia polega na ułożeniu na deskowaniu cegieł z zatopionymi w zaprawie strzemionami, wsunięcie w strzemiona kratowniczki, ułożenie zaprawy i położenie kolejnych warstw cegieł. W zależności od rozmiarów nadproża w kolejnych warstwach układa się same kratowniczki (bez strzemion).

5. Ściana 3-warstwowa - informacje praktyczne

W przypadku cegieł układanych na płask strzemiona układa się w każdej spoinie pionowej co 25 cm.

W przypadku cegieł układanych na sztorc strzemiona układa się w co trzeciej spoinie pionowej. Należy przewidzieć rozstaw strzemion tak, by umieszczone były one również skrajnych spoinach nadproża. Minimalna długość oparcia kratownicy na filarze to 25 cm.

Potrzebny przekrój zbrojenia dobiera się na podstawie obliczeń statycznych poprzez przyjęcie odpowiedniego schematu obliczeniowego:

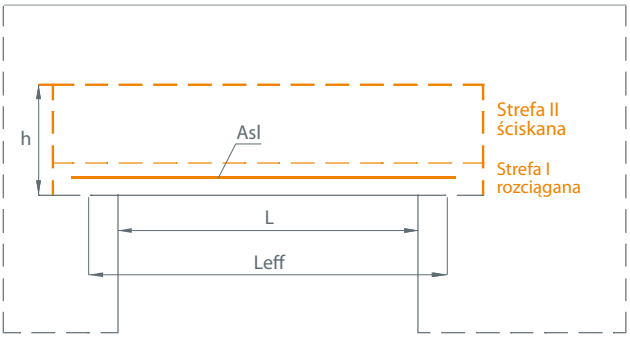
dla belek (h/Leff < 0,5) lub belek-ścian (0,5 < h/Leff < 1)

Na podstawie wyników obliczeń układa się odpowiedni przekrój zbrojenia w strefach I oraz II. Poniżej podano - w zależności od wymiarów nadproża oraz parametrów materiałowych - szacunkową ilość warstw, jakie należy zazbroić w strefie rozciąganej i ściskanej (strefa I + strefa II).

Wartości podane w tabeli zostały obliczone przy założeniu następujących cech materiałowych:

- cegła klinkierowa format RF 250 x 120 x 65 mm lub NF 240 x 115 x 71 mm,
- zaprawa M5 (wytrzymałość na ściskanie > 5 MPa),
- zbrojenie Murfor RND/Z/50.

W sytuacji gdy proporcje wysokości muru nad nadprożem do szerokości otworu jest zachwiana lub z innego powodu zastosowanie zbrojenia kratowniczkami stalowymi nie jest możliwe, wykorzystuje się inne sposoby zbrojenia.



szerokość [m]	wysokość pasma muru nad rolką [cm]							
	40	60	80	100	120	140	160	180
1	1 + 0	1 + 1	1 + 1	1 + 1	1 + 2	1 + 2	1 + 2	1 + 2
2	1 + 0	1 + 1	1 + 1	1 + 1	1 + 2	1 + 2	1 + 2	1 + 3
3	-	1 + 1	1 + 1	1 + 1	1 + 2	1 + 2	1 + 2	1 + 3
4	-	2 + 1	2 + 1	1 + 1	1 + 2	1 + 2	1 + 2	1 + 3

Zapis 1+1 oznacza zbrojenie w postaci 1 kratowniczki w strefie rozciąganej i 1 kratowniczki w strefie ściskanej.

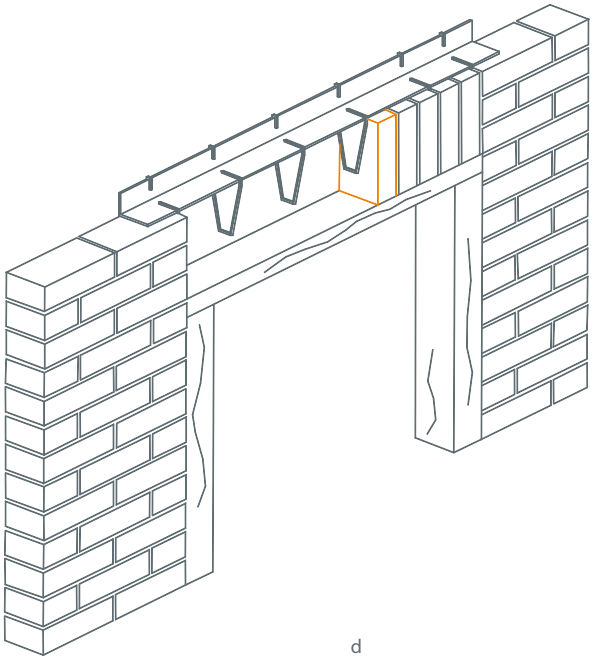
5. Ściana 3-warstwowa - informacje praktyczne

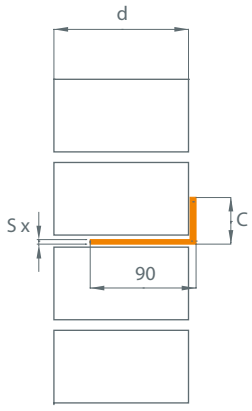
2. Zbrojenie za pomocą kątowników stalowych

Stosowane w przypadkach gdy nadproże jest zbyt niskie, by zastosować system kratownic, a szerokość otworu nie przekracza 200 cm.

Znajduje zastosowanie zarówno przy wykonywaniu nadproży na małą, jak i na dużą rolkę zmienia się jedynie wysokość zastosowanych strzemion. Strzemiona układa się podobnie jak w systemie kratownic, w co trzeciej spoinie pionowej przy wysokiej rolce oraz w każdej spoinie pionowej przy ułożeniu cegieł na płask. Zbrojenie to nie wymaga jednak tak dużej powierzchni podparcia - wystarczy 90 mm na każdą stronę filarka.

Do wykonania zbrojenia stosuje się kątownik o szerokości półki 90 mm. Zmianie w zależności od obciążenia podlegają jedynie wysokość i grubość profilu. W tabeli poniżej zestawiono wymiary przekrojów kształtownika w zależności od wysokości muru ponad nadprożem.





Otwór w świetle Lw [mm]	Długość kątownika [mm]	Wysokość obciążenia dla d < 120 mm, q < 18 kNm						
		< 1,0 m	< 1,25 m	< 1,5 m	< 1,75 m	< 2,0 m	< 2,25 m	> 2,25 m
		wymiary kątownika C x S [mm]						
510	700	30 x 3	30 x 3	30 x 3	30 x 3	30 x 3	30 x 3	30 x 3
760	950	30 x 3	30 x 3	30 x 3	30 x 3	30 x 3	30 x 3	30 x 3
1010	1200	60 x 3	60 x 3	45 x 3	45 x 3	45 x 3	45 x 3	45 x 3
1260	1450	60 x 4	60 x 4	60 x 5	60 x 3	60 x 3	60 x 3	60 x 3
1510	1700	90 x 4	90 x 4	90 x 4	90 x 4	90 x 4	90 x 4	90 x 4
1760	1950	90 x 4	90 x 4	90 x 5	90 x 6	90 x 6	90 x 4	90 x 4
2010	2200	90 x 4	90 x 5	90 x 6	90 x 8	90 x 8	90 x 8	90 x 6
		bez efektu sklepienia						z efektem sklepienia

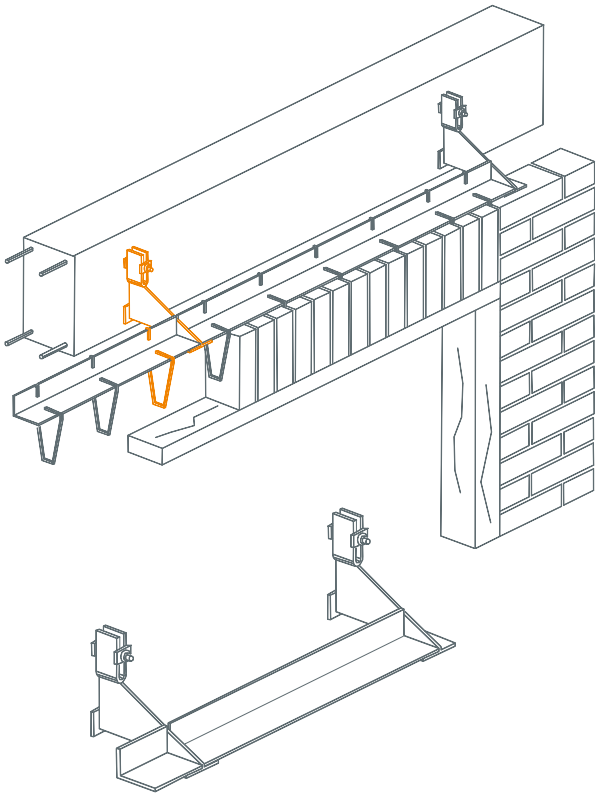
5. Ściana 3-warstwowa - informacje praktyczne

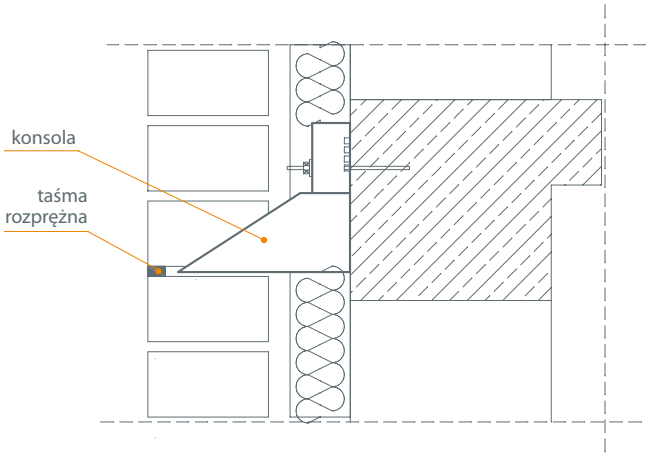
3. Zbrojenie za pomocą konsol ze stali nierdzewnej

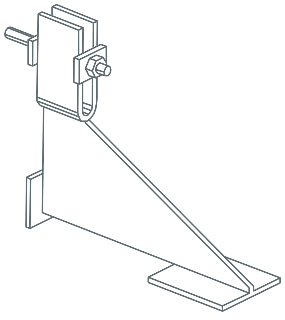
Konsole stosuje się w przypadkach, gdy nie ma możliwości, ze względu na dużą rozpiętość nadproża, zastosowania innego systemu zbrojenia. Dobiera się je za każdym razem indywidualnie do obiektu, na podstawie analizy statycznej. Konsole mają swoje wymagania w kwestii zamocowania.

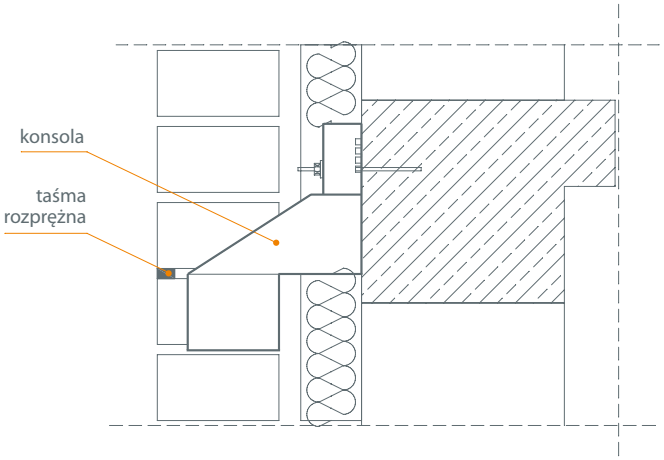
Mogą one być kotwione jedynie do elementów żelbetowych (np. wieniec), których wysokość nie może być mniejsza niż 30 cm.

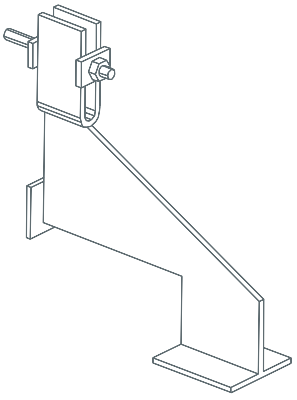
Dostępne jest kilka rodzajów konsol - standardowe służące do wykonywania typowych nadproży oraz dylatacji poziomych oraz specjalne (np. z opuszczoną półką do wykonywania opuszczonych nadproży zakrywających np. roletę).

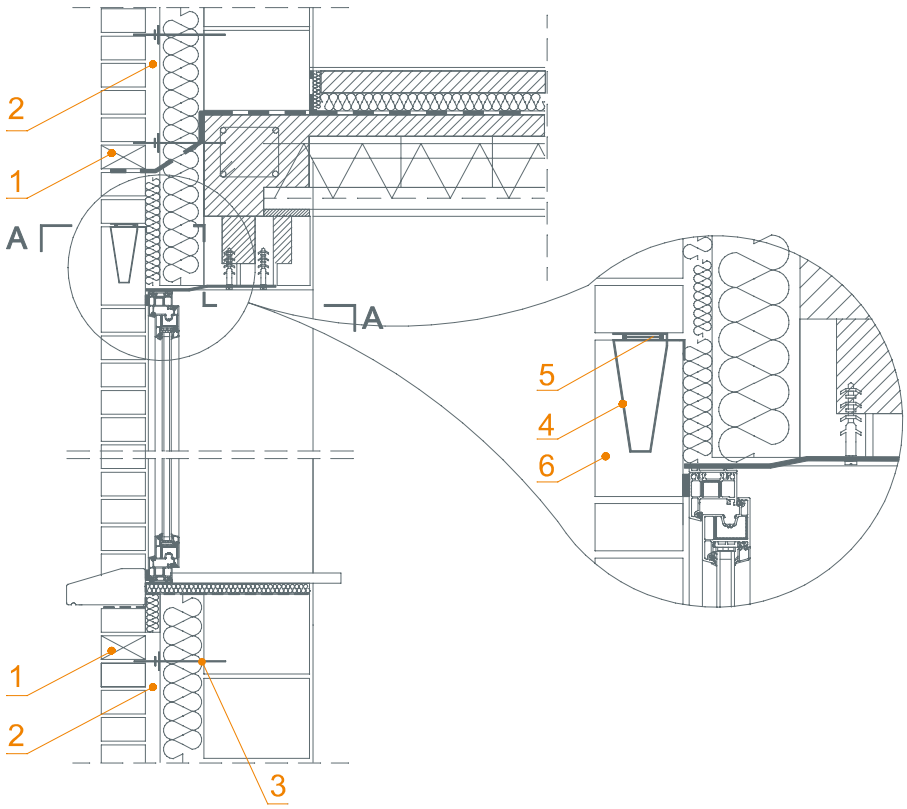




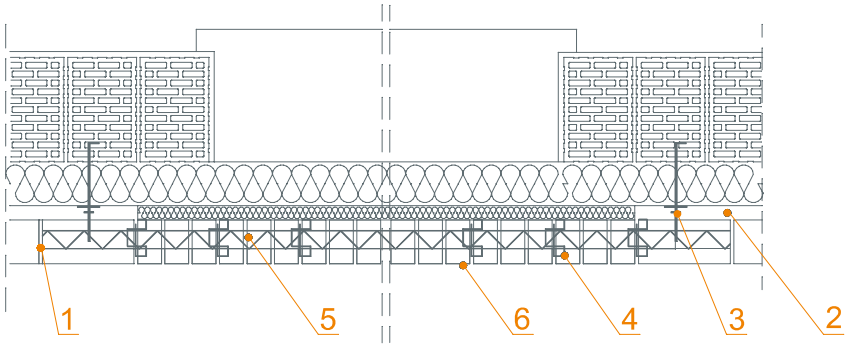






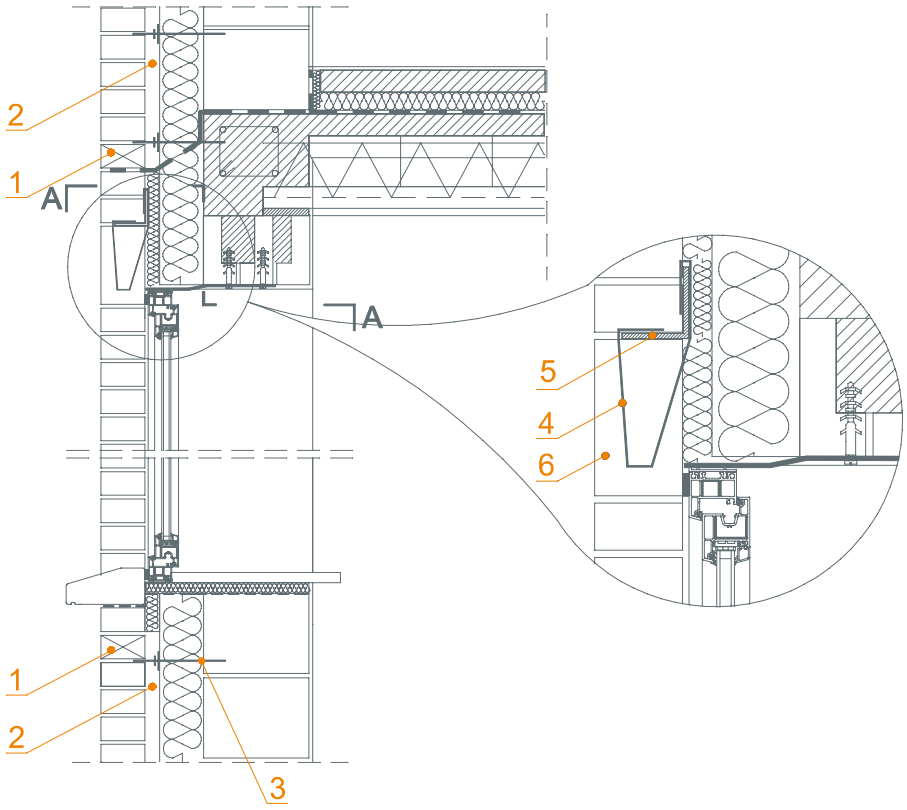


Przekrój A-A

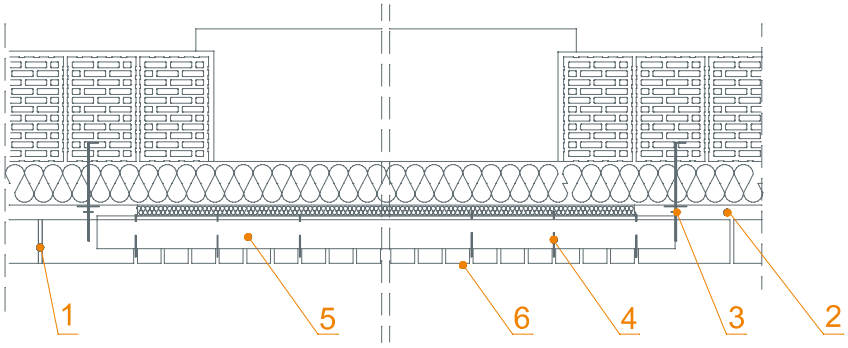


1 / puszka wentylacyjna
2 / szczelina wentylacyjna
3 / łącznik kotew stalowa
4 / strzemię zbrojenia nadproża
5 / nadproże - kratowniczka stalowa
6 / nadproże z cegły klinkierowej

Rys.		SKALA
D	STREFA NADOKIENNA szczegół wykonania nadproża za pomocą kratowniczki stalowej	1:20

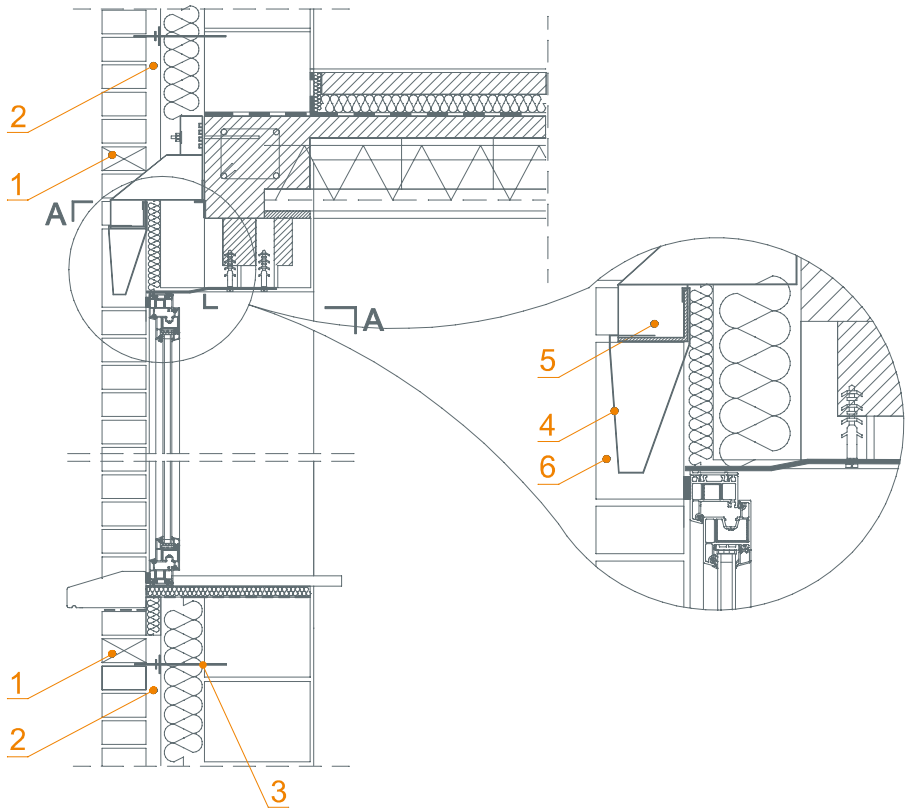


Przekrój A-A

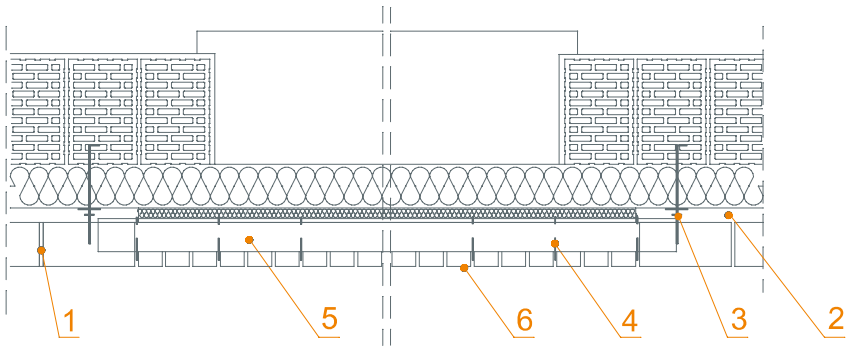


1 / puszka wentylacyjna
2 / szczelina wentylacyjna
3 / łącznik kotew stalowa
4 / strzemię zbrojenia nadproża
5 / nadproże - kątownik HK4
6 / nadproże z cegły klinkierowej

Rys.		SKALA
D1	STREFA NADOKIENNA szczegół wykonania nadproża za pomocą kątownika stalowego	1:20



Przekrój A-A



1 / puszka wentylacyjna
2 / szczelina wentylacyjna
3 / łącznik kotew stalowa
4 / strzemię zbrojenia nadproża
5 / nadproże - konsola stalowa
6 / nadproże z cegły klinkierowej

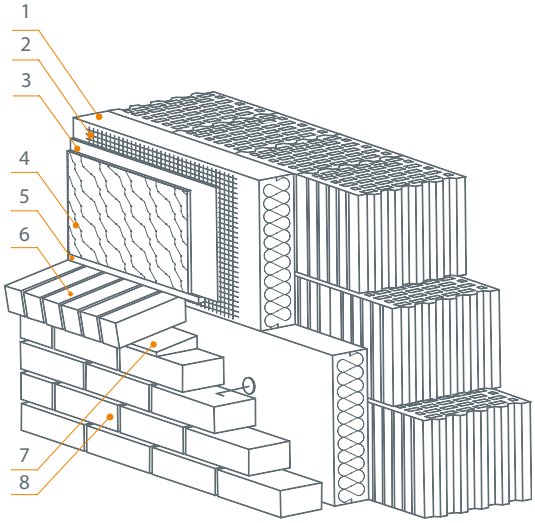
Rys.		SKALA
D2	STREFA NADOKIENNA szczegół wykonania nadproża za pomocą konsoli stalowej	1:20

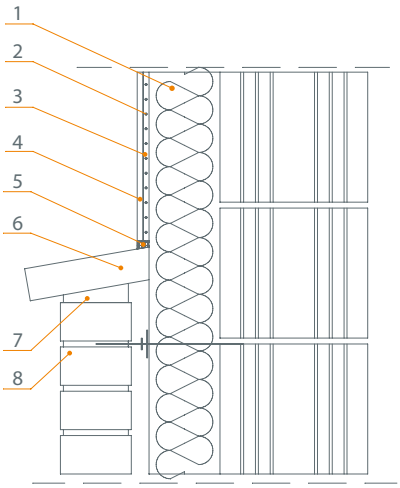
5. Ściana 3-warstwowa - informacje praktyczne

5.8. Łączenie cegieł klinkierowych na elewacji z tynkiem

Cegłę klinkierową można łączyć na elewacji z wieloma różnymi materiałami. Najpopularniejszym rozwiązaniem jest wykonywanie elewacji z cegły klinkierowej w połączeniu z tynkiem. Jako że są to dwie różne technologie, należy wykonać właściwe ich połączenie tak, by było ono trwałe i estetyczne.

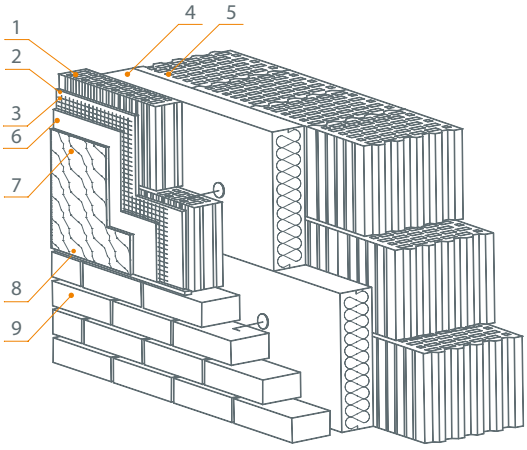
Elewacja tynkowa ułożona na warstwie termoizolacji i lico elewacji klinkierowej przy stałej grubości termoizolacji nie leżą w jednej płaszczyźnie, dlatego też połączenie należy wykonać daszkiem w postaci np. gzymsu lub obróbki blacharskiej.
W przypadku wykończenia styku cegłą lub kształtkami elewację należy oddzielić i uszczelnić taśmą dylatacyjną.

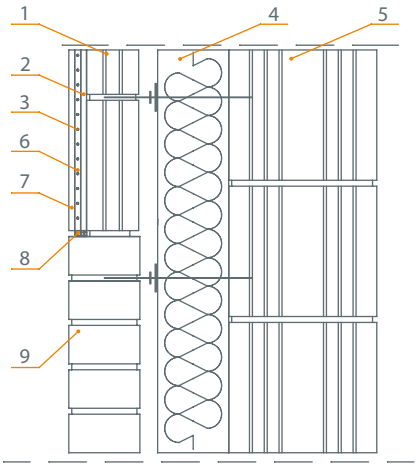




1- termoizolacja, 2 - siatka akrylowa, 3 - klej, 4 - tynk, 5 - taśma dylatacyjna, 6 - cegła połówkowa, 7 - zaprawa murarska, 8 - cegła klinkierowa

Aby elewacje tynkowa i klinkierowa stanowiły jedną płaszczyznę, a jednocześnie by zachować ciągłość termoizolacji, należy część ścianki osłonowej przewidzianej do otynkowania wymurować np. z pustaków ceramicznych miniMAX 88(115), a następnie przygotować do położenia wyprawy tynkarskiej. Licowanie elewacji można również uzyskać przez zwiększenie grubości termoizolacji, co dodatkowo poprawi termoizolacyjność przegrody.





1 - miniMAX 88, 2 - tynk cementowo-wapienny, 3 - siatka akrylowa, 4 - termoizolacja, 5 - pustak ceramiczny, 6 - klej do siatki
7 - tynk, 8 - taśma dylatacyjna, 9 - cegła klinkierowa

6. Dachy

6.1. Wiadomości ogólne

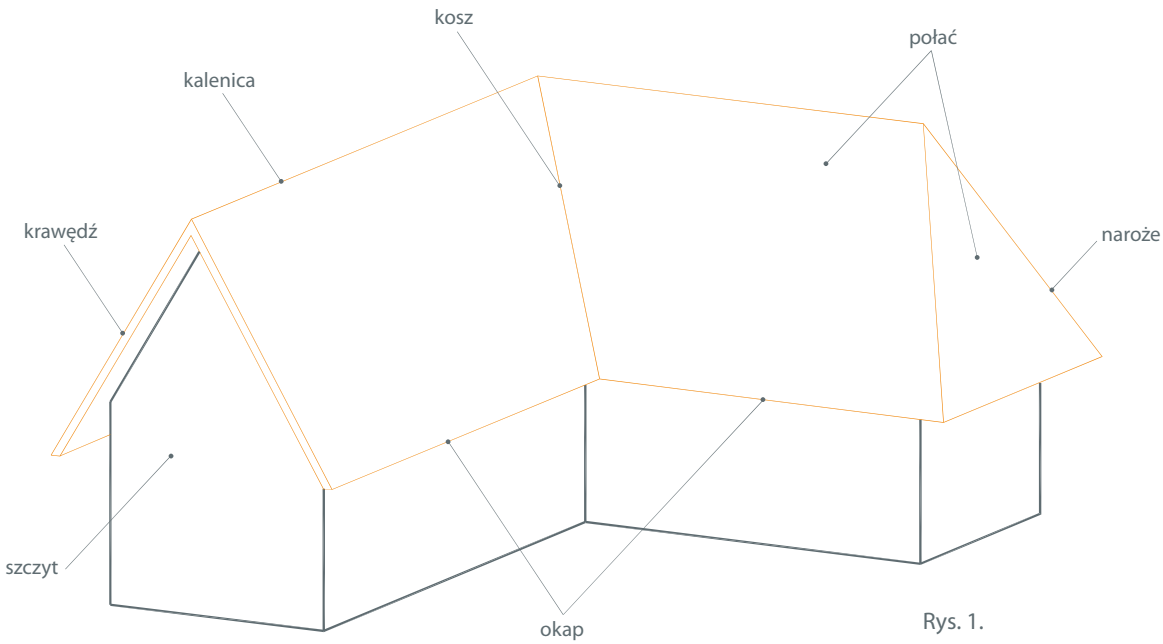
Dach ma ogromne znacznie przy kształtowaniu elewacji i estetyki całej bryły budynku. Bardzo ważne jest to, jak i czym jest pokryty, ponieważ jego prawidłowe wykonanie wpływa na trwałość wznoszonego domu.

Nawet najsolidniejsza konstrukcja nośna i podkład ulegną zniszczeniu na skutek działania czynników atmosferycznych, gdy nie będą chronione przez właściwie dobrane i poprawnie ułożone pokrycie. Dach jest to część budynku, który ogranicza go od góry – jest jego zwieńczeniem. Składa się on z konstrukcji nośnej, podkładu oraz pokrycia. Konstrukcję nośną dachu oraz podkład – w zależności od materiału, z jakiego są one zrobione – wykonują różni fachowcy: cieśle, gdy konstrukcja dachu będzie drewniana, lub monterzy i betoniarze, gdy konstrukcja dachu jest stalowa lub żelbetowa.

Samo pokrycie dachu wykonują blacharze lub dekarze. Podstawowym zadaniem dachu jest przenoszenie obciążeń związanych z wiatrem, śniegiem oraz przebywaniem ludzi na dachu, i czy to w trakcie jego wznoszenia, czy prac konserwacyjnych, oraz ochrona przed opadami atmosferycznymi i wpływem termicznym otoczenia.

Podstawowym elementem dachu są połacie, nadające kształt bryle dachu. Jest to część lub całość powierzchni dachu o nachyleniu jednokierunkowym. Połać ograniczona jest u dołu linią okapu, z boku - linią naroży, koszy oraz od góry linią kalenicy (rys. 1). Okap jest to dolna część połaci dachowej, która wystaje poza linię zewnętrznych ścian budynku. Kosz powstaje, jeżeli dwie połacie dachu łączą się pod kątem mniejszym niż 180°, a naroże powstaje, gdy kąt ten jest większy. Kalenica jest wspólną krawędzią dwu przeciwległych połaci tworzącą zakończenie dachu. Ściana, która jest ograniczona od góry płaszczyznami połaci (krawędzią dachu), zwana jest szczytem lub ścianą szczytową.

Elementy dachu



Rys. 1.

6. Dachy

6.2. Wybór pokrycia

W fazie projektowania nowego domu lub innego obiektu budowlanego wybór pokrycia nie jest niczym ograniczony. Od wyboru tego materiału zaczyna się cały mechanizm projektowania, a więc zestawienie obciążeń, oraz obliczenia poszczególnych elementów konstrukcji. Wybrany przez nas w tej fazie materiał ma więc wpływ na rozwiązania konstrukcyjne naszego budynku.

W przypadku zakupu gotowego projektu wybór pokrycia jest już z góry ograniczony koncepcją autora projektu, a jego zamiana jest możliwa tylko w jednym kierunku: z cięższego na lżejsze. Podobnie jest w czasie modernizacji czy remontu istniejącej konstrukcji dachu – ograniczają nas warunki konstrukcyjne, które rzadko pozwalają na wybór dowolnego pokrycia.

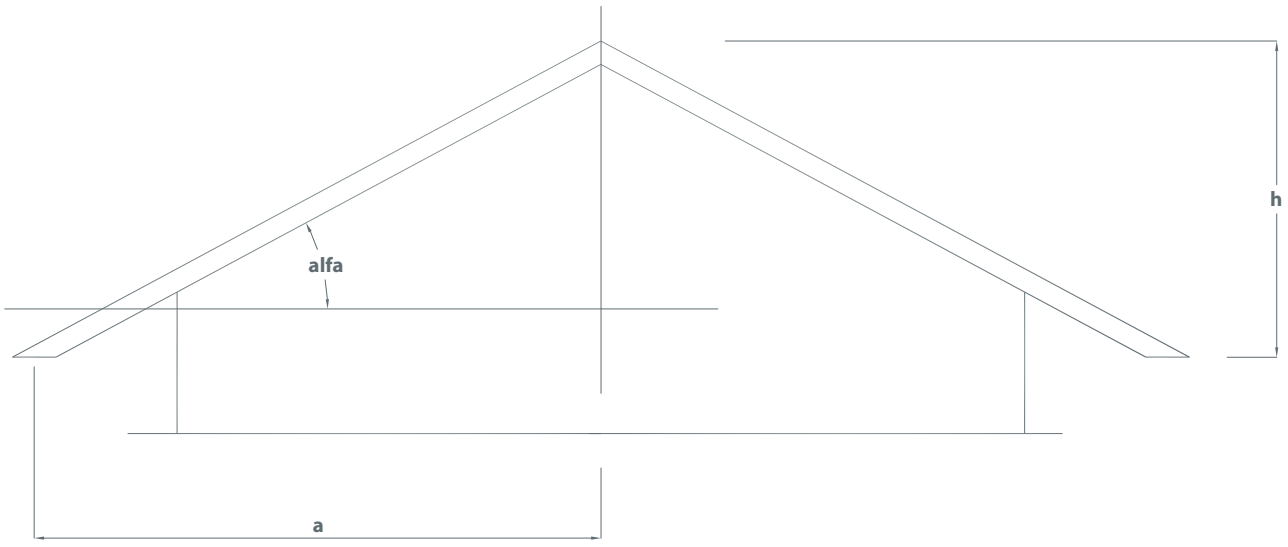
Na wybór rodzaju materiału na pokrycie dachu wpływ mają:

- nośność konstrukcji dachu,
- pochylenie połaci dachu (spadki),
- stopień skomplikowana płaszczyzn dachu,
- możliwości finansowe inwestora,
- względy estetyczne.

Pierwszym warunkiem technicznym, przy uwzględnieniu którego dobiera się rodzaj pokrycia, jest spadek dachu. Zgodnie z zaleceniem PN-89/B 02361 „Pochylenie połaci dachowych" spadek dachu można wyznaczyć i opisać na kilka sposobów:

- stosunek wysokości połaci dachowej **h** do podstawy **a** wyrażony w procentach,
- stosunek wysokości połaci dachowej **h** do podstawy **a** wyrażony ułamkiem dziesiętnym,
- wartość kąta nachylenia połaci dachu do poziomu wyrażona w stopniach (rys. 2.).

Zalecane pochylenia dachu dla poszczególnych materiałów pokrycia oraz sposobu ich układania zestawiono na rys. 3 a-i.

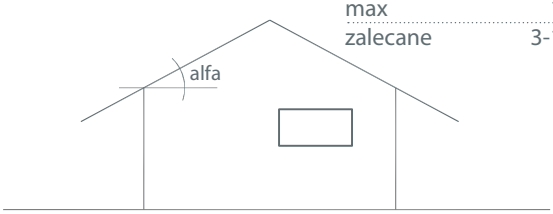


Rys. 2. - Spadek dachu: **h** – wysokość połaci dachowej; **a** – podstawa połaci dachowej; **alfa** - kąt nachylenia połaci dachu do poziomu

6. Dachy

a)

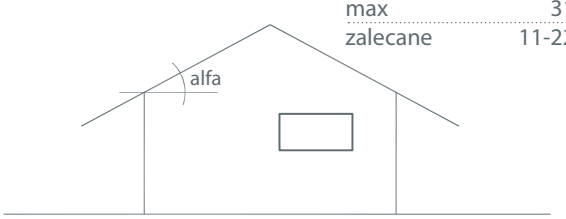
min	3°
max	17°
zalecane	3-11°



papa asfaltowa potrójnie
na betonie lub deskowaniu

b)

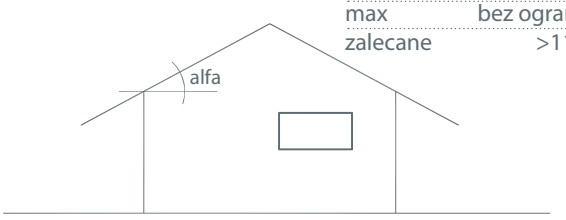
min	11°
max	31°
zalecane	11-22°



papa asfaltowa podwójnie
na betonie lub deskowaniu

c)

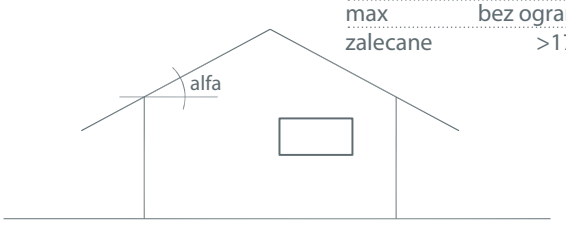
min	3°
max	bez ogran.
zalecane	>11°



blacha stalowa i aluminiowa trapezowa
ze stykiem lub bez styku poprzecznego

d)

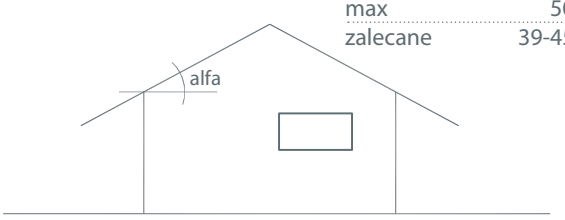
min	11°
max	bez ogran.
zalecane	>17°



blacha stalowa
ocynkowana

e)

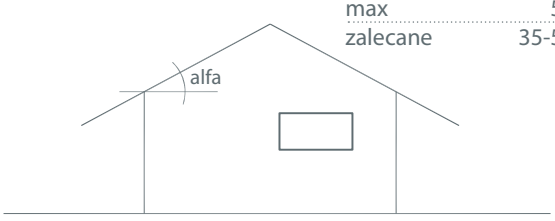
min	39°
max	50°
zalecane	39-45°



ceramiczna dachówka karpiówka
układana pojedynczo

f)

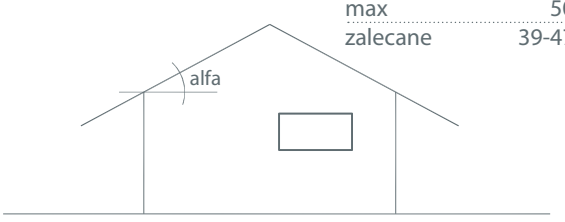
min	31°
max	50°
zalecane	35-50°



ceramiczna dachówka karpiówka
układana podwójnie w łuskę

g)

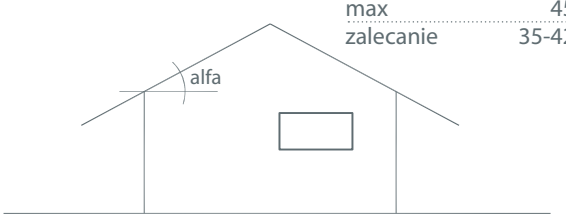
min	11°
max	50°
zalecane	39-47°



ceramiczna dachówka holenderska

h)

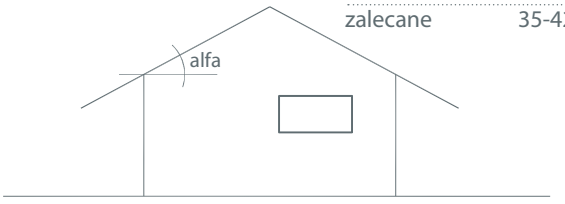
min	31°
max	45°
zalecanie	35-42°



ceramiczna dachówka zakładkowa

i)

min	31°
max	45°
zalecane	35-42°



ceramiczna dachówka marsylka

7. Wybrane materiały pokryć

7.1. Dlaczego dachówki ceramiczne?

Dachówki ceramiczne to najbardziej szlachetnie i najtrwalsze pokrycie. Ceramikę stosuje się z powodzeniem od stuleci, to najbardziej twardy - i co za tym idzie - odporny na uszkodzenia oraz zmienne warunki zewnętrzne materiał. Były one stosowane już w starożytności przez Rzymian i Etrusków. Początkowo dachy rzymskich budowli miały nachylenie 15-20° i posiadały małą szczelność. Zauważono, że sytuacja ta poprawia się wraz z kątem nachylenia, więc go zwiększono do 35-60 stopni i tak stosuje się je po dziś dzień.

Dachówki mogą być naturalne (tylko wypalone), angobowane (pokryte płynną gliną wypalającą się naturalnie na inny kolor niż sama dachówka) czy glazurowane (pokrywane szkliwem). Zaletą dachówek ceramicznych jest ich zdolność do tłumienia hałasu związanego z opadami deszczu (nie ma konieczności stosowania dodatkowych materiałów wytłumiających).
Właściwość ta jest istotna zwłaszcza w przypadku wykorzystywania pomieszczeń na poddaszu jako sypialni. Dachówki ceramiczne mogą być stosowane na dachach o skomplikowanym kształcie i różnym nachyleniu połaci dachowej (30-60°). Przy ich układaniu powstaje niewiele odpadów, a ewentualna naprawa pokrycia jest niezwykle prosta i polega na wymianie uszkodzonych dachówek. Dachówki ceramiczne są niepalne, oraz dobrze znoszą odkształcenia spowodowane zmianami temperatury. Nie wymagają odnawiania, nie blakną pod wpływem UV. Powierzchnia dachówek ceramicznych charakteryzuje się dużą gładkością i szczelnością, trwałą kolorystyką i dużą odpornością na zabrudzenia. Zalety i wady najczęściej stosowanych rodzajów pokryć przedstawia tabela 1.

Dachówki ceramiczne układa się na konstrukcji rusztu wykonanego z łat i kontrłat przybitych do krokwi, na których wcześniej rozciąga się jeszcze izolację z folii paroprzepuszczalnej.

Poszczególne rodzaje dachówek mocuje się następująco:
dachówka karpiówka – stosując zaczepy lub jeśli dachówka posiada otwór – gwoździami lub wkrętami. Dachówki produkowane przez CERPOL posiadają otwory montażowe do montażu za pomocą wkrętów. Niezależnie od zastosowanego sposobu montażu zaleca się stosowanie łączników ocynkowanych lub w inny sposób chronionych antykorozyjnie.

Dachówkę tę układa się na dwa sposoby:
PODWÓJNIE W ŁUSKĘ lub w tzw. **KORONKĘ**. Możliwe jest jeszcze układanie dachówki pojedynczo w łuskę jednak sposób ten znajduje zastosowanie jedynie w budynkach nie przeznaczonych do stałego pobytu ludzi lub w przypadkach gdy dachówka stanowi jedynie atrapę (pełni funkcję jedynie estetyczną), natomiast pod dachówką znajduje się szczelne pokrycie właściwe (np. restaurowane budynki zabytkowe).

dachówka zakładkowa – stosując zaczepy mocowane do łat; w pokryciu dachówki te łączą się wzajemnie dzięki wyprofilowanym ząbkom, zachodząc jedna na drugą, tworzą zakład.

Cecha materiału/konstrukcji	Dachówka ceramiczna	Dachówka betonowa	Blachodachówka
Twałość	+	+/-	+/-
Szybkość układania	-	-	+
Mała ilość odpadów	+	+	-
Tłumienie hałasu	+	+	-
Odporność na UV	+	+/-	+/-

Tabela 1. Zalety i wady wybranych materiałów pokryć.

7. Wybrane materiały pokryć

7.2. Produkcja dachówki ceramicznej

Dachówki ceramiczne produkuje się z mieszaniny specjalnie do tego przeznaczonych gatunków glin oraz iłów. Po przerobieniu surowca oraz dodaniu składników schudzających oraz uszlachetniających (kwarc, szamot) formuje się odpowiedni rodzaj dachówki. Powstałe w ten sposób wyroby najpierw się suszy, a następnie wypala w kasetach w piecach tunelowych w temperaturze 900-1000°C. Barwa, jaką uzyskują przy wypale dachówki ceramiczne, jest naturalna - nie barwi się ich w żaden sztuczny sposób z użyciem np. pigmentów. Barwienie dachówki na dany kolor polega albo na użyciu mieszanki glin, która naturalnie wypala się na dany kolor, albo na dodaniu do masy w procesie produkcyjnym odpowiednich składników, np. manganu, w efekcie czego po wypale, na skutek utlenienia się tego składnika, otrzymujemy dachówki w kolorze brązowym. Dachówki angobowane uzyskuje się przez spryskanie lub zanurzenie surowej (niewypalonej) dachówki w mieszaninie płynnej glinki. W czasie wypału obie „warstwy" gliny łączą się, tworząc spiek. W ten sposób można uzyskać dachówki w wielu kolorach a gdy nałożymy dwa lub więcej kolorów angoby uzyskujemy dachówki cieniowane. Angoby mogą być również bezbarwne – pełnią wtedy funkcję ochronną. Dachówki glazurowane uzyskuje się poprzez spryskanie lub zanurzenie wypalonej dachówki w szkliwie – glazurze o dowolnej barwie (zielonej, niebieskiej itd.) a następnie poddanie powtórnemu procesowi wypalenia.

7.3. Wymagania dla dachówek ceramicznych

- **właściwości budowy** – dachówka nie może mieć wad budowy, które uniemożliwiłyby ich wzajemne łączenie,
- **mocowanie** - powinna posiadać przynajmniej jeden zaczep lub otwór do mocowania dachówki do podkładu,
- **właściwości fizyczne** – przesiąkliwość mieszczącą się w granicach stawianych przez właściwe dla danego rodzaju dachówki normy - w przypadku dachówki ceramicznej PN-EN 1304:2007 oraz pełną mrozoodporność,
- **właściwości mechaniczne** – powinny posiadać odpowiednią, określaną przez normy, wytrzymałość na zginanie,
- **właściwości geometryczne** – nie wychodzące poza dopuszczalne odchyłki kształtu parametry: prostoliniowość, regularność kształtu, równomierność profilu, wichrowatość,
- **właściwości estetyczne** – brak uszkodzeń i odprysków, które byłyby widoczne z poziomu terenu, lub innych błędów, które dyskwalifikowałyby produkt pod względem estetycznym.

Wartości dopuszczalnych odchyłek wymiarowych dachówek ceramicznych oraz dopuszczalnych odchyłek kształtu i powierzchni opisano w rozdziale „Odchyłki wymiarów i kształtu".

7.4. Odchyłki wymiarów i kształtu

Dachówki ceramiczne podlegają wymaganiom i ocenie wg normy PN-EN 1304:2007. Zapisy ww. normy dotyczące właściwości geometrycznych wyrobów (w tym odchyłek wymiarowych) można znaleźć w rozdziale 4.3. Zapisy dotyczące właściwości fizycznych i mechanicznych omówiono w rozdziale 4.4., natomiast informacje o wyglądzie – w załączniku B. Informacje te w postaci uproszczonej zebrano i zestawiono w tabelach 2 oraz 3.

Cecha wyrobu		Wymagania normowe stawiane wyrobom (dopuszczalne odchyłki)	
		dachówka płaska (karpiówka) (380 mm x 180 mm)	dachówka zakładkowa Wita (440 mm x 272 mm)
Wichrowatość		<1,5% (<5,7 mm)	<1,5% (<6,6 mm)
Prostoliniowość w kierunku podłużnym		<1,5% (<5,7 mm)	<1,5% (<6,6 mm)
Prostoliniowość w kierunku poprzecznym		<1,5% (<2,7 mm)	------
Odchyłki wymiarowe	długość	± 2% (± 7,6 mm)	------*
	szerokość	± 2% (± 3,6 mm)	------*
Wymiary krycia	długość	------ *	± 2% (± 7 mm)
	szerokość	------*	± 2% (± 1 mm)

Tabela 2. Właściwości geometryczne (dopuszczalne odchyłki)

7. Wybrane materiały pokryć

Cecha wyrobu	Wymagania normowe stawiane wyrobom (dopuszczalne odchyłki)	
	dachówka płaska (karpiówka) (380 mm x 180 mm)	dachówka zakładkowa Wita (440 mm x 272 mm)
Przesiąkliwość	< 0,8	< 0,8
Nośność na zginanie	> 600 N	> 900 N
Mrozoodporność	pełna metoda badania B (150 cykli)	p ełna metoda badania B (150 cykli)

Tabela 3. Właściwości fizyczne i mechaniczne (dopuszczalne odchyłki)

Wygląd

Norma PN-EN 1304:2007 stanowi, że:

- Cechy powierzchni i fałdy nie stanowią wad. Dotyczy to również zadrapań, odprysków i śladów otarcia, które powstały na dachówkach podczas produkcji, pakowania, przekładania lub prac transportowych.
- Uwarstwienie czerepu oraz harysy (rysy występujące w widocznej warstwie angoby lub szkliwa), które nie wpływają na właściwości fizyczne i mechaniczne produktu, nie stanowią wad.
- Różne odcienie barwy w danej partii produkcyjnej, które są charakterystyczne dla całości dostawy i zostały wykonane rozmyślnie z przyczyn estetycznych, są dopuszczalne.
- W przypadku dachówek jednobarwnych dopuszczalne są różnice odcieni barwy wynikające ze specyfiki procesu produkcji ceramiki.
- W niektórych dachówkach, krótko po ułożeniu, może wystąpić biały, zwykle bardzo słaby nalot, który w różnym stopniu pokrywa normalną barwę powierzchni wyrobów. W większości przypadków chodzi o zjawisko przemijających nalotów, które stopniowo, pod wpływem opadów atmosferycznych, znikają z powierzchni wyrobów i nie mają negatywnego wpływu na właściwości użytkowe dachówek.

8. Konstrukcja dachu

8.1. Podstawowe informacje techniczne

Podstawową funkcją dachu jest należyte zabezpiecznie budynku przed wpływem czynników zewnętrznych. Jednak równie ważną funkcją dachu jest jego funkcja estetyczna i jej wpływ na kształtowanie zewnętrznego wyglądu całej bryły budynku. Każdy dach, niezależnie od rodzaju pokrycia, składa się z: konstrukcji nośnej, podkładu pod pokrycie (tzw. warstwy wstępnego krycia dachu) oraz pokrycia właściwego.

Konstrukcja nośna może być wykonana z drewna, stali lub żelbetu z elementów wykonanych na miejscu budowy lub prefabrykowanych przywożonych z fabryk i łączonych na miejscu budowy.

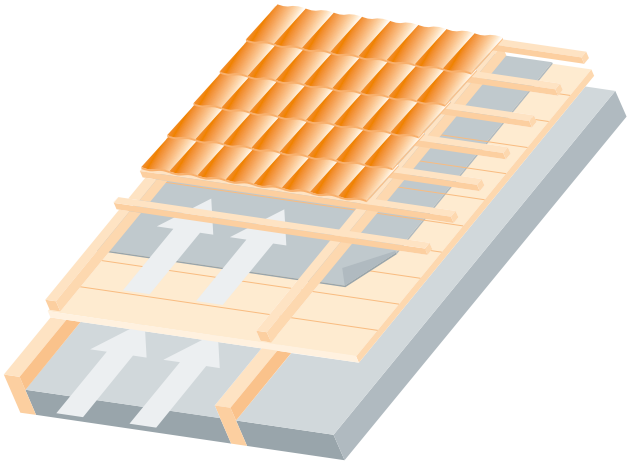
Najczęściej stosowanymi konstrukcjami w Polsce są nadal konstrukcje drewniane. Jedyną zmianą jest coraz częstsze stosowanie więźb prefabrykowanych (wiązary kratowe) które pozwalają na duże oszczędności drewna i optymalne wykorzystanie ich nośności. Warstwa wstępnego krycia ma zapobiegać zawilgoceniu termoizolacji i konstrukcji więźby dachowej w wyniku działania wody, która może dostać się pod pokrycie właściwe na skutek połączonego działania opadów i silnego wiatru, lub przez drobne nieszczelności. Pokrycie właściwe stanowi pierwszą linię ochrony przed działaniem czynników atmosferycznych oraz przenikaniem pod pokrycie deszczu i śniegu. Nie rozwiązuje ono jednak problemów związanych z wilgocią w wewnętrznych warstwach połaci dachowej. Dodatkowo w połać dachu od strony wnętrza wnika para wodna, która po skropleniu i przy braku dostatecznej wentylacji warstw dachu może powodować niszczenie zarówno termoizolacji, jak i konstrukcji więźby. Aby do takiej sytuacji nie doszło, należy jak najszybciej usunąć wilgoć, która dodatkowo pogarsza parametry izoalcyjne dachu. Najlepszą i najskuteczniejszą metodą likwidacji wilgoci jest wentylacja.

Wentylacja realizowana jest przez szczeliny wentylacyjne i płynące nimi swobodnie powietrze. Prawidłowo wykonana wentylacja skutecznie osusza całą połać dachową poprzez ruch powietrza wywołany ssaniem wiatru oraz nagrzewaniem połaci dachowej promieniami słonecznymi.

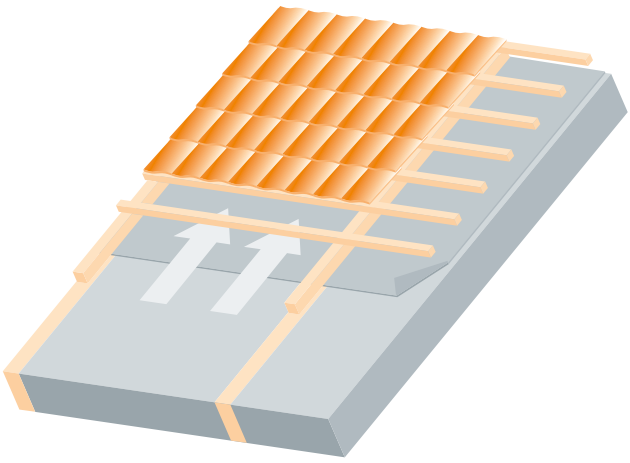
Obecnie w konstrukcjach dachowych stosuje się dwa sposoby wentylowania połaci:

Wentylacja dwukanałowa stosowana jest w konstrukcjach, w których warstwa wstępnego krycia wykonana jest z materiałów hydroizolacyjnych układanych na deskowaniu lub z folii o niskiej paroprzepuszczalności. Do usunięcia wilgoci konieczne są tu dwie szczeliny wentylacyjne: jedna – pomiędzy termoizolacją a deskowaniem lub warstwą wstępnego krycia, a druga – między warstwą wstępnego krycia a pokryciem właściwym (rys. 4).

Wentylacja jednokanałowa utworzona pomiędzy warstwą pokrycia właściwego a warstwą wstępnego krycia wykonaną z wysoko paroprzepuszczalnej folii (rys. 5).



Rys. 4. Połać dachu z podwójną szczeliną wentylacyjną - wentylacja dwukanałowa



Rys 5. Połać dachu z pojedynczą szczeliną wentylacyjną – wentylacja jednokanałowa

8. Konstrukcja dachu

8.2. Szerokość szczeliny wentylacyjnej - obliczanie

Minimalna szerokość szczeliny wentylacyjnej w dachu skośnym jest określana przez pole przekroju poprzecznego do kierunku przepływu powietrza wentylującego. Powierzchnię szczeliny wentylacyjnej dla pasa dachu o szerokości 1m określa się osobno dla wlotu (nawiewu) oraz wylotu (wywiewu). Aby zapewnić właściwą wentylację połaci, warto przestrzegać poniższych zaleceń:

- **Przekroje wentylacyjne** otworów wylotowych szczeliny wentylacyjnej na kalenicy lub na narożu dachu powinny stanowić nie mniej niż 0,05% powierzchni całego dachu.

- **W pozostałych miejscach połaci dachowej** wielkość przekroju wentylacyjnego (w tym wielkość nawiewnego otworu wentylacyjnego przy okapie) powinna wynosić co najmniej 0,2% przynależnej powierzchni dachu (rozstaw między krokwiami), ale nie mniej niż 200 cm^2 na każdy metr szerokości dachu.

Przykładowo dla pasa połaci dachu o rozstawie krokwi 1m (100 cm) i długości połaci 8 m (800 cm) pole przekroju szczeliny wentylacyjnej powinno wynosić:

z warunku 0,2% x 800 cm x100 cm = 160 cm^2

Ponieważ jednak minimalna powierzchnia powinna być większa niż 200 cm^2, oznacza to, że minimalna wysokość szczeliny wentylacyjnej nad izolacją u jej wlotu powinna wynosić co najmniej 2 cm. (2 cm x 100 cm = 200 cm^2).

Górna szczelina wentylacyjna tworzona jest przez zastosowanie kontrłat. Przy obliczaniu powierzchni szczeliny wentylacyjnej koniecznie trzeba uwzględnić ubytek powierzchni spowodowany grubością i szerokością kontrłat. W dachach o długości krokwi do 10 m zalecane jest stosowanie górnej szczeliny wentylacyjnej o wysokości 2,5 cm.

Jeżeli w dachu skośnym projektowana jest druga, dolna szczelina wentylacyjna pod warstwą wstępnego krycia, to jej wielkość musi uwzględniać wymiary krokwi między którymi się znajduje. Przy założeniu, że krokwie i wszelkie zabezpieczenia tej szczeliny przed ptakami, owadami itp. zajmują około 16% pola przekroju, to minimalna wysokość szczeliny kształtuje się na poziomie (200 cm^2 x 0,16 = 2,32 cm.)

Jako że zachowanie tak dokładnego wymiaru na całej długości krokwi w warunkach budowy jest trudne, w domach o długości krokwi nie przekraczającej 10 m zaleca się stosowanie dolnej szczeliny wentylacyjnej o wysokości 2,5 cm. Wysokość tej szczeliny wzrasta wraz ze wzrostem długości krokwi powyżej 10m. Zależność tą pokazuje tabela 4.

Dł. krokwi [m]	Minimalna powierzchnia przekroju przy okapie [cm^2/m]	Wysokość szczeliny wentylacyjnej w okapie [cm]	Minimalna powierzchnia przekroju szczeliny wentylacyjnej w kalenicy [cm^2/m]	Minimalny przekrój dla połaci dachowej [cm^2/m]
6	200	2,4	30	200
7	200	2,4	35	200
8	200	2,4	40	200
9	200	2,4	45	200
10	200	2,4	50	200
11	220	2,6	55	200
12	240	2,9	60	200
13	260	3,1	65	200
14	280	3,3	70	200
15	300	3,6	75	200
16	320	3,8	80	200
17	340	4,0	85	200
18	360	4,3	90	200
19	380	4,5	95	200
20	400	4,8	100	200
21	420	5,0	105	200
22 itd.	440	5,2	110	200

Tabela 4. Minimalne wysokości szczeliny wentylacyjnej

9. Dachówka Karpiówka

9.1. Krycie dachówką Karpiówką

Minimalne pochylenie połaci dachowej, która jest szczelna po ułożeniu dachówek karpiówek, wynosi 30°. W przypadku dachów z miejscami przenikania się połaci dachowych (kosze, naroża) to minimalne pochylenie powinno być powiększone o co najmniej 5°. Jeżeli rzeczywiste pochylenie połaci dachowej jest mniejsze niż 30°, ale mieści się w zakresie 20°-30°, to można w wyjątkowych sytuacjach zastosować tę dachówkę, ale konieczne są dodatkowe roboty polegające na wykonaniu znajdującej się pod dachówką powierzchni szczelnej. Przy rzeczywistym pochyleniu połaci dachu poniżej 20° dachówki karpiówki nie należy stosować do krycia dachu.

Układanie dachówki wykonuje się dla każdego rodzaju krycia z niewielkimi odstępami bocznymi (1-2 mm) między dachówkami, tak aby uniknąć ewentualnego zgniatania dachówek przy ruchach konstrukcji dachu. Dachówkami karpiówkami można wykonać pokrycie dachu na trzy sposoby, przy czym najczęściej stosuje się pierwsze dwa:

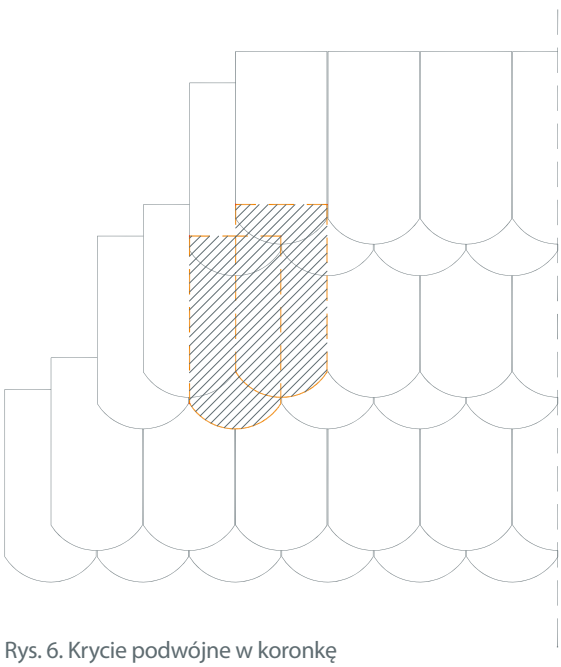
1. krycie podwójne w koronkę zwane też w skrócie „w koronkę"
2. krycie podwójne w łuskę
3. krycie pojedyncze w łuskę.

9.1.1. Krycie podwójne w koronkę

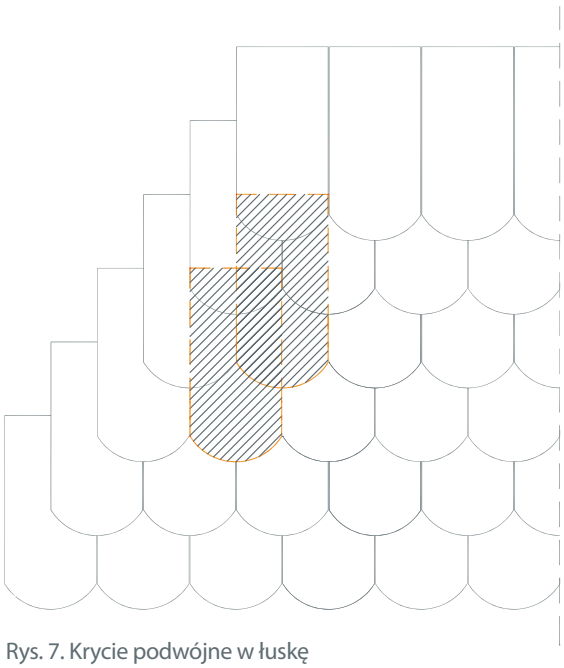
Charakteryzuje się tym, że na każdej łacie leżą zawsze dwa rzędy dachówek karpiówek - warstwa spodnia i warstwa kryjąca. Obie te warstwy wspólnie tworzą jeden rząd krycia. Poszczególne rzędy krycia nakrywają się wzajemnie tak, że pomiędzy dachówkami od okapu i kalenicy tworzą jedną, prostą linię. Rozstaw łat jest zależny od kąta nachylenia połaci dachowej i wynikającej z niego minimalnej, koniecznej dla uzyskania szczelności długości nakrywania się rzędów dachówek.

9.1.2. Krycie podwójnie w łuskę

Charakteryzuje się tym, że na każdej łacie leży jeden rząd dachówek karpiówek stanowiący warstwę kryjącą. Dachówki w poszczególnych rzędach są przesunięte względem dachówek sąsiedniego rzędu o połowę dachówki - dwa ułożone tak rzędy dachówek tworzą tu jeden rząd krycia. Spoiny, podobnie jak dachówki, są w rzędzie przesunięte, natomiast trzeci rząd dachówek nakrywa częściowo rząd pierwszy. Rozstaw łat jest zależny od kąta nachylenia połaci dachowej i wynikającej z tego minimalnej, koniecznej dla uzyskania szczelności, długości nakrywania się rzędów dachówek. Rzędy okapowy i kalenicowy wykonuje się w koronkę albo z dachówek - odpowiednio okapowych lub kalenicowych.



Rys. 6. Krycie podwójne w koronkę

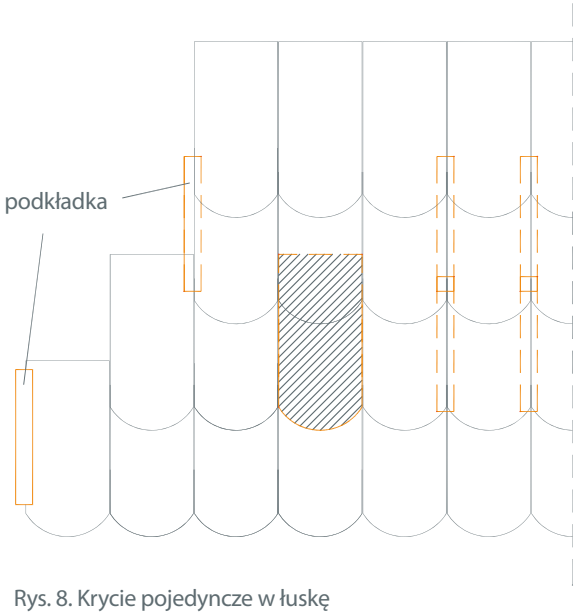


Rys. 7. Krycie podwójne w łuskę

9. Dachówka Karpiówka

9.1.3. Krycie pojedyncze w łuskę

Stosuje się bardzo rzadko i tylko w budynkach nie przeznaczonych do stałego pobytu ludzi. Charakteryzuje się ono tym, że każdy rząd krycia nakrywa rząd położony poniżej tylko jednokrotnie a każda spoina wzdłużna między dachówkami jest izolowana przez podkładki np. z pasków papy. Rząd dachówek okapu i kalenicy rząd dachówek wykonuje się w koronkę. Długość nakładanych wzajemnie na siebie rzędów i długość krokwi zależy od rozstawu łat. Maksymalny rozstaw łat jest wynikiem różnicy między długością dachówki karpiówki i minimalnego, wzajemnego nakładania się ich rzędów.



Rys. 8. Krycie pojedyncze w łuskę

9.2. Łączenie połaci dachu

Przy zastosowaniu folii dachowych i szalowaniu deskami konieczne jest zastosowanie kontrłat o przekroju nie mniejszym niż h x b [mm] równym 25 x 45 mm. W szczególnych przypadkach (gdy długość krokwi przekracza 10 m lub pod połacią znajdują się pomieszczenia o podwyższonej wilgotności, np. pralnie) wysokość kontrłat h należy zwiększyć. Przekrój łat należy dobierać indywidualnie na podstawie obliczeń statycznych i przewidywanego poziomu obciążenia połaci. Drewno stosowane na łaty dachowe powinno być minimum klasy K33 i wilgotności nie przekraczającej 20%.

Zalecany rozstaw łat dla dachówki karpiówki w zależności od zastosowanego sposobu krycia przedstawiono w tabelach 5-7.

Wymiary dachówki [cm]	Pochylenie połaci dachu [°]	Minimalna długość nakrywania się rzędów dachówek [cm]	Maksymalny rozstaw łat [cm]	Zużycie [szt. /m^2]
18 x 38 x 1,3	<30° *	9,0	14,5	38,3
	≥30° ≤ 35°	9,0	14,5	38,3
	>35° ≤ 40°	8,0	15,0	37,0
	>40° ≤ 45°	7,0	15,5	35,8
	>45° ≤ 60°	6,0	16,0	34,7
	>60° **	5,0	16,5	33,7

Tabela 5. Rozstaw łat dla krycia podwójnego w łuskę

** Tylko w przypadku wykonania szczelnego dachu spodniego pokrycie dachówką jest tylko atrapą*

*** Tylko jeśli wszystkie karpiówki pokrycia są zamocowane do łat śrubami lub klamrami*

Wymiary dachówki [cm]	Pochylenie połaci dachu [°]	Minimalna długość nakrywania się rzędów dachówek [cm]	Maksymalny rozstaw łat [cm]	Zużycie [szt. /m^2]
18 x 38 x 1,3	<30° *	9,0	29,0	38,3
	≥30° ≤ 35°	9,0	29,0	38,3
	>35° ≤ 40°	8,0	30,0	37,0
	>40° ≤ 45°	7,0	31,0	35,8
	>45° ≤ 60°	6,0	32,0	34,7
	>60° **	5,0	33,0	33,7

Tabela 6. Rozstaw łat dla krycia podwójnego w koronkę

** Tylko w przypadku wykonania szczelnego dachu spodniego pokrycie dachówką jest tylko atrapą*

*** Tylko jeśli wszystkie karpiówki pokrycia są zamocowane do łat śrubami lub klamrami*

9. Dachówka Karpiówka

wymiary dachówki [cm]	Pochylenie połaci dachu [°]	Minimalna długość nakrywania się rzędów dachówek [cm]	Maksymalny rozstaw łat [cm]	Zużycie [szt. /m²]
18 x 38 x 1,3	<40° *	17,0	21,0	26,5
	≥40° ≤ 45°	16,0	22,0	25,3
	>45° ≤ 50°	15,0	23,0	24,2
	>50° ≤ 55°	14,0	24,0	23,2
	>55° **	13,0	25,0	22,2

Tabela 7. Rozstaw łat dla krycia pojedynczego w łuskę

** Tylko w przypadku wykonania szczelnego dachu spodniego – pokrycie dachówką jest tylko atrapą*

*** Tylko jeśli wszystkie karpiówki pokrycia są zamocowane do łat śrubami lub klamrami*

9.2.1. Rozstaw łat

Maksymalny rozstaw łat można obliczyć na podstawie wymiaru dachówki oraz wartości minimalnej długości nakrywania się rzędów przy danym kącie nachylenia połaci (tabele 5-7).

Np. przy założeniach:

długość dachówki 38 cm
kąt nachylenia połaci 35°
a/ krycie podwójnie w łuskę
b/ krycie w koronkę
c/ krycie pojedyncze w łuskę

ROZWIĄZANIE:
a/ krycie podwójnie w łuskę

Z tabeli 5 odczytujemy wartość minimalnej długości nakrywania się rzędów:
-dla krycia podwójnie w łuskę wynosi ona 9 cm.

Rozstaw łat dla krycia w koronkę wynosi zatem:
38 cm - 9 cm= 29 cm.

b/ krycie w koronkę

Z tabeli 6 odczytujemy wartość minimalnej długości nakrywania się rzędów:
- dla krycia w koronkę wynosi ona 9 cm.

Rozstaw łat dla krycia podwójnie w łuskę wynosi:
38 cm-9 cm / 2 = 14,5 cm

c/ krycie pojedyncze w łuskę.

Z tabeli 7 odczytujemy wartość minimalnej długości nakrywania się rzędów:

- dla krycia w koronkę wynosi ona 17 cm.

Rozstaw łat dla krycia pojedynczo w łuskę wynosi:
38 cm -17 cm = 21 cm.

9.2.2. Dobór przekroju łat dachowych

Przekrój łat dachowych dobiera się indywidualnie w oparciu o obliczenia statyczne w zależności od rozstawu krokwi, szacowanego poziomu obciążenia warunkami środowiskowymi oraz sposobu krycia.

Zalecany minimalny przekrój łat dachowych w oparciu o powyższe założenia przedstawia tabela 8.

Osiowy rozstaw krokwi [cm]	Przekrój łat h x b [mm]
Krycie podwójne w łuskę	
≤ 75	25 x 45
≤ 90	32 x 52
≤ 100	40 x 60
Krycie podwójne w koronkę	
≤ 75	30 x 50
≤ 90	40 x 60
Krycie pojedyncze w łuskę	
≤ 75	30 x 50
≤ 100	40 x 60

Tabela 8. Zalecany przekrój łat

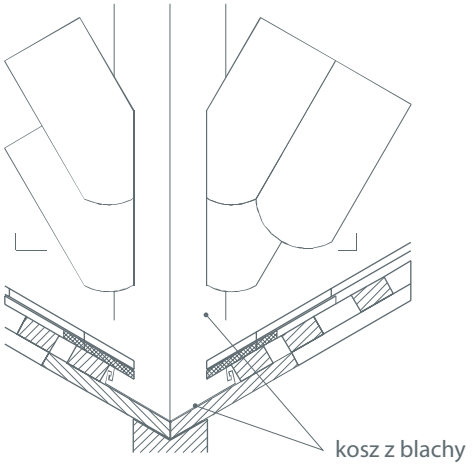
9. Dachówka Karpiówka

9.3. Geometria kosza dachowego

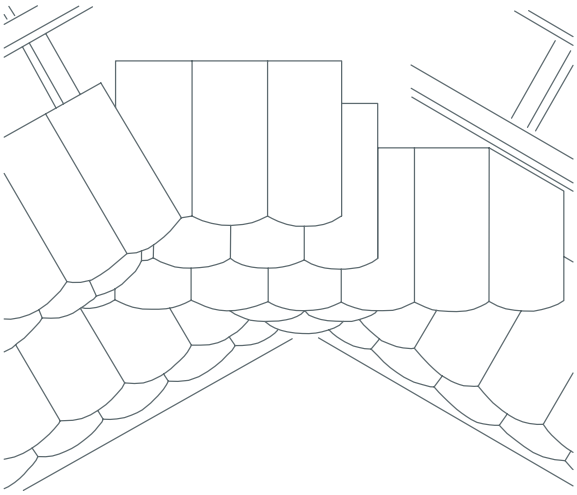
Kosz powstaje, gdy dwie pochyłe lub zakrzywione nierównoległe płaszczyzny dachu przenikają się wzajemnie. Z geometrycznego punktu widzenia jest to linia prosta przy płaskich powierzchniach i przestrzenna krzywa, gdy co najmniej jedna z przenikających się powierzchni jest płaszczyzną zakrzywioną przestrzennie (rys.9). Kosze, które są linią prostą, można w prosty sposób wyliczyć z funkcji trygonometrycznych kąta prostego. Kosze będące funkcją przestrzenną wymagają zastosowania wyższej matematyki, wspomagania komputerowego lub po prostu modelu – są też o wiele trudniejsze w wykonaniu. W przypadku dachów skośnych mamy dwa sposoby wykonywania koszy:

- **kosze podłożone** – materiał kosza nie jest przewiązany z pokryciem połaci dachowej. Kosze te wykonuje się najczęściej z blachy lub folii PCV. Na wykonany w ten sposób kosz nachodzi połać dachowa docięta wzdłuż lini kosza. Przekrój przez kosz pokazano na rys.10.

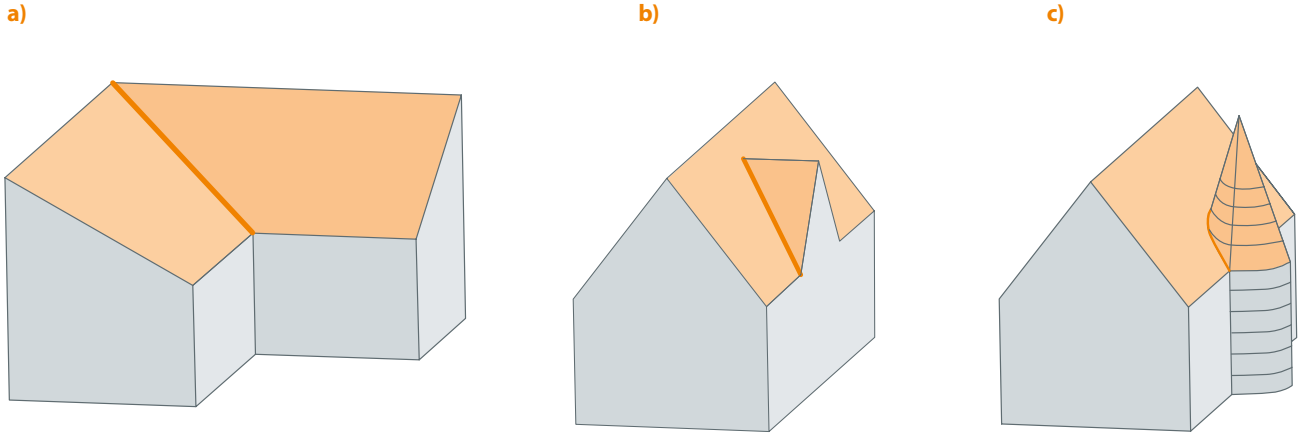
- **kosze przewiązane** – gdy warstwy kryjące lub wsporne jednej połaci dachwowej przechodzą przez kosz we właściwe warstwy drugiej połaci a dodatkowe warstwy powierzchni kosza są przewiązane z warstwami połaci. Przekrój kosza przewiązanego pokazano na rys. 11.



Rys. 10. Kosz podłożony



Rys. 11. Kosz przewiązany



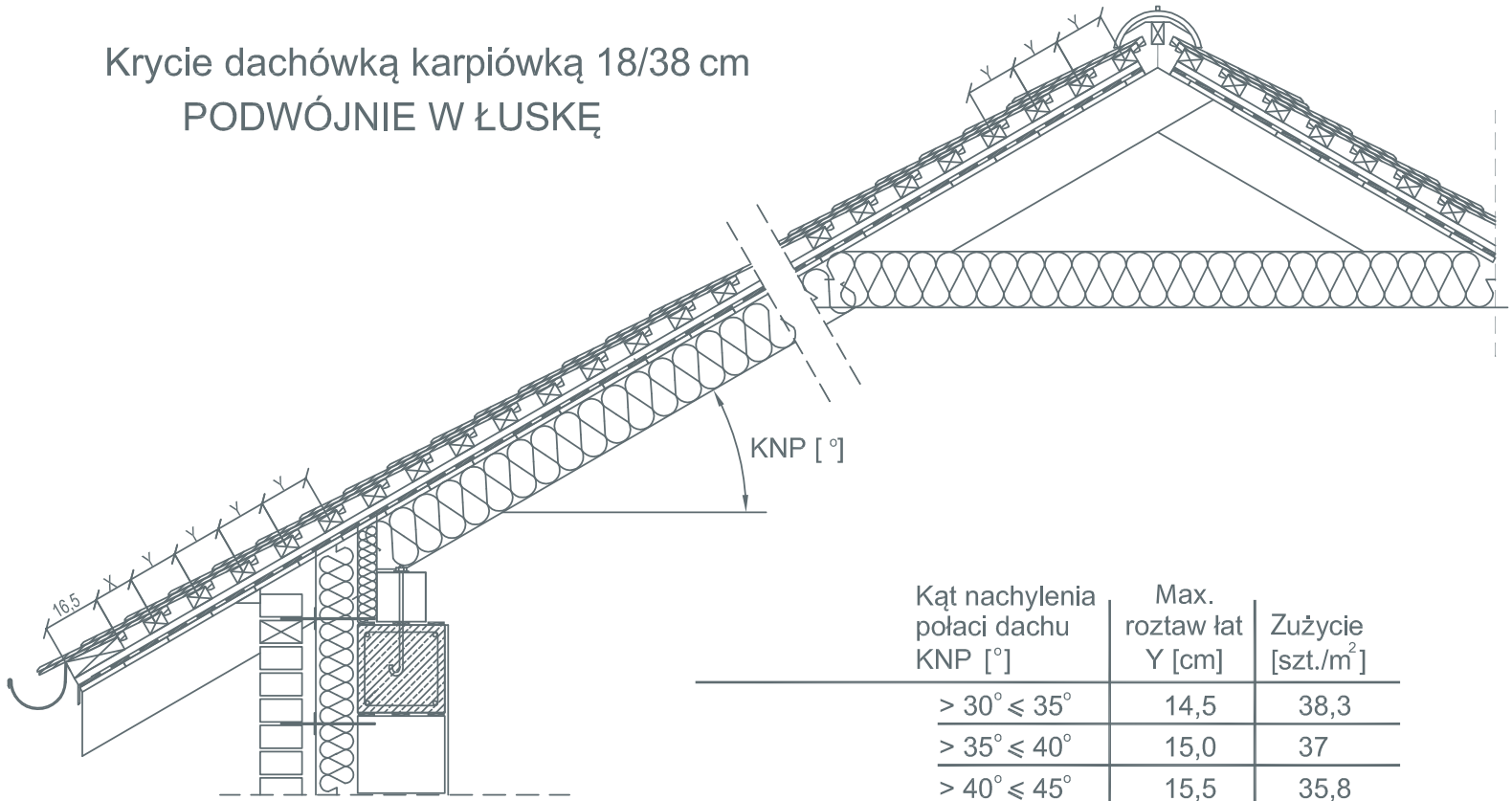
Rys. 9 Kosze dachowe: **a**, **b** – prostoliniowe; **c** – krzywa przestrzenna

KRYCIE DACHÓWKĄ KARPIÓWKĄ CERPOL 18/38 cm

MAKSYMALNY ROZSTAW ŁAT W ZALEŻOŚCI OD STOPNIA NACHYLENIA POŁACI DACHOWEJ

SKALA 1:20

Krycie dachówką karpiówką 18/38 cm
PODWÓJNIE W ŁUSKĘ



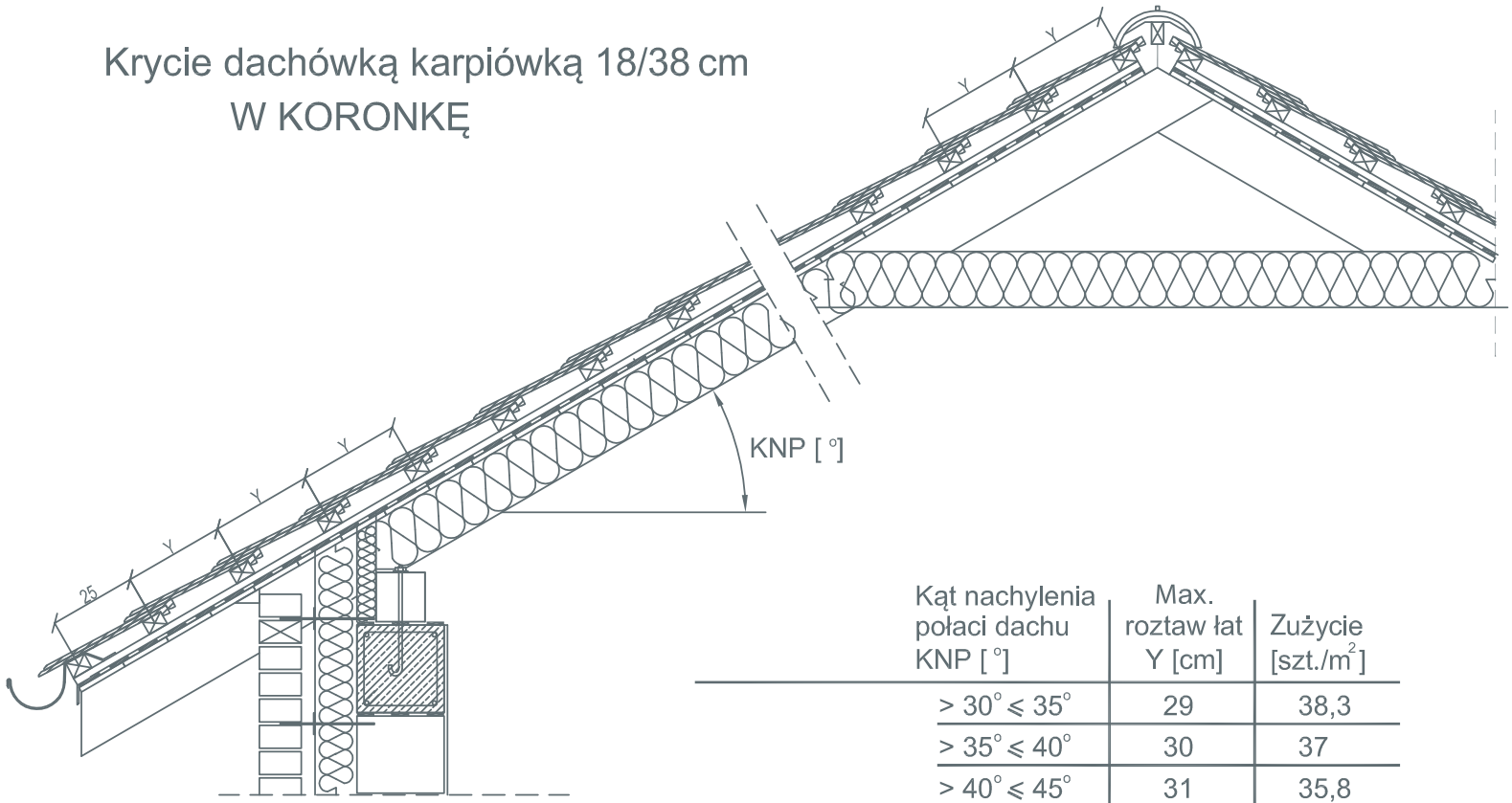
Kąt nachylenia połaci dachu KNP [°]	Max. roztaw łat Y [cm]	Zużycie [szt./m^2]
> 30° ⩽ 35°	14,5	38,3
> 35° ⩽ 40°	15,0	37
> 40° ⩽ 45°	15,5	35,8
> 45° ⩽ 60°	16,0	34,7
> 60°	16,5	33,7

KRYCIE DACHÓWKĄ KARPIÓWKĄ CERPOL 18/38 cm

MAKSYMALNY ROZSTAW ŁAT W ZALEŻOŚCI OD STOPNIA NACHYLENIA POŁACI DACHOWEJ

SKALA 1:20

Krycie dachówką karpiówką 18/38 cm W KORONKĘ



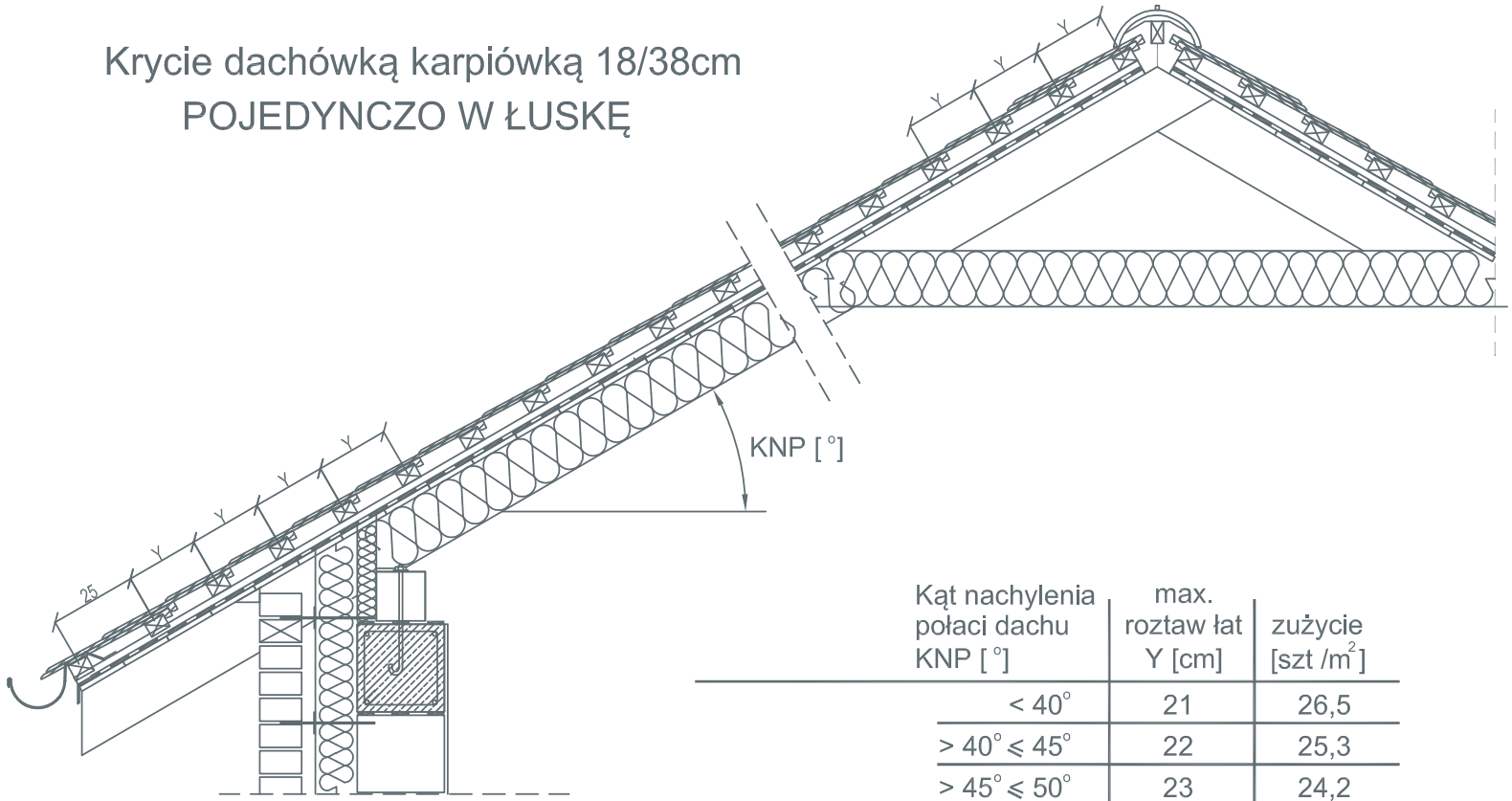
Kąt nachylenia połaci dachu KNP [°]	Max. roztaw łat Y [cm]	Zużycie [szt./m^2]
> 30° ⩽ 35°	29	38,3
> 35° ⩽ 40°	30	37
> 40° ⩽ 45°	31	35,8
> 45° ⩽ 60°	32	34,7
> 60°	33	33,7

KRYCIE DACHÓWKĄ KARPIÓWKĄ CERPOL 18/38cm

MAXYMALNY ROZSTAW ŁAT W ZALEŻOŚCI OD STOPNIA NACHYLENIA POŁACI DACHOWEJ

SKALA 1:20

Krycie dachówką karpiówką 18/38cm
POJEDYNCZO W ŁUSKĘ



Kąt nachylenia połaci dachu KNP [°]	max. roztaw łat Y [cm]	zużycie [szt /m^2]
< 40°	21	26,5
> 40° ⩽ 45°	22	25,3
> 45° ⩽ 50°	23	24,2
> 50° ⩽ 55°	24	23,2
> 55°	25	22,2

9. Dachówka Karpiówka

9.4. Zasady kosza przewiązanego

Krokiew koszowa jest zawsze dłuższa od krokwi połaci, które tworzą dach. Z tego też powodu krokiew ta i w efekcje sam kosz mają mniejsze pochylenie od płaszczyzn połaci go tworzących. Największa różnica występuje przy kącie pochylenia połaci tworzących kosz zawarty między 40° a 50°, i dochodzi ona do 10°. Przy nachyleniach połaci dachu poniżej 40° i powyżej 50° różnica ta maleje. Różnice te pokazano w tabeli 9, natomiast graficzną zależność kąta pochylenia kosza od kąta pochylenia tworzących go płaszczyzn połaci dachowych przy założeniu, że pochylenia tych połaci są równe, a kąt między ich okapami jest kątem prostym, przedstawia rys. 12 .

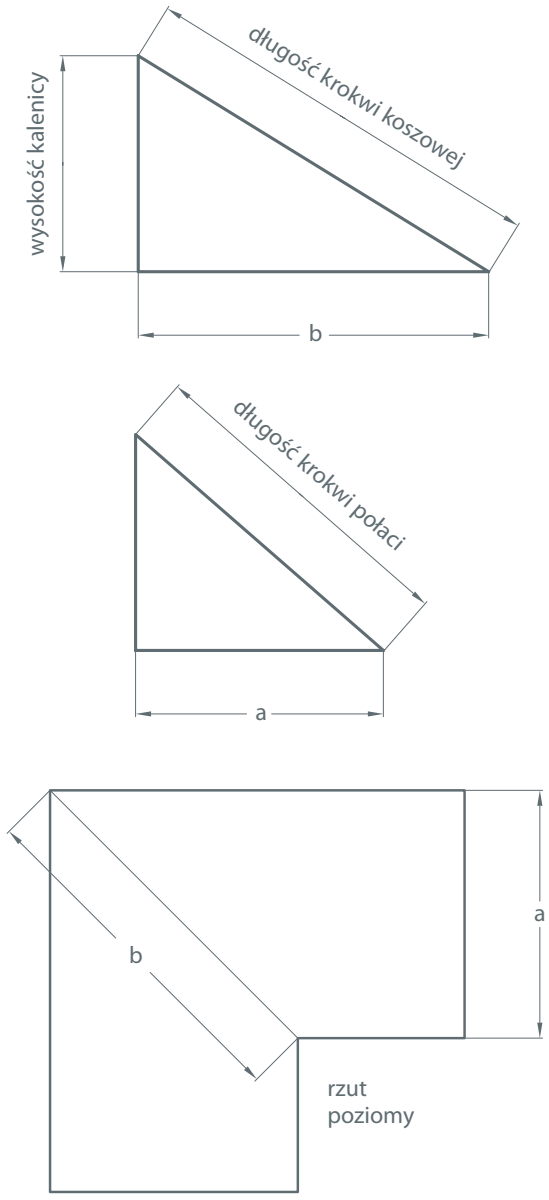
Kąt nachylenia krokwi połaci [°]	Kąt nachylenia krokwi kosza [°]	Różnica kątów nachylenia [°]
65	57	8
60	51	9
55	45,5	9,5
50	40	10
45	35	10
40	31	9
35	26	9
30	22	8
25	18	7
20	14,5	5,5
15	11	4
10	7	3
5	3,5	1,5
0	0	0

Tabela 9. Różnica kątów nachylenia połaci i kosza

Długość kosza L_k można wyliczyć na podstawie danych o szerokości budynku i kącie nachylenia połaci z wzoru:

$$L_k = a \cdot \sqrt{2 + \tan^2 \alpha}$$

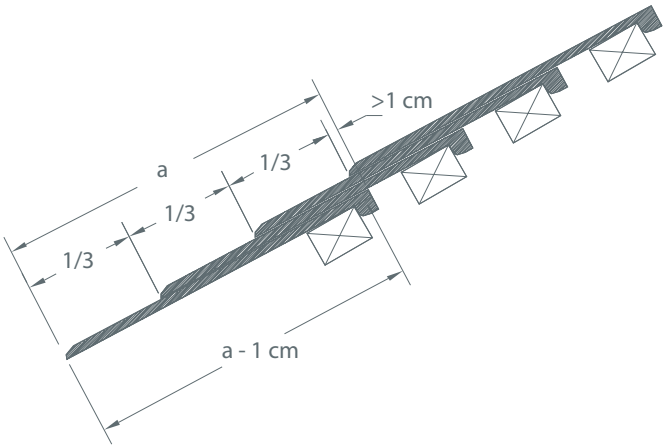
L_k - długość kosza
a - rzut prostopadły długości krokwi na płaszczyznę poziomą
α - kąt nachylenia połaci



Rys. 12. Kąt nachylenia kosza w zależności od kąta nachylenia połaci

9. Dachówka Karpiówka

Kosz przewiązany wykonuje się jako trójwarstwowy, przy czym w koszu czwarta, wyżej położona dachówka musi nachodzić na pierwszą warstwę co najmniej na 1 cm. Z warunku tego wynika maksymalny dopuszczalny rozstaw łat w koszu równy długości dachówki pomniejszonej o ww. 1 cm, podzielony przez 3. Zasade tą obrazuje rysunek nr 13.



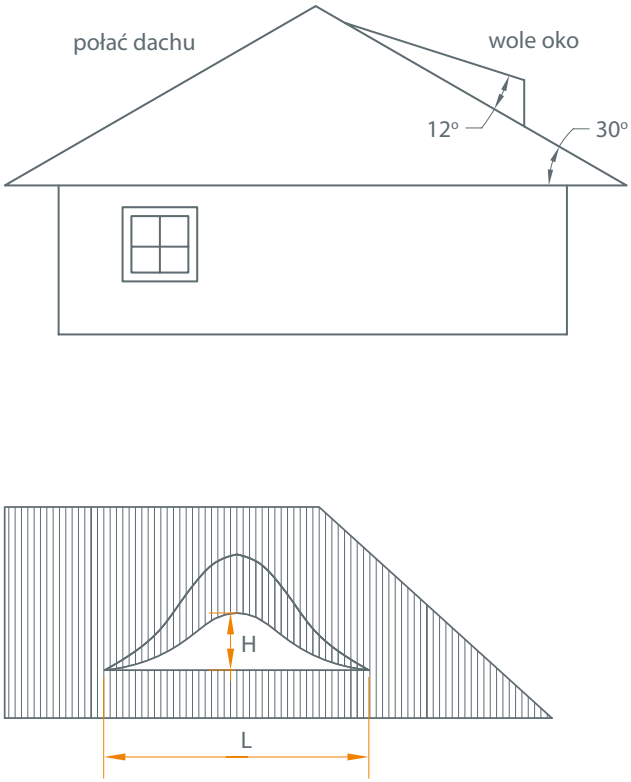
Rys. 13. Maksymalny rozstaw łat w koszu

Według tradycyjnych zasad dekarstwa z okresu 1934-1950r. dopuszcza się wykonywanie kosza przy pochyleniu połaci dachu 30° - tzn. przy pochyleniu krokwi koszowej 22°, co zapewnia szczelność przed deszczem. Według aktualnie obowiązujących zasad wykonywania kosza minimalne pochylenie krokwi koszowej powinno być nie mniejsze niż 26°, co odpowiada jednakowemu pochyleniu połaci go tworzących, równemu 35°.

9.5. Wykonanie tzw. wolego oka

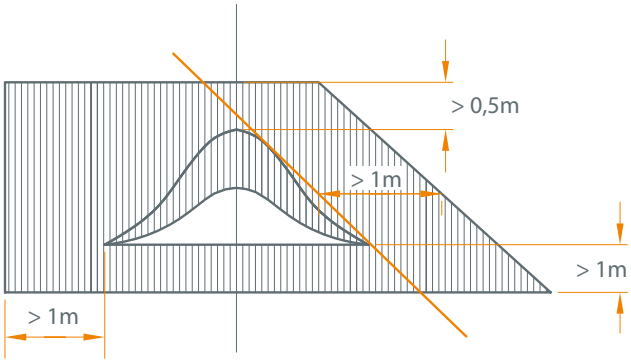
Wole oko to rodzaj lukarny o„miękkich", zaokrąglonych kształtach. W tym elemencie dachu możemy rozróżnić, podobnie jak w połaci głównej, okap, kalenicę i powierzchnię główną. Aby konstrukcję tę dało się wykonać oraz by wyglądała estetycznie, należy przy jej projektowaniu i wykonastwie przestrzegać kilku podstawowych zasad.

Przede wszystkim należy zachować pewne proporcje powierzchni czołowej i różnicy kąta nachylenia połaci głównej i kalenicy lukarny. Prawidłowe proporcje wolego oka są zachowane, jeśli stosunek wysokości H do szerokości podstawy czoła L jest nie większy niż 1:5 a maksymalna różnica kąta pochylenia połaci głównej i lukarny wynosi 12° (rys.14.).



Rys. 14. Warunki poprawnej konstrukcji wolego oka

Powinny być spełnione również dodatkowe warunki dotyczące usytuowania samej lukarny oraz minimalnych odległości od głównych elementów połaci głównej (rys. 15.).



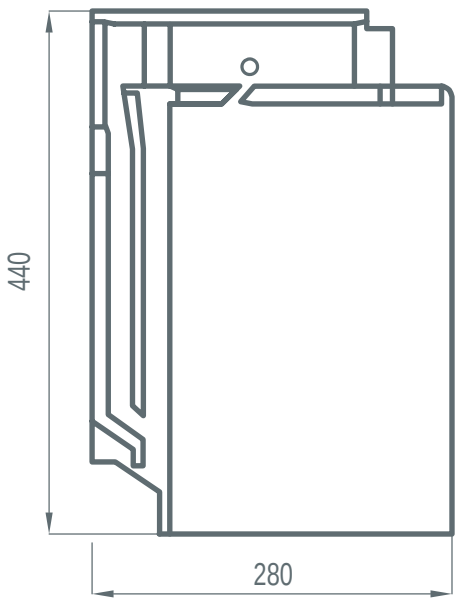
Rys. 15. Dodatkowe wymagania przy konstrukcji wolego oka

10. Dachówka zakładkowa Wita

10.1. Krycie dachówką zakładkową

Minimalne pochylenie połaci dachowej ,będącej szczelną po ułożeniu dachówek zakładkowych Wita, wynosi 31°. Możliwe jest zastosowanie tej dachówki również przy kątach nachylenia dachu mniejszych niż 31° i większych niż zalecane 45° natomiast należy w takich przypadkach na konstrukcji nośnej dachu wykonać pełne deskowanie (nie tylko folia) ze szczelnym pokryciem oraz zastosować mocowanie większej liczby dachówek.

Cechą charakterystyczną dachówek zakładkowych (rys.16) jest system podłużnych i poprzecznych zakładek nazywanych też zamkami. Zachodzące na siebie pojedyncze (dachówki pasmowe) lub podwójne systemy (dachówki tłoczone, np. Wita) zapewniają szczelność połączeń oraz całego pokrycia.



Rys. 16. Dachówka zakładkowa Wita

Dachówki zakładkowe zawiesza się na łatach, których rozstaw uzależniony jest od modelu dachówki. Wielkość ta podawana jest w instrukcji montażu pokrycia dachowego oraz w dalszej części opracowania. Układanie dachówek zakładkowych rozpoczyna się od najniższego miejsca na dachu (od okapu).
Należy pamiętać, by pierwsza łata była grubsza od pozostałych o grubość dachówki lub ok 2 cm. Dzięki temu wszystkie dachówki będą ułożone pod takim samym kątem nachylenia do płaszczyzny dachu.

Sama technologia układania dachówek zakładkowych polega na łączeniu sąsiadujących ze sobą dachówek łącząc je w zamku tak, by jedna zachodziła na drugą oraz by spełnione były następujące warunki:

- prawa krawędź dachówki przykrywa lewą krawędź dachówki sąsiedniej,
- dolna krwędź dachówki górnej przykrywa górną krawędź dachówki dolnej.

Rzędy dachówek zakładkowych układa się na sucho (bez zaprawy) równolegle do okapu z zakładem 70-100 mm. W I strefie wiatrowej na połaciach usytuowanych od strony najczęściej wiejących wiatrów dachówki powinny być przymocowane do łat, natomiastw strefie II i III mocowana powinna być każda dachówka (rys. 17.).

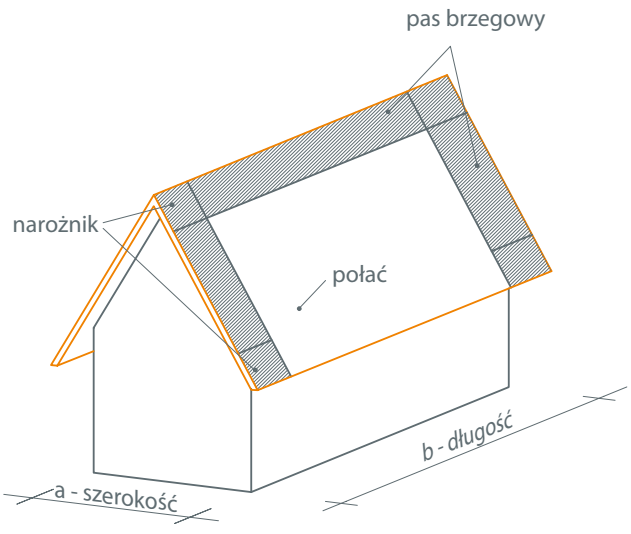
Rys. 17. Lokalizacja stref wiatrowych w Polsce wg PN-B 02011

10. Dachówka zakładkowa Wita

10.2. Mocowanie dachówki zakładkowej

Do mocowania dachówek używa się klamer, wkrętów lub gwoździ. W przypadku stosowania klamer wymaga się, by wytrzymywały one obciążenie testowe 0,15 [kN]. Minimalną liczbę mocowań przypadających na 1m^2 powierzchni dachu oblicza się w zależności od:

- strefy wiatrowej (I, II, III);
- rodzaju dachu spodniego (o konstrukcji zamkniętej/otwartej); Pod pojęciem dachu spodniego o konstrukcji zamkniętej rozumie się wszystkie poddasza zabudowane, pokrycia wstępne wiatroszczelne oraz rozpięte na krokwiach membrany dachowe. Pod pojęciem dachu spodniego o konstrukcji otwartej rozumie się dachy nad niezabudowanymi poddaszami bez dodatkowych zabezpieczeń przeciwwilgociowych oraz konstrukcje dachowe bez ścian (np. na filarach, słupach);
- kształtu dachu (jedno- lub dwuspadowy);
- wysokości kalenicy (wysokość liczona w [m] nad poziomem terenu;
- rodzaju dachówki;
- strefy dachu (narożnik, pas brzegowy, połać) rys.18;



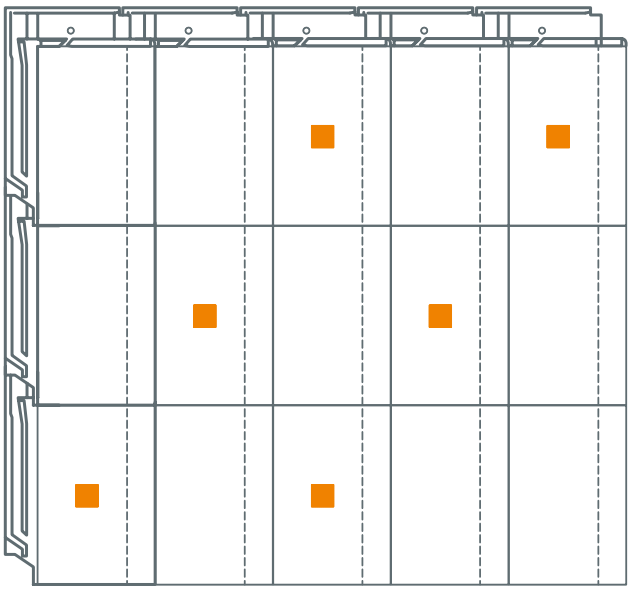
Rys. 18. Podział połaci dachu na strefy

Szerokość pasa brzegowego i stref narożnikowych wynosi 1/8 a i nie mniej niż 1 m oraz nie więcej niż 2m (a - jest zawsze krótszym bokiem budowli).

W przypadku obiektów mieszkalnych, biurowych oraz zamkniętych hal o szerokości mniejszej niż 30 m pasmo to ogranicza się do 2 m. Zalecaną liczbę zamocowań przedstawiono w tabelach 8-10. Jeżeli dla konkretnego przypadku liczba mocowań wynosi 0, oznacza to, że nie jest wymagane mocowanie dachówki; w przeciwnym wypadku liczbę odczytaną z tabeli dzieli się przez liczbę dachówek przypadających na 1m^2 powierzchni dachu (dla dachówki Wita 13 szt.).

- jeżeli wynik jest < 2 mocujemy każdą dachówkę
- jeżeli wynik jest > 2 mocujemy co 2 dachówkę
- jeżeli wynik jest >3 mocujemy co 3 dachówkę

Mocowania dachówek dokonuje się w taki sposób, aby na połaci stworzył się tzw. raster, tzn. w rzędach poziomych co trzecią, w rzędach pionowych z przesunięciem o jedną lub dwie, jak na rys. 19.



Rys. 19. Schemat mocowania dachówki zakładkowej - w tzw. raster

10. Dachówka zakładkowa Wita

Strefa wiatrowa I			Dach spodni o konstrukcji zamkniętej			Dach spodni o konstrukcji otwartej		
Kształt dachu	Nachylenie dachu [°]	Wysokość kalenicy [m]	Narożnik	Brzeg	Połać	Narożnik	Brzeg	Połać
DWUSPADOWY	10-30°	<10	-	-	-	3	-	-
		<15	-	-	-	3	-	-
		<20	-	-	-	4	-	-
		<25	3	-	-	4	3	-
		<30	3	-	-	5	3	-
	30-55°	<10	-	-	-	-	-	-
		<15	-	-	-	-	-	-
		<20	-	-	-	3	3	-
		<25	-	-	-	3	3	-
		<30	-	-	-	3	3	-
	55-65°	<10	-	-	-	-	-	-
		<15	-	-	-	3	-	-
		<20	-	-	-	3	-	-
		<25	-	-	-	3	-	-
		<30	-	-	-	4	-	-
JEDNOSPADOWY	10-30°	<10	3	3	-	4	3	-
		<15	3	3	-	5	3	-
		<20	4	-	-	5	4	-
		<25	4	-	-	6	4	-
		<30	4	-		6	5	-
	30-55°	<10	-	-	-	3	-	-
		<15	3	-	-	4	-	-
		<20	3	-	-	4	3	-
		<25	3	-	-	5	3	-
		<30	4	-	-	5	3	-
	55-65°	<10	-	-	-	-	-	-
		<15	-	-	-	3	3	-
		<20	-	-	-	3	3	-
		<25	-	-	-	3	3	-
		<30	-	-	-	4	4	-

Tabela 10. Minimalna liczba mocowań dachówki w I strefie wiatrowej

10. Dachówka zakładkowa Wita

Strefa wiatrowa II			Dach spodni o konstrukcji zamkniętej			Dach spodni o konstrukcji otwartej		
Kształt dachu	Nachylenie dachu [°]	Wysokość kalenicy [m]	Narożnik	Brzeg	Połać	Narożnik	Brzeg	Połać
DWUSPADOWY	10-30°	<10	3	-	-	4	3	-
		<15	3	-	-	5	3	-
		<20	4	-	-	6	4	-
		<25	4	3	-	6	4	-
		<30	5	3	-	6	5	-
	30-55°	<10	-	-	-	3	3	-
		<15	-	-	-	4	4	-
		<20	3	3	-	4	4	-
		<25	3	3	-	4	4	-
		<30	3	3	-	5	5	-
	55-65°	<10	-	-	-	3	-	-
		<15	3	-	-	4	3	-
		<20	3	-	-	4	3	-
		<25	3	-	-	5	3	-
		<30	4	-	-	5	4	-
JEDNOSPADOWY	10-30°	<10	4	3	-	6	4	-
		<15	5	3	-	7	5	-
		<20	5	4	-	7	6	-
		<25	6	4	-	8	6	-
		<30	6	5	-	8	6	-
	30-55°	<10	3	-	-	5	3	-
		<15	4	-	-	6	4	-
		<20	4	3	-	6	4	-
		<25	5	3	-	7	4	-
		<30	5	3	-	7	5	-
	55-65°	<10	-	-	-	3	3	-
		<15	3	3	-	4	4	-
		<20	3	3	-	4	4	-
		<25	3	3	-	5	5	-
		<30	4	4	-	5	5	-

Tabela 11. Minimalna liczba mocowań dachówki w II strefie wiatrowej

10. Dachówka zakładkowa Wita

Strefa wiatrowa III			Dach spodni o konstrukcji zamkniętej			Dach spodni o konstrukcji otwartej		
Kształt dachu	Nachylenie dachu [°]	Wysokość kalenicy [m]	Narożnik	Brzeg	Połać	Narożnik	Brzeg	Połać
DWUSPADOWY	10-30°	<10	5	3	-	7	5	-
		<15	6	4	-	8	6	-
		<20	6	4	-	9	6	-
		<25	7	5	-	9	7	-
		<30	7	5	-	10	7	-
	30-55°	<10	3	3	-	5	5	-
		<15	4	4	-	6	6	-
		<20	4	4	-	6	6	-
		<25	5	5	-	7	7	-
		<30	5	5	-	7	7	-
	55-65°	<10	4	3	-	5	4	-
		<15	4	3	-	6	4	-
		<20	5	3	-	7	5	-
		<25	5	4	-	7	5	-
		<30	5	4	-	7	5	-
JEDNOSPADOWY	10-30°	<10	6	5	-	9	7	-
		<15	7	6	-	10	8	-
		<20	8	6	-	11	9	-
		<25	9	7	-	12	9	-
		<30	9	7	-	12	10	-
	30-55°	<10	5	3	-	7	5	-
		<15	6	4	-	8	6	-
		<20	7	4	-	9	6	-
		<25	7	5	-	10	7	-
		<30	8	5	-	10	7	-
	55-65°	<10	4	4	-	5	5	-
		<15	4	4	-	6	6	-
		<20	5	5	-	7	7	-
		<25	5	5	-	7	7	3
		<30	5	5	-	7	7	3

Tabela 12. Minimalna liczba mocowań dachówki w III strefie wiatrowej

10. Dachówka zakładkowa Wita

10.3. Łacenie połaci dachu

Prawidłowe rozmierzenie rozstawu łat w przypadku dachówki zakładkowej jest najważniejszą czynnością rzutującą na efekt końcowy.

Najczęściej popełniane tu błędy to niedostosowanie rozstawu łat do długości krokwi, czego efektem jest konieczność docinania dachówek przy kalenicy, lub też zmniejszenie rozstawu łat kilku najwyższych rzędów dachówek. Obydwa błędy wpływają niekorzystnie na estetykę całego dachu.

Ze względu na to, że każda partia może posiadać odchyłki od wymiaru nominalnego zaleca się ustalenie średniego rozstawu łat wg schematu przedstawionego na rys. 20. Układamy 12 dachówek w 2 rzędach noskiem do góry, a następnie mierzymy długość krycia na długości 10 dachówek przy dachówce maksymalnie rozciągniętej L1 oraz długość pasma przy dachówce maksymalnie złożonej L2. Średnią długość krycia, a tym samym średni rozstaw łat, obliczamy ze wzoru:

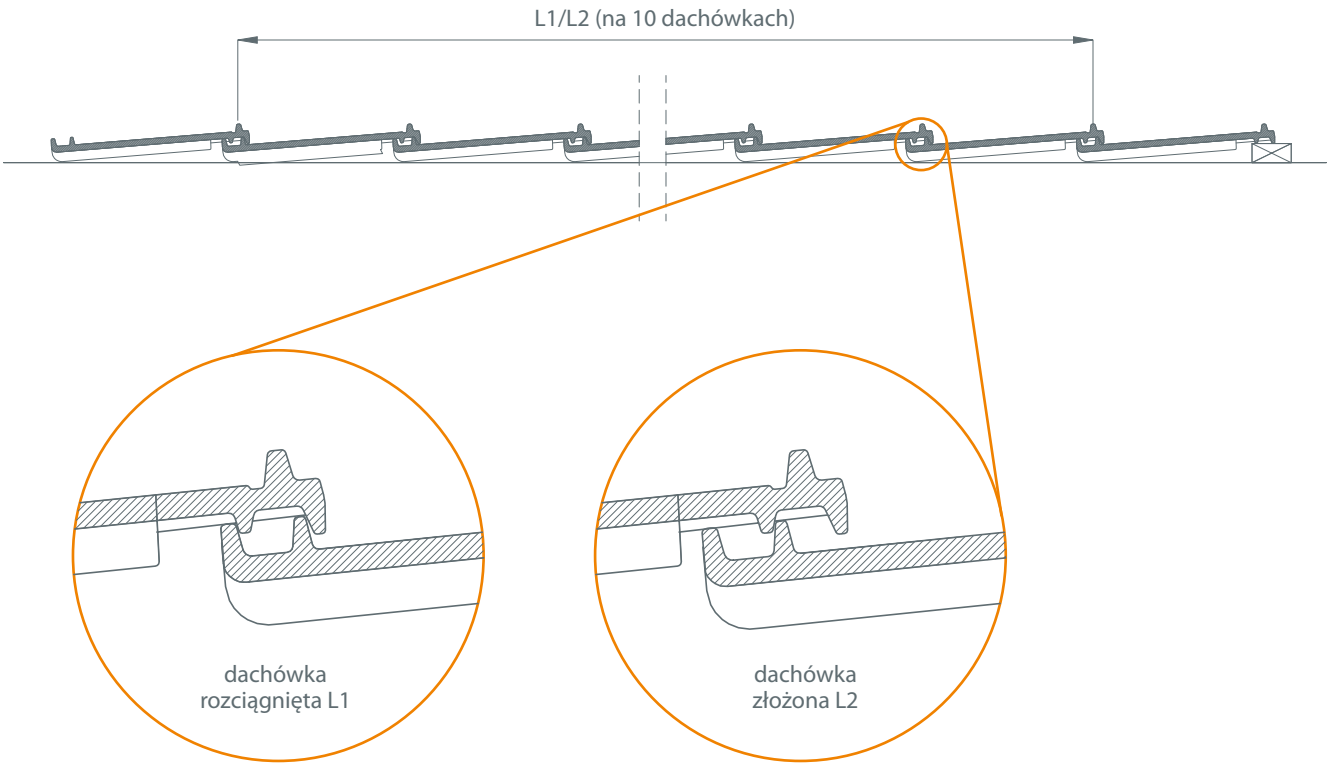
$$\text{średni rozstaw łat} = \frac{L1 + L2}{20}$$

W podobny sposób można wyznaczyć również średnią szerokość krycia. Średni rozstaw łat mieści się w przedziale 330-350 mm i przyjmuje się go jako 340 mm.

10.3.1. Dobór przekroju łat dachowych

Przekrój łat dachowych dobiera się indywidualnie w oparciu o obliczenia statyczne w zależności od rozstawu krokwi, szacowanego poziomu obciążenia warunkami środowiskowymi oraz sposobu krycia.

Łaty drewniane powinny odpowiadać wymogom norm PN D-9600 oraz PN B-10080. Minimalny przekrój łat to 38 x 50 mm. Łaty wymagają pełnej impregnacji, muszą posiadać przynajmniej 3 ostre krawędzie i nie dopuszcza się na nich obecności kory.



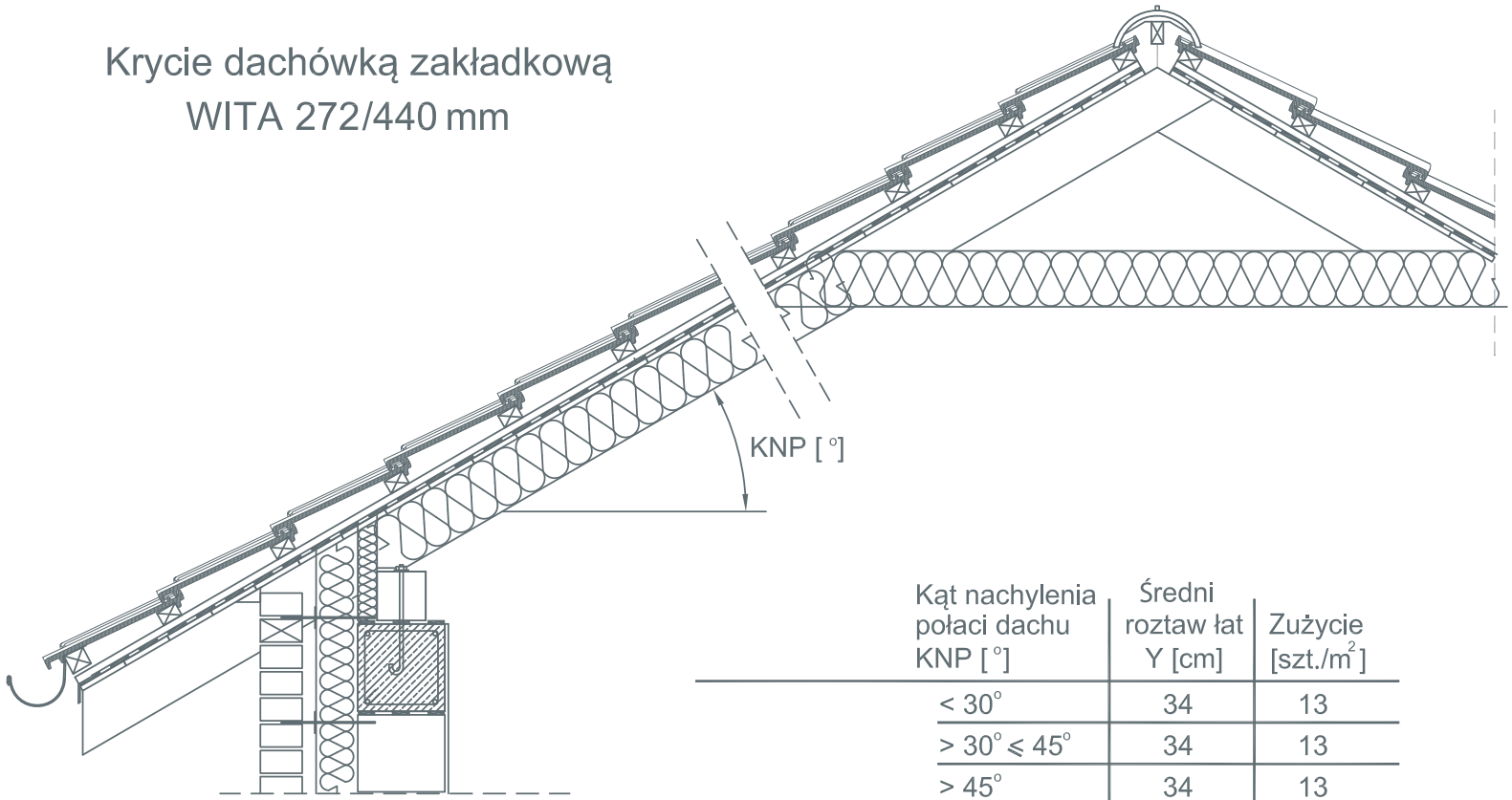
Rys. 20. Wyznaczenie średniego rozstawu łat

KRYCIE DACHÓWKĄ ZAKŁADKOWĄ WITA

MAKSYMALNY ROZSTAW ŁAT W ZALEŻOŚCI OD STOPNIA NACHYLENIA POŁACI DACHOWEJ

SKALA 1:20

Krycie dachówką zakładkową WITA 272/440 mm



Kąt nachylenia połaci dachu KNP [°]	Średni roztaw łat Y [cm]	Zużycie [szt./m^2]
< 30°	34	13
> 30° ⩽ 45°	34	13
> 45°	34	13

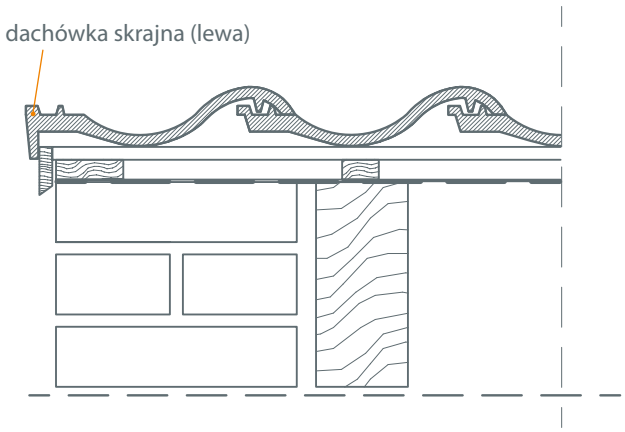
10. Dachówka zakładkowa Wita

10.4. Ceramiczne elementy uzupełniające

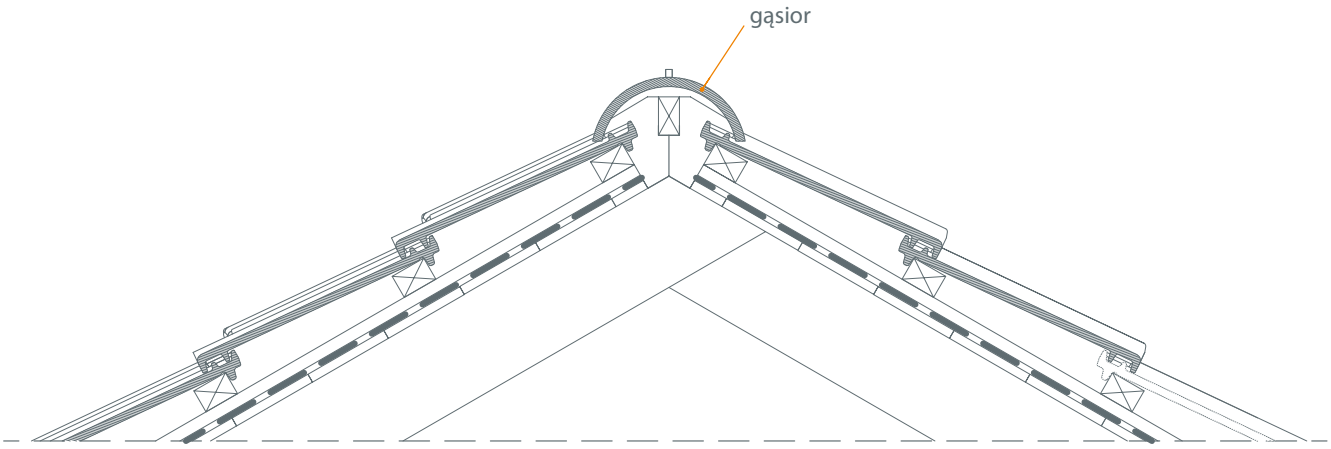
Pokrycie z dachówek ceramicznych oprócz dachówek podstawowych wymaga zastosowania również elementów uzupełniających. Zadaniem tych elementów jest estetyczne wykończenie pokrycia w takich miejscach jak kalenica czy krawędź dachu (rys. 21 oraz 22.).

Do dachówki zakładkowej Wita dostępne są dodatki uzupełniające w postaci dachówek krawędziowych (prawe/lewe), dachówek wietrznikowych oraz gąsiorów dachowych w trzech odmianach:

- podstawowy,
- początkowy,
- końcowy.



Rys. 22. Zakończenie krawędzi dachu



Rys. 21. Zakończenie kalenicy dachu

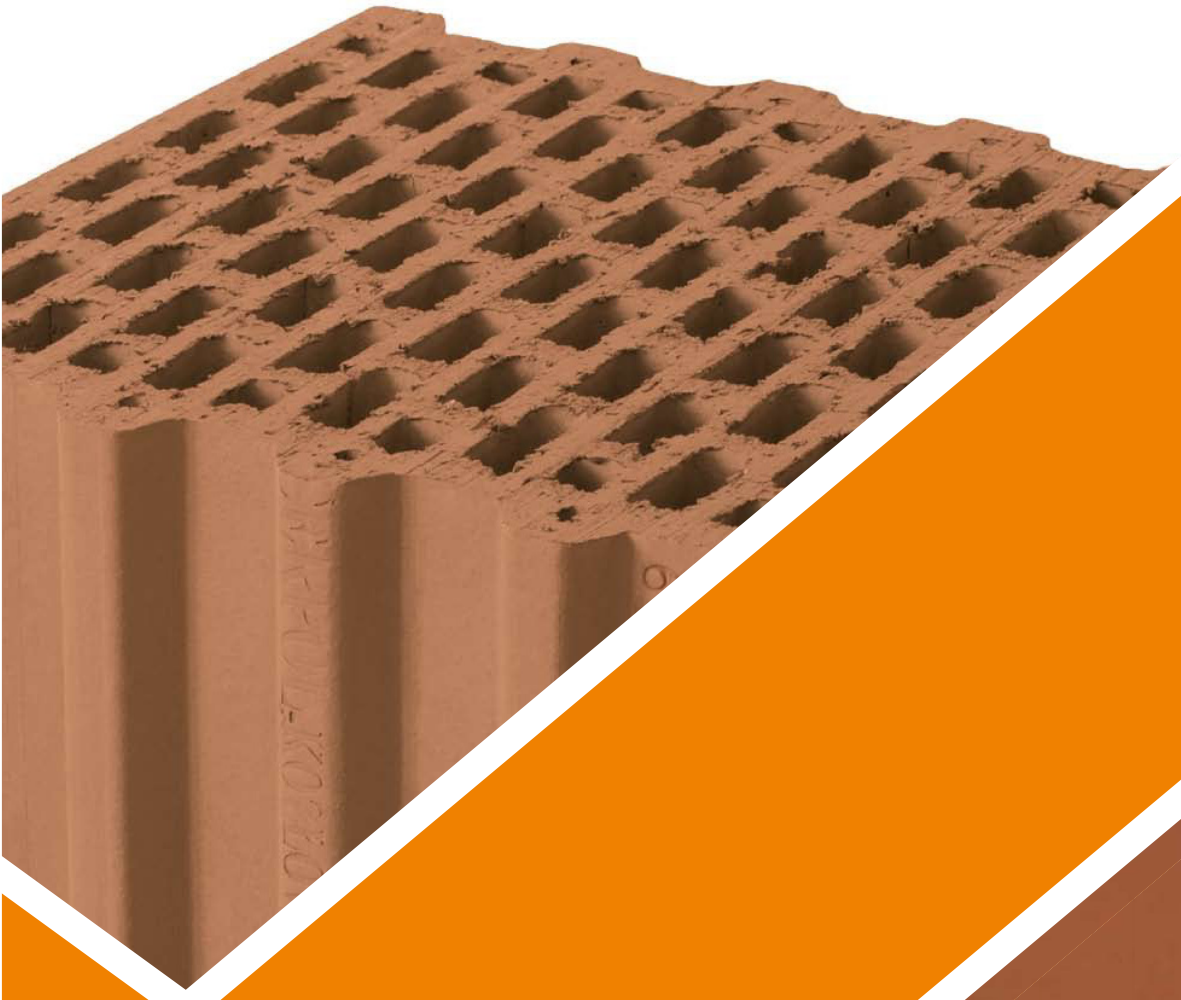
Notatki

CERPOL-KOZŁOWICE Sp. z o.o.
ul. Nowa 4, Kozłowice
46-310 Gorzów Śląski
Centrala: tel.: 034 359 30 67,
034 359 30 77, 034 359 30 97
Sekretariat: fax: 034 359 30 87
e-mail: cerpol@cerpol.com.pl
www.cerpol.com.pl

CERABUD SA
ul. Przemysłowa 16
63-700 Krotoszyn
tel.: 062 722 38 75
fax: 062 725 37 14
e-mail:
krotoszyn@cerpol.com.pl

CERABUD SA
ul. Kolejowa 10
63-230 Witaszyce
tel.: 062 740 11 55
fax: 062 740 10 88
e-mail:
witaszyce@cerpol.com.pl

CERABUD SA
Zakład w Brzostowie
Roszków 92A
63-200 Jarocin
tel.: 062 747 29 60
e-mail:
brzostow@cerpol.com.pl



CERPOL

CERPOL-KOZŁOWICE Sp. z o.o.
ul. Nowa 4 | Kozłowice | 46-310 Gorzów Śląski
Centrala: tel. 034 359 30 67 | 034 359 30 77 | 359 30 97
Sekretariat: fax: 034 359 30 87 | e-mail: cerpol@cerpol.com.pl
Dział sprzedaży: tel. 034 350 21 23, 034 350 21 24 | fax: 034 350 21 29

CERABUD SA
ul. Przemysłowa 16
63-700 Krotoszyn
tel.: 062 722 38 75
fax: 062 725 37 14
krotoszyn@cerpol.com.pl

CERABUD SA
ul. Kolejowa 10
63-230 Witaszyce
tel.: 062 740 11 55
fax: 062 740 10 88
witaszyce@cerpol.com.pl

CERABUD SA Zakład w Brzostowie
Roszków 92A
63-200 Jarocin
tel.: 062 747 29 60
fax: 062 747 21 60
brzostow@cerpol.com.pl

www.cerpol.com.pl