

Zeszyt techniczny

Elementy zbrojone YTONG



YTONG[®]

mgr inż. Piotr Harassek

Zeszyt techniczny

Elementy zbrojone YTONG

wydanie I
Styczeń 2011

Copyright © by Xella Polska sp. z o.o.
Warszawa 2011

Znaki SILKA i YTONG są zarejestrowanymi znakami towarowymi.
Prawa ochronne na te znaki przysługują Xella Polska Sp. z o.o. z siedzibą w Warszawie.

Żadna część tej pracy nie może być powielana i rozpowszechniana bez pisemnej zgody wydawcy.

SPIS TREŚCI

Wprowadzenie	7
1. System elementów zbrojonych YTONG.....	7
1.1. Proces produkcji.....	7
1.2. Elementy zbrojone	7
1.2.1. Elementy zbrojone ściennie	9
1.2.2. Elementy zbrojone dachowe	11
1.2.3. Elementy zbrojone stropowe	12
1.3. Łączniki stalowe.....	12
2. Fizyka budowli.....	16
2.1. Ochrona cieplna	16
2.2. Izolacyjność akustyczna.....	19
2.3. Odporność ogniowa.....	20
3. Zasady projektowania.....	22
3.1. Zasady ogólne	22
3.2. Konstrukcja ścian.....	22
3.2.1. Oparcie elementów YTONG na cokole	22
3.2.2. Montaż elementów YTONG do konstrukcji szkieletowej	22
3.2.3. Montaż elementów YTONG pomiędzy słupami konstrukcji.....	24
3.2.4. Montaż elementów YTONG w narożach	25
3.2.5. Montaż elementów YTONG attykowych	27
3.2.6. Montaż elementów YTONG na konsoli	30
3.3. Konstrukcja dachów.....	31
3.3.1. Geometria.....	31
3.3.2. Montaż elementów YTONG do konstrukcji szkieletowej	31
3.3.3. Wykonanie okapu	33
3.3.4. Otwory w ustrojach dachowych	35
4. Dane techniczne	37
5. Bibliografia	38

WPROWADZENIE

Elementy zbrojone YTONG wytwarzane są z autoklawizowanego betonu komórkowego. W porównaniu z innymi solidnymi materiałami budowlanymi, beton komórkowy YTONG posiada stosunkowo małą masę własną, charakteryzuje się dobrą izolacyjnością termiczną oraz doskonałą odpornością ogniową.

Dzięki lekkości elementów montażowych możliwe jest uzyskiwanie dużych rozpiętości konstrukcyjnych. Z elementów zbrojonych YTONG można wznosić zarówno ściany wewnętrzne i zewnętrzne, jak i dachy oraz stropy. System modułowy znajduje zastosowanie w całym budynku.

Konstrukcje z płyt zbrojonych YTONG to rozwiązanie ekonomiczne. Uniwersalne formaty elementów budowlanych zapewniają bezpieczeństwo oraz dużą swobodę planowania.

Najważniejsze zalety związane z zastosowaniem płyt ze zbrojonego betonu komórkowego YTONG to:

- krótki czas montażu konstrukcji ścian, dachów i stropu;
- wyeliminowanie przerw technologicznych związanych z wiązaniem betonu;
- brak konieczności wykonywania deskowań i podpór montażowych;
- mały ciężar elementów, w tym elementów stropowych i dachowych;
- możliwość bezpośredniego obciążania stropu lub dachu zaraz po zamontowaniu;
- przegrody o dobrych parametrach termoizolacyjnych i doskonałej odporności ogniowej;
- możliwość wykonania balkonów bez mostków termicznych.

Elementy zbrojone YTONG produkowane są ze zbrojonego betonu komórkowego odmiany P4,4/0,55 – w klasie wytrzymałości 4,4 N/mm² oraz gęstości 550 kg/m³.

Dzięki każdorazowej produkcji według indywidualnego zamówienia można z nich wznosić zarówno pojedyncze przegrody (stropy lub ściany przeciwpożarowe), jak i całe budynki. To wysokiej klasy wyroby budowlane, które dzięki swoim właściwościom znajdują szerokie zastosowanie w Polsce i Europie.

1. SYSTEM ELEMENTÓW ZBROJONYCH YTONG

1.1. Proces produkcji

Elementy zbrojone YTONG wytwarzane są według ściśle kontrolowanego procesu produkcji, z naturalnych surowców: wapna, cementu, piasku kwarcowego i wody, z niewielką ilością środka porotwórczego. Skład taki decyduje o zdrowotności materiału i znikomej promieniotwórczości naturalnej. Wewnętrzne zbrojenie przed zalaniem mieszanką, pokrywane jest ekologiczną farbą antykorozyjną.

Podczas procesu produkcji, środek porotwórczy spulchnia masę umożliwiając powstanie milionów małych porów. Bardzo dokładny dobór surowców i starannie dopracowany proces technologiczny ze sterowanym komputerowo systemem dozowania pozwalają na produkcję jednorodnego materiału, który jednocześnie jest masywny i lekki.

Stwardniała mieszanka jest cięta z niezwykłą dokładnością. Pocięte elementy są następnie poddawane procesowi autoklawizacji, dzięki czemu uzyskują ostateczną wytrzymałość i trwałość.

Wszystkie elementy zbrojone YTONG poddawane są surowym badaniom. Przestrzeganie wytycznych dotyczących produkcji jest starannie nadzorowane w ramach stałej kontroli jakości. Przemysłowa prefabrykacja gwarantuje niezmienną jakość i oszczędza wysiłek na placu budowy. Ściany z elementów zbrojonych z autoklawizowanego betonu komórkowego w porównaniu z innymi typami lekkich przegród charakteryzują się dobrą izolacyjnością cieplną i akustyczną.

1.2. Elementy zbrojone

Wielkowymiarowe elementy zbrojone YTONG przeznaczone są do wznoszenia zewnętrznych ścian osłonowych, wewnętrznych ścian działowych i ścian oddzielenia pożarowego, a także stropów i dachu w obiektach przemysłowych, handlowych, biurowych lub budynkach użyteczności publicznej.

Konstrukcję budynku stanowi zazwyczaj szkielet słupowo-ryglowy wykonany z prefabrykowanych

elementów żelbetowych, stalowych lub drewnianych. Elementy zbrojone YTONG mogą być mocowane zarówno po stronie zewnętrznej, wewnętrznej, jak i pomiędzy elementami konstrukcyjnymi (stupami).

Elementy zbrojone YTONG wykonywane są w szerokim asortymencie wymiarowym z wysoką dokładnością. Możliwość produkcji elementów w wymiarach na zamówienie zgodnie z indywidualną dokumentacją projektową pozwala na swobodę projektowania.

Tab. 1. Właściwości elementów zbrojonych YTONG

Parametr	Wartość
Klasa wytrzymałości	P 4,4
Wytrzymałość na ściskanie w środku płaszczyzny [N/mm ²]	5,0
Klasa gęstości	0,55
Gęstość objętościowa w stanie suchym [kg/m ³]	≤ 550
Współczynnik przewodzenia ciepła λ [W/(mK)]	0,14
Moduł sprężystości [N/mm ²]	2000
Współczynnik rozszerzalności termicznej α_T [10 ⁻⁶ /K]	8
Skurcz [mm/m]	≤ 2

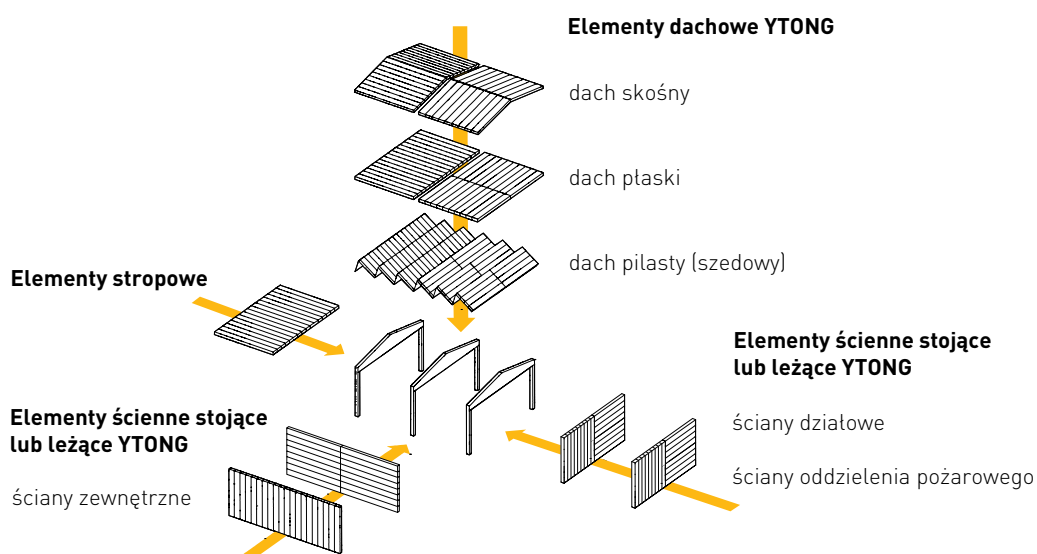
Tab. 2. Standardowe wymiary elementów zbrojonych YTONG

Parametr	Wymiar [mm]	Tolerancja wymiarowa [mm]
Długość	6000; max. 8300 ¹⁾	± 5
Szerokość ²⁾	600; 625; 750	± 3
Grubość	150; 175; 200; 250; 300; 375	± 3

¹⁾ Możliwość produkcji po spełnieniu wymagań statycznych; maksymalna długość konstrukcyjna – 7500 mm

²⁾ Możliwa produkcja w innej szerokości na indywidualne zamówienie; szerokość minimalna – 300 mm

System konstrukcji budynków z elementów zbrojonych YTONG



Rys. 1. System elementów zbrojonych YTONG.

1.2.1. Elementy zbrojone ścienne

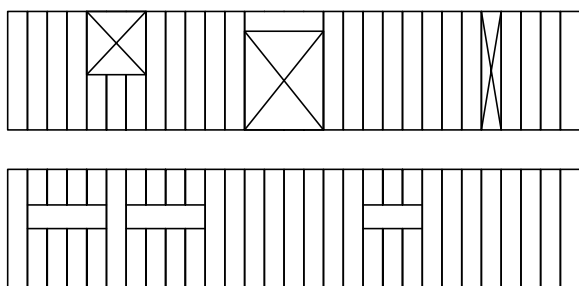
Zbrojone elementy ścienne YTONG przeznaczone są do wznoszenia masywnych, termoizolujących ścian osłonowych w budownictwie przemysłowym. Elementy mocuje się do szkieletowej konstrukcji nośnej za pomocą systemu kotew i łączników dopasowanych do sposobu oparcia.

Modularność wymiarów, a z drugiej strony możliwość zamówienia elementów zbrojonych zgodnie z indywidualnym zapotrzebowaniem, pozwala na łatwe i szybkie projektowanie budynków i przegród o bardzo dobrych właściwościach.

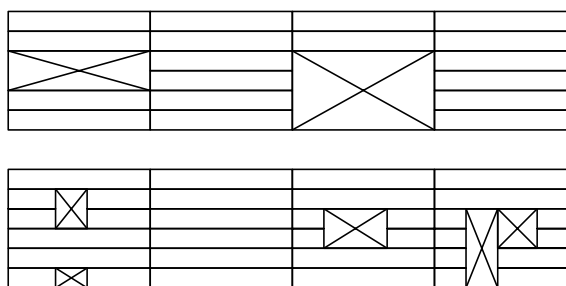
Wysoka termoizolacyjność, znakomita odporność ogniowa oraz trwałość pozwala na wznoszenie zarówno ścian zewnętrznych, jak i wewnętrznych działowych, czy przede wszystkim, ścian oddzielenia pożarowego.

Ścienne elementy zbrojone YTONG mogą być układane jako stojące lub leżące, w zależności od wysokości ścian, jak i projektowanego układu otworów drzwiowych i okiennych. Elementy YTONG mogą być również stosowane jako elementy nadprożowe.

Ściany z elementów stojących – układ pionowy

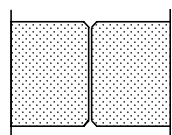


Ściany z elementów leżących – układ poziomy



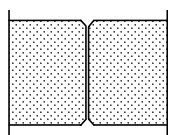
Rys. 2. Pionowy lub poziomy układ elementów YTONG

Ukształtowanie krawędzi podłużnych płyt ściennych YTONG

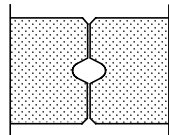


fabryczne fazowanie
(na życzenie też
bez fazowania)

Ukształtowanie boków czołowych płyt ściennych YTONG

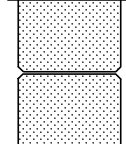


gładkie

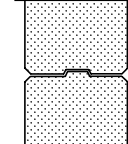


z wpustami
(układanie poziome
i pionowe)

Ukształtowanie dłuższych boków płyt ściennych YTONG



gładkie

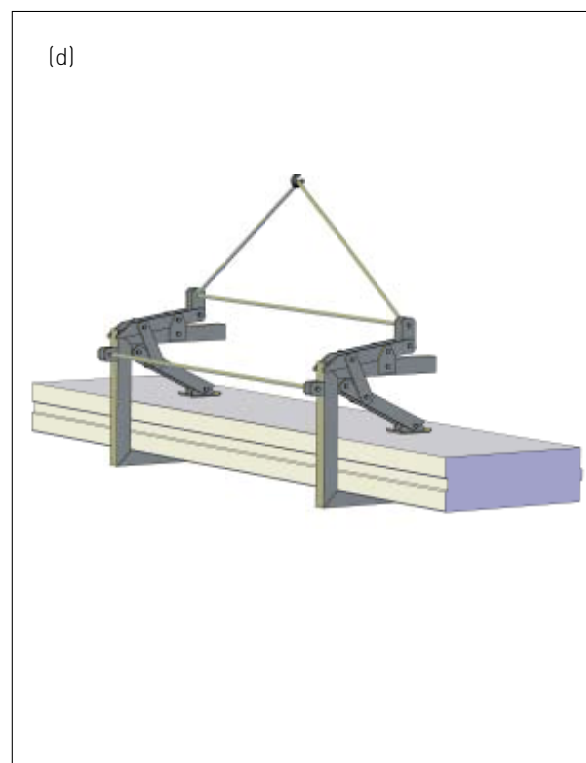
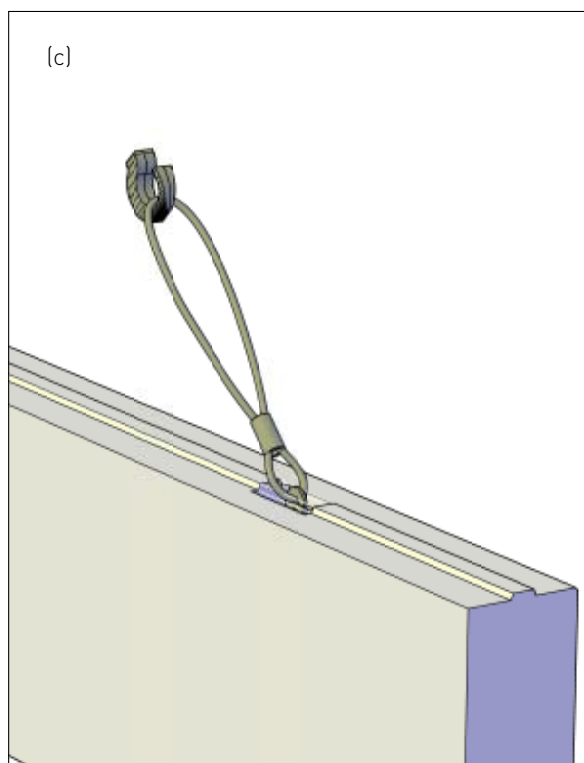
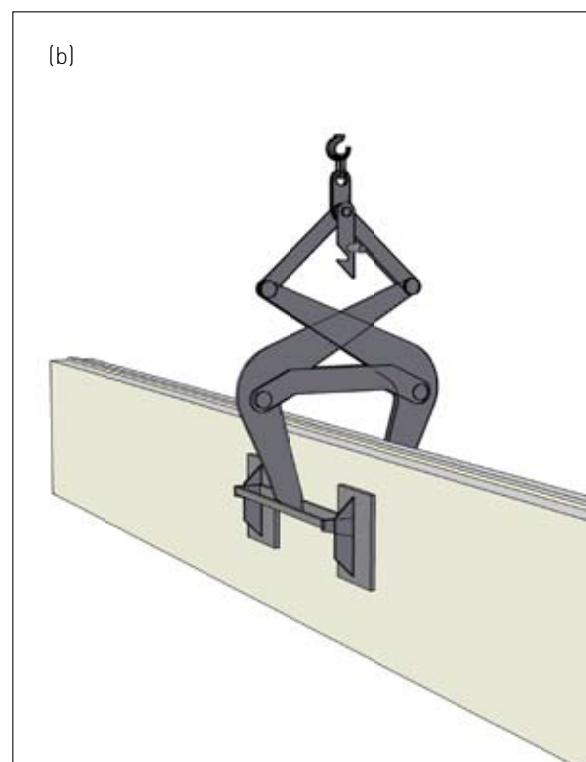
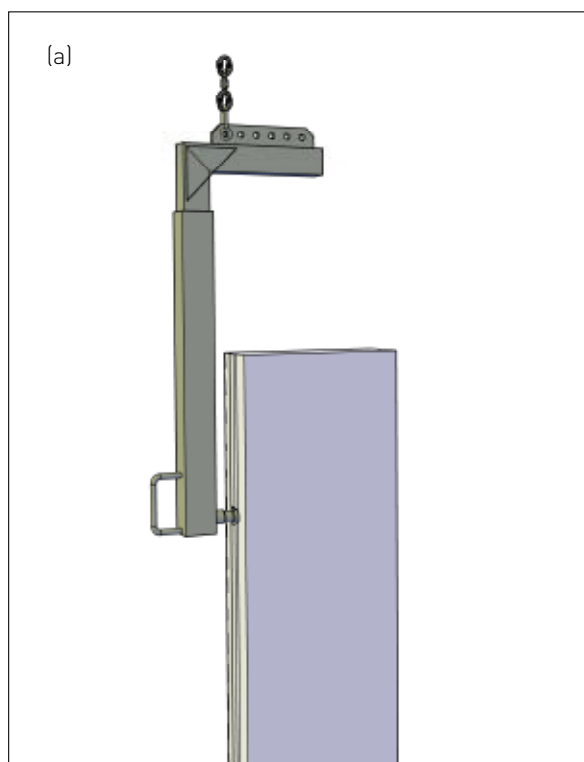


z profilowaniem
na wpust i pióro
(układanie poziome
i pionowe)

Rys. 3. Typy profili płyt ściennych YTONG.

Montaż płyt ściennych odbywa się przy pomocy specjalnych zawiesi lub lin stalowych. Ściany z płyt zbrojonych YTONG, w zależności od potrzeb moż-

na pozostawić w stanie surowym (po malowaniu), otynkować, lub dodatkowo ocieplić, w przypadku podwyższonych wymagań izolacyjności termicznej.



Rys. 4. Sposoby transportu elementów zbrojonych YTONG (a, b, c) ściennych, (d) dachowych.

1.2.2. Elementy zbrojone dachowe

Elementy zbrojone YTONG stanowią doskonałą alternatywę dla lekkich poszyci dachowych z blachy falistej. Płyty z betonu komórkowego pozwalają na wykonanie zarazem lekkich oraz izolujących termicznie, a jednocześnie masywnych, trwałych i odpornych na warunki atmosferyczne pokryć dachowych.

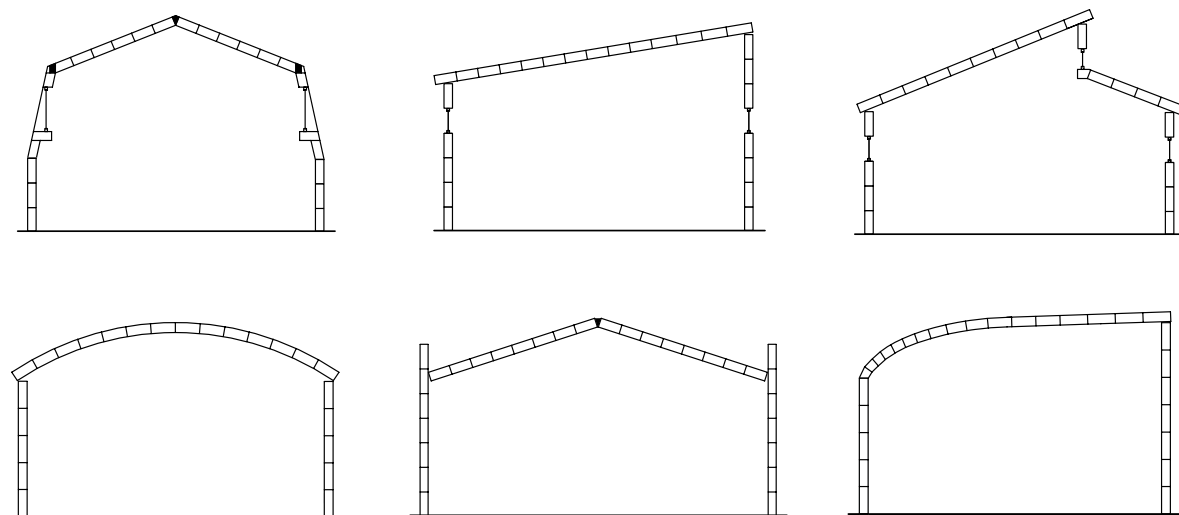
Dachy z elementów YTONG stanowią doskonałe zabezpieczenie przeciwogniowe, a także bardzo dobrze chronią wnętrze obiektu przed wpływem promieni słonecznych w upalne dni.

Płyty dachowe pozwalają na wznoszenie wielu rodzajów dachów, od dachów jedno- i wielospadowych, poprzez dachy pilaste (szedowe), aż po konstrukcje łukowe.

Elementy dachowe mogą być łączone poprzez system pióro i wpust lub przy użyciu dodatkowego zbrojenia, układanego w profilach zalewowych i zalewanego zaprawą cementową.

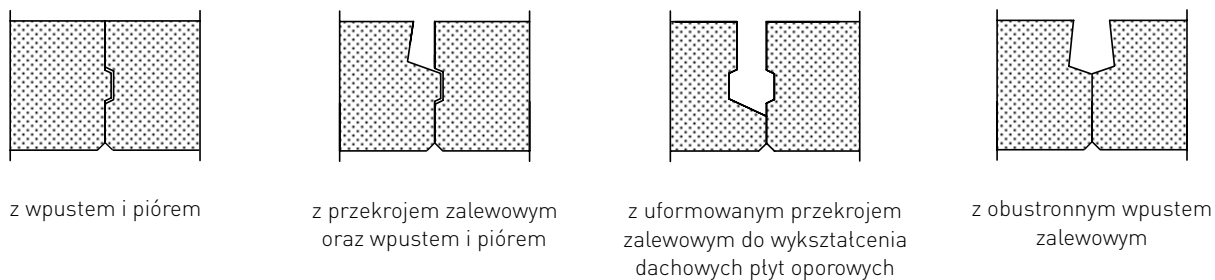
Dachy z płyt zbrojonych YTONG mogą być wentylowane lub niewentylowane, a pokrycie może być dowolne – dachówka, blacha, gonty bitumiczne lub jakiegokolwiek inny materiał. Od wewnątrz powierzchnia płyt dachowych YTONG nie wymaga tynkowania ani okładania płytami gips-kartonowymi. Spód dachu można pomalować, zostawiając widoczny podział na elementy. Wymagane jest wówczas wypełnienie styków płyt materiałem trwale plastycznym.

Przykłady kształtów dachów z płytami dachowymi YTONG



Rys. 5. Pionowy lub poziomy układ elementów YTONG.

Wykończenie płyt dachowych YTONG



Rys. 6. Typy profili płyt dachowych YTONG.

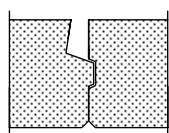
1.2.3. Elementy zbrojone stropowe

Płyty stropowe YTONG mają bardzo szerokie zastosowanie. Wykorzystywane są zarówno w budownictwie przemysłowym, jak i kubaturowym, m.in. do wykonywania konstrukcji nośnej stropów w budynkach mieszkaniowych.

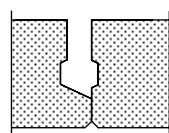
Elementy stropowe YTONG można wysuwać poza obrys budynku, uzyskując balkony bez mostków termicznych. Maksymalne wysunięcie poza lico muru wynosi 150 cm (minimalna grubość płyty 20 mm).

Elementy zbrojone YTONG pozwalają na wykonanie stropów o rozpiętości do 7,50 m. Płyty stropowe posiadają profilowaną powierzchnię boczną ze specjalną kieszenią (profil zalewowy) przeznaczoną do umieszczenia w niej zbrojenia i zalaną betonem.

Wykończenie płyt dachowych YTONG



z przekrojem zalewowym oraz wpustem i piórem



z uformowanym przekrojem zalewowym do wykształcenia dachowych płyt oporowych

Rys. 7. Typy profili elementów stropowych YTONG.

Transport płyt stropowych odbywa się przy użyciu takiego samego zawiesia, jakie jest stosowane w przypadku elementów dachowych.



Rys. 8. Montaż płyt stropowych przy użyciu zawiesia.

1.3. Łączniki stalowe

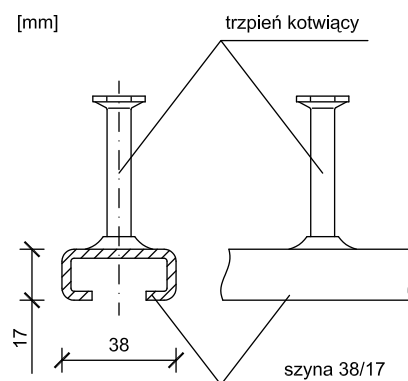
Zbrojone elementy YTONG można mocować do kilku typów konstrukcji nośnej: stalowej, żelbetowej, betonowej lub drewnianej. Do mocowania płyt YTONG służą odpowiednie łączniki wykonane ze stali nierdzewnej.

Łączniki mocowane są do konstrukcji poprzez ich umieszczenie w stalowej szynie, wbudowanej w konstrukcję żelbetową lub przyspawanej do konstrukcji stalowej, lub poprzez bezpośrednie ich przyspawanie do konstrukcji stalowej. Następnie łączniki przybijane są do powierzchni bocznej płyt YTONG za pomocą sworzni stalowych.

Istnieje też możliwość montażu płyt ściennych o powierzchni czołowej z wpustami bezpośrednio do profilu stalowego (np. dwuteownika), lub w przypadku płyt dachowych i stropowych montaż przy zastosowaniu dodatkowych prętów zbrojenio- wych zalewanych mieszkanką betonową.

Sposób montażu oraz typ łącznika dobiera się w zależności od projektowanego sposobu umieszczenia elementów YTONG względem konstrukcji nośnej.

Łączniki typu 12 oraz 16 i 17 mocowane są do konstrukcji stalowej poprzez ich umieszczenie w szynie stalowej przymocowanej do konstrukcji nośnej. Oba typy łączników posiadają specjalnie profilowaną końcówkę (główkę) pozwalającą na umieszczenie jej w szynie. Szyna stalowa 38/17 (rys. 9) powinna mieć wymiary: szerokość zewnętrzna 38 mm, grubość zewnętrzna 17 mm.

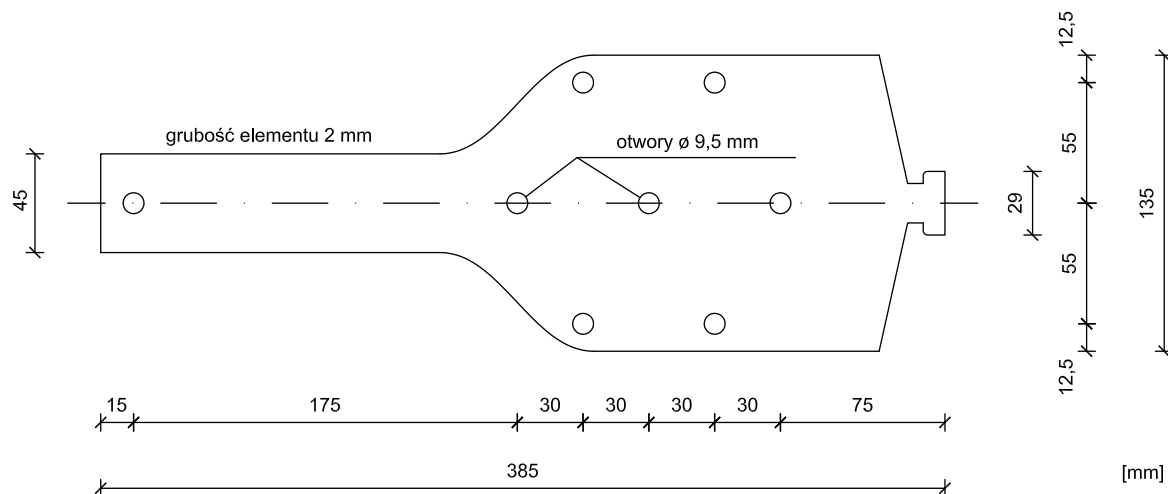


Rys. 9. Szyna stalowa 38/17 do mocowania łączników stalowych.

Szyny 38/17 mocuje się do konstrukcji stalowej poprzez jej bezpośrednie połączenie termiczne (spawane) z konstrukcją. Wówczas należy zastosować szyny bez trzpienia kotwiącego. W przypadku konstrukcji żelbetowej, szyna 38/17 powinna zostać wmontowana w elementy nośne już na etapie ich prefabrykacji, poprzez umieszczenie wewnątrz deskowania. Szyny 38/17 z trzpieniem kotwiącym dostarczane są zazwyczaj z wypełnieniem styropia-

nowym zapobiegającym penetracji betonu do ich wnętrza. Podczas montażu szyny należy upewnić się, co do zgodności z projektem jej typu i położenia. Sposób montażu dobiera się według zaleceń producenta i wybranego typu deskowania.

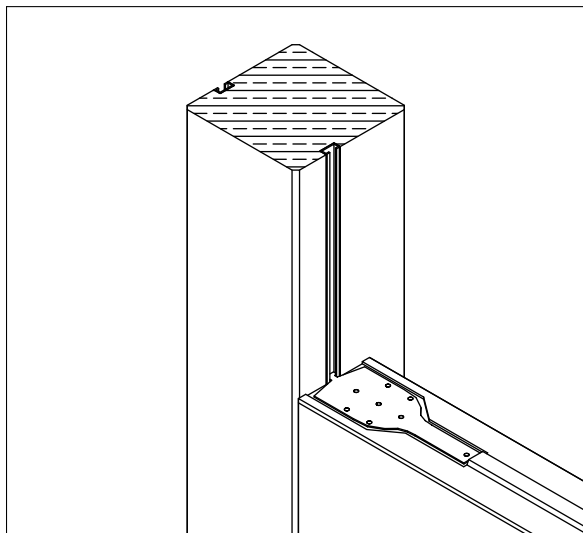
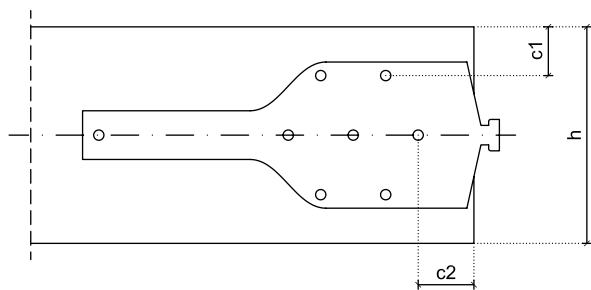
Łącznik typu 12 stosuje się przede wszystkim do montażu płyt ściennych na równi z licem konstrukcji.



Rys. 10. Łącznik typu 12.

Tab. 3. Dopuszczalne obciążenie charakterystyczne łączników typu 12 oraz minimalne odległości od krawędzi płyt

Typ	Min. grubość płyt h [mm]	Obc. char. V_{RK} [kN]	Min. odległość od krawędzi płyty	
			c_1 [mm]	c_2 [mm]
12	200	4,5	45	45

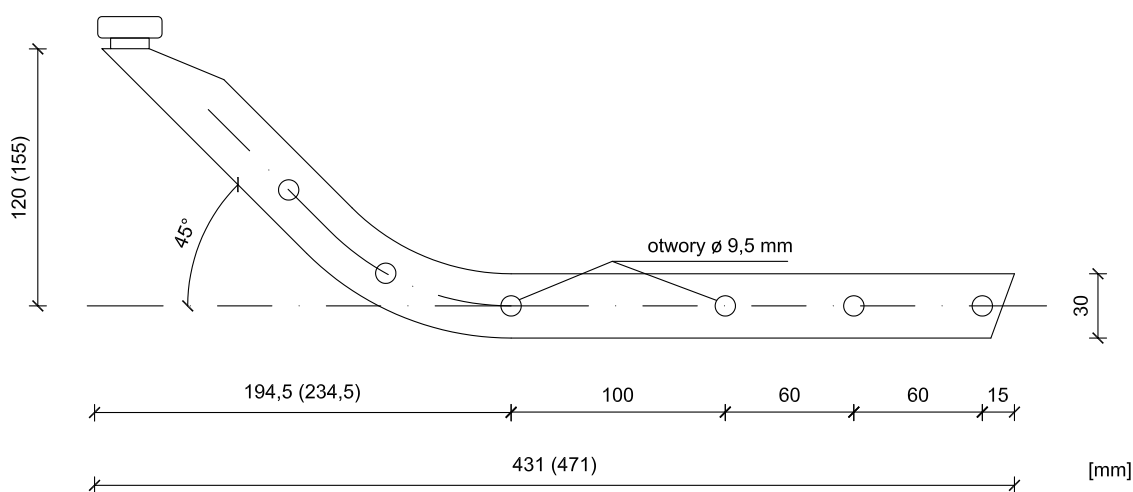


Rys. 11. Montaż płyt YTONG na równi z licem konstrukcji nośnej.

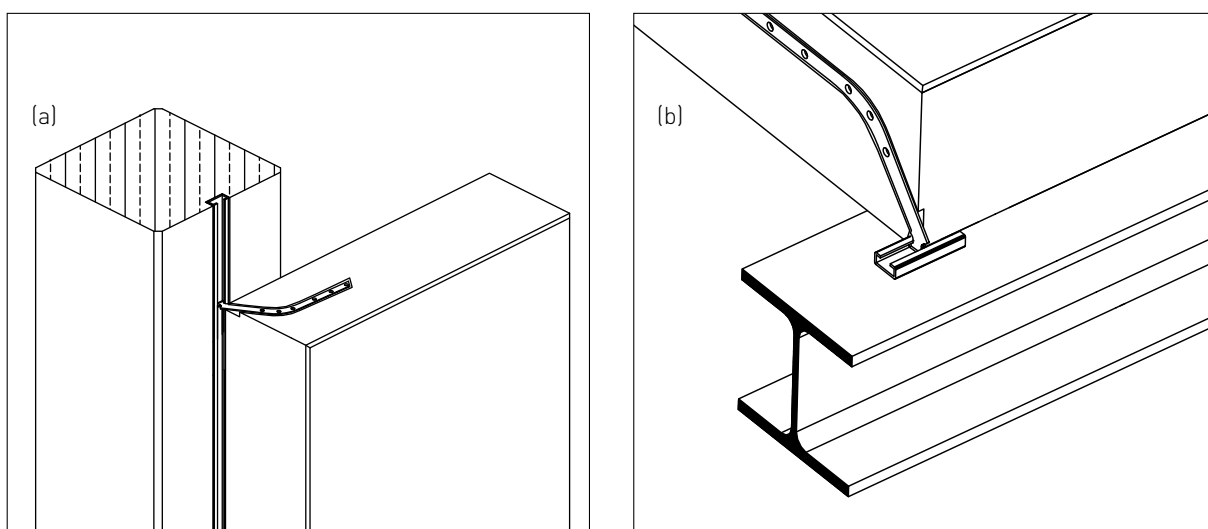
Łącznik typu 16 i 17 stosuje się w przypadku montażu elementów ściennych po zewnętrznej lub wewnętrznej stronie konstrukcji, a także do montażu płyt dachowych i stropowych.

Tab. 4. Dopuszczalne obciążenie charakterystyczne łączników typu 16 i 17

Typ	Grubość płyty h [mm]	Obciążenie charakterystyczne V_{Rk} [mm]
17	150	-
	175	3,2
16	200	6,0
	240	
	250	
	300	
	365	



Rys. 12. Łącznik typu 16/17.

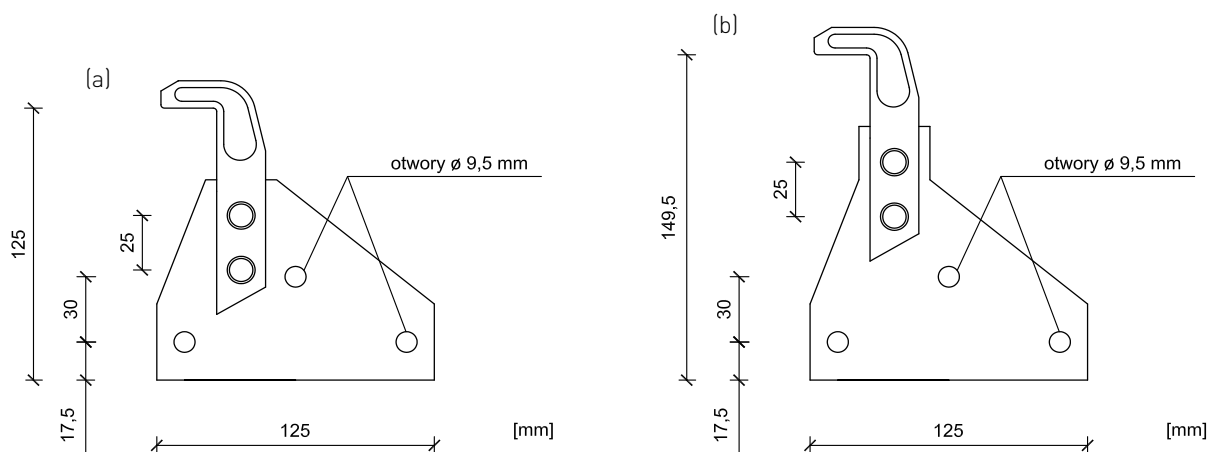


Rys. 13. Montaż płyt YTONG przy pomocy łącznika typu 16/17:

- (a) obok konstrukcji nośnej ścian (stupów),
- (b) do konstrukcji nośnej dachu (belek).

Łącznik dociskowe 69910 i 69913 stosowane są w przypadku montażu bezpośrednio do konstrukcji stalowej (bez szyny kotwiącej).

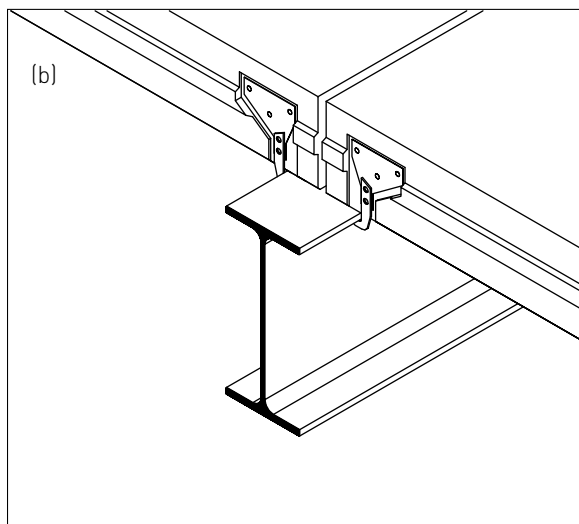
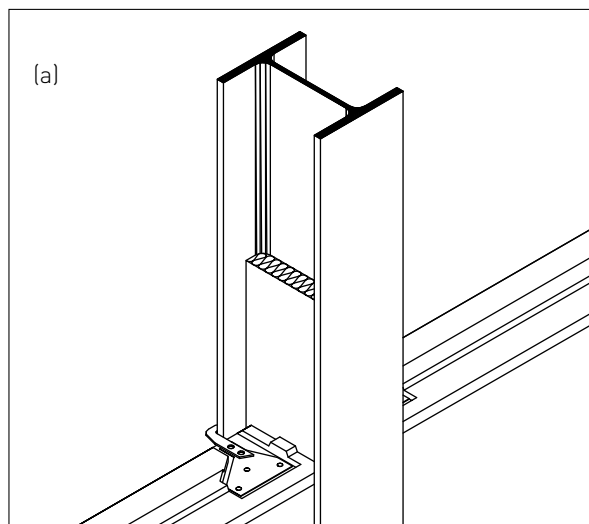
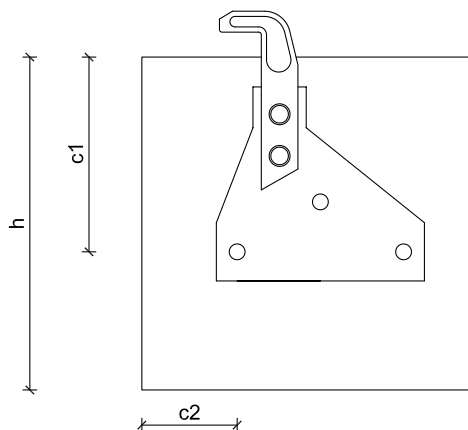
Łączniki te można stosować zarówno w przypadku montażu elementów ściennych, jak i dachowych i stropowych.



Rys. 14. Łącznik dociskowy: (a) 69910 oraz (b) 69913.

Tab. 5. Dopuszczalne obciążenie charakterystyczne łączników 69910 i 69913 oraz minimalne odległości od krawędzi płyt

Typ	Min. grubość płyt h [mm]	Obciążenie charakterystyczne V_{RK} [kN]	Min. odległość od krawędzi płyty	
			c_1 [mm]	c_2 [mm]
69910	150	3,50	100	40
	175			
69913	200	5,35	135	45
	240			
	250			
	300			



Rys. 15. Montaż płyt YTONG przy pomocy łączników 69910/69913:

- (a) do konstrukcji nośnej ścian (stłupów),
- (b) do konstrukcji nośnej dachu (belek).

2. FIZYKA BUDOWLI

2.1. Ochrona cieplna obiektów przemysłowych

Isolacyjność termiczna

Elementy zbrojone YTONG wykonane są autoklawizowanego betonu komórkowego odmiany P4,4/0,6. Dzięki temu charakteryzują się wysoką izolacyjnością termiczną.

Wymagania izolacyjności termicznej dla ścian i stropów w budynkach przemysłowych, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. wraz z późniejszymi zmianami, pokazano w tablicy 7.

Tab.6. Izolacyjność termiczna ścian i dachów z elementów zbrojonych YTONG

Parametr cieplny		Grubość płyt YTONG [cm]					
		15	17,5	20	25	30	37,5
wsp. przenikania ciepła U^* [W/m ² K]	ścian zewnętrznych	0,806	0,704	0,626	0,511	0,432	0,351
	dachów	0,825	0,719	0,638	0,519	0,438	0,355
opór cieplny R [m ² K/W]		1,071	1,250	1,429	1,786	2,143	2,679

* podane wartości współczynnika U uwzględniają opór przejmowania ciepła [m²K/W]; dla ścian:

$R_{se} = 0,04$, $R_{si} = 0,13$; dla dachu: $R_{se} = 0,04$, $R_{si} = 0,10$

Tab.7. Wymagania izolacyjności termicznej przegród w budynku produkcyjnym, magazynowym i gospodarczym

Lp.	Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła $U_{[max]}$ [W/(m ² K)]
1	Ściany zewnętrzne (stykające się z powietrzem zewnętrznym, niezależnie od rodzaju ściany):	
	a) przy $t_i > 16^{\circ}\text{C}$	0,30
	b) przy $8^{\circ}\text{C} < t_i \leq 16^{\circ}\text{C}$	0,65
	c) przy $t_i \leq 8^{\circ}\text{C}$	0,90
2	Ściany wewnętrzne i stropy międzykondygnacyjne:	
	a) przy $\Delta t_i > 16^{\circ}\text{C}$	1,00
	b) przy $8^{\circ}\text{C} < \Delta t_i \leq 16^{\circ}\text{C}$	1,40
	c) przy $\Delta t_i \leq 8^{\circ}\text{C}$	bez wymagań
3	Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami:	
	a) przy $t_i > 16^{\circ}\text{C}$	0,25
	b) przy $8^{\circ}\text{C} < t_i \leq 16^{\circ}\text{C}$	0,50
	c) przy $\Delta t_i \leq 8^{\circ}\text{C}$	0,70
4	Stropy nad nieogrzewanymi kondygnacjami podziemnymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi, posadzki na gruncie:	
	a) przy $t_i > 16^{\circ}\text{C}$	0,80
	b) przy $8^{\circ}\text{C} < t_i \leq 16^{\circ}\text{C}$	1,20
	c) przy $\Delta t_i \leq 8^{\circ}\text{C}$	1,50
5	Stropy nad piwnicami ogrzewanymi	bez wymagań

t_i – temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu

Δt_i – różnica temperatur obliczeniowych w pomieszczeniach

Szczelność konstrukcji

Elementy zbrojone YTONG wykonywane są z bardzo dużą dokładnością (por. 1.2), dzięki czemu ściśle do siebie przylegają. To pozwala na wzniesienie szczelnych konstrukcji i zminimalizowanie mostków termicznych.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, w budynkach produkcyjnych przegrody zewnętrzne nieprzezroczyste, złącza między przegrodami i częściami przegród oraz połączenia okien z ościeżami należy projektować i wykonywać pod kątem osiągnięcia ich całkowitej szczelności na przenikanie powietrza.

Wymagana szczelność konstrukcji budynku zależy od rodzaju wentylacji:

- budynki z wentylacją grawitacyjną – $n_{50} \leq 3,0^{-1}$;
- budynki z wentylacją mechaniczną – $n_{50} \leq 1,5^{-1}$.

Wewnętrzny mikroklimat

Warunki panujące wewnątrz budynku mają ogromny wpływ na poczucie komfortu osób w nim przebywających. Czynniki tworzące wewnętrzny mikroklimat, to przede wszystkim:

- ogólna temperatura powietrza wewnętrznego;
- rozkład temperatury powietrza w pomieszczeniu;
- temperatura wewnętrznej powierzchni przegród (ścian, stropów)
- prędkość powietrza;
- wilgotność względna powietrza.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bez-

pieczeństwa i higieny pracy, w pomieszczeniach pracy należy zapewnić temperaturę nie niższą niż: 18°C – w pomieszczeniach w których wykonywana jest lekka praca fizyczna i w pomieszczeniach biurowych;

14°C – w pozostałych pomieszczeniach pracy.

Maksymalne dopuszczalne temperatury pracy określone są za pomocą wskaźnika WBGT w Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Załącznik 2C).

Wskaźnik WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) służy do oceny wpływu oddziaływania ciepła na człowieka w czasie pracy. Podstawą przeprowadzenia takiej oceny jest norma PN-EN 27243 *Środowiska gorące. Wyznaczanie obciążenia termicznego działającego na człowieka podczas pracy, oparte na wskaźniku WBGT*.

Maksymalne dopuszczalne wartości wskaźnika WBGT w ciągu 8-godzinnego wymiaru czasu pracy podano w tablicy 8.

Istotny wpływ na poczucie komfortu osób przebywających w budynku ma rozkład temperatury powietrza wewnętrznego. Wysoki gradient temperatury w pomieszczeniu wraz ze zmianą jego wysokości lub szerokości, może powodować asymetryczne odczucie temperatury, np. uczucie zimna na poziomie stóp lub głowy, podczas gdy dla reszty ciała odczuwalne warunki będą komfortowe. Z tego względu zaleca się, aby temperatura powierzchni wszystkich przegród była jednakowa i o kilka stopni niższa od temperatury powietrza.

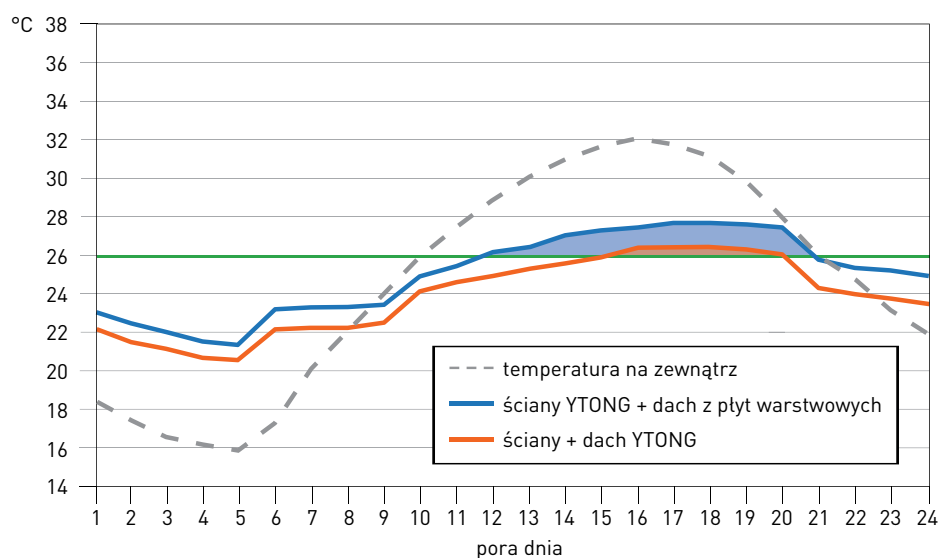
Tab. 8. Maksymalne dopuszczalne wartości wskaźnika WBGT w zależności od obciążenia organizmu

Klasa tempa metabolizmu	Wartości dopuszczalne WBGT			
	osoba zaaklimatyzowana w środowisku gorącym °C		osoba niezaaklimatyzowana w środowisku gorącym °C	
0 (spoczynek)	33		32	
1 (praca lekka)	30		29	
2 (praca średnio ciężka)	28		26	
3 (praca ciężka)	nieodczuwalny ruch	odczuwalny ruch	nieodczuwalny ruch	odczuwalny ruch
	powietrza	powietrza	powietrza	powietrza
	25	26	22	23
4 (praca bardzo ciężka)	23	25	18	20

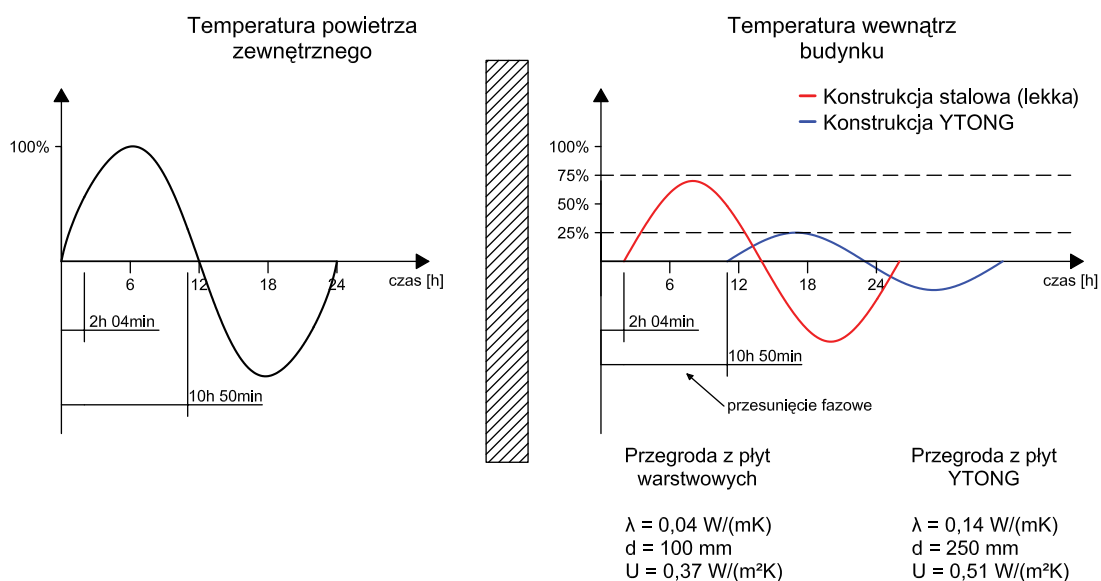
W celu utrzymania odpowiedniego mikroklimatu wnętrza (szczególnie latem), należy zredukować różnice i skrajne wartości temperatury zewnętrznej do niższego poziomu temperatury w pomieszczeniach. Duży wpływ na to zjawisko ma konstrukcja przegród budynku. Wykres na rysunku 16 przedstawia dobowy rozkład temperatur wewnątrz budynku w zależności od jego konstrukcji. Rozkład ten obrazuje poziom obciążenia układu klimatyzacji budynku w okresie 24 godzin w celu utrzymania

odpowiedniej temperatury pracy (27°C). Najkorzystniejsze efekty otrzymuje się w przypadku, gdy wszystkie przegrody budynku wykonane są z jednego typu materiału o odpowiedniej izolacyjności termicznej oraz pojemności cieplnej (masywności). Odpowiednia masywność przegród zapewnia wysoką bezwładność termiczną budynku, dzięki czemu zmiany temperatury zewnętrznej odczuwalne są w ograniczonym zakresie (tłumienie fali temperatury) i po upływie kilku godzin (przesunięcie fazowe) (rys. 17).

Obciążenie układu cieplnego wg VDI 2078 Oczekiwane temperatury wewnątrz budynku latem



Rys. 16. Obciążenie układu klimatyzacji w zależności od konstrukcji budynku.



Rys. 17. Wpływ konstrukcji przegród zewnętrznych na bezwładność termiczną budynku (przesunięcie fazowe) i tłumienie fali temperatury.

Przesunięcie fazowe jest to czas, jaki jest potrzebny na przedostanie się fali temperatury z zewnątrz do wnętrza budynku. Masywne przegrody, w tym ściany i dach wykonane z elementów YTONG zapewniają przesunięcie fazowe rzędu nawet 12 godzin. Wytlumione ciepło dociera do wnętrza dopiero wtedy, gdy większość budynków produkcyjnych lub biurowych nie jest już używana. Wówczas wietrzenie nocne wywiewa ciepłe powietrze z pomieszczeń. Chłód powietrza nocnego jest zatrzymywany przez masywne przegrody i następnego ranka opóźnia nagrzewanie. W ten sposób można znacznie zmniejszyć nakłady na chłodzenie budynku.

2.2. Izolacyjność akustyczna

Każdy typ pomieszczenia ma określone wymagania co do dopuszczalnego natężenia dźwięku lub/i izolacyjności akustycznej przegród budowlanych. Wymagania w stosunku do izolacyjności akustycznej przegród są wyrażone za pomocą wskaźnika oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej od dźwięków powietrznych R'_{w} [dB], uwzględniającego rzeczywiste warunki panujące w konkretnym budynku.

Wymagania izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych i wewnętrznych budynków podane są w normie PN-B-02151-3:1999 *Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych – Wymagania*. Norma ta nie reguluje jednak wymaganych wartości izolacyjności akustycznej w budynkach produkcyjnych, magazynowych i gospodarczych.

W przypadku budownictwa przemysłowego, obowiązuje przede wszystkim zasada podana w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, że każdy budynek i urządzenia

z nim związane powinny być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby poziom hałasu, na który będą narażeni użytkownicy lub ludzie znajdujący się w ich sąsiedztwie, nie stanowił zagrożenia dla ich zdrowia, a także umożliwiał im pracę, odpoczynek i sen w zadowalających warunkach.

Dopuszczalny poziom hałasu oddziałującego na użytkowników obiektów przemysłowych (pracowników) określa Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.

Hałas w miejscu pracy charakteryzuje się przez:

- poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy i odpowiadającą mu ekspozycję dzienną lub poziom ekspozycji na hałas odniesiony do tygodnia pracy i odpowiadającą mu ekspozycję tygodniową (w przypadku hałasu oddziałującego na organizm człowieka w sposób nierównomierny w poszczególnych dniach w tygodniu);
- maksymalny poziom dźwięku A, czyli poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową A;
- szczytowy poziom dźwięku C, czyli poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową C.

Izolacyjność akustyczna elementów zbrojonych YTONG z autoklawizowanego betonu komórkowego podano w tabeli 10. Wielkości $R'_{w,R}$ podano na podstawie normy DIN 4109:1987 *Beiblatt 1 Schallschutz im Hochbau; Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren*, zgodnie z przyjętym prawem masy. Norma ta, dopuszcza zwiększenie wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej o 2 dB dla ścian z betonu komórkowego o masie powierzchniowej do 250 kg/m² w przypadku ich otynkowania. Dla klasy gęstości 550 kg/m³, przyjmuje się wartość obliczeniową ciężaru objętościowego 500 kg/m³.

Tab. 9. Dopuszczalny poziom hałasu

Wielkość charakteryzująca	Dopuszczalne wartości hałasu ze względu na ochronę słuchu [dB]
Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy	85
Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do tygodnia pracy	85
Maksymalny poziom dźwięku A	115
Szczytowy poziom dźwięku C	135

Tab. 10. Izolacyjność akustyczna ścian z elementów zbrojonych YTONG wg DIN 4109:1987

Parametr		Grubość płyt YTONG [cm]					
		15	17,5	20	25	30	37,5
Wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej $R'_{w,R}$ [dB]	bez tynku	32	34	36	39	41	44
	z tynkiem	34	36	38	41	43	46
Masa powierzchniowa ściany bez tynku [kg]		75	87,5	100	125	150	187,5

2.3. Odporność ogniowa

Zabezpieczenia przeciwpożarowe budynków należą do najistotniejszych przedsięwzięć związanych z bezpieczeństwem użytkowników oraz ochroną obiektów budowlanych i ich zawartości. Typowy przebieg scenariusza pożarowego z udziałem jednostek straży pożarnej jest następujący:

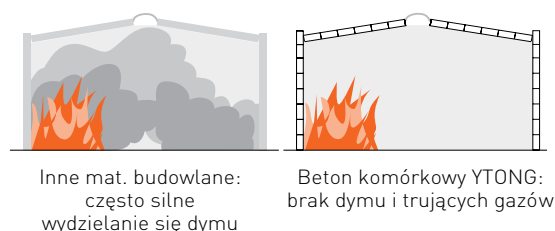
- początek pożaru: 6 minut;
- rozpoznanie: 1-3 minut;
- alarm;
- przybycie straży pożarnej: 10-15 minut;
- rozpoczęcie gaszenia: 3-6 minut.

Jeżeli gaszenie pożaru przez jednostki straży pożarnej rozpocznie się później niż po 20 minutach od zapłonu, zazwyczaj bezpośredni rejon pożaru jest już zniszczony. W przypadku obiektów przemysłowych wykonanych z lekkich przegród z blachy falistej lub płyt warstwowych, akcja jednostek straży pożarnej ogranicza się zazwyczaj do kontroli pożaru budynku i ograniczenia rozprzestrzeniania się ognia. Ze względu na ryzyko zawalenia się konstrukcji, często niepodjęmowana jest próba ratowania obiektu i zgromadzonego w nim mienia.

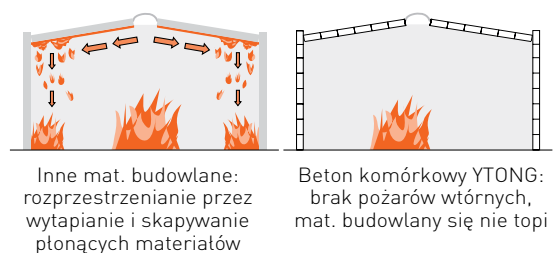
Przegrody z elementów zbrojonych YTONG są niepalne oraz nagrzewają się znacznie wolniej niż inne materiały budowlane. Dzięki temu, w przypadku realizacji scenariusza pożarowego **przegrody YTONG wydatnie przyczyniają się do ochrony budynku i składowanych materiałów:**

- ograniczają ryzyko rozprzestrzenienia się ognia wewnątrz budynku;
- nie powodują powstawania kolejnych źródeł ognia (np. od płonących kropel, od promieniowania);
- nie powodują wydzielania się trujących gazów;
- ograniczają rozprzestrzenianie się dymu i gazów powstałych podczas spalania innych materiałów;
- zabezpieczają przed przedostaniem się ognia do sąsiednich budynków;
- chronią przed wtargnięciem ognia do wnętrza budynku;
- łagodzą skutki eksplozji.

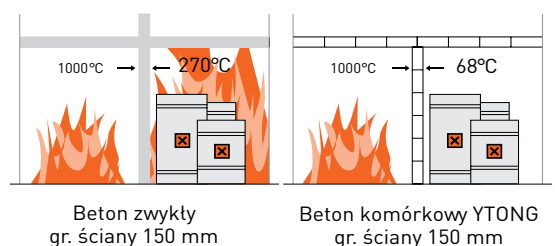
Elementy zbrojone YTONG pozwalają na wznoszenie ścian o ponad sześciogodzinnej odporności ogniowej (klasa EI 360) - ulegają tylko nieznacznej deformacji, pozostają gazo- i dymoszczelne, nie powodują znacznego wzrostu temperatury po nienagrzewaniu stronie. Podczas realizacji scenariusza pożarowego w obiektach przemysłowych istnieje ryzyko wybuchu. Ściany i dachy z elementów zbrojonych YTONG tłumią falę uderzeniową i jednocześnie zapobiegają rozprzestrzenianiu się ognia poprzez odłamki. Dzięki temu masywna konstrukcja YTONG chroni ekipę ratowniczą przed zawaleniem się konstrukcji, w tym dachu, na skutek wybuchu i stanowi skuteczne wsparcie w pracach gaśniczych.



Rys. 18. Wydzielanie się dymu w razie pożaru.



Rys. 19. Rozprzestrzenianie się ognia wskutek pożarów wtórnych.



Rys. 20. Przenikanie ciepła w razie pożaru po ok. 6 godz.

Tab. 11. Odporność ogniowa ścian nienośnych z elementów zbrojonych YTONG wg PN-EN 12602:2010

Odporność ogniowa	EI 30	EI 60	EI 90	EI 120	EI 180	EI 240	EI 360
Minimalna grubość ściany [mm]	50	50	75	75	100	150	150

Tab. 12. Odporność ogniowa ścian nośnych z elementów zbrojonych YTONG wg PN-EN 12602:2010

Odporność ogniowa	REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180	REI 240
Minimalna grubość ściany [mm]	100	100	125	150	175	200
Minimalna odległość osiowa a_{\min} [mm]	10	15	20	25	30	35

Tab. 13. Odporność ogniowa stropowych i dachowych elementów zbrojonych YTONG wg PN-EN 12602:2010

Odporność ogniowa	Minimalna grubość [mm] płyt YTONG w zależności od rozpiętości							
	3 m		4,5 m		6 m		7,5 m	
	h_{\min}	a_{\min}	h_{\min}	a_{\min}	h_{\min}	a_{\min}	h_{\min}	a_{\min}
gęstość $\rho \geq 350 \text{ kg/m}^3$								
REI 30	100	15	150	15	175	20	240	20
REI 60	100	25	150	25	200	25	240	35
REI 90	150	45	150	45	200	45	240	45
REI 120	175	50	175	55	200	55	240	55
gęstość $\rho \geq 450 \text{ kg/m}^3$								
REI 30	100	15	150	15	175	15	240	20
REI 60	100	22	150	22	200	22	240	30
REI 90	150	35	150	35	200	35	240	35
REI 120	175	40	175	45	200	45	240	45
gęstość $\rho \geq 550 \text{ kg/m}^3$								
REI 30	100	15	150	15	175	15	240	15
REI 60	100	20	150	20	200	20	240	20
REI 90	150	30	150	30	200	30	240	30
REI 120	175	35	175	35	200	35	240	35
gęstość $\rho \geq 700 \text{ kg/m}^3$								
REI 30	100	15	150	15	175	15	240	15
REI 60	100	20	150	20	200	20	240	20
REI 90	150	25	150	25	200	25	240	25
REI 120	175	30	175	30	200	30	240	35

3. ZASADY PROJEKTOWANIA

3.1. Zasady ogólne

Przy projektowaniu ścian, dachów i stropów z elementów zbrojonych YTONG obowiązują ogólne zasady projektowania podane w załączniku ZA normy PN-EN 12602 *Prefabrykowane elementy zbrojone z autoklawizowanego betonu komórkowego*. Podane w niej zasady projektowania oparte są na zasadach dotyczących projektowania konstrukcji żelbetowych podanych w PN-EN 1992-1-1 Eurokod 2 – *Projektowanie konstrukcji z betonu – Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków*. W celu uwzględnienia specyficznych właściwości betonu komórkowego, norma PN-EN 12602 wprowadza stosowane modyfikacje.

Ustrój przestrzenny konstrukcji budynku oraz wzajemne powiązanie ścian i stropów powinny zapewnić sztywność przestrzenną konstrukcji, a także odporność na konsekwencje uszkodzeń ścian. W przypadku budynków przemysłowych, magazynowych oraz innych, w których wykorzystuje się płyty ściennne, stropowe i dachowe YTONG, należy zapewnić sztywność przestrzenną uzyskuje się poprzez odpowiednie zaprojektowanie konstrukcji szkieletowej.

Konstrukcja szkieletowa wykonywana jest z prefabrykowanych elementów żelbetowych lub stalowych. Wymiarowanie konstrukcji szkieletowej powinno odbywać się w oparciu o grupę norm PN-EN 1992 dla konstrukcji żelbetowych lub PN-EN 1993 dla konstrukcji stalowych. Elementy konstrukcji szkieletowej (stupy, rygle, etc.) projektuje się ze względu na stany graniczne nośności (ULS) oraz użytkowości (SLS).

3.2. Konstrukcja ścian

3.2.1. Oparcie elementów YTONG na cokole

Ściany z elementów zbrojonych YTONG opiera się na cokole żelbetowym lub murowym. Materiały stosowane do wykonania cokołu powinny być dobierane ze względu na klasy ekspozycji. Jednocześnie wytrzymałość na ściskanie elementów murowych powinna być wyższa od wytrzymałości elementów YTONG (4,4 N/mm²).

W przypadku cokołów z betonowych lub żelbetowych, klasę betonu oraz jego skład należy dobrać ze względu na klasy ekspozycji podane w PN-EN 206-1. Dla cokołów murowanych, elementy murowe oraz zaprawę należy dobrać na podstawie PN-EN 1996-2. Norma PN-EN 1996-2 do wykonania ścian cokołowych dopuszcza zastosowanie bloków wapienno-piaskowych SILKA E lub bloczków YTONG z autoklawizowanego betonu komórkowego odmiany PP2/0,4 lub wyższej.

Ściana cokołowa powinna być odpowiednio zabezpieczona przed działaniem gruntu oraz wilgoci. Zabezpieczeniem przed zawilgoceniem w strefie cokołowej mogą stanowić specjalne tynki lub płyty cokołowe.

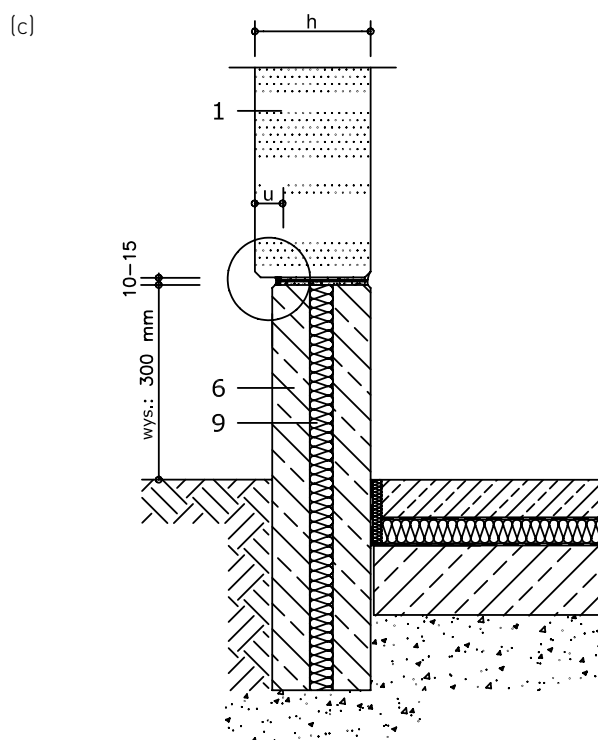
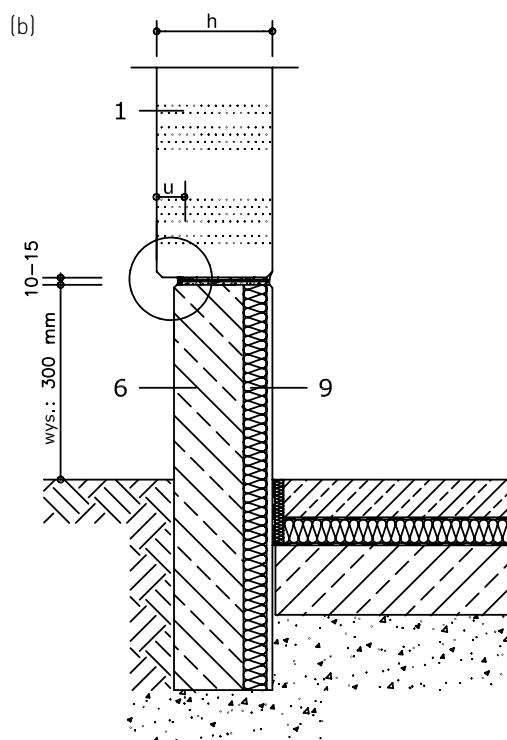
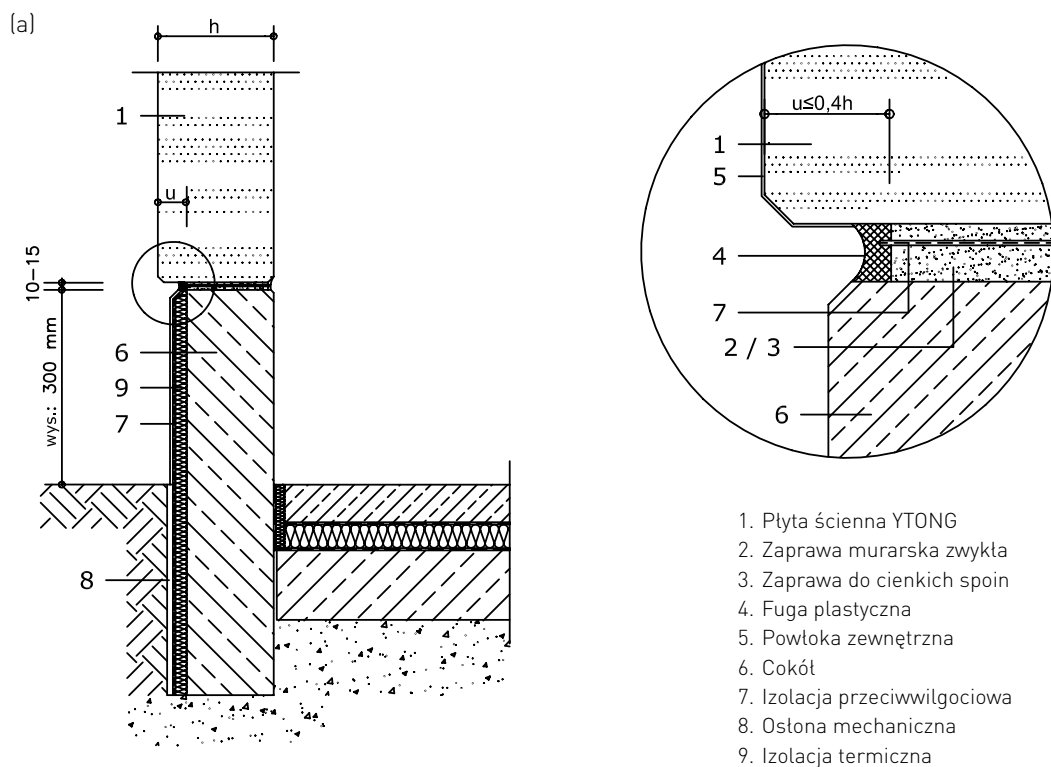
W przypadku gdy jest to wymagane, ścianę cokołową budynku należy wykonać z warstwą izolacji termicznej. Płyty izolacyjne mogą być umieszczone po zewnętrznej lub wewnętrznej stronie ściany cokołowej. Cokół można także zaprojektować jako ścianę dwuwarstwową, w której obie warstwy pełnią funkcję nośną. Wówczas izolację termiczną umieszcza się w środku przekroju ściany.

Wysokość cokołu powinna wynosić co najmniej 0,30 m. Maksymalne przewieszenie ścian z elementów zbrojonych YTONG może wynosić 0,4 jej grubości h , przy czym jako szerokość podparcia przyjmuje się szerokość warstwy zaprawy ułożonej pomiędzy cokołem i ścianą z płyt YTONG, nie zaś szerokość całej ściany cokołowej (rys. 21). Wynika to konieczności dodatkowego wykończenia spoiny pomiędzy cokołem i płytą YTONG masą trwale plastyczną.

Do wypełnienia spoiny poziomej można stosować zaprawę zwykłą (ogólnego przeznaczenia) klasy M10 lub zaprawę do cienkich spoin.

3.2.2. Montaż elementów YTONG do konstrukcji szkieletowej

Zbrojone elementy ściennne YTONG mocowane są do słupów konstrukcji wsporczej przy pomocy łączników ze stali nierdzewnej (por. 1.3). Płyty ułożone na zewnątrz konstrukcji wsporczej montuje się przy pomocy łączników dociskowych 69910/69913 lub łączników mocowanych do szyny 38/17 (typ 16 i 17 lub 12).



Rys. 21. Oparcie ściennych elementów zbrojonych YTONG na cokole wraz z izolacją termiczną:

- (a) po stronie zewnętrznej,
 (b) wewnętrznej,
 (c) wewnątrz ściany cokołowej.

W przypadku konstrukcji stalowej, szynę montażową 38/17 łączy się z elementami konstrukcji poprzez połączenie termiczne (spawane) – spoinę pachwinową o grubości $a = 3$ mm. Szynę można przyspawać na całej wysokości słupa stalowego lub jedynie na odcinkach, gdzie przewiduje się mocowanie łączników stalowych. W drugim przypadku wymagana długość przyspawanego odcinka szyny 38/17 wynosi $l = 100$ mm. Przyspawanie szyny montażowej wykonuje się bezpośrednio na placu budowy.

W przypadku konstrukcji żelbetowej, szyna 38/17 powinna zostać wmontowana w słupy już na etapie ich prefabrykacji [por. 1.3].

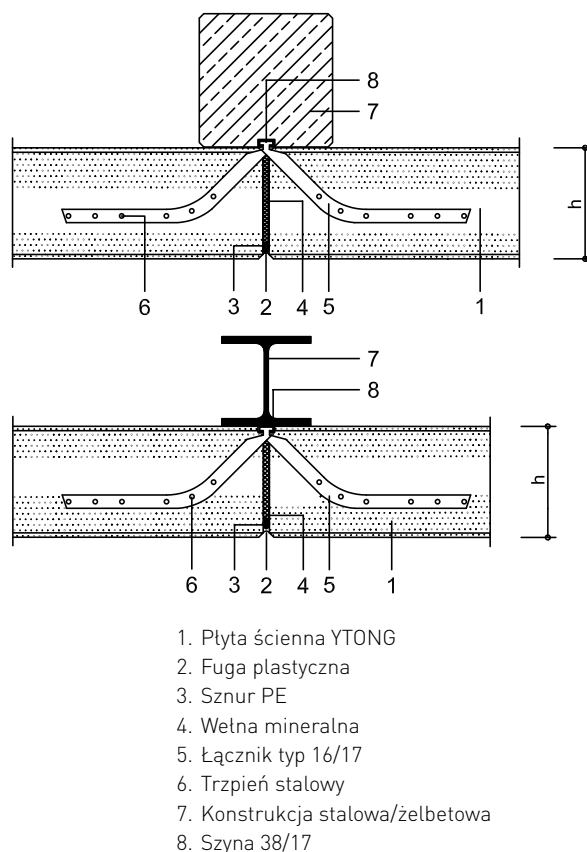
Spoinę pomiędzy powierzchniami czołowymi elementów YTONG należy wypełnić warstwą wełny mineralnej o grubości ok. 10 mm. Spoinę należy dodatkowo uzupełnić liną polietylenową oraz wykończyć masą trwale plastyczną.

Dopuszcza się także zastosowanie łączników dociskowych 69910 lub 69913 przy montażu elementów zbrojonych YTONG do konstrukcji stalowej. Rozwiązanie to pozwala na rezygnację z montażu szyny 38/17. W tym wypadku montaż odbywa się poprzez oparcie płyt na półce profilu stalowego i dociśnięcie ich do półki przy pomocy łącznika stalowego. Spoinę pionową pomiędzy płytami wypełnia się w analogiczny sposób jak w przypadku zastosowania łączników typu 16 i 17.

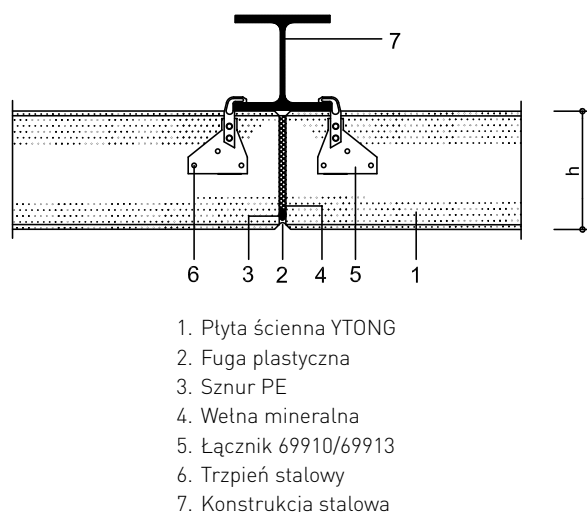
3.2.3. Montaż elementów YTONG pomiędzy słupami konstrukcji

W przypadku montażu zbrojonych elementów ściennych YTONG na równi z konstrukcją wsporczą (słupami), stosuje się łączniki dociskowe 69910 lub 69913 w przypadku konstrukcji stalowej (rys. 24a), lub łączniki typu 12 w przypadku konstrukcji żelbetowej (rys. 24b).

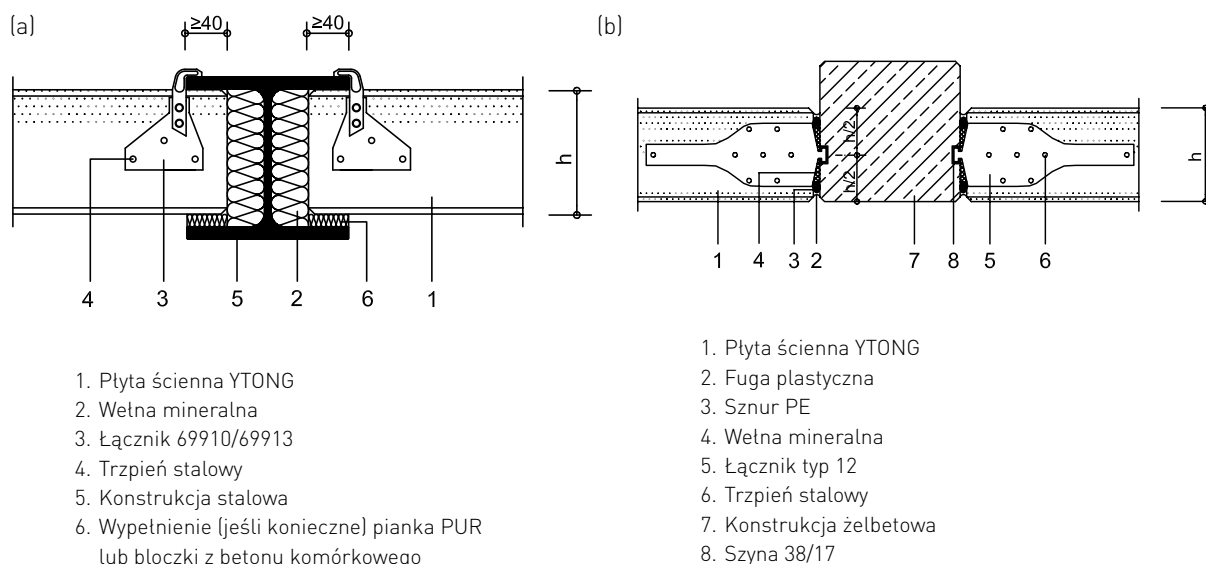
Gdy słup stanowi dwuteownik stalowy, płytę YTONG wsuwa się pomiędzy półki profilu oraz dociska do półki znajdującej się po wewnętrznej stronie konstrukcji przy pomocy łącznika stalowego. Minimalna długość oparcia płyty na półce profilu stalowego wynosi 40 mm.



Rys. 22. Połączenie ściennych elementów zbrojonych YTONG przy pomocy łącznika typu 16 i 17, mocowanie do konstrukcji:
(a) stalowej,
(b) żelbetowej.



Rys. 23. Połączenie ściennych elementów zbrojonych YTONG, mocowanie do konstrukcji stalowej przy pomocy łącznika dociskowego 69910 i 69913.



Rys. 24. Mocowanie ściennych elementów zbrojonych YTONG pomiędzy słupami konstrukcji:

(a) stalowej,

(b) żelbetowej.

Rozwiązanie tego typu wymaga ułożenia płyt z wełny mineralnej pomiędzy powierzchnią czołową płyt YTONG i środnikiem słupa stalowego w celu szczelnego wypełnienia połączenia oraz dodatkowego zabezpieczenia termicznego. Dodatkowo w przypadku gdy wysokość środnika jest większa od grubości płyt, wolną przestrzeń uzupełnia się przy pomocy pianki poliuretanowej lub bloczków z betonu komórkowego.

Do montażu elementów zbrojonych YTONG zlicowanych z konstrukcją żelbetową wykorzystuje się łączniki stalowe typu 12. Szynę 38/17 wbudowuje się w element żelbetowy w osi ścian zewnętrznych. Przestrzeń pomiędzy powierzchnią czołową płyt YTONG i słupem wypełnia się wełną mineralną, sznurem polietylenowym oraz masą trwale plastyczną.

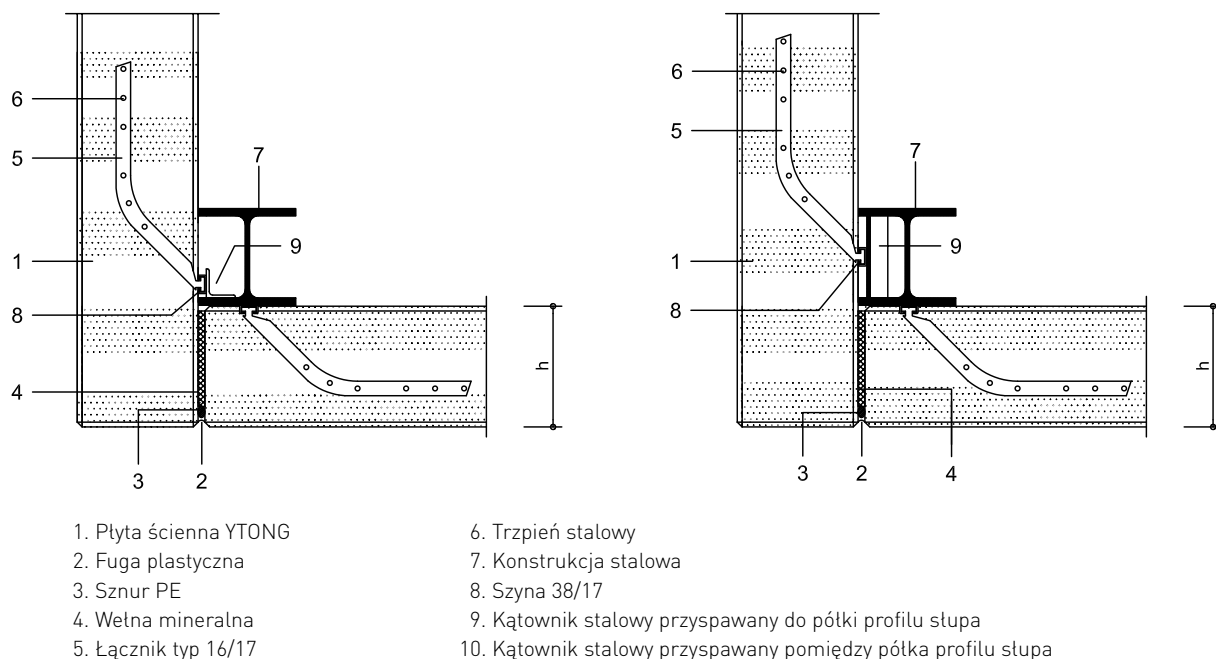
3.2.4. Montaż elementów YTONG w narożach

Sposób połączenia płyt w narożniku zależy przede wszystkim od umiejscowienia konstrukcji względem elementów zbrojonych YTONG.

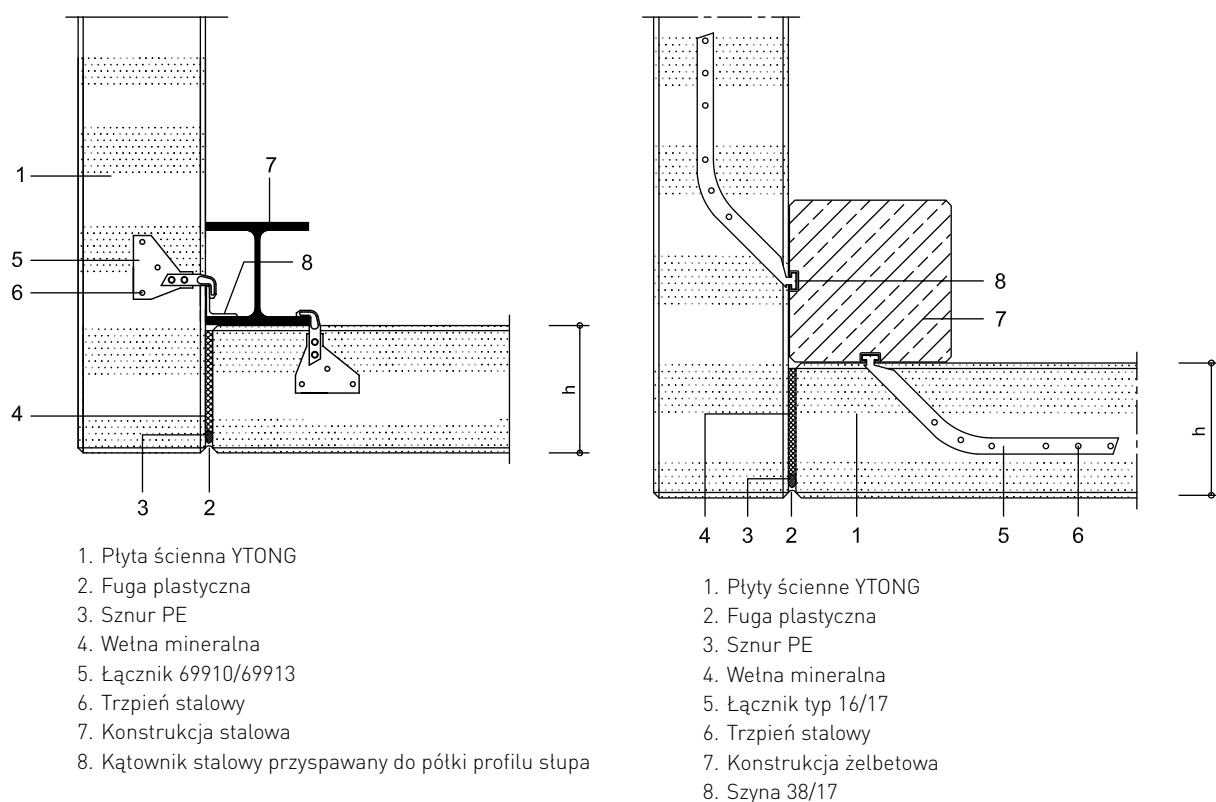
W przypadku, gdy słup konstrukcji szkieletowej znajduje się po wewnętrznej stronie ścian, mocowanie płyt YTONG przy pomocy łączników typu 16 lub 17 odbywa się do szyn 38/17 (rys. 25). Dla konstrukcji stalowej wymaga się, by jedna z szyn była przyspawana po środku półki profilu stalowego. Drugą szynę spawa się do kątownika, który wcześniej mocuje się do półek profilu. Możliwe jest także wykonanie analogicznego montażu przy pomocy łączników dociskowych 69910 lub 69913 (rys. 26).

Połączenie płyt YTONG w narożach konstrukcji żelbetowej wymaga dostarczenia na plac budowy słupów żelbetowych z wbudowanymi dwiema szynami 38/17 na dwóch prostopadłych bokach (rys. 27).

Przy połączeniu do słupów znajdujących się po zewnętrznej stronie ścian, konieczne jest przyspawanie dodatkowych profili stalowych (kątownika lub płaskownika), do których przyspawana się szyny montażowe 38/17 (rys. 28). W przypadku konstrukcji żelbetowej, konieczne jest dostarczenie słupów żelbetowych z kątownikiem stalowym wbudowanym podczas prefabrykacji.

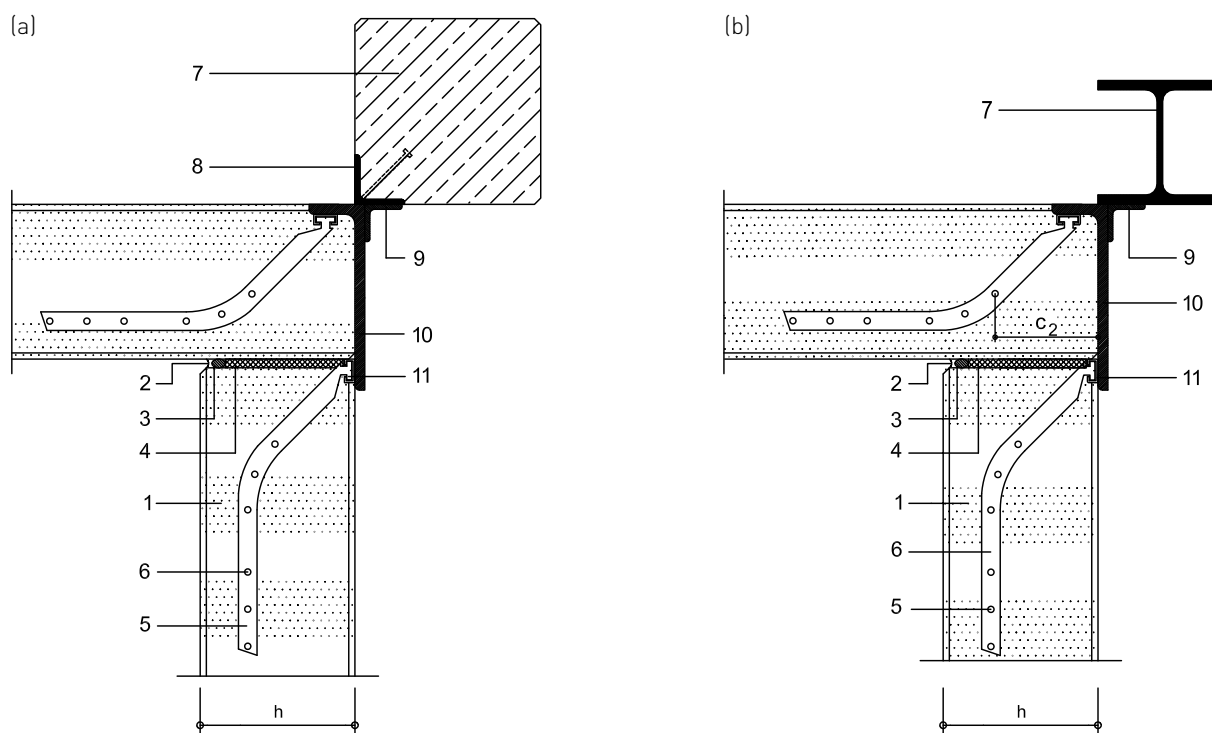


Rys. 25. Mocowanie narożne ściennych elementów zbrojonych YTONG do konstrukcji stalowej przy pomocy łączników typu 16 i 17.



Rys. 26. Mocowanie narożne ściennych elementów zbrojonych YTONG do konstrukcji stalowej przy pomocy łączników dociskowych 69910 i 69913.

Rys. 27. Mocowanie narożne ściennych elementów zbrojonych YTONG do konstrukcji żelbetowej przy pomocy łączników typu 16 i 17.



- | | |
|------------------------|--|
| 1. Płyty ścienné YTONG | 7. Konstrukcja stalowa/żelbetowa |
| 2. Fuga plastyczna | 8. Profil stalowy, wbudowany w konstrukcję żelbetową |
| 3. Sznur PE | 9. Kątownik przyspawany do słupa konstrukcyjnego |
| 4. Wełna mineralna | 10. Kątownik stalowy, wymiarowanie wg obliczeń statycznych |
| 5. Łącznik typ 16/17 | 11. Szyna 38/17 |
| 6. Trzpień stalowy | |

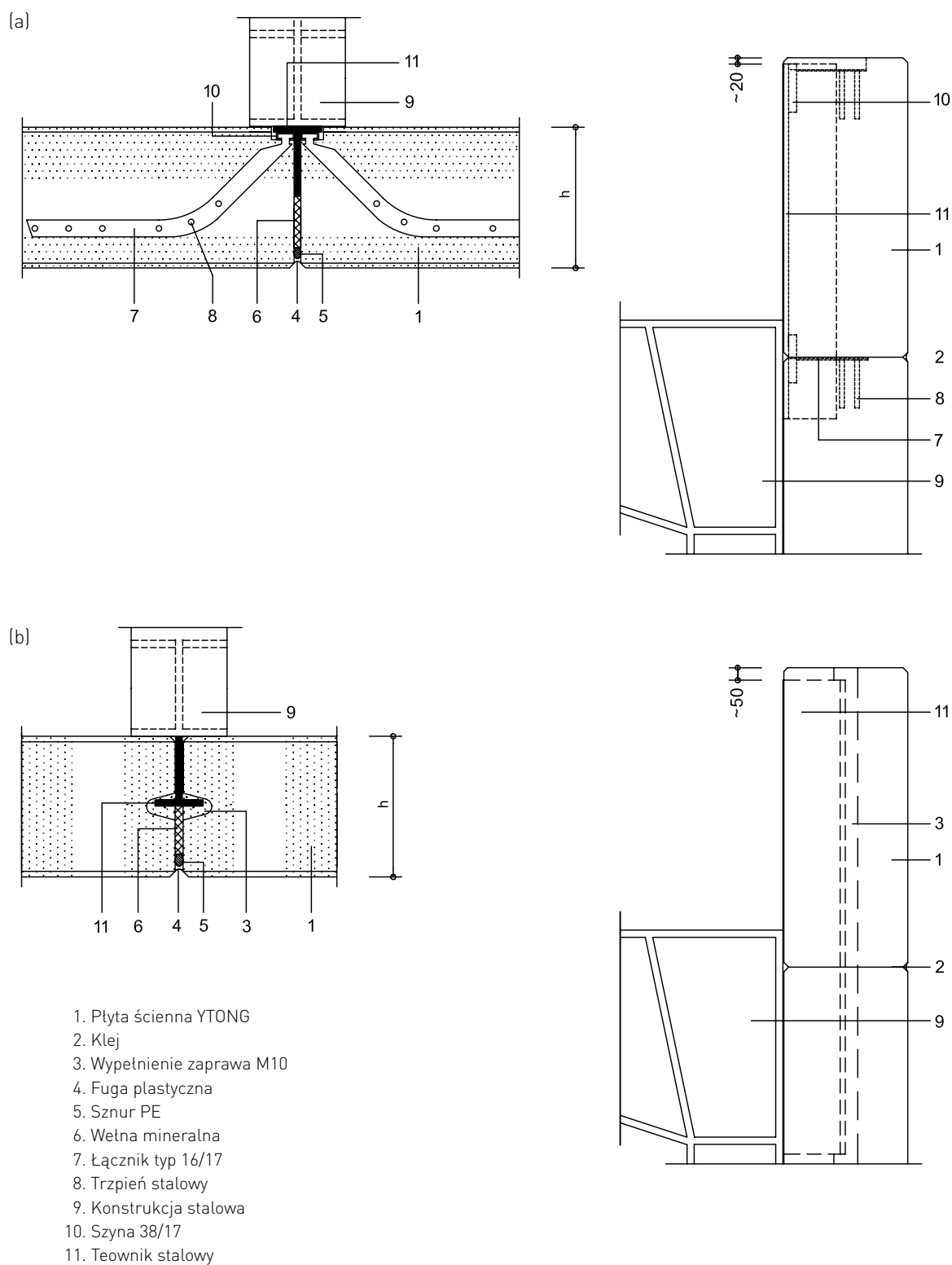
Rys. 28. Mocowanie narożne ściennych elementów zbrojonych YTONG do konstrukcji:
(a) stalowej lub (b) żelbetowej, znajdującej się po zewnętrznej stronie ścian.

3.2.5. Montaż elementów YTONG attykowych

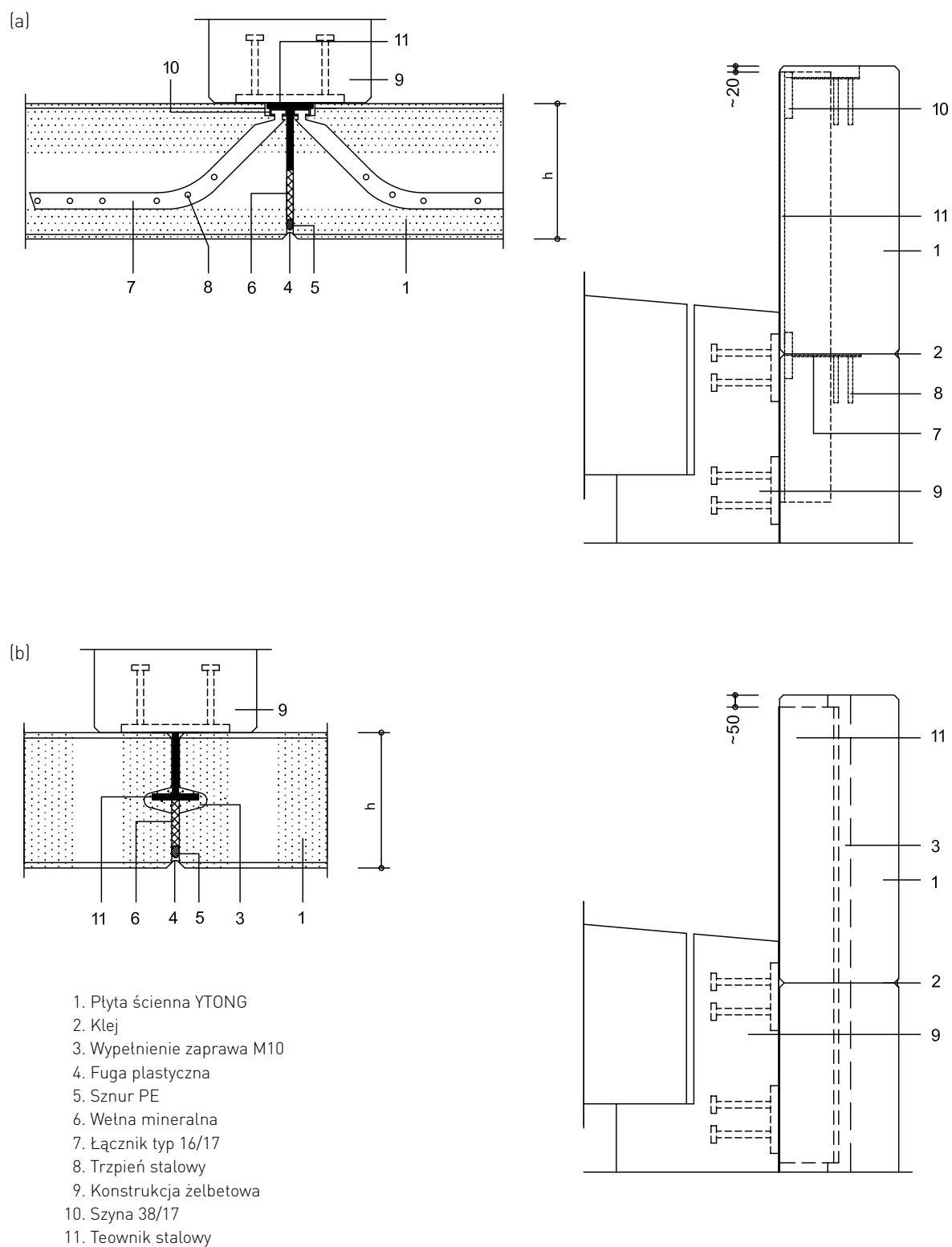
Montaż płyt attykowych wymaga „wyciągnięcia” konstrukcji wsporczej ścian ponad wysokość w okapie. Dokonuje się tego poprzez przymocowanie termicznego teownika stalowego w osi słupa lub słupka dźwigara. Sposób przymocowania zależy od wybranego sposobu montażu płyt.

W przypadku montażu za pomocą łączników typu 16 i 17 (rys. 29a, 30a), do dźwigara przyspawia się półkę teownika połączeniem pachwinowym. Środek teownika znajduje się pomiędzy powierzchniami czołowymi płyt YTONG.

Montaż bez zastosowania łączników typu 16 lub 17 wymaga użycia elementów zbrojonych YTONG o profilowanej powierzchni czołowej (z wcięciem), w którym umieszcza się półkę teownika (rys. 29b, 30b). Teownik jest wówczas przymocowany do konstrukcji wsporczej odwrotnie, tzn. spoina pachwinowa łączy z konstrukcją środek teownika. Z uwagi na większą podatność na wyboczenie tego typu połączenia, wymaga się aby długość połączenia spawanego była odpowiednio zwiększona.



Rys. 29. Mocowanie attykowych elementów zbrojonych YTONG do konstrukcji stalowej:
 (a) przy pomocy łączników typu 16 lub 17,
 (b) z wykorzystaniem wcięcia w powierzchni czołowej.

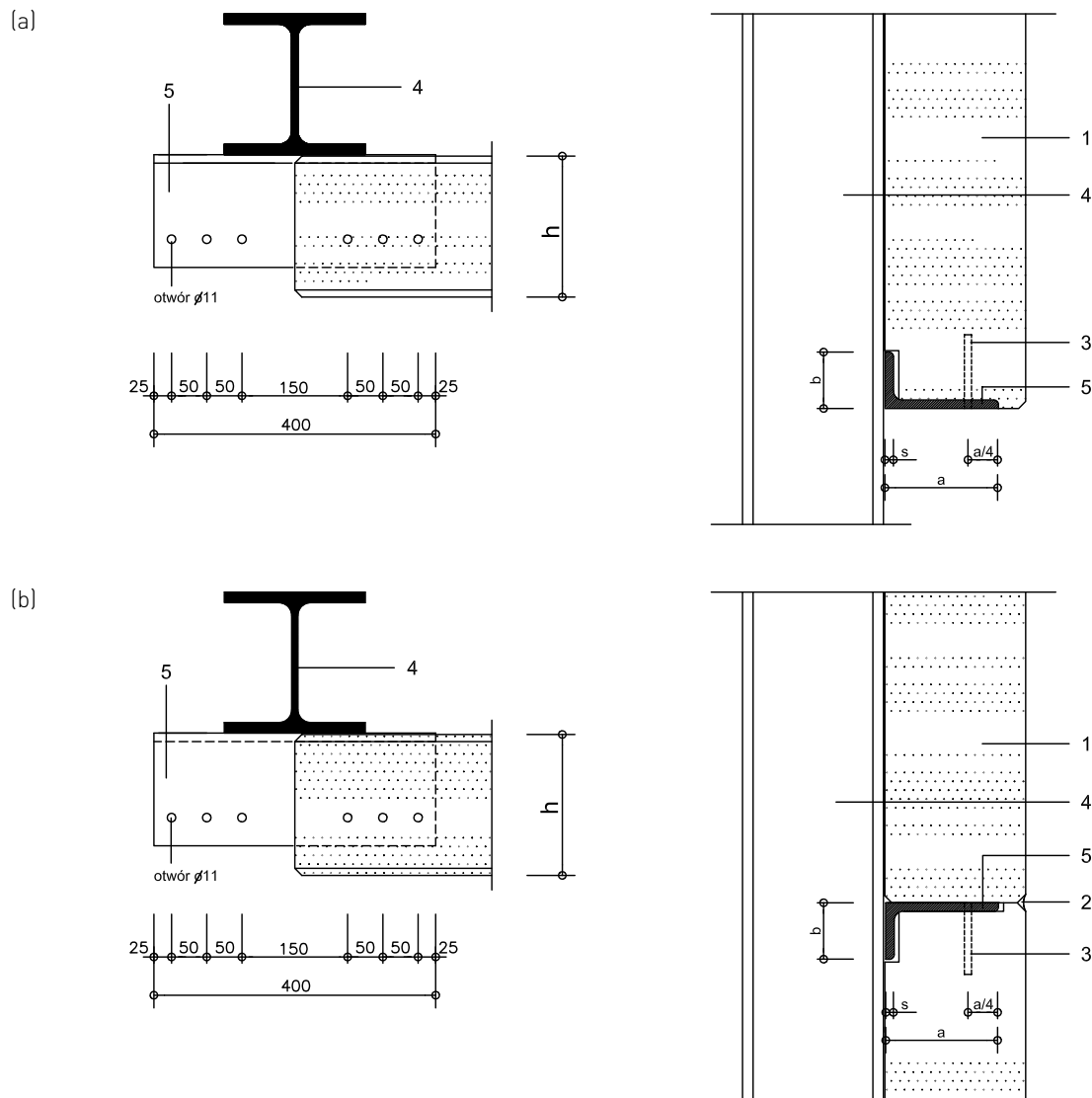


Rys. 30. Mocowanie atykowych elementów zbrojonych YTONG do konstrukcji żelbetowej:
 (a) przy pomocy łączników typu 16 lub 17,
 (b) z wykorzystaniem wcięcia w powierzchni czołowej.

3.2.6. Oparcie elementów YTONG na konsoli

Płyty zbrojone YTONG opiera się na konsolach w przypadku, gdy ściana nie jest podparta bezpośrednio na cokole. Oparcie na konsolach wykonuje się także dla płyt YTONG stanowiących element nadprożowy nad otworami.

Konsole mocuje się do konstrukcji wsporczej poprzez spawanie. W przypadku słupów żelbetowych, powinny być one dostarczone z płytą stalową wbudowaną podczas prefabrykacji. Płyta powinna znajdować się na projektowanej wysokości montażu konsoli.



1. Płyta ścienna YTONG nadprożowa ≥ 175 mm
2. Fuga plastyczna
3. Trzpień stalowy
4. Konstrukcja stalowa
5. Konsola, patrz: tabela; mocowanie na budowie, szerokość spawu $a = 4\text{ mm}$

Grubość płyty [mm] h	Wymiary konsoli [mm]	
	a x b x s	dług.
150	100 x 65 x 11	400
175	130 x 65 x 12	400
200	130 x 65 x 12	400
250	180 x 180 x 16	400
300	250 x 250 x 20	400

Rys. 31. Oparcie płyt ściennych YTONG leżących na konsoli:

- (a) oparcie pierwszej płyty
- (b) oparcie pośrednie płyty.

3.3. Konstrukcja dachów

3.3.1. Geometria

Elementy zbrojone YTONG umożliwiają wykonanie pokryć dachowych o różnym kształcie i nachyleniu. Dachy z elementów zbrojonych mogą mieć rozpiętość konstrukcyjną do 7,5 m. Jednocześnie możliwe jest projektowanie wsporników z płyt YTONG o długości do 1,5 m, np. w celu wykonania balkonów, okapów, etc.

Minimalna długość oparcia płyt dachowych YTONG wynosi:

$$a_{0,min} \geq \max \begin{cases} 50\text{mm} \\ l/80 \end{cases}$$

Wyjątek stanowi oparcie elementów zbrojonych YTONG na konstrukcji murowej, wówczas minimalna długość oparcia wynosi 70 mm.

Maksymalne ugięcie płyt dachowych nie powinno przekraczać wartości:

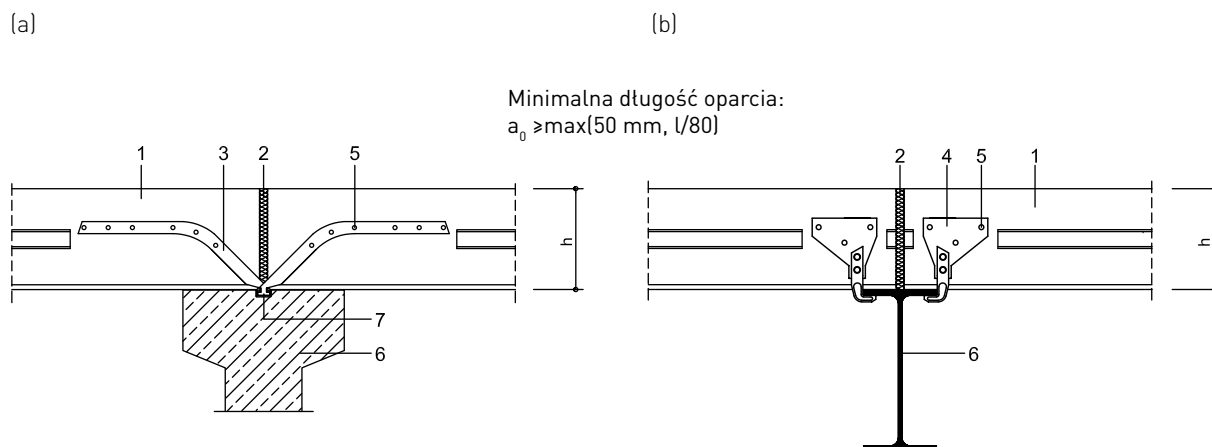
$$l_{eff} / 250,$$

$$l_{eff} - \text{rozpiętość konstrukcyjna} = 1/3 \cdot a_0 + l_w + 1/3 \cdot a_0,$$

$$l_w - \text{rozpiętość w świetle podpór.}$$

3.3.2. Montaż elementów YTONG do konstrukcji szkieletowej

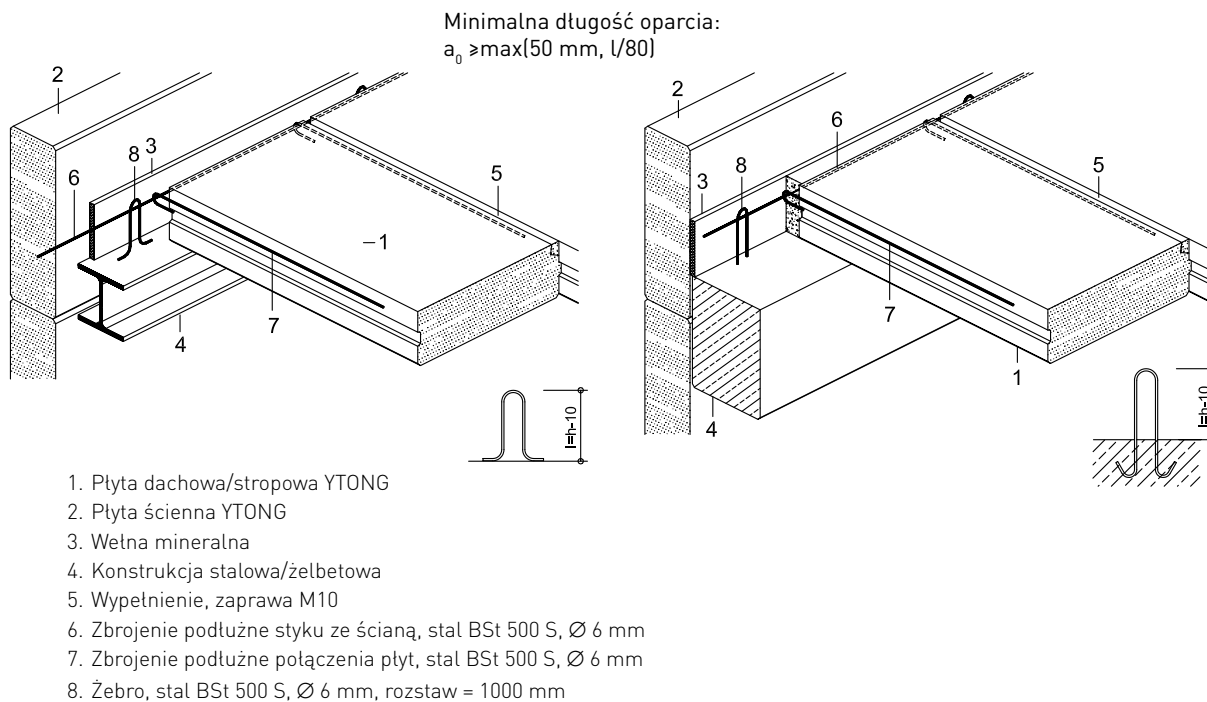
Płyty dachowe YTONG mocuje się do krokwi stalowych lub żelbetowych przy pomocy łączników stalowych (rys. 32). W przypadku, gdy płyty posiadają tzw. profil zalewowy, czyli specjalną kieszeń do wypełnienia zaprawą, za stabilność konstrukcji odpowiada zbrojenie umieszczane wewnątrz profili oraz w spoinach poprzecznych (rys. 33).



1. Płyta dachowa/stropowa YTONG
2. Wełna mineralna
3. Łącznik typ 16/17
4. Łącznik dociskowy 69910/69913
5. Trzpień stalowy
6. Konstrukcja stalowa/żelbetowa
7. Szyna 38/17

Rys. 32. Oparcie płyt stropowych/dachowych YTONG:

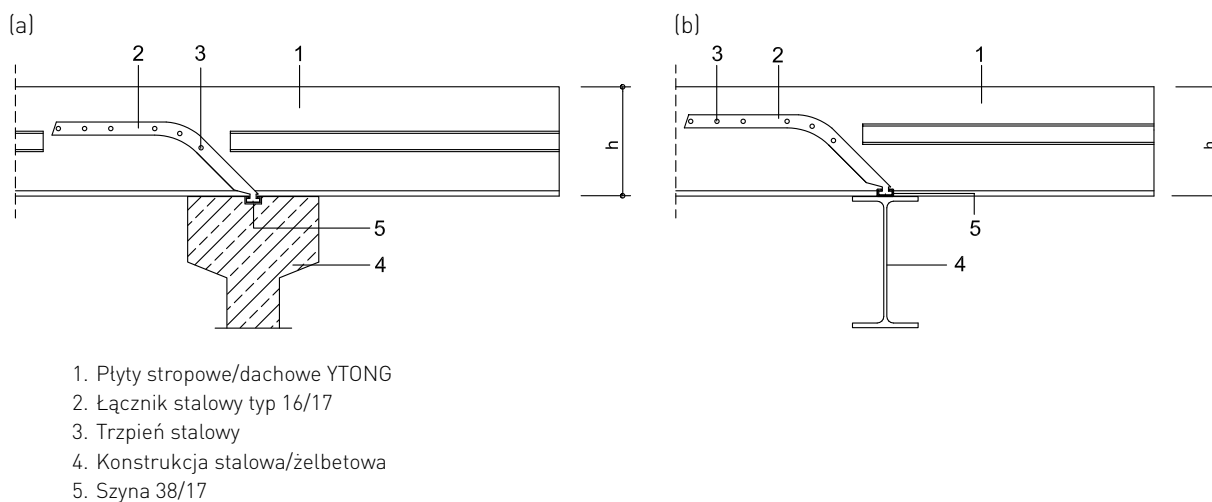
- (a) na belce stalowej/żelbetowej przy pomocy łączników typu 16 lub 17,
- (b) na belce stalowej przy pomocy łączników dociskowych 69910 lub 69913.



Rys. 35. Oparcie krańcowe płyt stropowych/dachowych YTONG na belce stalowej/żelbetowej, spoiny zbrojone.

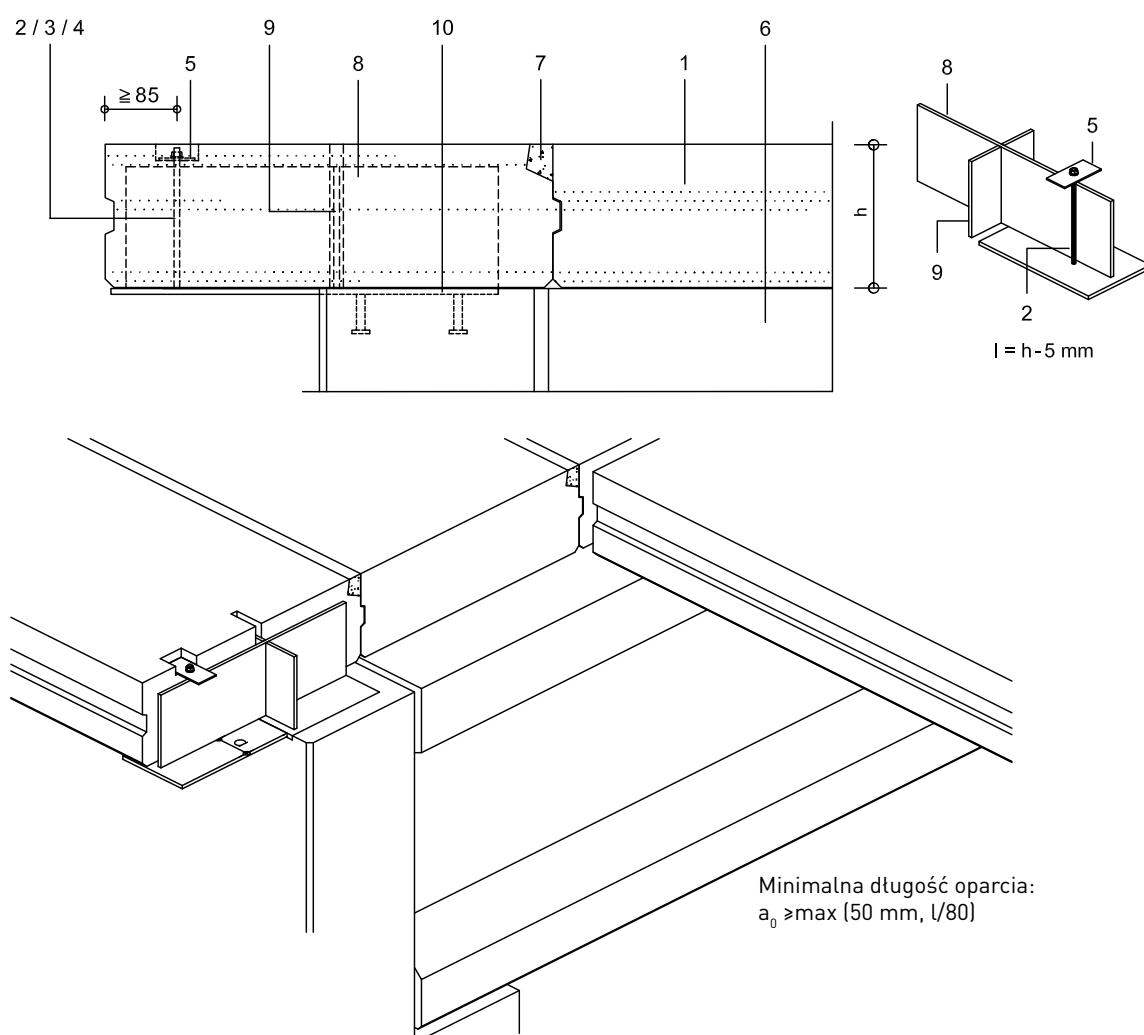
3.3.3. Wykonanie okapu

Okap w konstrukcjach dachowych z płyt YTONG wykonuje się poprzez wysunięcie ostatniego rzędu płyt poza lico ścian (rys. 36). Maksymalna długość utworzonego w ten sposób wspornika nie może przy tym przekraczać 1,50 m.



Rys. 36. Oparcie wspornikowych płyt YTONG na konstrukcji:
 (a) stalowej,
 (b) żelbetowej.

W przypadku płyt YTONG ułożonych wzdłuż krawędzi ściany, wykonanie okapu wymaga montażu dodatkowego wieszaka stalowego, podtrzymującego ostatnią płytę (rys. 37).



1. Płyta dachowa YTONG
2. Śruba M8
3. Podkładka do 244
4. Nakrętka M8
5. Płytkę stalową, wymiarowanie wg obliczeń statycznych
6. Konstrukcja stalowa/żelbetowa
7. Wypełnienie, zaprawa M10
8. Wieszak stalowy, wymiarowanie wg obliczeń statycznych
9. Płytkę stalową zabezpieczającą przed zsunieniem płyty YTONG, wymiarowanie wg obliczeń statycznych, stosować przy spadku $\geq 6^\circ$
10. Podkładka stalowa

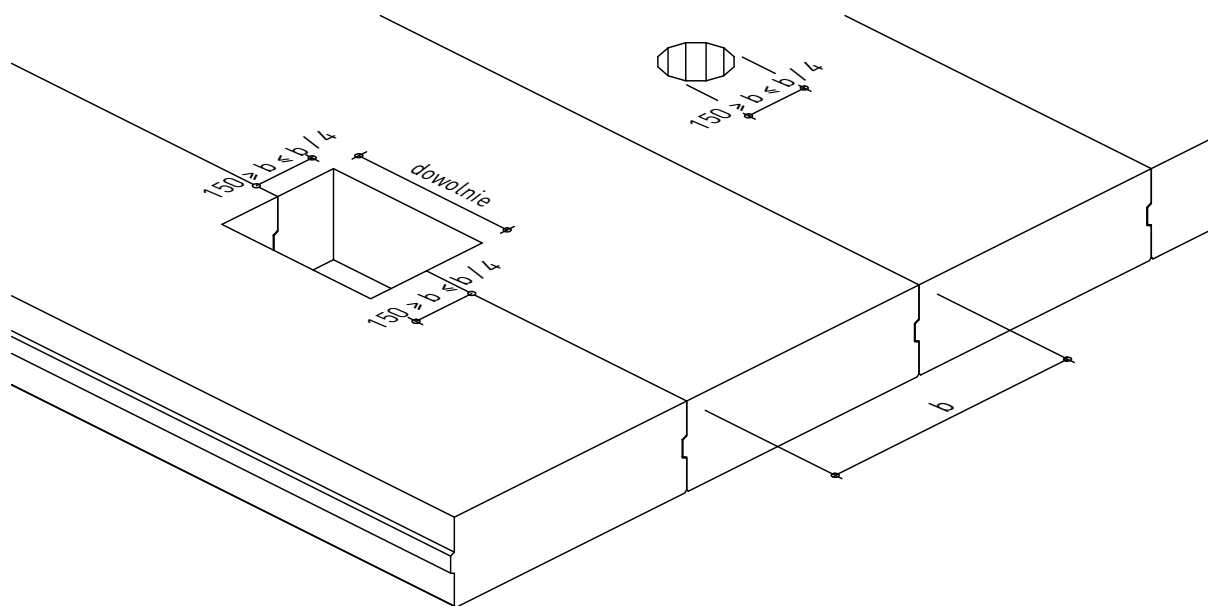
Rys. 37. Wykonanie okapu w przypadku płyt YTONG ułożonych wzdłuż krawędzi ściany.

3.3.4. Otwory w ustrojach dachowych

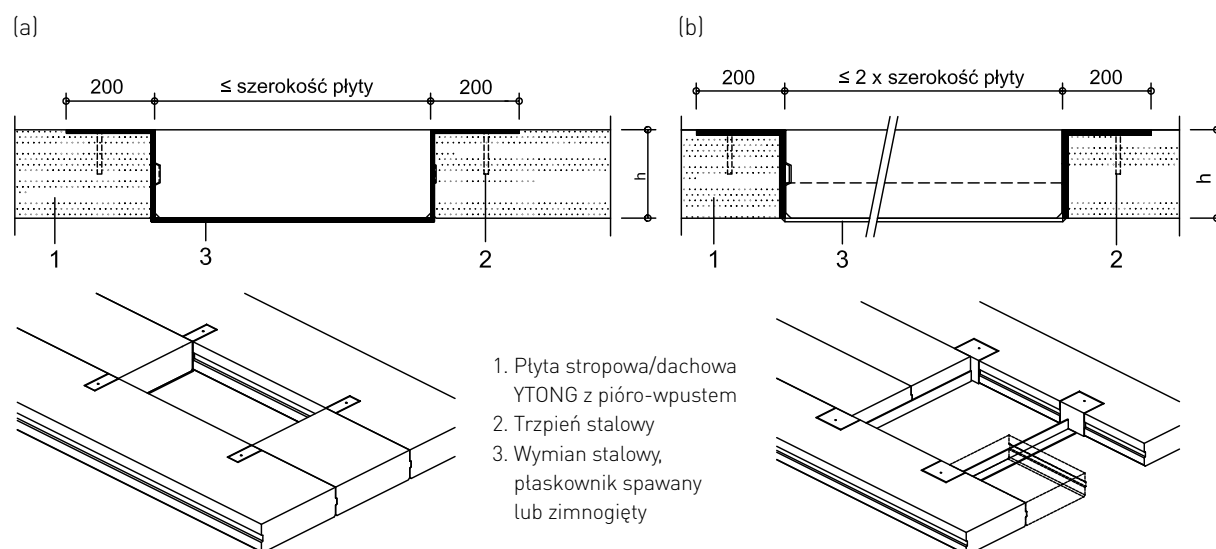
Możliwości wykonywania otworów w stropach i dachach z płyt YTONG są ograniczone ze względu na występujące zbrojenie elementów. W przypadku małych otworów, np. na kanały dymowe, dopuszcza się wykonanie wycięć o szerokości nie większej niż 150 mm (rys. 38). Podczas projektowania, należy tak

przewidzieć położenie otworów w płytach YTONG, by nie występowała kolizja z ich zbrojeniem.

W przypadku, gdy projekt wymaga wykonania większych otworów, płyty opiera się na stalowych wymianach lub ramie w kształcie litery H. Wymiany stosuje się dla otworów o szerokości nie przekraczającej dwóch szerokości płyt.

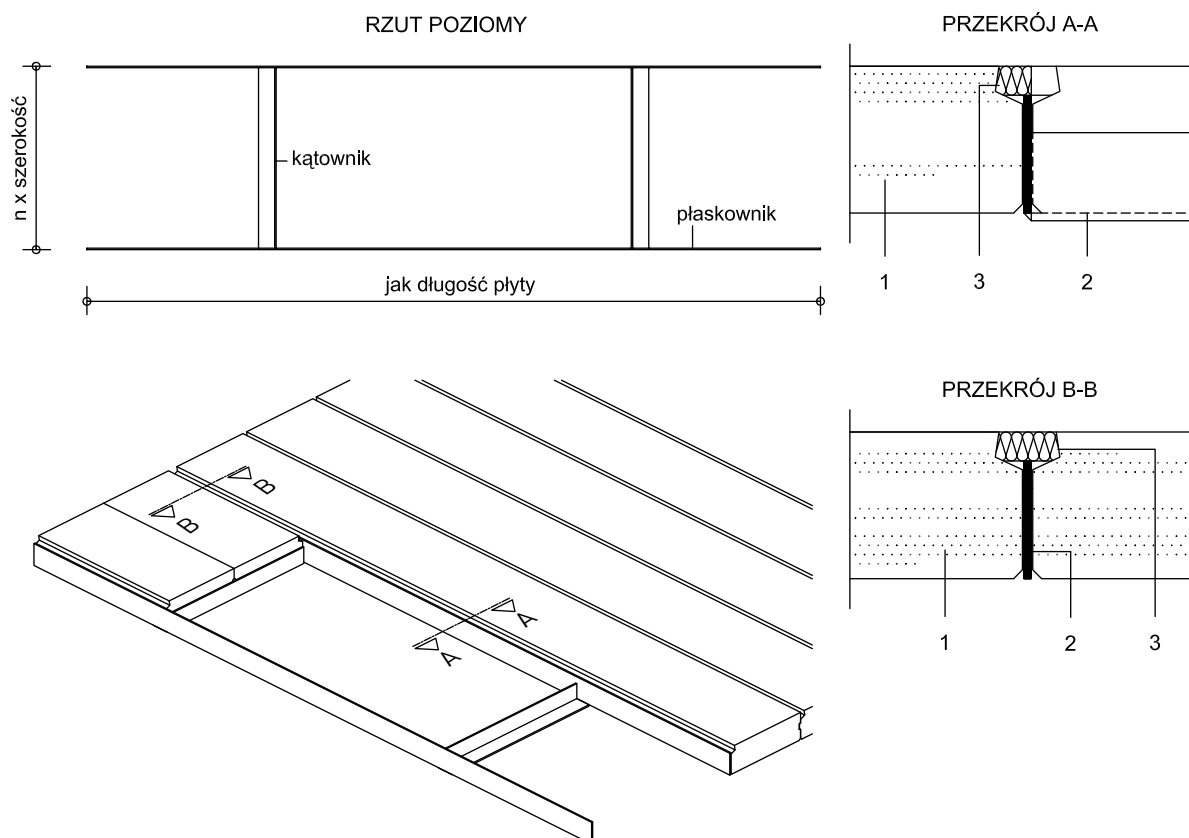


Rys. 38. Dopuszczalne wycięcia otworów w stropowych/dachowych elementach YTONG.



Rys. 39. Oparcie stropowych/dachowych elementów zbrojonych YTONG na wymianach stalowych:

- (a) w przypadku otworów o szerokości mniejszej niż szerokość płyt,
- (b) o szerokości mniejszej niż szerokość dwóch płyt.



1. Płyta dachowa/stropowa YTONG
2. Rama z profili stalowych, wymiarowanie wg obliczeń statycznych
3. Izolacja termiczna

Rys. 40. Oparcie stropowych/dachowych elementów zbrojonych YTONG na ramie z kształtowników stalowych.

4. DANE TECHNICZNE

Izolacyjność termiczna ścian i dachów z elementów zbrojonych YTONG

Parametr cieplny		Grubość płyt YTONG [cm]					
		15	17,5	20	25	30	37,5
wsp. przenikania	ścian zewnętrznych	0,806	0,704	0,626	0,511	0,432	0,351
ciepła U^* [W/m ² K]	dachów	0,825	0,719	0,638	0,519	0,438	0,355
opór cieplny R [m ² K/W]		1,071	1,250	1,429	1,786	2,143	2,679

* podane wartości współczynnika U uwzględniają opór przejmowania ciepła [m²K/W]; dla ścian:

$R_{se} = 0,04$, $R_{si} = 0,13$; dla dachu: $R_{se} = 0,04$, $R_{si} = 0,10$

Izolacyjność akustyczna ścian z elementów zbrojonych YTONG wg DIN 4109:1987

Parametr		Grubość płyt YTONG [cm]					
		15	17,5	20	25	30	37,5
Wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej $R'_{w,R}$ [dB]	bez tynku	32	34	36	39	41	44
	z tynkiem	34	36	38	41	43	46
Masa powierzchniowa ściany bez tynku [kg]		75	87,5	100	125	150	187,5

Odporność ogniowa ścian nienośnych z elementów zbrojonych YTONG wg PN-EN 12602:2010

Odporność ogniowa	EI 30	EI 60	EI 90	EI 120	EI 180	EI 240	EI 360
Minimalna grubość ściany [mm]	50	50	75	75	100	150	150

Odporność ogniowa ścian nośnych z elementów zbrojonych YTONG wg PN-EN 12602:2010

Odporność ogniowa	REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180	REI 240
Minimalna grubość ściany [mm]	100	100	125	150	175	200
Minimalna odległość osiowa a_{min} [mm]	10	15	20	25	30	35

Odporność ogniowa stropowych i dachowych elementów zbrojonych YTONG wg PN-EN 12602:2010

Odporność ogniowa	Minimalna grubość [mm] płyt YTONG w zależności od rozpiętości							
	3 m		4,5 m		6 m		7,5 m	
	h_{min}	a_{min}	h_{min}	a_{min}	h_{min}	a_{min}	h_{min}	a_{min}
gęstość $\rho \geq 550 \text{ kg/m}^3$								
REI 30	100	15	150	15	175	15	240	15
REI 60	100	20	150	20	200	20	240	20
REI 90	150	30	150	30	200	30	240	30
REI 120	175	35	175	35	200	35	240	35

5. BIBLIOGRAFIA

mgr inż. Robert Janiak, „Zeszyt Techniczny: Stropowe i dachowe płyty YTONG”, Warszawa 2008

Franz Kuhagen, Dipl.-Wirtsch.-Ing, et al, „HEBEL Handbuch Wirtschaftsbau”, MPS, Berlin 2010

dr inż. Leszek Morzyński, dr inż. Dariusz Puto, „Hałas w środowisku pracy”, Państwowa Inspekcja Pracy, Warszawa 2005

dr hab. n. med. Iwona Sudot-Szopińska, mgr inż. Anna Chojnacka, „Określanie warunków komfortu termicznego w pomieszczeniach za pomocą wskaźników PMV i PPD”, Bezpieczeństwo Pracy 5/2007

Allgemeine baustofsichtliche Zulassung Z-21.8-1857 Xella Nagellaschen (Typ 12, Typ 16 und Typ 17) zur Verankerung von Porenbetonmotagebauteilen, Deutsches Institut für Bautechnik, 4 grudnia 2009

Allgemeine baustofsichtliche Zulassung Z-21.8-1842 Kremo-Ankerbleche zur Verankerung von Porenbetonwandplatten, Deutsches Institut für Bautechnik, 19 lipca 2010

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z dnia 15 czerwca 2002 r.)

Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. z dnia 18 grudnia 2002 r.)

Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. z dnia 9 lipca 2008 r.)

PN-EN 27243 Środowiska gorące. Wyznaczanie obciążenia termicznego działającego na człowieka podczas pracy, oparte na wskaźniku WBGT

DIN 4109:1987 Beiblatt 1 Schallschutz im Hochbau; Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren

PN-EN 12602:2010 Prefabrykowane elementy zbrojone z autoklawizowanego betonu komórkowego

PN-EN 206-1:2003 Beton Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność

DIN 4223-1 do 5 „Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton”

DIN 4102-4:1994 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile

PN-B-02151-3:1999 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych – Wymagania

PN-EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2 – Projektowanie konstrukcji z betonu – Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków

PN-EN 1993-1-1:2006 Eurokod 3 – Projektowanie konstrukcji stalowych – Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków

PN-EN 1996-2:2010 Eurokod 6 – Projektowanie konstrukcji murowych – Część 2: Wymagania projektowe, dobór materiałów i wykonanie murów

Xella Polska Sp. z o.o.

infolinia 0 801 122 227 · 29 767 03 60

www.xella.pl

www.budowane.pl