

TIPOMEGA



– ZAŁOŻENIA TECHNICZNE –
IZOLACJA TERMICZNA 120 mm i 160 mm

LIPIEC 2019

tipomega.eu

SPIS TREŚCI

1. Opis

1.1. Przeznaczenie.....	4
1.2. Oznaczenie.....	4
1.3. Budowa.....	6
1.4. Materiały i warianty.....	11
1.4.1. Pręty odgięte - wariant „O”.....	12
1.4.2. Pręty odgięte w celu uniknięcia kolizji - wariant „K”.....	13
1.4.3. Pręty w kształcie pętli - wariant „A”.....	14

2. Warunki stosowania

2.1. Wymagania dotyczące łączonych elementów konstrukcyjnych.....	19
2.2. Ochrona przeciwpożarowa.....	19
2.3. Obliczenia statyczne i konstrukcja.....	19
2.3.1. Wykresy i tabele interakcji.....	21
2.3.2. Ograniczenia projektowe.....	24
2.4. Fizyka cieplna.....	25
2.4.1. Podstawowe definicje i symbole.....	25
2.4.2. Projektowanie termiczne przegród zewnętrznych.....	26
2.5. Parametry termiczne TIPOMEGA®.....	28
2.5.1. Procedura obliczeniowa.....	28
2.5.2. Założenia do obliczeń.....	29
2.5.3. Parametry termiczne w zróżnicowanym układzie kształtek modelowych.....	31

3. Instalacja

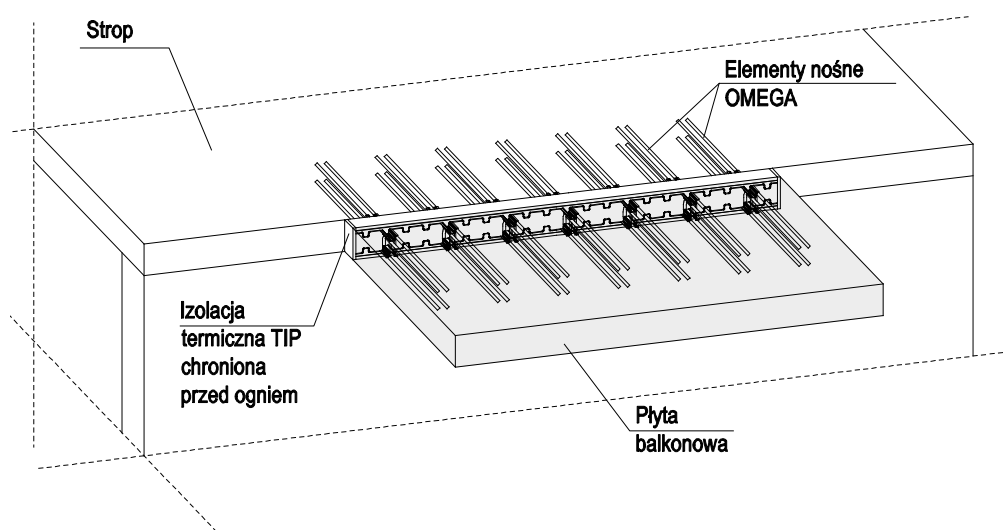
3.1. Montaż elementów systemu.....	41
3.2. Dozbrojenie systemu.....	44
3.2.1. Pręty #8 mm.....	45
3.2.2. Wolne krawędzie.....	46
3.2.3. Zbrojenie łączące.....	47

Założenia Techniczne TIPOMEGA®

1. OPIS

1.1. Przeznaczenie

TIPOMEGA® jest systemem termicznej izolacji złącza liniowego chronionej przed ogniem. Stosuje się go w celu ograniczenia mostka termicznego w miejscu połączenia zewnętrznych elementów żelbetowych, np. płyt balkonowych z wewnętrznymi elementami żelbetowymi budynku, np. stropem. Elementy systemu TIPOMEGA® wbudowane są pomiędzy wewnętrzny i zewnętrzny element budowlany (patrz Rys.1).

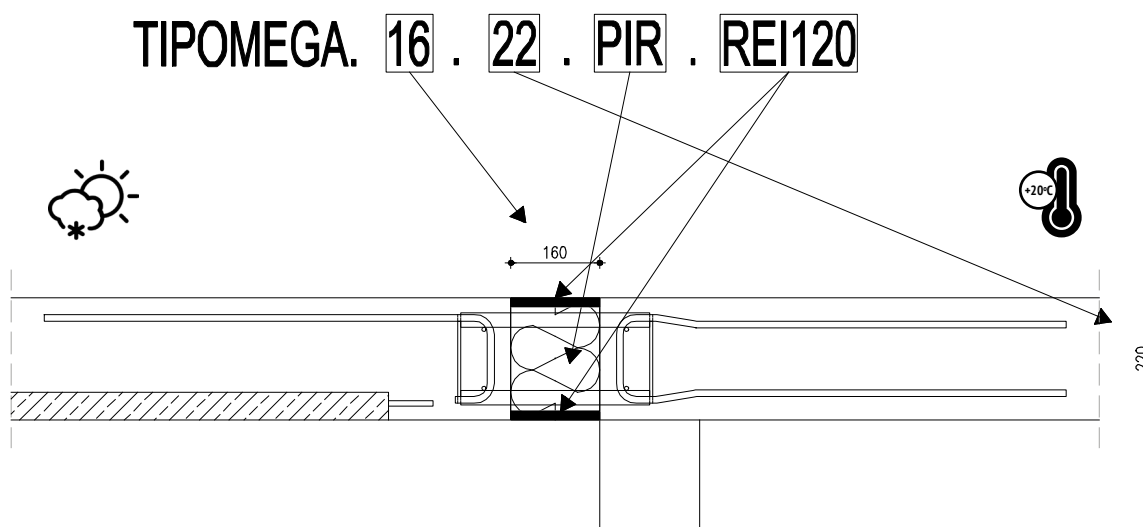


Rys. 1. System TIPOMEGA® w złączeniu liniowym

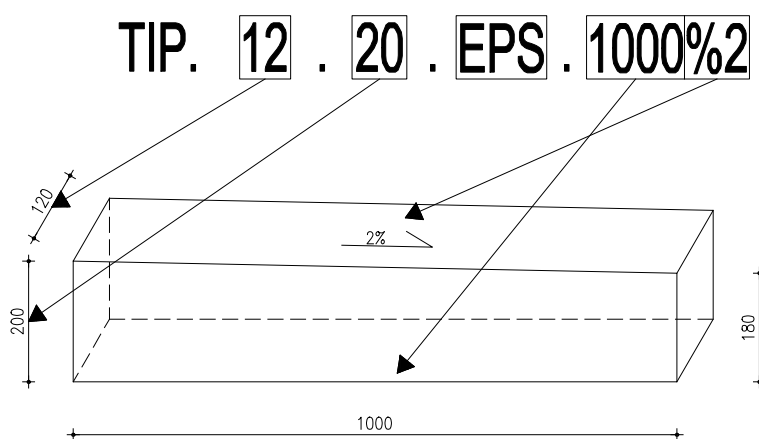
1.2. Oznaczenie

Przyjęto oznaczenia elementów nośnych: OMEGA.XX.YY.ZZ, profili izolacyjnych: TIP.XX.YY.MAT.QQ oraz systemu: TIPOMEGA.XX.YY.MAT.REI, w których:

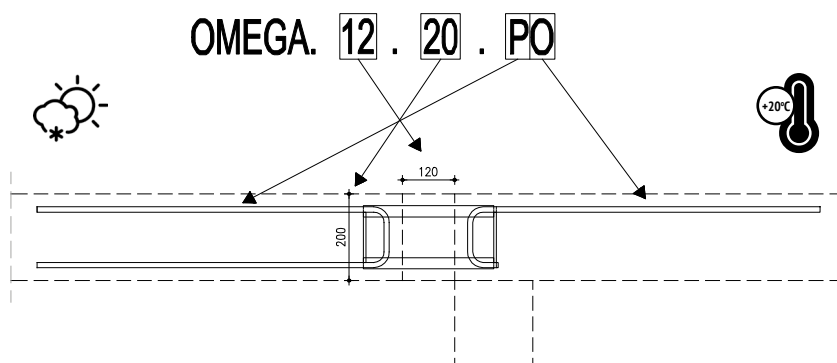
- „XX” jest grubością izolacji systemu (odległością między krawędzią płyty balkonowej a krawędzią płyty stropowej) wyrażoną w centymetrach;
 - „YY” jest całkowitą wysokością izolacji systemu wyrażoną w centymetrach, tożsamą z grubością płyty balkonowej;
 - „ZZ” jest oznaczeniem wariantu prętów przyspawanych do profili OMEGA (patrz Rys. 4), przy czym pierwsza litera oznacza wariant prętów po stronie zewnętrznej połączenia (w płycie balkonowej), natomiast druga litera oznacza wariant prętów po stronie wewnętrznej połączenia (w stropie międzykondygnacyjnym);
 - „QQ” jest oznaczeniem długości profilu izolacyjnego wyrażoną w milimetrach; w tym miejscu podawane są dodatkowe informacje dotyczące profili TIP, np.: typ profilu (górnny/dolny - „GD”, środkowy - „SR”) bądź określenie podłużnego zmniejszenia całkowitej wysokości izolacji systemu, wyrażone w procentach (wariant bez osadzania w nim modułów OMEGA - patrz Rys. 3);
 - „MAT” jest oznaczeniem rodzaju materiału, z którego wykonana jest izolacja (EPS lub XPS lub PIR).
 - „REI” jest oznaczeniem klasy odporności ogniowej systemu TIPOMEGA® (patrz Rys. 2)
- Przykładowe oznaczenia, wraz z wyjaśnieniami graficznymi, przedstawiono na Rys. 2, 3 i 4.



Rys. 2. Przykładowe oznaczenie systemu TIPOMEGA®



Rys. 3. Przykładowe oznaczenie profilu izolacyjnego TIP



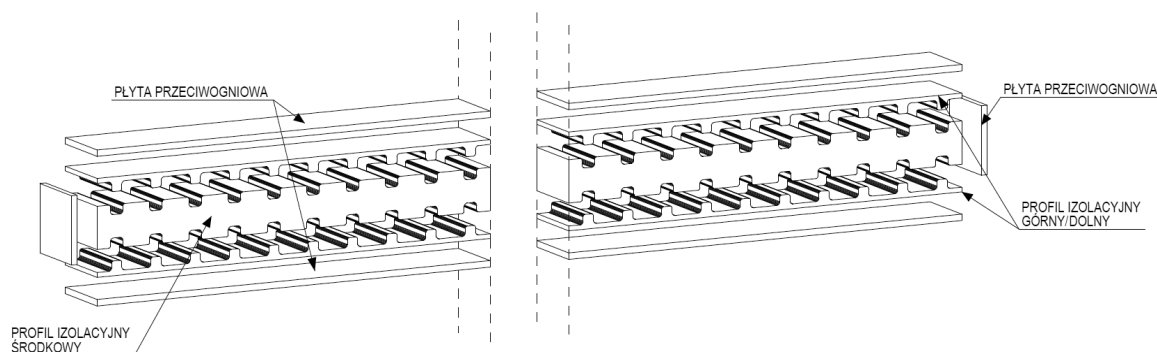
Rys. 4. Przykładowe oznaczenie modułu nośnego OMEGA

1.3. Budowa

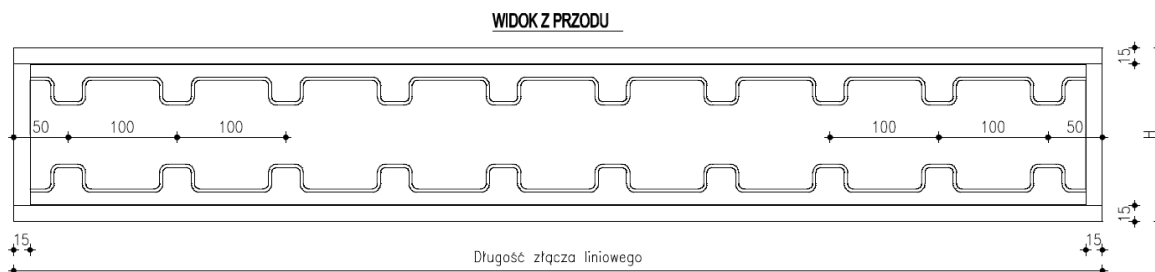
System TIPOMEGA®, występujący zawsze w zestawie, składa się z termicznie izolujących profili TIP oraz modułów nośnych OMEGA. Elementy izolacyjne TIP mogą być wykonane z polistyrenu ekspandowanego (EPS), polistyrenu ekstrudowanego (XPS) bądź poliizocyanuratu (PIR), które od góry i od dołu oraz z obu bocznych skrajnych krawędzi złącza liniowego chronione są od ognia (do klasy REI 120) płytami magnezowymi mcr TECBOR o grubości 15 mm.

Wymiary profili TIP uzależnione są od wysokości zewnętrznego elementu żelbetowego (H) oraz od zastosowanej grubości izolacji w systemie. Elementy izolacyjne TIP, w których osadza się moduły nośne OMEGA, są na etapie produkcji odpowiednio kształtowane w postaci trzech profili: górnego, dolnego i środkowego (patrz Rys. 5). Zmienną wysokością charakteryzuje się tylko profil środkowy. Wymiary profili górnych i profili dolnych są stałe i są uzależnione jedynie od odpowiedniej grubości systemu TIPOMEGA® (12 cm lub 16 cm). W celu ułatwienia montażu na budowie lub w zakładzie prefabrykacji profile izolacyjne środkowe fabrycznie pocięte są na odcinki o odpowiedniej długości i zaopatrzone w pióro/wpust (patrz Rys. 23).

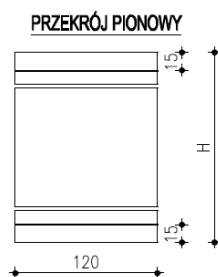
a)



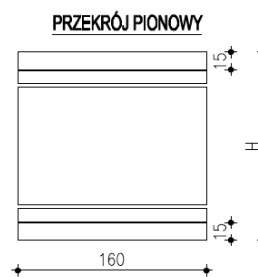
b)



c)



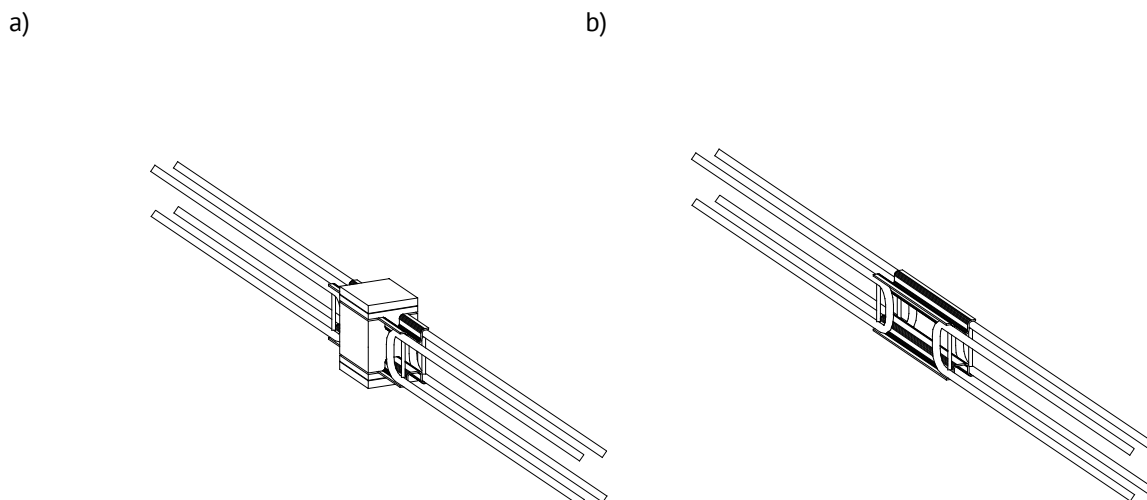
d)



Rys. 5. Profile izolacyjne TIP przygotowane do osadzenia w nich modułów OMEGA

a) widok aksonometryczny; b) widok z przodu
c) przekrój pionowy dla TIP.12; d) przekrój pionowy dla TIP.16

Elementami nośnymi w systemie TIPOMEGA® są, przechodzące przez profile izolacyjne TIP, moduły nośne OMEGA. Występują one w postaci układów zbudowanych ze stalowych profili zimnogiętych i prętów zbrojeniowych, współpracujących z jednej strony z żelbetowymi elementami konstrukcji budynku zaś z drugiej strony – z żelbetową płytą balkonową (patrz Rys. 6).



Rys. 6. Moduł nośny OMEGA

a) z fragmentem izolacji TIP; b) bez izolacji TIP

Profile zimnogięte o kształcie kapeluszowym (omega) i grubości 3 mm, ułożone są w pary (jeden profil nad drugim). W celu uniknięcia korozji w obszarze izolacji, profile wykonane są z blachy ze stali nierdzewnej ferrytyczno-austenitycznej 1.4462 wg PN-EN 10088-1:2007 i PN-EN 10088-4:2010. Każda ułożona równolegle względem siebie i zwrócona grzbietami do siebie para profili omega, połączona jest czterema prętami z żebrowanej stali zbrojeniowej o charakterystycznej granicy wytrzymałości na rozciąganie $f_{tk} \geq 500$ MPa. Pręty są odpowiednio wygięte i przyspawane do końców profili.

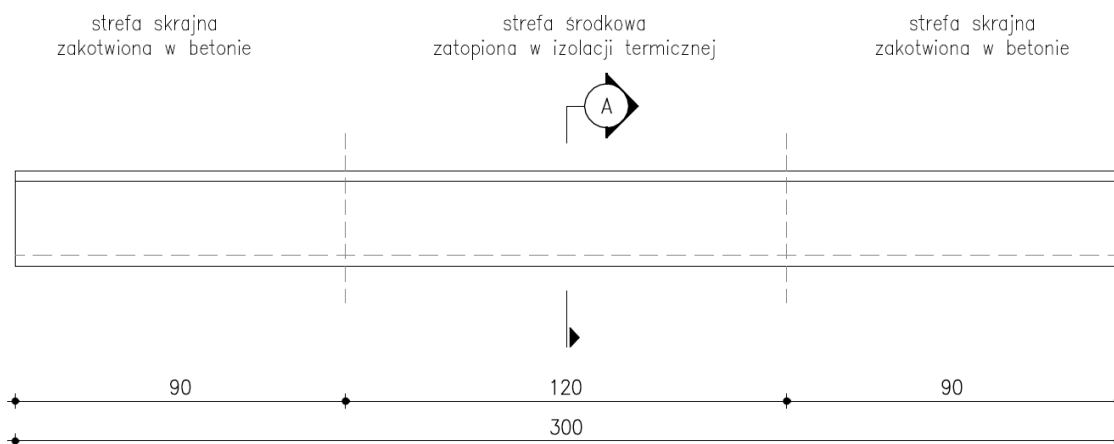
Wymiary i kształt modułów nośnych uzależnione są od wysokości i kształtów łączonych elementów żelbetowych oraz od grubości zastosowanej izolacji w systemie. Wysokości stalowych ramek OMEGA (h_s) uzależnione są od grubości płyty (H). Zależność ta przedstawiona została w Tabelach 1 i 2.

Wszystkie, zastosowane w systemie TIPOMEGA® profile zimnogięte ze stali nierdzewnej, posiadają taki sam kształt i grubość. We wszystkich profilach stalowych można wydzielić trzy strefy: dwie skrajne strefy długości 90 mm, które zakotwione są w elementach żelbetowych oraz strefę środkową profilu zatopioną w izolacji termicznej. Strefa środkowa profili przeznaczonych do systemu TIPOMEGA.12 ma długość 120 mm, natomiast strefa środkowa profili przeznaczonych do systemu TIPOMEGA.16 ma długość 160 mm (patrz Rys. 7, Rys. 8).

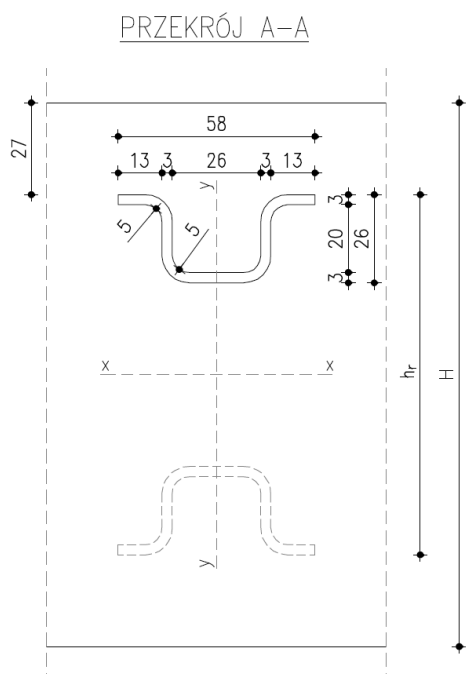
Tab. 1. Zależność wysokości stalowej ramki OMEGA.12 od grubości płyty

OMEGA.12						
Grubość płyty (H)	[mm]	160	180	200	220	240
Wysokość ramki (h _r)	[mm]	106	126	146	166	186

a)



b)



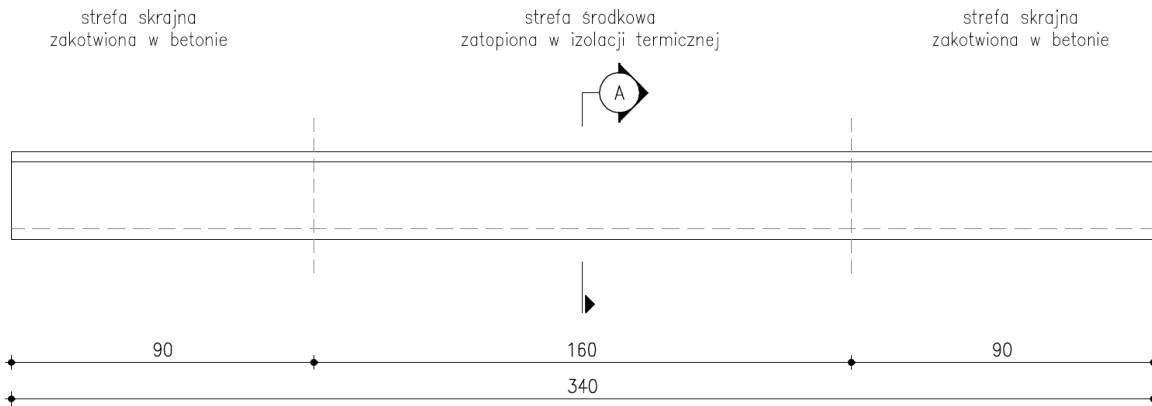
Rys. 7. Kształt profilu zimnogiętego OMEGA.12

a) widok z boku; b) przekrój pionowy

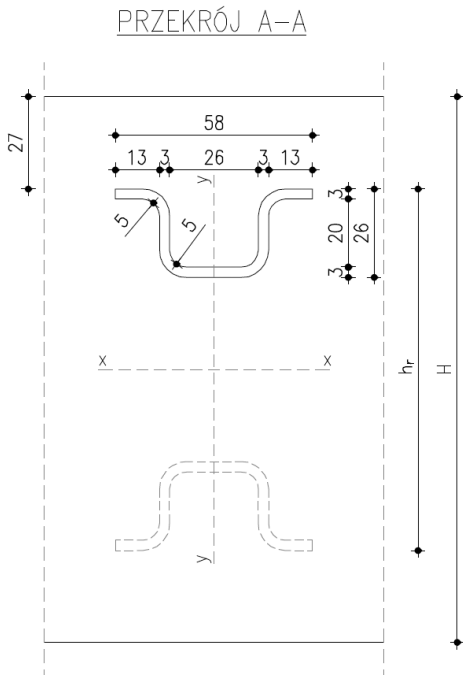
Tab. 2. Zależność wysokości stalowej ramki OMEGA.16 od grubości płyty

OMEGA.16						
Grubość płyty (H)	[mm]	160	180	200	220	240
Wysokość ramki (h _r)	[mm]	106	126	146	166	186

a)



b)



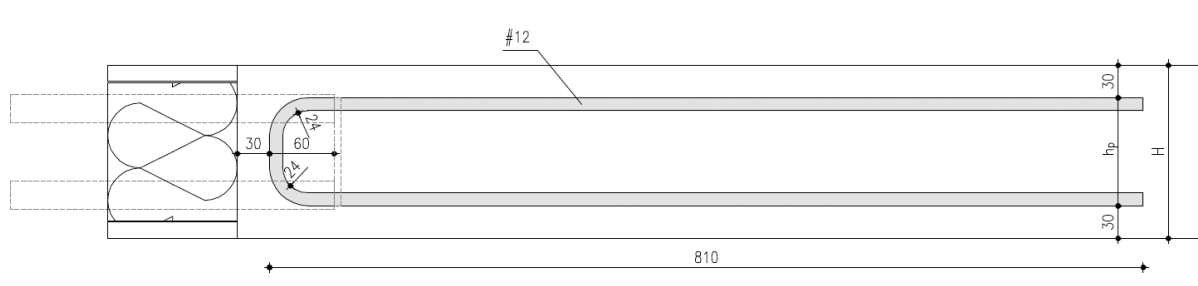
Rys. 8. Kształt profilu zimnogiętego OMEGA.16

a) widok z boku; b) przekrój pionowy

Pręty główne #12 mm z żebrowanej stali zbrojeniowej przeznaczone są zarówno do systemu TIPOMEGA.12 jak i TIPOMEGA.16. W wariantcie podstawowym, oznaczonym literą „P”, pręty posiadają prosto zakończone ramiona o długości 810 mm. Pręty te nachodzą na profile omega na długość 60 mm i są przyspawane do końców górnego i dolnego profilu spoinami pachwinowymi dwustronnymi (patrz Rys. 9). Wysokości prętów #12 mm (h_p) uzależnione są od grubości płyty (H). Zależność ta przedstawiona została w Tabeli 3.

Tab. 3. Zależność wysokości prętów #12 mm od grubości płyty

Pręty #12 mm						
Grubość płyty (H)	[mm]	160	180	200	220	240
Wysokość prętów (h_p)	[mm]	100	120	140	160	180



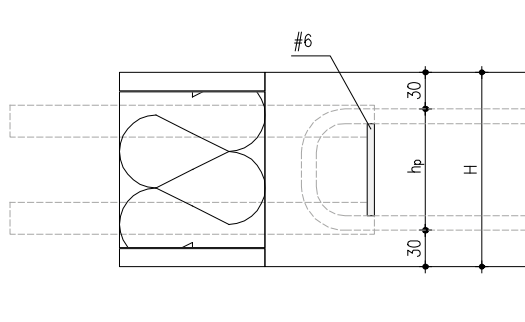
Rys. 9: TIPOMEGA.12/16 – pręty #12 mm w wariantcie podstawowym „P”

W systemach TIPOMEGA.12 i TIPOMEGA.16 występują dodatkowo pręty łączące #6 mm ze stali zbrojeniowej służące do połączenia górnych i dolnych zimnogiętych profili omega (patrz Rys. 10). Wysokości prętów #6 mm (h_p) uzależnione są od grubości płyty (H). Zależność ta przedstawiona została w Tabeli 4.

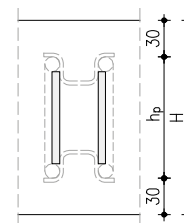
Tab. 4. Zależność wysokości prętów #6 mm od grubości płyty

Pręty #6 mm						
Grubość płyty (H)	[mm]	160	180	200	220	240
Wysokość prętów (h_p)	[mm]	100	120	140	160	180

a)



b)



Rys. 10. TIPOMEGA.12/16 – położenie prętów #6 mm

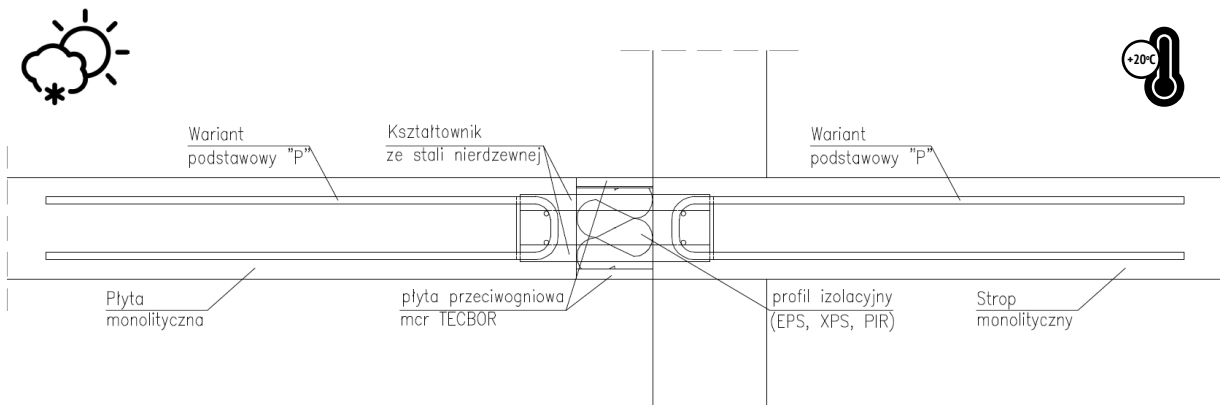
a) widok z boku; b) przekrój pionowy

1.4. Materiały i warianty

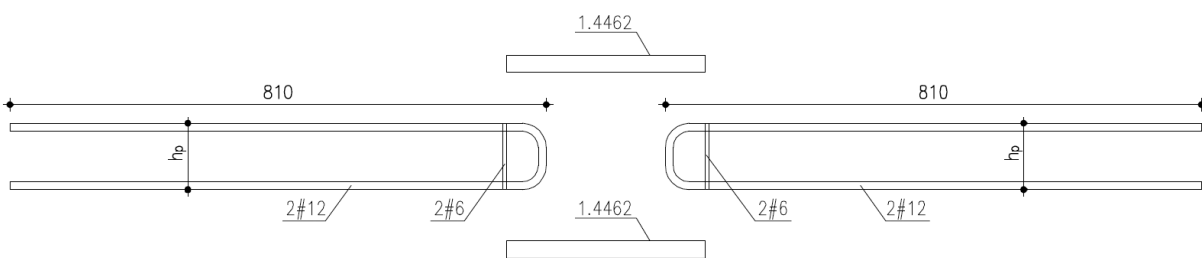
System TIPOMEGA® produkowany jest w następujących wielkościach i z poniższych materiałów:

- Całkowita wysokość systemu (H) – 16 cm, 18 cm, 20 cm, 22 cm lub 24 cm.
- Grubość izolacji w systemie – 12 cm lub 16 cm.
- Rodzaj użytej izolacji termicznej w systemie – EPS, XPS lub PIR.
- Izolacja przeciwoogniowa – płyty mcr TECBOR o grubości 15 mm.
- Profile omega – stal nierdzewna ferrytyczno-austenityczna 1.4462.
- Pręty zbrojeniowe główne #12 mm – żebrowana stal zbrojeniowa o charakterystycznej granicy wytrzymałości na rozciąganie $f_{tk} \geq 500$ MPa.
- Pręty łączące #6 mm – żebrowana stal zbrojeniowa o charakterystycznej granicy wytrzymałości na rozciąganie $f_{tk} \geq 500$ MPa.

a)



b)



Rys. 11. System TIPOMEGA® - wariant podstawowy „P”

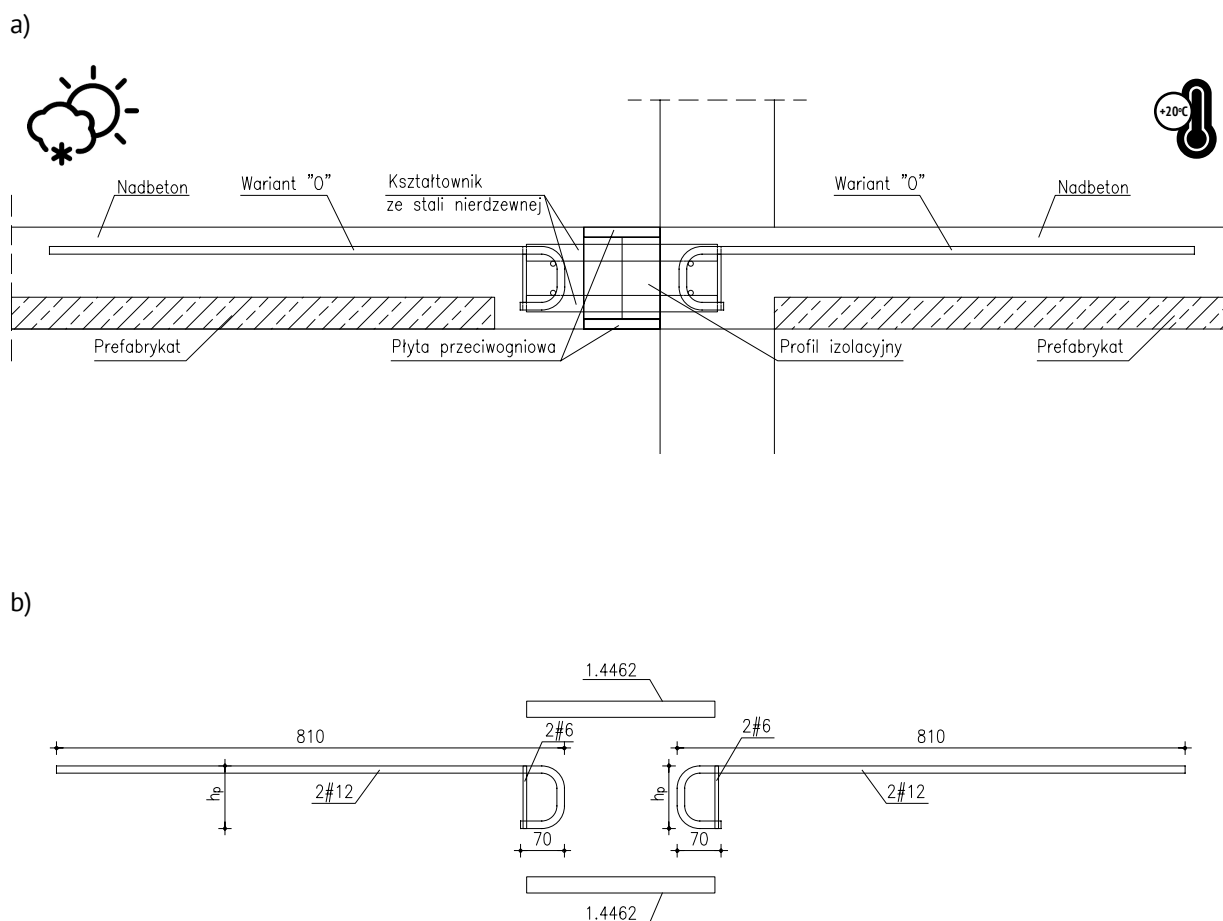
a) łącznik OMEGA w izolacji TIP z obrysem konstrukcji; b) elementy konstrukcyjne modułu OMEGA

W zależności od kształtu i usytuowania względem siebie łączonych przy pomocy systemu TIPOMEGA® elementów zewnętrznych i elementów wewnętrznych budynku, pręty zbrojeniowe główne #12 mm mogą występować również w innych wariantach (patrz Pkt 1.4.1 ÷ Pkt 1.4.3).

1.4.1. Pręty odgięte - wariant „O”

Wariant „O” przeznaczony jest do mocowania zewnętrznej wspornikowej płyty żelbetowej zespolonej usytuowanej na tym samym poziomie co płyta stropowa po stronie wewnętrznej połączenia. Końce przyspawanych do dolnych profili omega prętów głównych #12 mm są odgięte w górę (patrz Rys. 12).

Wariant z prętami odgiętymi może być wykorzystywany jako opcja w połączeniu z wariantami „P”, „K” lub „A”.



Rys. 12. Wariant „O” prętów zbroieniowych głównych #12 mm w żelbetowych płytach zespolonych

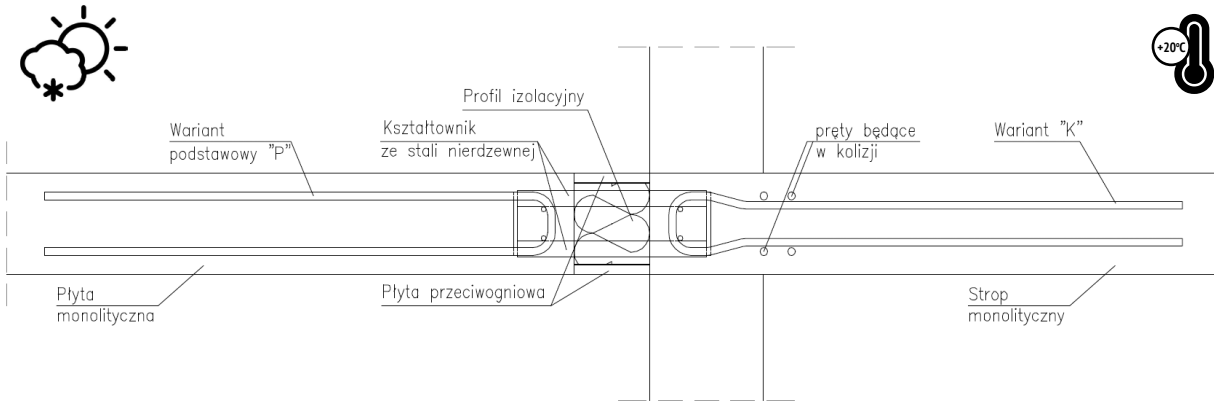
a) łącznik OMEGA w izolacji TIP z obrysem konstrukcji; b) elementy konstrukcyjne modułu OMEGA

1.4.2. Pręty odgięte w celu uniknięcia kolizji - wariant „K”

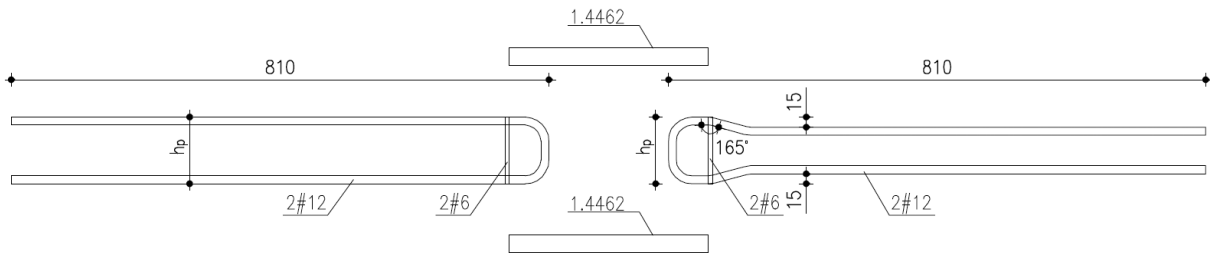
Wariant „K” przeznaczony jest do mocowania zewnętrznej wspornikowej narożnej płyty żelbetowej. Końce przyspawanych do górnych i dolnych profili omega prętów głównych #12 mm po stronie wewnętrznej połączenia są odpowiednio odgięte w celu uniknięcia kolizji z sąsiadującymi prętami w narożniku (patrz Rys. 13).

Wariant „K” może być wykorzystywany jako opcja w połączeniu z wariantami „P”, „O” lub „A”.

a)



b)



Rys. 13. Wariant „K” prętów zbrojeniowych głównych #12 mm

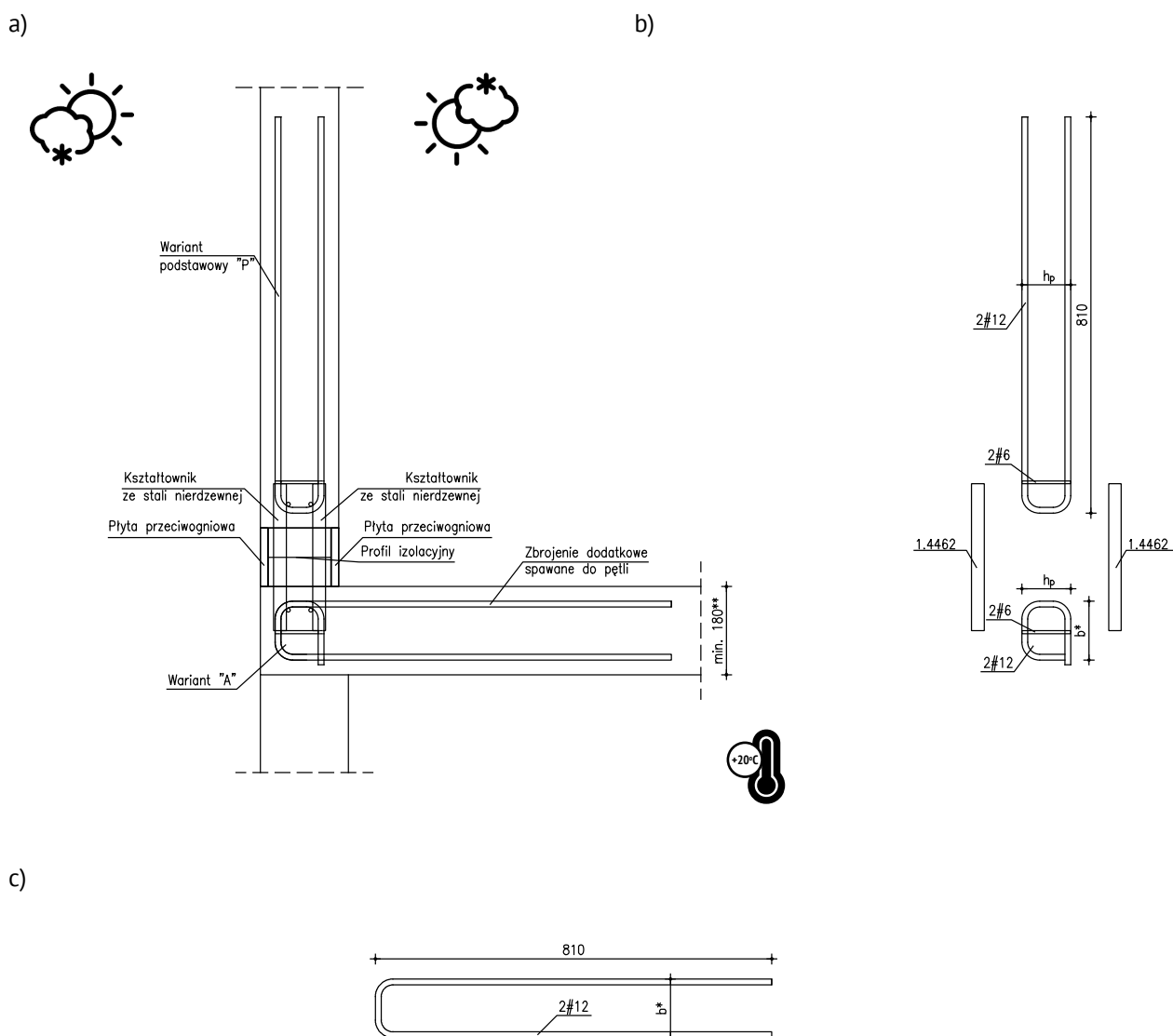
a) łącznik OMEGA w izolacji TIP z obrysem konstrukcji; b) elementy konstrukcyjne modułu OMEGA

1.4.3. Pręty w kształcie pętli - wariant „A”

Wariant „A” przeznaczony jest do mocowania zewnętrznej płyty żelbetowej w belce, ścianie lub płycie żelbetowej usytuowanych po stronie wewnętrznej (stropowej). Pręty główne #12 mm są ukształtowane w pętlę i przyspawane do obu kształtowników ze stali nierdzewnej. Na etapie montażu (na budowie bądź w zakładzie prefabrykacji) wymagane jest dołożenie odpowiednio ukształtowanego zbrojenia dodatkowego 2 x #12 mm. Zbrojenie to powinno być przyspawane bezpośrednio do każdej pętli „A” na całej długości styku.

Wariant „A” może być wykorzystywany jako opcja w połączeniu z wariantami „P”, „K” lub „O”.

Wariant „A” stosowany jest w różnych przypadkach geometrycznych kotwienia zewnętrznej płyty żelbetowej. Na kolejnych rysunkach przedstawiono przykładowe rozwiązania.



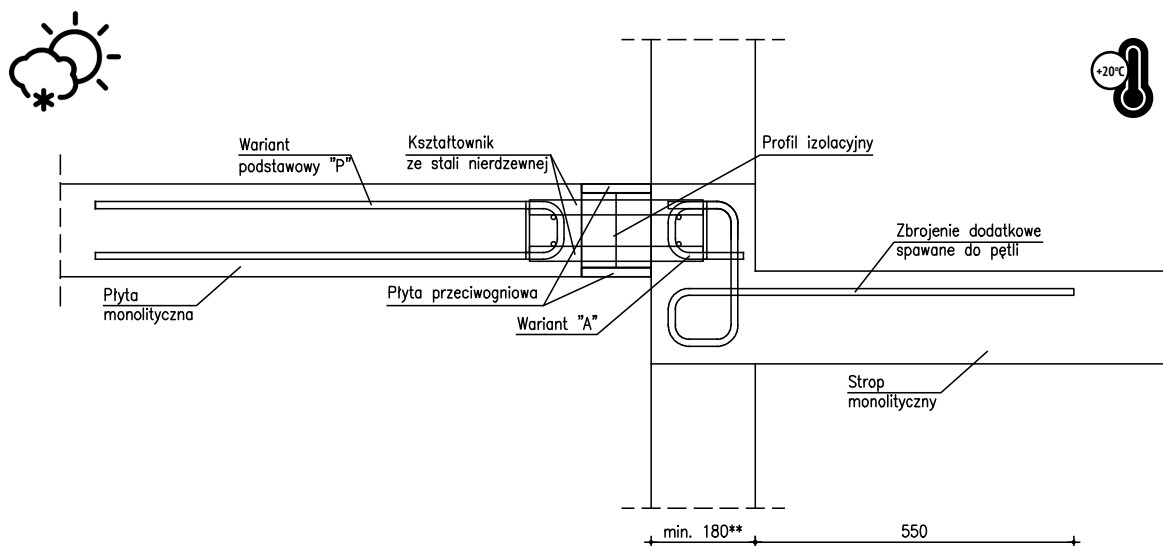
* Wartość b występuje standardowo w dwóch wymiarach: 120 mm i 160 mm.

** Wymiar min. 180 mm oraz jednocześnie nie mniej niż grubość zewnętrznej wspornikowej płyty żelbetowej.

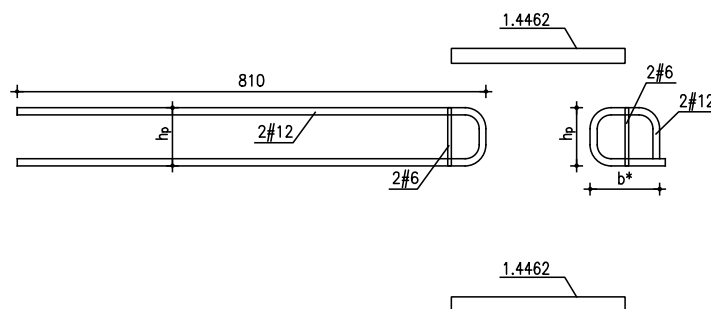
Rys. 14. Wariant „A” w attykach

- a) łącznik OMEGA w izolacji TIP z obrysem konstrukcji; b) elementy konstrukcyjne modułu OMEGA
c) zbrojenie dodatkowe, spawane do pętli „A”

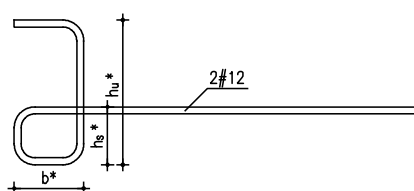
a)



b)



c)



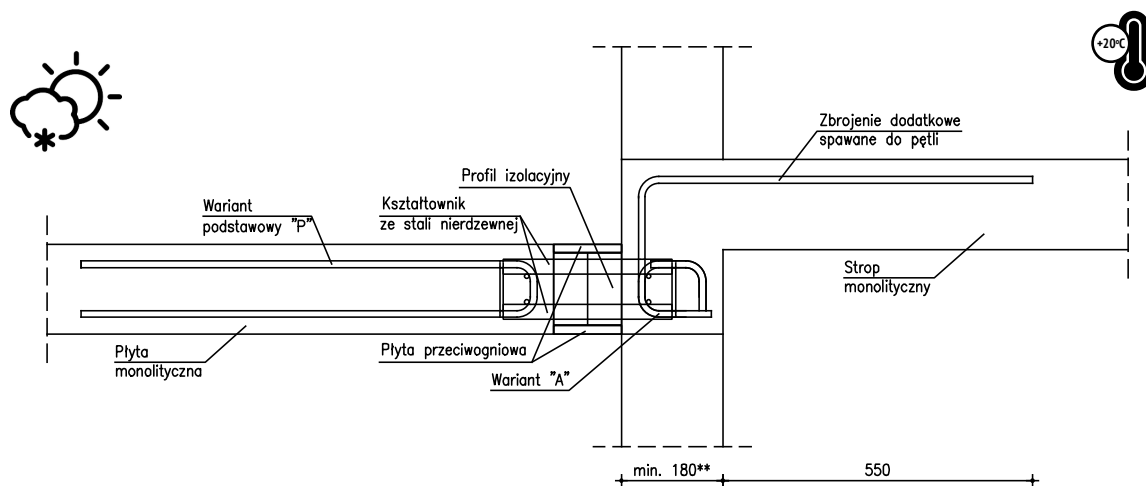
* Wartość b występuje standardowo w dwóch wymiarach: 120 mm i 160 mm, natomiast wartości h_s i h_u dobierane są na podstawie geometrii belki lub płyty stropowej po wewnętrznej stronie połączenia.

** Wymiar min. 180 mm oraz jednocześnie nie mniej niż grubość zewnętrznej wspornikowej płyty żelbetowej.

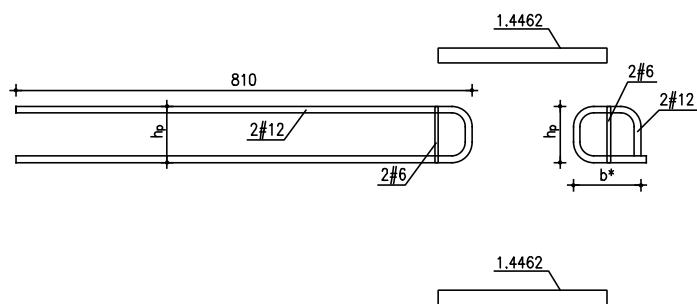
Rys. 15: Wariant „A” w płycie zewnętrznej powyżej płyty wewnętrznej

- a) łącznik OMEGA w izolacji TIP z obrysem konstrukcji; b) elementy konstrukcyjne modułu OMEGA
c) zbrojenie dodatkowe, spawane do pętli „A”

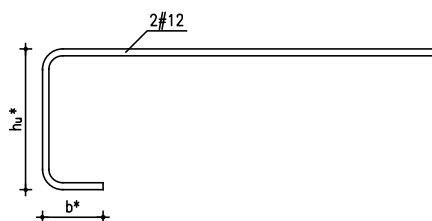
a)



b)



c)

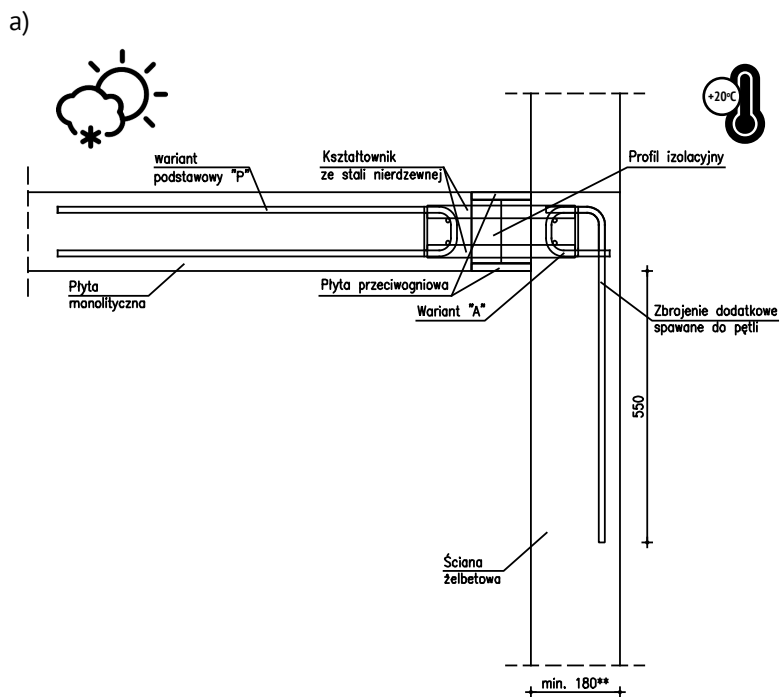


* Wartość b występuje standardowo w dwóch wymiarach: 120 mm i 160 mm, natomiast wartość h_w dobierana jest na podstawie geometrii belki lub płyty stropowej po wewnętrznej stronie połączenia.

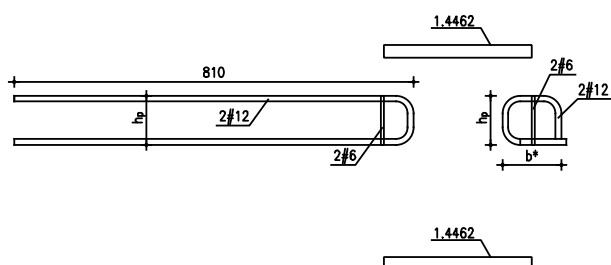
** Wymiar min. 180 mm oraz jednocześnie nie mniej niż grubość zewnętrznej wspornikowej płyty żelbetowej.

Rys. 16. Wariant „A” w płycie zewnętrznej poniżej płyty wewnętrznej

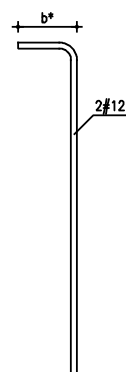
- a) łącznik OMEGA w izolacji TIP z obrysem konstrukcji; b) elementy konstrukcyjne modułu OMEGA
c) zbrojenie dodatkowe, spawane do pętli „A”



b)



c)



* Wartość b występuje standardowo w dwóch wymiarach: 120 mm i 160 mm.

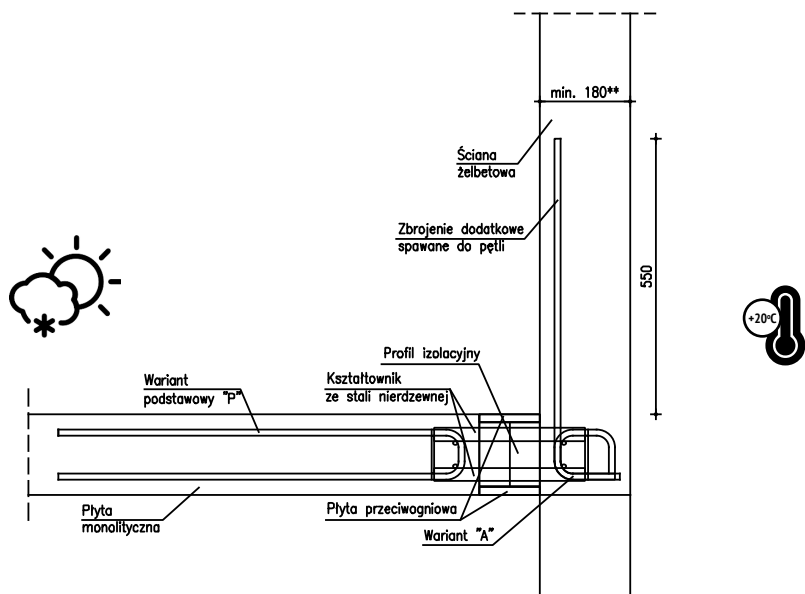
** Wymiar min. 180 mm oraz jednocześnie nie mniej niż grubość zewnętrznej wspornikowej płyty żelbetowej.

Rys. 17. Wariant „A” w płycie zewnętrznej mocowanej do ściany skierowanej w dół

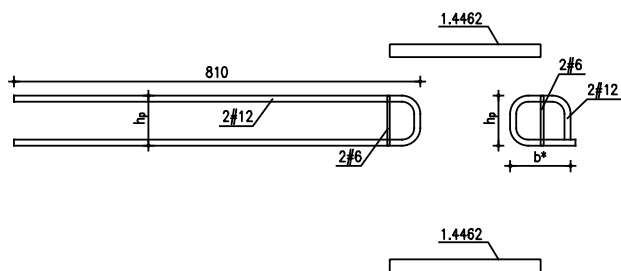
a) łącznik OMEGA w izolacji TIP z obrysem konstrukcji; b) elementy konstrukcyjne modułu OMEGA

c) zbrojenie dodatkowe, spawane do pętli „A”

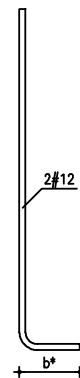
a)



b)



c)



* Wartość b występuje standardowo w dwóch wymiarach: 120 mm i 160 mm.

** Wymiar min. 180 mm oraz jednocześnie nie mniej niż grubość zewnętrznej wspornikowej płyty żelbetowej.

Rys. 18. Wariant „A” w płycie zewnętrznej mocowanej do ściany skierowanej w górę

- a) łącznik OMEGA w izolacji TIP z obrysem konstrukcji;
- b) elementy konstrukcyjne modułu OMEGA
- c) zbrojenie dodatkowe, spawane do pętli „A”

2. WARUNKI STOSOWANIA

2.1. Wymagania dotyczące łączonych elementów konstrukcyjnych

Zastosowanie systemu TIPOMEGA® wymaga spełnienia następujących warunków:

- łączone żelbetowe elementy konstrukcyjne (np.: płyta balkonowa i płyta stropowa) muszą być wykonane z betonu o klasie wytrzymałości nie niższej niż C20/25;
- łączone żelbetowe elementy konstrukcyjne muszą być odpowiednio zbrojone; ilość i rodzaj zbrojenia musi być dobrana na podstawie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych, zgodnie z zasadami wymiarowania (spełnienia stanów granicznych nośności i użytkowania);
- otulina prętów zbrojeniowych (dotyczy to również prętów zbrojeniowych systemu TIPOMEGA®) nie powinna być mniejsza niż 30 mm;
- odległości między dylatacjami zewnętrznych płyt żelbetowych muszą być dobrane na podstawie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych wykonanych na podstawie PN-EN 1992-1-1.

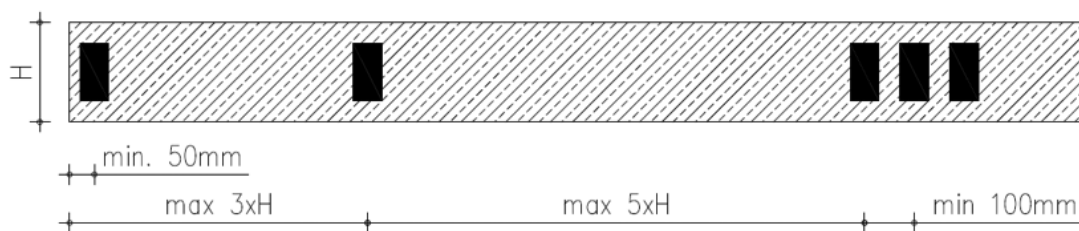
2.2. Ochrona przeciwpożarowa

System nośnej izolacji balkonów TIPOMEGA® chroniony jest przed ogniem do klasy odporności ogniowej REI 120 płytami magnezowymi MgO o grubości 15 mm. Ochrona ta wykonana jest na wszystkich nieosłoniętych betonem powierzchniach złącza liniowego, tzn. wzdłuż całego połączenia od góry i od dołu złącza oraz na jego obu bocznych krawędziach.

2.3. Obliczenia statyczne i konstrukcja

Podstawowym pojedynczym elementem nośnym systemu TIPOMEGA® jest moduł OMEGA w postaci stalowej ramki. Ramka zbudowana jest z zimnogiętych profili kapeluszowych oraz prętów zbrojeniowych. Moduły OMEGA montowane są w zbrojenie elementów żelbetowych budynku. Oprócz zbrojenia nośnego, wynikającego z obliczeń statyczno-wytrzymałościowych, do łączonych elementów żelbetowych należy wprowadzić dodatkowe pręty konstrukcyjne (patrz Pkt.3.2). Nośność na ścinanie V (wyrażona w [kN]) oraz nośność na zginanie M (wyrażona w [kNm]) pojedynczego modułu OMEGA zależy od grubości izolacji oraz wysokości izolacji tożsamej z grubością łączonych elementów żelbetowych. Uwzględniając nośność stref wbetonowania modułów pod uwagę należy wziąć również klasę wytrzymałości betonu oraz rozstaw modułów. Pary dopuszczalnych maksymalnych wartości sił V i momentów zginających M pokazano na diagramach interakcyjnych (patrz Diag. 1, Diag. 2) oraz zestawiono w tabelach (patrz Tab. 6÷15). We wszystkich wariantach kształtu prętów zbrojeniowych głównych #12 mm ramka OMEGA ma możliwość przenoszenia sił poprzecznych V także z przeciwnymi znakami. Dodatkowo we wszystkich wariantach moduły nośne, przy odpowiednim ukształtowaniu prętów zbrojeniowych głównych #12 mm, przenoszą w obu kierunkach również momenty zginające M .

Rozstaw modułów OMEGA musi być tak dobrany, aby ich nośność liniowa była nie mniejsza niż obliczeniowe wartości sił i momentów w połączeniu, uzyskane na drodze obliczeń statyczno-wytrzymałościowych. Przez nośność liniową rozumie się tu iloraz nośności pojedynczego modułu OMEGA i rozstawu modułów na danym odcinku. Dopuszcza się wykonywanie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych przy założeniu ciągłego, liniowego zespolenia łączonych żelbetowych elementów konstrukcyjnych. W systemie TIPOMEGA® dopuszczalne są osiowe rozstawy elementów nośnych OMEGA będące wielokrotnością 100 mm (tj.: 100 mm, 200 mm, 300 mm itd.). Maksymalnym osiowym rozstawem modułów OMEGA jest wartość równa $5H$, gdzie H oznacza grubość zewnętrznego elementu żelbetowego. Minimalna dopuszczalna odległość od osi elementu nośnego do prostopadłej krawędzi zewnętrznej łączonego elementu żelbetowego wynosi 50 mm. Maksymalną odległością od osi ramki OMEGA do krawędzi zewnętrznej połączenia, przy której nie występują deformacje płyty (poprzecznie do modułów OMEGA) z dominującym obciążeniem bocznym, prowadzące do nierównomiernego obciążenia modułów, jest wartość $3H$ (patrz Rys. 19). W przypadku konieczności przekroczenia maksymalnych odległości $3H$ oraz $5H$ należy zaprojektować dodatkowo odpowiednie zbrojenie w łączonych elementach żelbetowych.



Rys. 19. Ograniczenia odległości dla modułów OMEGA

Podatność sprężystą pionową pojedynczej ramki OMEGA w połączeniach elementów żelbetowych przy pomocy systemu TIPOMEGA® należy przyjmować w przybliżeniu równą:

- 70 000 kN/m - dla OMEGA.12,
- 30 000 kN/m - dla OMEGA.16.

Podatność sprężystą obrotową pojedynczej ramki OMEGA, uzależniona od grubości płyty (H) oraz od grubości izolacji systemu TIPOMEGA® (OMEGA.12 lub OMEGA.16) określona została w Tabeli 5.

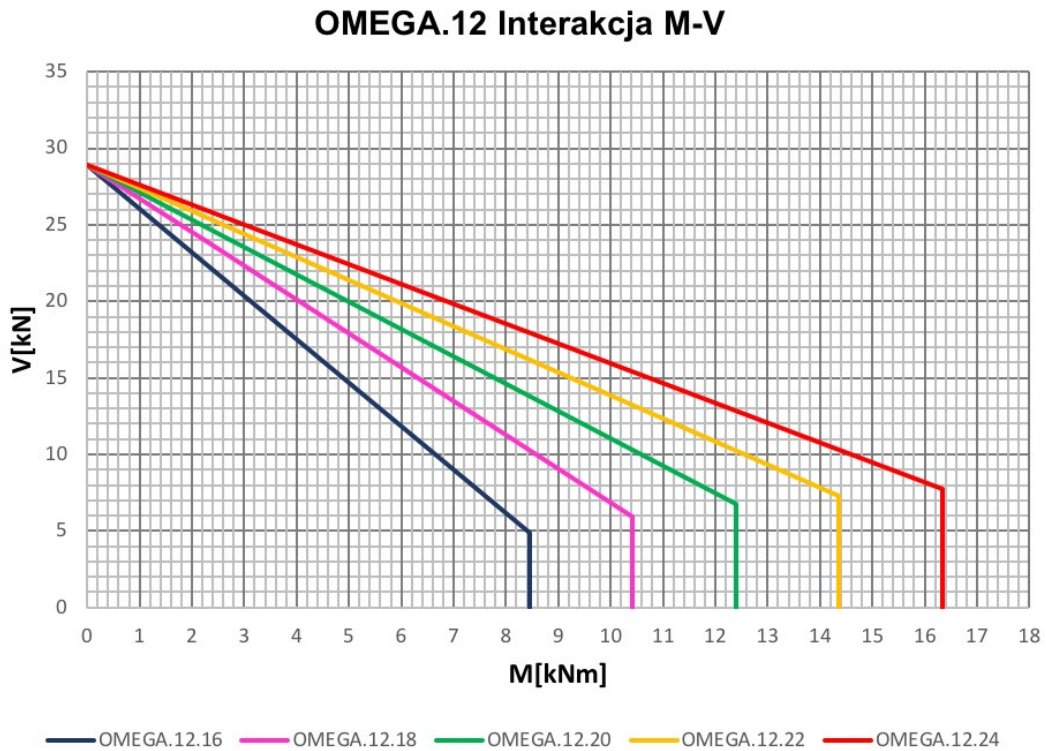
Tab. 5. Zależność sztywności giętej połączenia w systemie TIPOMEGA®

Grubość płyty (H), [mm]	160	180	200	220	240
OMEGA.12, [kNm/rad]	1 500	2 300	3 350	4 550	5 950
OMEGA.16, [kNm/rad]	1 100	1 750	2 500	3 400	4 450

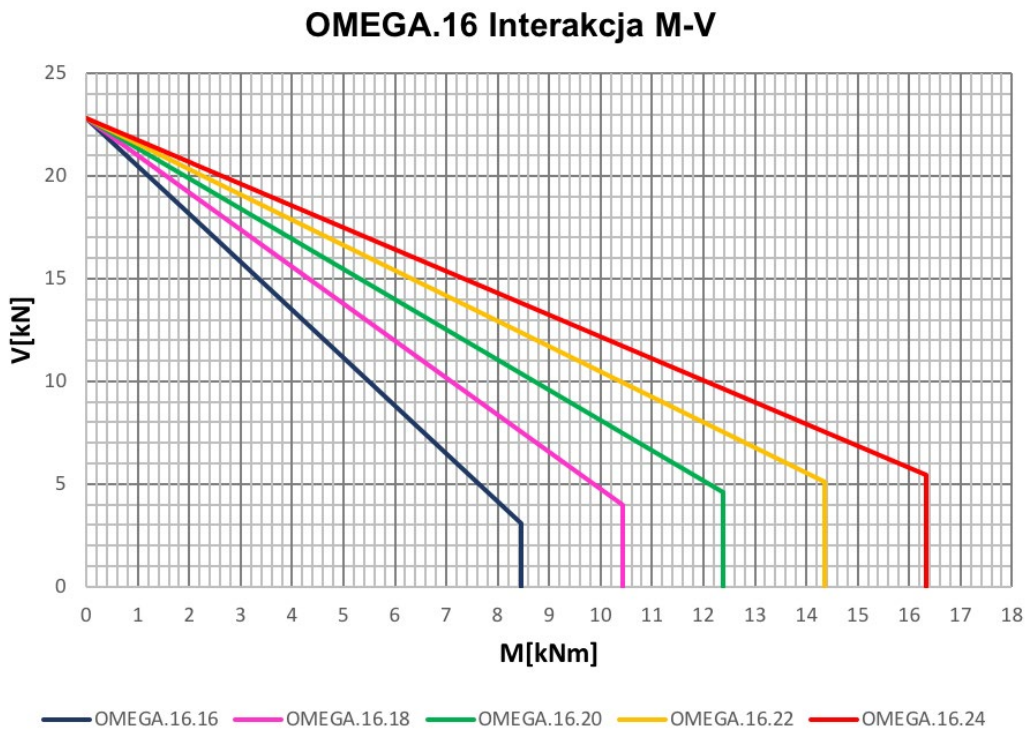
W przypadku grupowania modułów OMEGA w strefach, w których występuje lokalny wzrost sił przekrojowych (np. w narożnikach lub przy przewieszeniu płyty balkonowej poza krawędź budynku) należy przyjąć maksymalną długość uśredniania sił równą 80 cm. Oznacza to, że przy rozstawie modułów OMEGA równym 20 cm, siły można uśrednić na 5 modułów (położenie 0-20-40-60-80 cm). Analogicznie, w przypadku rozstawów modułów OMEGA co 10 cm, siły można uśrednić na 9 modułów (położenie 0-10-20-30-40-50-60-70-80 cm). Warunkiem koniecznym dla powyższych przypadków jest występowanie w całej grupie modułów sił przekrojowych o tych samych znakach.

2.3.1. Wykresy i tabele interakcji

Poniżej przedstawiono, w formie diagramów interakcyjnych oraz tabel, pary dopuszczalnych maksymalnych wartości sił V i momentów zginających M .



Diag. 1. Wykres interakcji M-V dla modułów OMEGA.12



Diag. 2. Wykres interakcji M-V dla modułów OMEGA.16

Tab. 6. Tabela interakcji V-M oraz M-V dla modułów OMEGA.12.16

OMEGA. 12. 16												
V [kN]	4,88	5,00	7,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00	22,50	25,00	27,50	28,90
M [kNm]	8,46	8,41	7,53	6,65	5,77	4,89	4,01	3,13	2,25	1,37	0,49	0,00
M [kNm]	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	8,46		
V [kN]	28,90	26,06	23,22	20,38	17,54	14,70	11,86	9,02	6,18	4,88		

Tab. 7. Tabela interakcji V-M oraz M-V dla modułów OMEGA.12.18

OMEGA. 12. 18												
V [kN]	5,96	7,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00	22,50	25,00	27,50	28,90	
M [kNm]	10,42	9,72	8,58	7,45	6,31	5,17	4,04	2,90	1,77	0,63	0,00	
M [kNm]	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	10,42
V [kN]	28,90	26,69	24,49	22,29	20,09	17,89	15,69	13,49	11,29	9,09	6,88	5,96

Tab. 8. Tabela interakcji V-M oraz M-V dla modułów OMEGA.12.20

OMEGA. 12. 20														
V [kN]	6,72	7,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00	22,50	25,00	27,50	28,90			
M [kNm]	12,39	11,95	10,56	9,16	7,76	6,37	4,97	3,57	2,17	0,78	0,00			
M [kNm]	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	12,39
V [kN]	28,90	27,11	25,32	23,53	21,74	19,95	18,16	16,37	14,58	12,79	11,00	9,21	7,42	6,72

Tab. 9. Tabela interakcji V-M oraz M-V dla modułów OMEGA.12.22

OMEGA. 12. 22																
V [kN]	7,29	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00	22,50	25,00	27,50	28,90						
M [kNm]	14,36	12,56	10,90	9,23	7,57	5,91	4,25	2,59	0,93	0,00						
M [kNm]	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	14,36
V [kN]	28,90	27,39	25,89	24,38	22,88	21,37	19,87	18,36	16,86	15,36	13,85	12,35	10,84	9,34	7,83	7,29

Tab. 10. Tabela interakcji V-M oraz M-V dla modułów OMEGA.12.24

OMEGA. 12. 24																		
V [kN]	7,74	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00	22,50	25,00	27,50	28,90								
M [kNm]	16,33	14,59	12,66	10,73	8,80	6,87	4,94	3,01	1,08	0,00								
M [kNm]	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	16,33
V [kN]	28,90	27,60	26,30	25,01	23,71	22,42	21,12	19,83	18,53	17,24	15,94	14,65	13,35	12,06	10,76	9,46	8,17	7,74

Tab. 11. Tabela interakcji V-M oraz M-V dla modułów OMEGA.16.16

OMEGA. 16.16										
V [kN]	3,08	5,00	7,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00	22,50	22,82
M [kNm]	8,46	7,63	6,56	5,49	4,42	3,35	2,28	1,20	0,13	0,00
M [kNm]	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	8,46
V [kN]	22,82	20,48	18,15	15,82	13,48	11,15	8,82	6,48	4,15	3,08

Tab. 12. Tabela interakcji V-M oraz M-V dla modułów OMEGA.16.18

OMEGA. 16.18												
V [kN]	3,97	5,00	7,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00	22,50	22,82		
M [kNm]	10,42	9,85	8,47	7,08	5,70	4,32	2,94	1,55	0,17	0,00		
M [kNm]	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	10,42
V [kN]	22,82	21,01	19,20	17,39	15,58	13,77	11,97	10,16	8,35	6,54	4,73	3,97

Tab. 13. Tabela interakcji V-M oraz M-V dla modułów OMEGA.16.20

OMEGA. 16.20														
V [kN]	4,60	5,00	7,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00	22,50	22,82				
M [kNm]	12,39	12,11	10,41	8,71	7,01	5,31	3,61	1,91	0,21	0,00				
M [kNm]	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	12,39
V [kN]	22,82	21,34	19,87	18,40	16,93	15,46	13,99	12,52	11,05	9,58	8,11	6,64	5,17	4,60

Tab. 14. Tabela interakcji V-M oraz M-V dla modułów OMEGA.16.22

OMEGA. 16.22															
V [kN]	5,07	7,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00	22,50	22,82						
M [kNm]	14,36	12,39	10,37	8,35	6,32	4,30	2,28	0,25	0,00						
M [kNm]	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00
V [kN]	22,82	21,58	20,34	19,11	17,87	16,64	15,40	14,17	12,93	11,70	10,46	9,22	7,99	6,75	5,52

Tab. 15. Tabela interakcji V-M oraz M-V dla modułów OMEGA.16.22

OMEGA. 16.24																	
V [kN]	5,43	7,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00	22,50	22,82								
M [kNm]	16,33	14,39	12,04	9,69	7,34	4,99	2,64	0,30	0,00								
M [kNm]	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00
V [kN]	22,82	21,75	20,69	19,62	18,56	17,49	16,43	15,37	14,30	13,24	12,17	11,11	10,04	8,98	7,91	6,85	5,79

2.3.2. Ograniczenia projektowe

W Tabelach 15. i 16. zestawiono ograniczenia nośności na ścinanie i przebicie pojedynczych modułów OMEGA w strefie zakotwienia, wynikające z uproszczonej analizy statyczno-wytrzymałościowej płyty żelbetonowej współpracującej z systemem TIPOMEGA®. Ograniczenia te nie mają charakteru kategoriowego lecz stanowią pomoc dla projektantów w sytuacjach, gdy nie jest prowadzona pełna analiza nośności płyt. W przypadku, gdy wykonywane są dokładne obliczenia nośności płyty żelbetonowej (uwzględniające ewentualne dodatkowe elementy nośne lub zbrojenie na ścinanie lub przebicie), należy pominąć ograniczenia przedstawione w Tab. 16. oraz Tab. 17. i stosować nośności płyty wynikające z tych obliczeń. Przykłady wykonania zbrojenia łączącego dla systemu TIPOMEGA® podano w punkcie 3.2.3.

Tab. 16. Tabela ograniczeń nośności V [kN/element] dla pojedynczego modułu OMEGA.12

OMEGA.12						
Klasa wytrzymałości betonu	Rozstaw OMEGA [mm]	Grubość płyty [mm]				
		160	180	200	220	240
C20/25	100	10,58	11,68	12,74	13,76	14,67
	200	16,79	18,55	20,23	21,84	23,28
	300	19,38	23,65	26,50	-	-
	≥400	19,38	23,65	28,13	-	-
C25/30	100	11,39	12,59	13,73	14,82	15,80
	200	18,08	19,98	21,79	23,53	25,08
	≥300	20,87	25,48	28,55	-	-
C30/37	100	12,11	13,37	14,59	15,75	16,79
	200	19,22	21,23	23,15	25,00	26,65
	≥300	22,18	27,07	-	-	-
C35/45	100	12,74	14,08	15,36	16,58	17,67
	200	20,23	22,35	24,37	26,32	28,05
	≥300	23,35	28,50	-	-	-

Tab. 17. Tabela ograniczeń nośności V [kN/element] dla pojedynczego modułu OMEGA.16

OMEGA.16						
Klasa wytrzymałości betonu	Rozstaw OMEGA [mm]	Grubość płyty [mm]				
		160	180	200	220	240
C20/25	100	10,58	11,68	12,74	13,76	14,67
	200	16,79	18,55	20,23	21,84	-
	≥300	19,38	-	-	-	-
C25/30	100	11,39	12,59	13,73	14,82	15,80
	200	18,08	19,98	21,79	-	-
	≥300	20,87	-	-	-	-
C30/37	100	12,11	13,37	14,59	15,75	16,79
	200	19,22	21,23	-	-	-
	≥300	22,18	-	-	-	-
C35/45	100	12,74	14,08	15,36	16,58	17,67
	200	20,23	22,35	-	-	-
	≥300	-	-	-	-	-

Symbol „-” w danej komórce oznacza, że jedyne ograniczenia dla danego przypadku wynikają z wykresów interakcji M - V pokazanych na Diag. 1 i 2.

2.4. Fizyka cieplna

Dobór grubości izolacji termicznej systemu TIPOMEGA® (wybór pomiędzy TIPOMEGA.12 i TIPOMEGA.16) powinien zapewnić spełnienie odpowiednich warunków ciepłno-wilgotnościowych.

2.4.1. Podstawowe definicje i symbole

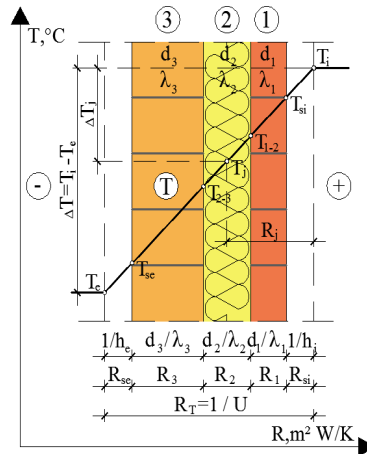
Materiał	część wyrobu, niezależnie od formy dostawy, kształtu i wymiarów, bez żadnej okładziny lub powłoki
Wyrób	końcowa forma materiału gotowego do użytku, o danym kształcie i wymiarach z okładzinami lub powłokami
Wyrób budowlany	każdy wyrób lub zestaw wyprodukowany i wprowadzony do obrotu w celu trwałego wbudowania w obiektach budowlanych lub ich częściach
Komponent budowlany	element budynku lub jego części (główna część budynku, np. ściana, strop, dach)
Przegroda budowlana	konstrukcja oddzielająca pomieszczenie od środowiska zewnętrznego lub innego pomieszczenia
Ciepło	forma przekazywania /przenoszenia/ części energii przez granice układu dzięki różnicy temperatury
Gęstość strumienia cieplnego	ilość ciepła przepływająca z jednego ośrodka do drugiego w jednostce czasu przez jednostkę powierzchni
Ciepło właściwe	ilość ciepła potrzebna, przy stałym ciśnieniu, do podwyższenia temperatury 1 kg masy danego materiału o 1K
Pole temperatur	układ wartości temperatur w przestrzeni, rozpatrywany w tej samej chwili
Współczynnik przenikania ciepła	strumień cieplny w stanie ustalonym podzielony przez pole powierzchni i różnicę temperatury po obu stronach przegrody /układu/
Współczynnik przewodzenia ciepła	charakteryzuje intensywność wymiany ciepła przez dany materiał; wyraża ilość ciepła w W, przepływająca w 1 s przez 1 m ² homogenicznej warstwy materiału o grubości 1 m prostopadłe do powierzchni, gdy różnica temperatur na przeciwległych powierzchniach tego prostopadłościanu wynosi 1 K
Całkowity opór cieplny	suma oporów cieplnych wszystkich warstw materiału przegrody z uwzględnieniem oporów przyjmowania ciepła
Warstwa jednorodna cieplnie	warstwa o stałej grubości i stałych właściwościach cieplnych, którą można uznać za jednorodną w postaci współczynnika przewodzenia ciepła
Warstwa niejednorodna cieplnie	warstwa o zmiennych właściwościach cieplnych w postaci współczynnika przewodzenia ciepła
Opór dyfuzyjny	opór jaki stawia materiał przepływowi pary wodnej
Dyfuzyjnie równoważna warstwa powietrza	grubość warstwy nieruchomego powietrza o takim samym oporze dyfuzyjnym jak rozważana warstwa materiału

U	współczynnik przenikania ciepła	[W/(m ² ·K)]
U _c	skorygowany współczynnik przenikania ciepła	[W/(m ² ·K)]
U _{c(max)}	maksymalna /graniczna/ wartość współczynnika przenikania ciepła	[W/(m ² ·K)]
t _i	temperatura powietrza wewnętrznego	[°C]
t _e	temperatura powietrza zewnętrznego	[°C]
t _{si}	temperatura na wewnętrznej powierzchni przegrody	[°C]
t _{se}	temperatura na zewnętrznej powierzchni przegrody	[°C]
R _T	całkowity opór cieplny przegrody złożonej z płaskich warstw jednorodnych	[(m ² ·K)/W]
R _{si}	opór przyjmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej	[(m ² ·K)/W]
R _{se}	opór przyjmowania ciepła na powierzchni zewnętrznej	[(m ² ·K)/W]
R _{ni}	obliczeniowe opory cieplne każdej warstwy	[(m ² ·K)/W]
d	grubość warstwy	[m]
λ	współczynnik przewodzenia ciepła materiału	[W/(m·K)]
R' _T	kres górny całkowitego oporu cieplnego	[(m ² ·K)/W]
R'' _T	kres dolny całkowitego oporu cieplnego	[(m ² ·K)/W]
R _{Ta}	całkowite opory cieplne od środowiska do środowiska wycinka	[(m ² ·K)/W]
f _a	względne pola powierzchni wycinka	[-]
λ''	równoważna wartość współczynnika przewodzenia ciepła	[W/(m·K)]
λ _{eq}	ekwiwalentna wartość współczynnika przewodzenia ciepła	[W/(m·K)]

2.4.2. Projektowanie termiczne przegród zewnętrznych

Przenikanie ciepła w budynkach może być przeprowadzone przy podziale struktury na typowe przegrody: ściany, okna, drzwi, podłogi, dachy, w odniesieniu do których straty ciepła można obliczać oddzielnie na podstawie jednowymiarowego modelu przepływu ciepła, przy założeniu jednorodnej struktury przegrody, złożonej z równoległych warstw, do których strumień ciepły jest prostopadły.

Straty ciepła przez pojedyncze elementy budynku, przy przyjęciu pewnych uproszczeń, można określić za pomocą współczynnika przenikania ciepła U [$W/(m^2 \cdot K)$] (Rys. 1).



Rys. 20. Przenikanie ciepła przez przegrodę budowlaną

Projektowanie przegród budowlanych wymaga uwzględnienia klimatu miejscowego, jaki panuje w otoczeniu budynku oraz mikroklimatu pomieszczeń. Największy wpływ na kształtowanie właściwości cieplno-wilgotnościowych przegród mają:

- temperatura,
- wilgotność względna,
- natężenie promieniowania słonecznego.

Współczynnik przenikania ciepła U [$W/(m^2 \cdot K)$] określa stratę ciepła odniesioną do jednostkowej różnicy temperatury wewnętrznej i zewnętrznej oraz jednostkowej powierzchni elementu budowlanego:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

gdzie:

R_T – całkowity opór cieplny przegrody złożonej z płaskich warstw jednorodnych, $m^2 \cdot K/W$, obliczony ze wzoru:

$$R_T = R_{si} + R_n + R_{se}$$

gdzie:

R_{si} – opór przyjmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej, $(m^2 \cdot K)/W$,

R_n – obliczeniowe opory cieplne każdej warstwy, $(m^2 \cdot K)/W$,

R_{se} – opór przyjmowania ciepła na powierzchni zewnętrznej, $(m^2 \cdot K)/W$.

$$R_n = \frac{d}{\lambda}$$

gdzie:

d – grubość warstwy, m,

λ – obliczeniowy współczynnik przewodzenia ciepła materiału, W/(m·K), przyjmuje się na podstawie PN-EN 12524:2003, tablice z literatury, dane producenta.

Skorygowany współczynnik przenikania ciepła U_c [W/(m²·K)] uzyskuje się wprowadzając trzon korekcyjny ΔU :

$$U_c = U + \Delta U$$

Człon korekcyjny ΔU [W/(m²·K)] wyraża następującym wzorem :

$$\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r$$

gdzie:

ΔU_g – poprawka na nieszczelności,

ΔU_r – poprawka na wpływ opadów dla dachów z odwróconym układzie warstw,

ΔU_f – poprawka na łączniki mechaniczne.

Zdolność materiału do przewodzenia ciepła jest określana przy pomocy współczynnika przewodzenia ciepła – λ [W/(m·K)]. Jest to ilość ciepła przewodzonego w jednostce czasu przez 1 m² powierzchni przegrody o grubości 1m przy różnicy temperatur powierzchni po obu stronach przegrody, równej 1K, w jednostce czasu. W normalizacji wprowadzono dwa pojęcia odnoszące się do wartości współczynnika przewodzenia ciepła materiałów (lub oporu cieplnego komponentów):

- wartość deklarowaną (λ_D), służącą kontroli jakości produkcji, odpowiadająca warunkom laboratoryjnym,
- wartość obliczeniową (λ_{ob}), służącą projektowaniu, odpowiadająca warunkom stosowania materiału w budynku.

Warunki klimatyczne (wewnątrz i na zewnątrz) budynku mają wpływ na wielkość przewodzenia ciepła materiałów. Uwzględnienie wpływu konkretnych warunków klimatycznych na element budynku pozwala w dokładny sposób ocenić faktyczne straty ciepła. Określenie wartości obliczeniowej polega na uwzględnieniu różnic temperatury i wilgotności pomiędzy warunkami dla jakich określono wartość deklarowaną przewodności cieplnej a warunkami, w których ten materiał faktycznie pracuje. W przypadku zastosowań budowlanych istotną rolę odgrywa wilgotność. Dla materiałów do izolacji technicznych uwzględnia się przede wszystkim zmiany temperatury. Na etapie projektowania należy przewidzieć warunki pracy materiału i dokonać konwersji współczynnika λ_D do wartości λ_{ob} . Przewodność materiału jest funkcją jego gęstości, zawartości wilgoci, temperatury, czasu od wyprodukowania materiału:

$$\lambda_{ob} = \lambda_D \cdot F_T \cdot F_M \text{ (lub } F_\psi) \cdot F_a$$

gdzie:

λ_{ob} – wartość obliczeniowa współczynnika przewodzenia ciepła,

λ_D – wartość deklarowana współczynnika przewodzenia ciepła,

F_T – temperaturowy czynnik konwersji,

F_a – czynnik konwersji zależny od czasu od wyprodukowania materiału,

F_M – wilgotnościowy czynnik konwersji uwzględniający wilgotność masową materiału lub wilgotność objętościową materiału (F_ψ).

2.5. Parametry termiczne TIPOMEGA®

Ekwiwalentny współczynnik przewodzenia ciepła λ_{eq} [W/(m·K)] elementu budowlanego składającego się z kilku materiałów budowlanych określa przewodność cieplną jednorodnego zastępczego materiału budowlanego w kształcie prostopadłościanu o tych samych wymiarach, który w miejscu całego elementu budowlanego w stanie zamontowanym pozwala uzyskać ten sam efekt cieplny. W metodzie zgodnej z EAD (Europejskim Dokumentem Oceny /European Assessment Document/) dokonuje się szczegółowych obliczeń mostków cieplnych w trzech wymiarach z nośnym elementem termoizolacyjnym. Tutaj tworzony jest szczegółowy model złożonej konstrukcji nośnego elementu termoizolacyjnego i wyznaczana jest strata ciepła przez mostek cieplny. Na podstawie występującej straty ciepła oblicza się ekwiwalentny współczynnik przewodzenia ciepła λ_{eq} i ekwiwalentny opór cieplny R_{eq} . Obliczenia wykonuje się przy zastosowaniu profesjonalnych programów komputerowych do obliczania parametrów fizycznych mostków cieplnych (przy zastosowaniu warunków brzegowych według PN-EN ISO 6946).

Wartości współczynnika przewodzenia ciepła (λ''/λ_{eq}) stosuje się do dalszych obliczeń parametrów fizycznych przegród zewnętrznych i ich złączy:

- współczynnika przenikania ciepła pełnej płaskiej przegrody zewnętrznej U [W/(m²·K)],
- liniowego współczynnika przenikania ciepła mostka cieplnego Ψ [W/(m·K)],
- temperatury minimalnej na wewnętrznej powierzchni przegrody w miejscu mostka cieplnego t_{min} [°C],
- czynnika temperaturowego f_{Rsi} [-] określanego na podstawie t_{min} [°C].

2.5.1. Procedura obliczeniowa

Procedura obliczeniowa współczynnika przewodzenia ciepła kształtek prefabrykowanych jako elementu systemu łączników izotermicznych TIPOMEGA® przy zastosowaniu programu komputerowego TRISCO 3D.

1. Określenie strumienia cieplnego przepływającego przez element przy założeniu warunków brzegowych:

t_i – temperatura powietrza wewnętrznego ($t_i=20^\circ\text{C}$),

t_e – temperatura powietrza zewnętrznego ($t_e=20^\circ\text{C}$),

R_{si} – opór przejmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni przegrody $R_{si}=0,13$ (m²·K)/W,

R_{se} – opór przejmowania ciepła na zewnętrznej powierzchni przegrody $R_{se}=0,04$ (m²·K)/W.

2. Określenie współczynnika przenikania ciepła elementu wg wzoru:

$$U = \frac{\Phi}{A \cdot (t_i - t_e)}$$

gdzie:

Φ – wielkość strumienia cieplnego przepływającego przez element [W],

A – pole powierzchni elementu przez które następuje przenikanie [m²],

$(t_i - t_e)$ – różnica temperatur [°C].

3. Określenie całkowitego oporu cieplnego wg wzoru:

$$R_T = \frac{1}{U}$$

gdzie:

R_T – całkowity opór cieplny elementu od środowiska do środowiska [(m²·K)/W],

U – współczynnik przenikania ciepła elementu [W/(m²·K)].

4. Określenie oporu cieplnego elementu:

$$R_i = R_T - (R_{si} + R_{se}) / \quad R_{eq} = R_T - (R_{si} + R_{se}) /$$

gdzie:

R_i – opór cieplny elementu [(m²·K)/W],

R_{eq} – ekwiwalentny opór cieplny elementu [(m²·K)/W],

R_T – całkowity opór cieplny elementu od środowiska do środowiska [(m²·K)/W],

R_{si} – opór przejmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni przegrody [(m²·K)/W],

R_{se} – opór przejmowania ciepła na zewnętrznej powierzchni przegrody [(m²·K)/W].

5. Określenie współczynnika przewodzenia ciepła elementu niejednorodnego cieplnie:

$$\lambda'' = \frac{d_i}{R_i} / \lambda_{eq} = \frac{d_i}{R_{eq}}$$

gdzie:

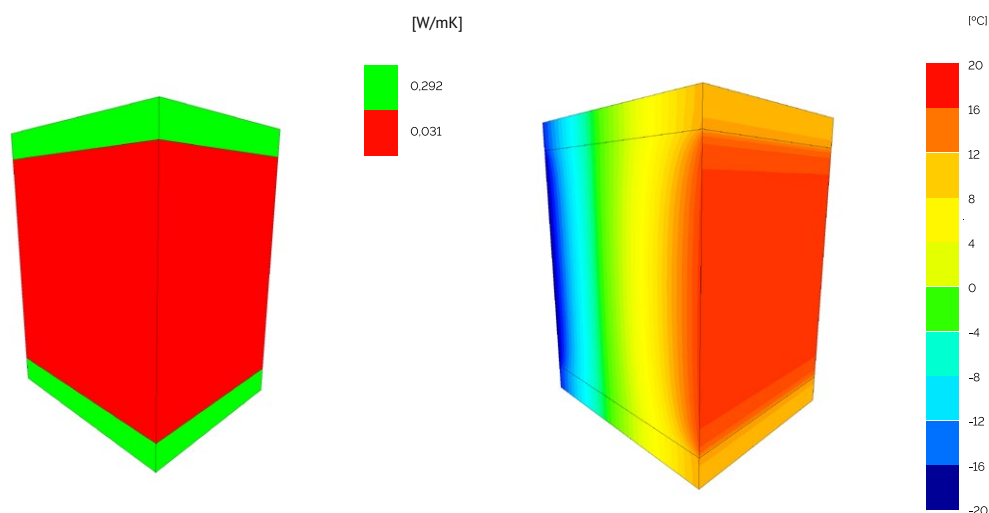
d_i – grubość elementu [m]

R_i – opór cieplny elementu [(m²·K)/W],

R_{eq} – ekwiwalentny opór cieplny elementu [(m²·K)/W],

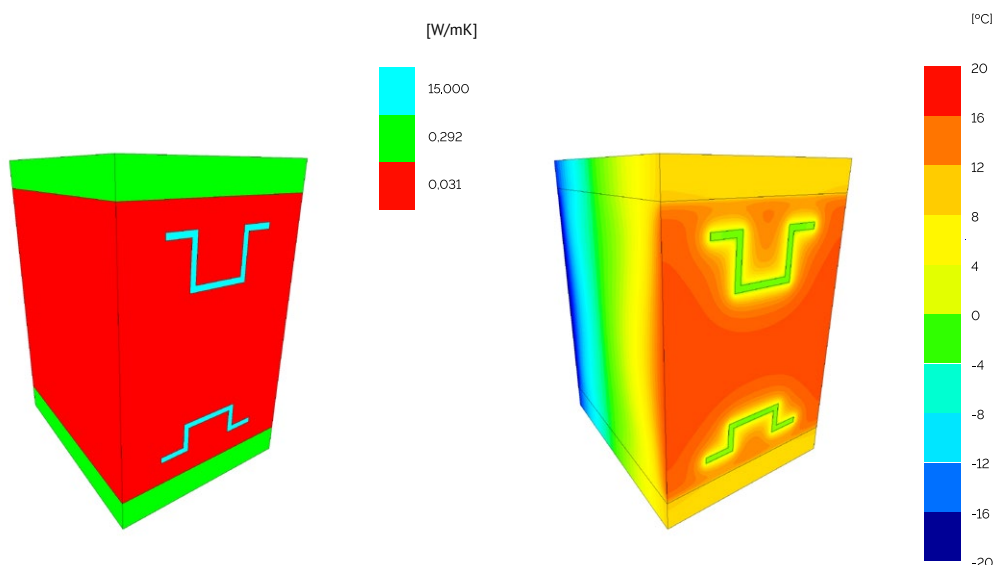
2.5.2. Założenia do obliczeń

- $t_i = 20^\circ\text{C}$, $R_{si} = 0,13$ (m²·K)/W,
- $t_e = -20^\circ\text{C}$, $R_{se} = 0,04$ (m²·K)/W,
- styropian grafitowy $\lambda_{ob} = 0,031$ W/(m·K),
- płyty ogniodoporne $\lambda_{ob} = 0,292$ W/(m·K),
- stal nierdzewna $\lambda_{ob} = 15$ W/(m·K).



Tab. 18 Parametry termiczne modelowej kształtki bez ramki OMEGA

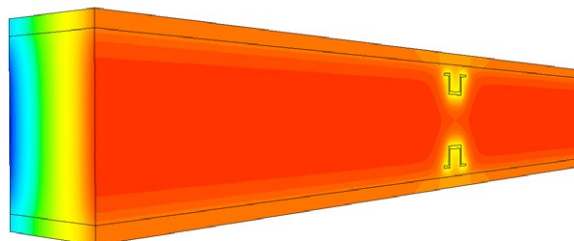
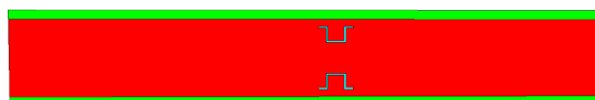
Parametry elementu w kierunku y=120 mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39
R_i/R_{eq} – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	1,91	2,01	2,12	2,21	2,29
λ''/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła elementu [W/(m·K)]	0,063	0,059	0,057	0,054	0,052
Parametry elementu w kierunku y=160 mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	0,25	0,27	0,28	0,30	0,31
R_i/R_{eq} – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	2,39	2,50	2,69	2,76	2,93
λ''/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła elementu [W/(m·K)]	0,067	0,064	0,060	0,058	0,055



Tab. 19 Parametry termiczne modelowej kształtki z ramką OMEGA

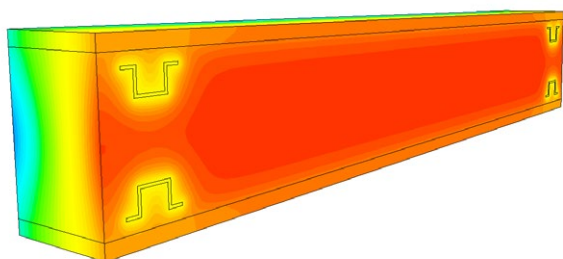
Parametry elementu w kierunku y=120 mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	0,84	0,87	0,89	0,91	0,93
R_i/R_{eq} – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	0,59	0,66	0,73	0,80	0,86
λ''/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła elementu [W/(m·K)]	0,203	0,182	0,165	0,151	0,139
Parametry elementu w kierunku y=160 mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	0,81	0,84	0,86	0,87	0,89
R_i/R_{eq} – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	0,62	0,69	0,76	0,84	0,91
λ''/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła elementu [W/(m·K)]	0,258	0,232	0,211	0,191	0,176

2.5.3. Parametry termiczne w zróżnicowanym układzie kształtek modelowych



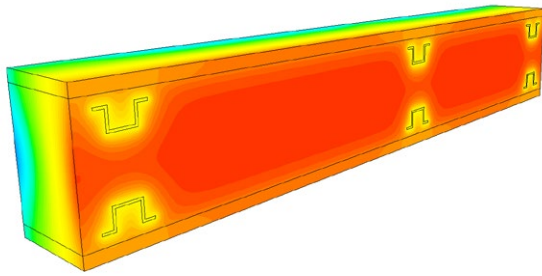
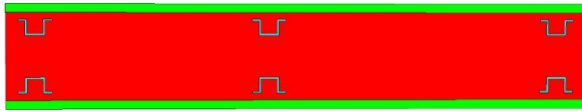
Tab. 20 Parametry termiczne 1 mb połączenia z jedną ramką OMEGA

Parametry układu elementów w kierunku y=120 mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	3,67	3,86	4,05	4,24	4,43
R_i/R_{eq} / – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	1,57	1,69	1,81	1,91	2,00
λ''/λ_{eq} / – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)]	0,076	0,071	0,066	0,063	0,060
Parametry układu elementów w kierunku y=160 mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	3,11	3,27	3,42	3,56	3,71
R_i/R_{eq} / – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	1,89	2,03	2,17	2,30	2,42
λ''/λ_{eq} / – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)]	0,084	0,079	0,074	0,070	0,066



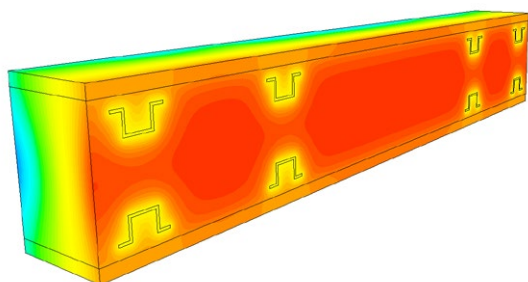
Tab. 21 Parametry termiczne 1 mb połączenia z dwiema ramkami OMEGA

Parametry układu elementów w kierunku $y=120$ mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	4,20	4,40	4,60	4,79	4,98
R_i/R_{eq} / – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	1,35	1,47	1,57	1,67	1,76
λ''/λ_{eq} / – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)]	0,089	0,082	0,076	0,072	0,068
Parametry układu elementów w kierunku $y=160$ mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	3,67	3,84	3,99	4,14	4,29
R_i/R_{eq} / – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	1,57	1,71	1,84	1,96	2,06
λ''/λ_{eq} / – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)]	0,101	0,093	0,087	0,082	0,077



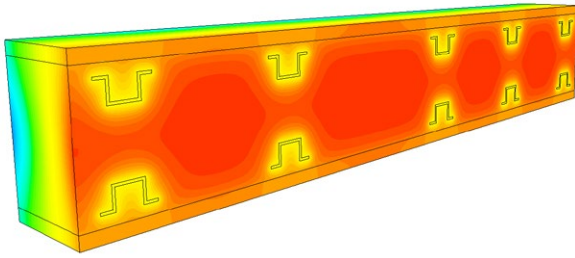
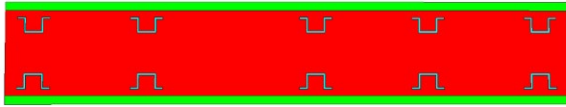
Tab. 22 Parametry termiczne 1 mb połączenia z trzema ramkami OMEGA

Parametry układu elementów w kierunku $y=120$ mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	4,75	4,96	5,16	5,35	5,54
R_i/R_{eq} / – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	1,18	1,28	1,38	1,47	1,56
λ''/λ_{eq} / – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)]	0,101	0,093	0,087	0,081	0,077
Parametry układu elementów w kierunku $y=160$ mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	4,27	4,44	4,60	4,75	4,90
R_i/R_{eq} / – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	1,33	1,45	1,57	1,68	1,79
λ''/λ_{eq} / – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)]	0,120	0,110	0,102	0,095	0,090



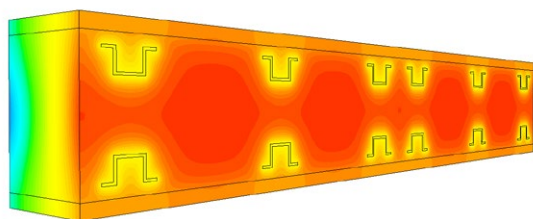
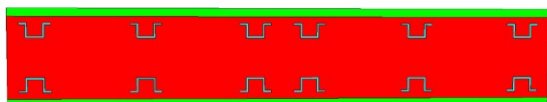
Tab. 23 Parametry termiczne 1 mb połączenia z czterema ramkami OMEGA

Parametry układu elementów w kierunku $y=120$ mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	5,30	5,52	5,72	5,91	6,11
R_i/R_{eq} – opór cieplny elementu $[(m^2 \cdot K)/W]$	1,04	1,13	1,23	1,32	1,40
λ''/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów $[W/(m \cdot K)]$	0,115	0,105	0,098	0,091	0,086
Parametry układu elementów w kierunku $y=160$ mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	4,85	5,04	5,20	5,35	5,50
R_i/R_{eq} – opór cieplny elementu $[(m^2 \cdot K)/W]$	1,15	1,26	1,37	1,47	1,58
λ''/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów $[W/(m \cdot K)]$	0,139	0,127	0,117	0,108	0,102



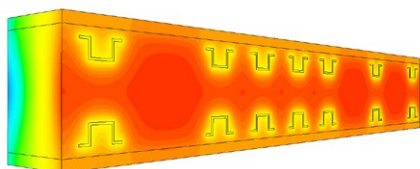
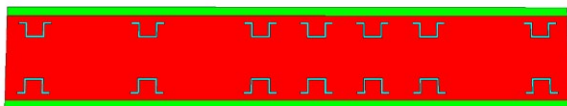
Tab. 24 Parametry termiczne 1 mb połączenia z pięcioma ramkami OMEGA

Parametry układu elementów w kierunku y=120 mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	5,85	6,08	6,28	6,48	6,67
R_i/R_{eq} – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	0,92	1,01	1,10	1,19	1,27
λ''/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)]	0,130	0,118	0,109	0,101	0,095
Parametry układu elementów w kierunku y=160 mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	5,44	5,63	5,80	5,95	6,11
R_i/R_{eq} – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	1,00	1,11	1,21	1,31	1,40
λ''/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)]	0,159	0,144	0,132	0,122	0,114



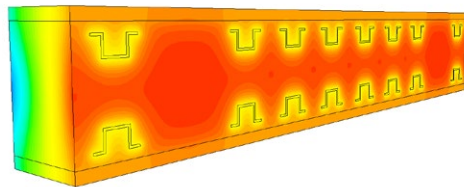
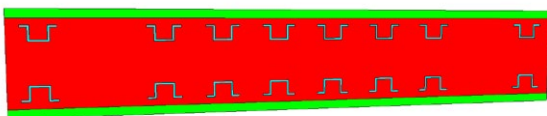
Tab. 25 Parametry termiczne 1 mb połączenia z sześcioma ramkami OMEGA

Parametry układu elementów w kierunku y=120 mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	6,38	6,62	6,82	7,02	7,22
R_i/R_{eq} – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	0,83	0,92	1,00	1,08	1,16
λ''/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)]	0,144	0,131	0,120	0,111	0,103
Parametry układu elementów w kierunku y=160 mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	6,00	6,20	6,37	6,53	6,68
R_i/R_{eq} – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	0,90	0,99	1,09	1,18	1,27
λ''/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)]	0,178	0,161	0,147	0,136	0,126



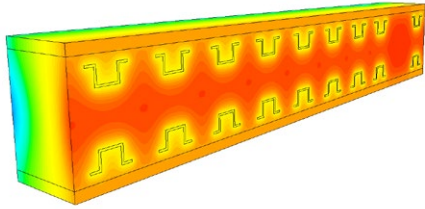
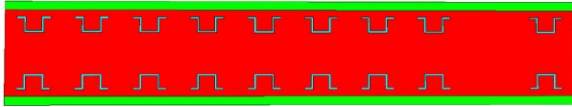
Tab. 26 Parametry termiczne 1 mb połączenia z siedmioma ramkami OMEGA

Parametry układu elementów w kierunku $y=120$ mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	6,90	7,14	7,35	7,55	7,74
R_i/R_{eq} / – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	0,76	0,84	0,92	1,00	1,07
λ''/λ_{eq} / – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)]	0,158	0,143	0,131	0,121	0,112
Parametry układu elementów w kierunku $y=160$ mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	6,53	6,75	6,92	7,08	7,24
R_i/R_{eq} / – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	0,81	0,90	0,97	1,07	1,16
λ''/λ_{eq} / – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)]	0,196	0,178	0,162	0,149	0,138



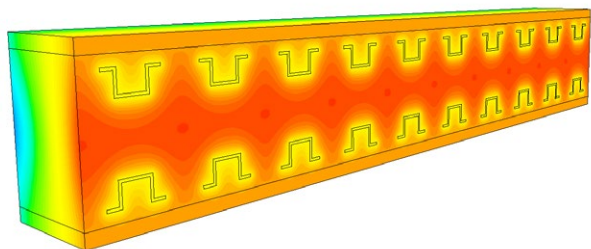
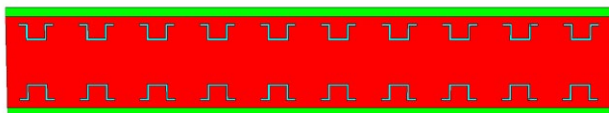
Tab. 27 Parametry termiczne 1 mb połączenia z ośmioma ramkami OMEGA

Parametry układu elementów w kierunku $y=120$ mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	7,41	7,66	7,87	8,08	8,27
R_i/R_{eq} – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	0,69	0,77	0,85	0,92	0,99
λ''/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)]	0,173	0,155	0,142	0,131	0,121
Parametry układu elementów w kierunku $y=160$ mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	7,06	7,29	7,47	7,63	7,79
R_i/R_{eq} – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	0,74	0,82	0,90	0,98	1,06
λ''/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)]	0,217	0,196	0,178	0,163	0,151



Tab. 28 Parametry termiczne 1 mb połączenia z dziewięcioma ramkami OMEGA

Parametry układu elementów w kierunku $y=120$ mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	7,93	8,18	8,40	8,60	8,80
R_i/R_{eq} / – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	0,64	0,71	0,78	0,85	0,92
λ''/λ_{eq} / – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)]	0,188	0,170	0,153	0,141	0,130
Parametry układu elementów w kierunku $y=160$ mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	7,59	7,83	8,02	8,18	8,34
R_i/R_{eq} / – opór cieplny elementu [(m ² ·K)/W]	0,67	0,75	0,83	0,91	0,98
λ''/λ_{eq} / – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)]	0,237	0,213	0,193	0,177	0,163



Tab. 29 Parametry termiczne 1 mb połączenia z dziesięcioma ramkami OMEGA

Parametry układu elementów w kierunku $y=120$ mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	8,43	8,70	8,92	9,12	9,32
R_i/R_{eq} – opór cieplny elementu $[(m^2 \cdot K)/W]$	0,59	0,66	0,73	0,79	0,86
λ''/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów $[W/(m \cdot K)]$	0,203	0,182	0,165	0,151	0,139
Parametry układu elementów w kierunku $y=160$ mm					
H – grubość płyty [mm]	160	180	200	220	240
h_r – wysokość ramki [mm]	106	126	146	166	186
Φ – strumień cieplny [W]	8,11	8,36	8,55	8,72	8,88
R_i/R_{eq} – opór cieplny elementu $[(m^2 \cdot K)/W]$	0,62	0,69	0,76	0,84	0,91
λ''/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów $[W/(m \cdot K)]$	0,258	0,232	0,211	0,191	0,176

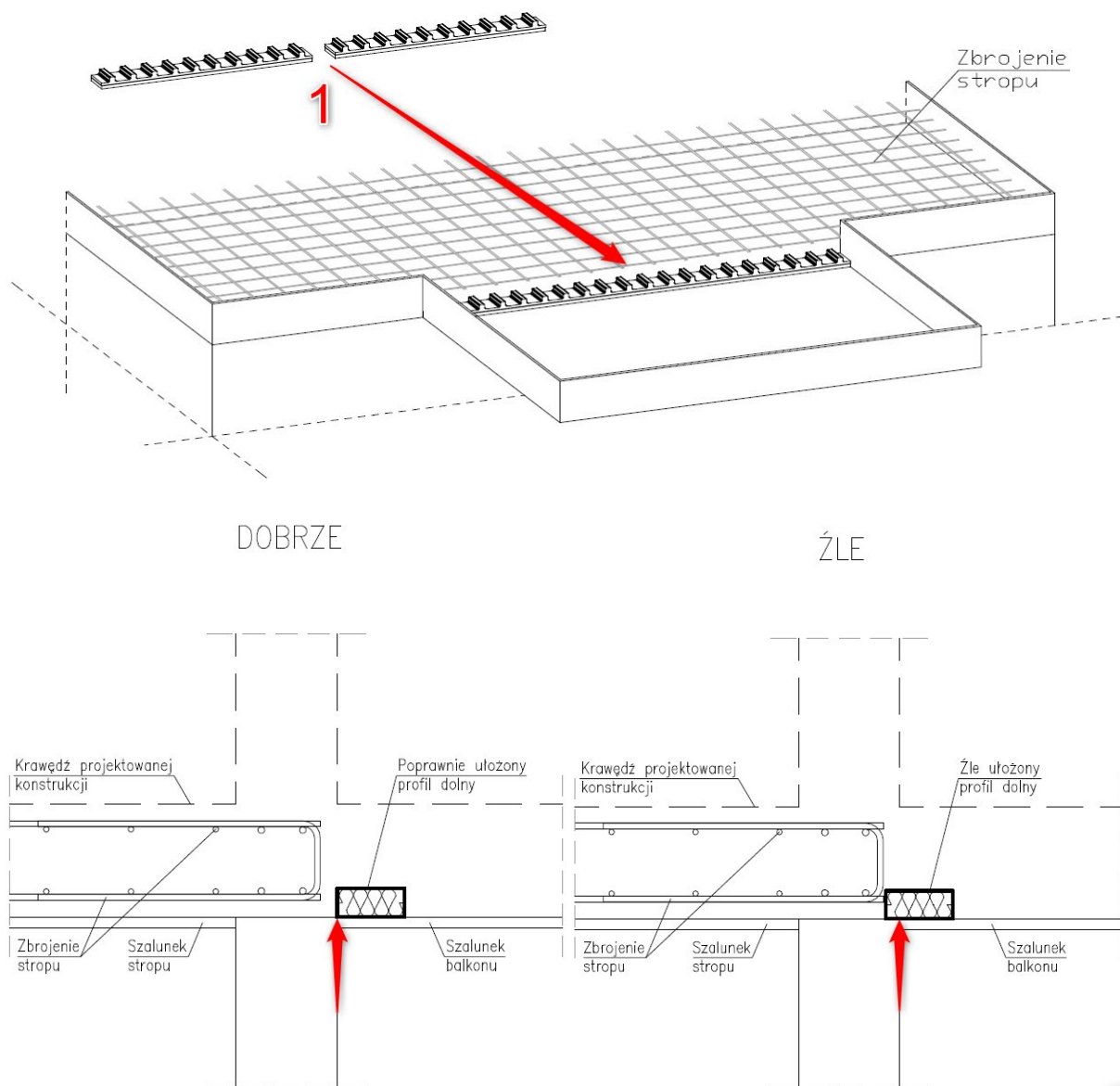
3. INSTALACJA

3.1. Montaż elementów systemu

Ze względu na konieczność wsuwania modułów OMEGA od czoła złącza liniowego wymagany jest na budowie brak ułożonego zbrojenia z jednej strony złącza, na przykład od strony balkonu.

Montaż elementów systemu TIPOMEGA® sprowadza się do wykonania pięciu czynności:

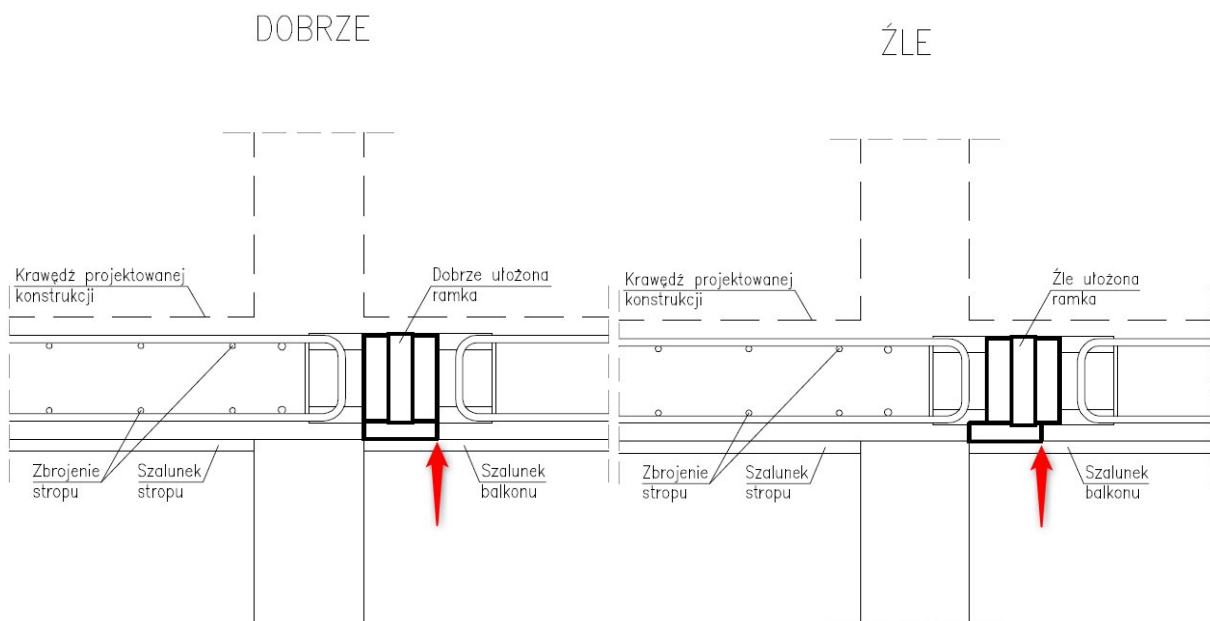
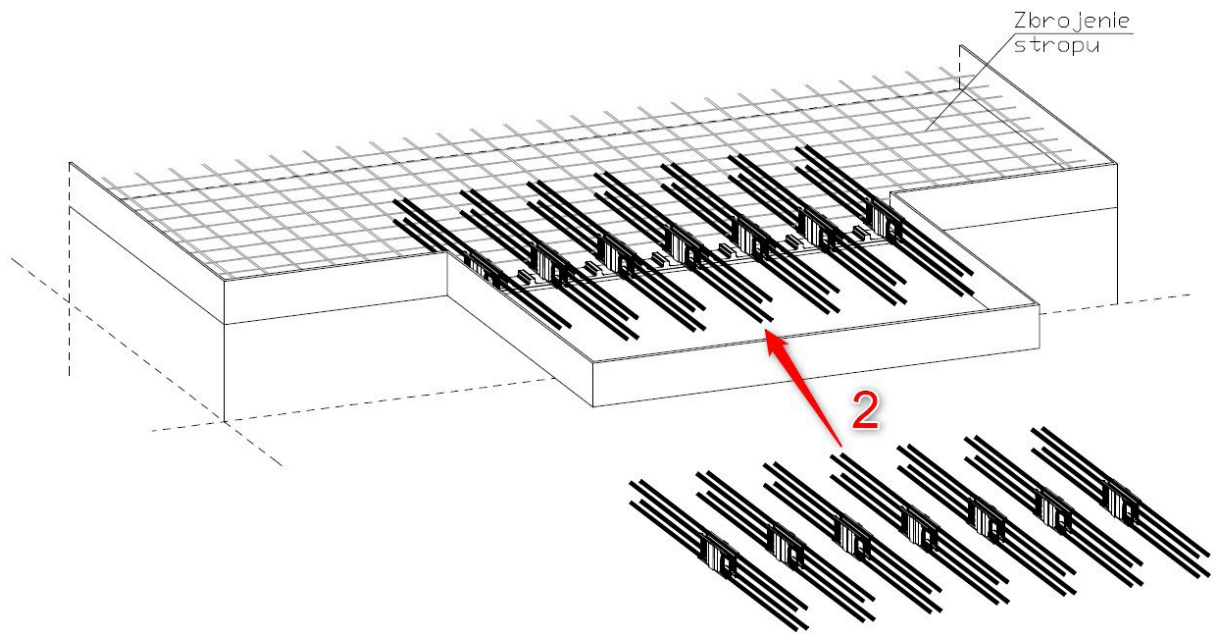
1. Zintegrowane fabrycznie z płytą przeciwogniową profile dolne układa się na szalunku na całej długości złącza liniowego. Jeżeli projekt wykonawczy nie przewiduje inaczej, to krawędź profili dolnych styka się z krawędzią ściany zewnętrznej budynku (patrz Rys. 21).



Rys. 21. Montaż dolnych profili izolacyjnych TIP

2. Moduły nośne OMEGA, zaopatrzone we fragmenty środkowych profili izolacyjnych TIP, montuje się w przygotowane fabrycznie grzbiety profili dolnych zgodnie z dokumentacją projektową. Należy pamiętać o symetrycznym ustawieniu ramek w złączy liniowym. Izolacja modułu musi pokrywać się z izolacją profilu dolnego. Montaż modułów OMEGA należy przeprowadzić od tej strony połączenia, w której nie ułożono zbrojenia. Na Rys. 22 stroną bez zbrojenia jest strona balkonowa.

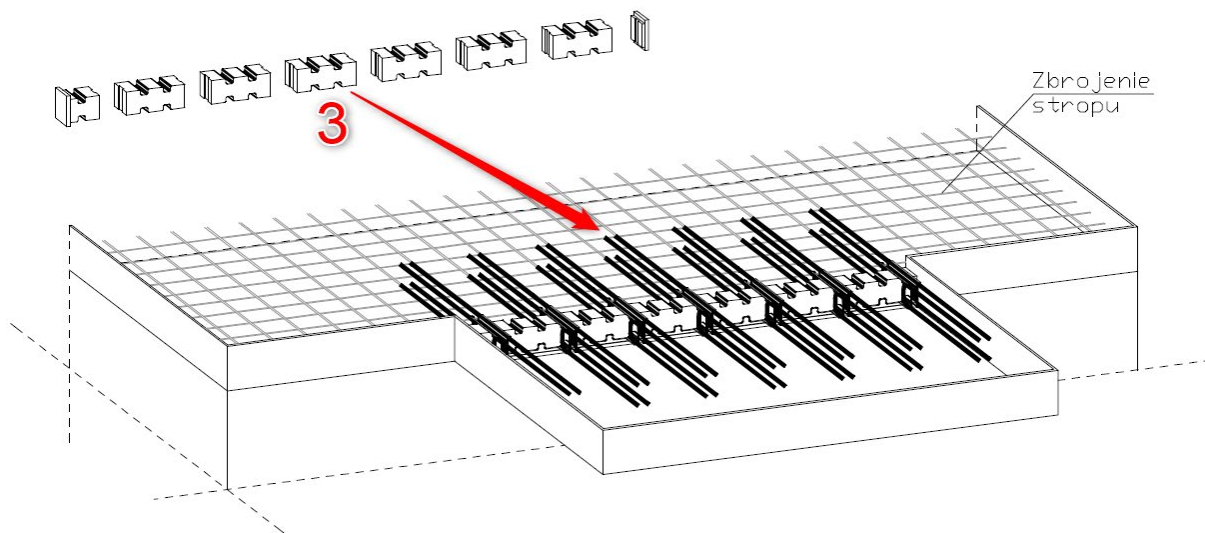
Ramki OMEGA nie dowiązuje się na tym etapie do istniejącego zbrojenia. Ich luźne ułożenie umożliwia drobną korektę położenia ramek podczas montażu odcinków środkowych profili izolacyjnych TIP w kolejnym etapie.



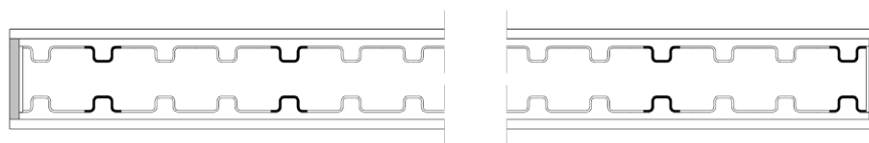
Rys. 22. Montaż modułów nośnych OMEGA

3. Odcinki środkowe profili izolacyjnych TIP montuje się w przestrzeni pomiędzy ramkami stalowymi OMEGA (patrz Rys. 23). Należy pamiętać o zamontowaniu na obu skrajnych krawędziach złącza profili izolacyjnych środkowych zintegrowanych fabrycznie z płytami przeciwoogniowymi (patrz Rys. 24).

Po zakończeniu montażu profili TIP należy ustabilizować moduły OMEGA poprzez dociążenie ich do istniejącego zbrojenia balkonu, stropu, ściany itd.

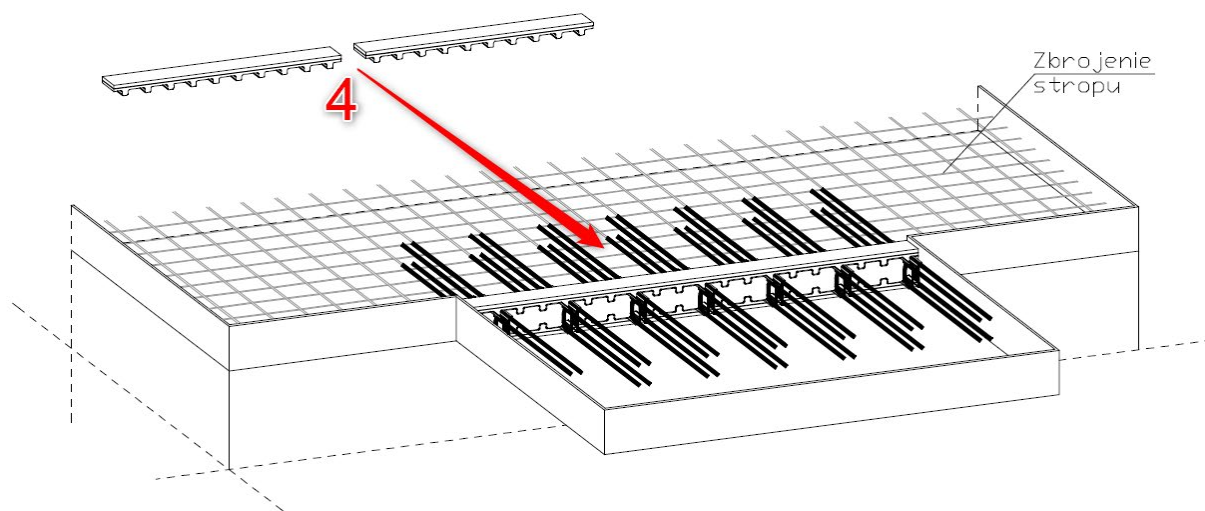


Rys. 23. Montaż odcinków środkowego profilu izolacyjnego TIP



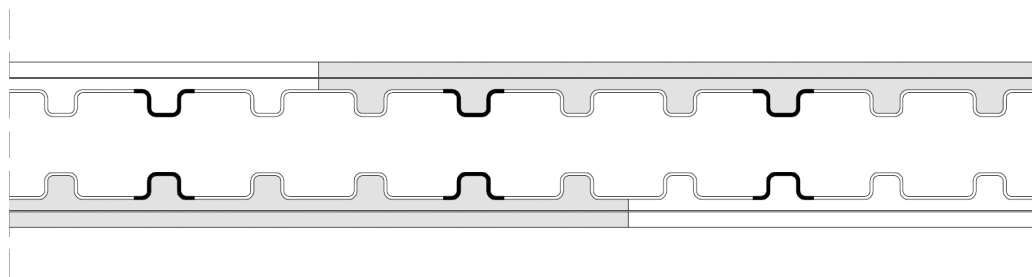
Rys. 24. Elementy izolacyjne TIP z bocznymi płytami przeciwoogniowymi

4. Kolejnym etapem montażu elementów systemu TIPOMEGA® jest ułożenie, zintegrowanych fabrycznie z płytą przeciwoogniową, profili górnych TIP (patrz Rys. 25).



Rys. 25. Montaż górnych profili izolacyjnych TIP

W celu zapewnienia lepszej izolacji przeciwoogniowej złącza liniowego profile dolne i profile górne izolacji termicznej TIP zaleca się montować mijankowo (patrz Rys. 26).

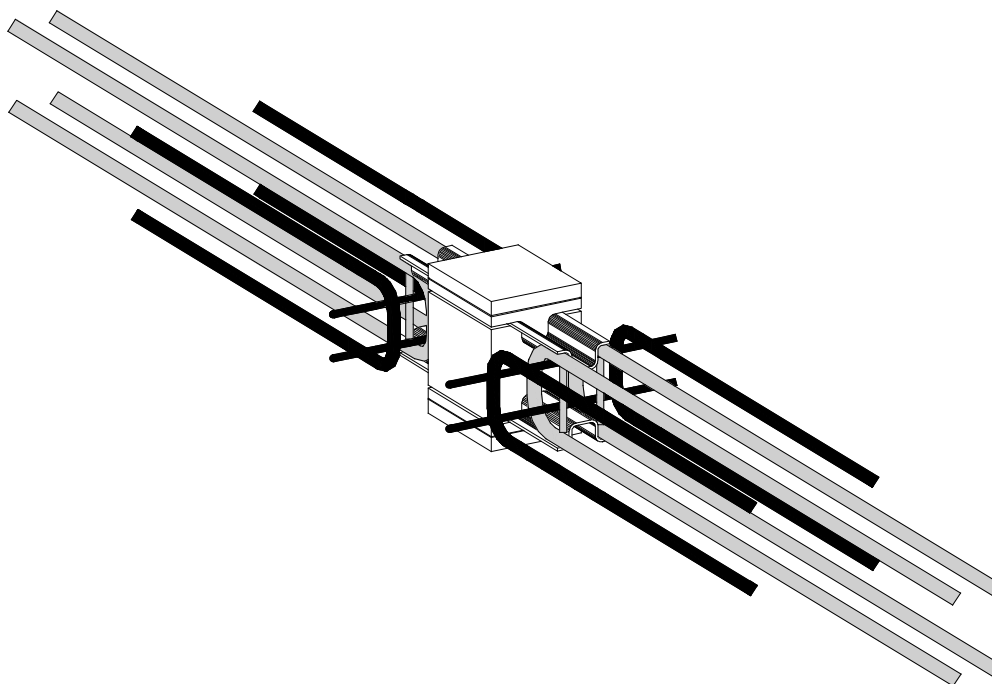


Rys. 26. Zalecany montaż mijankowy górnych i dolnych profili TIP

5. Po wykonaniu montażu wszystkich elementów należy ułożyć, wymagane przez system TIPOMEGA® oraz projekt wykonawczy, zbrojenie towarzyszące (patrz punkt 3.2.).

3.2. Dozbrojenie systemu

System TIPOMEGA® wymaga montażu dozbrojenia modułów OMEGA na budowie bądź w zakładzie prefabrykacji. Przykładowe wykonanie tego dozbrojenia przedstawione zostało na Rys. 27.

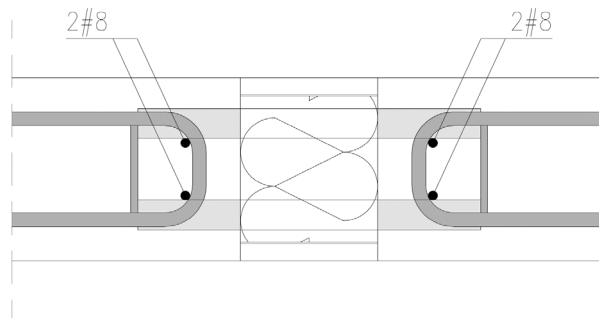


Rys. 27. Widok aksonometryczny dozbrojenie modułów nośnych OMEGA

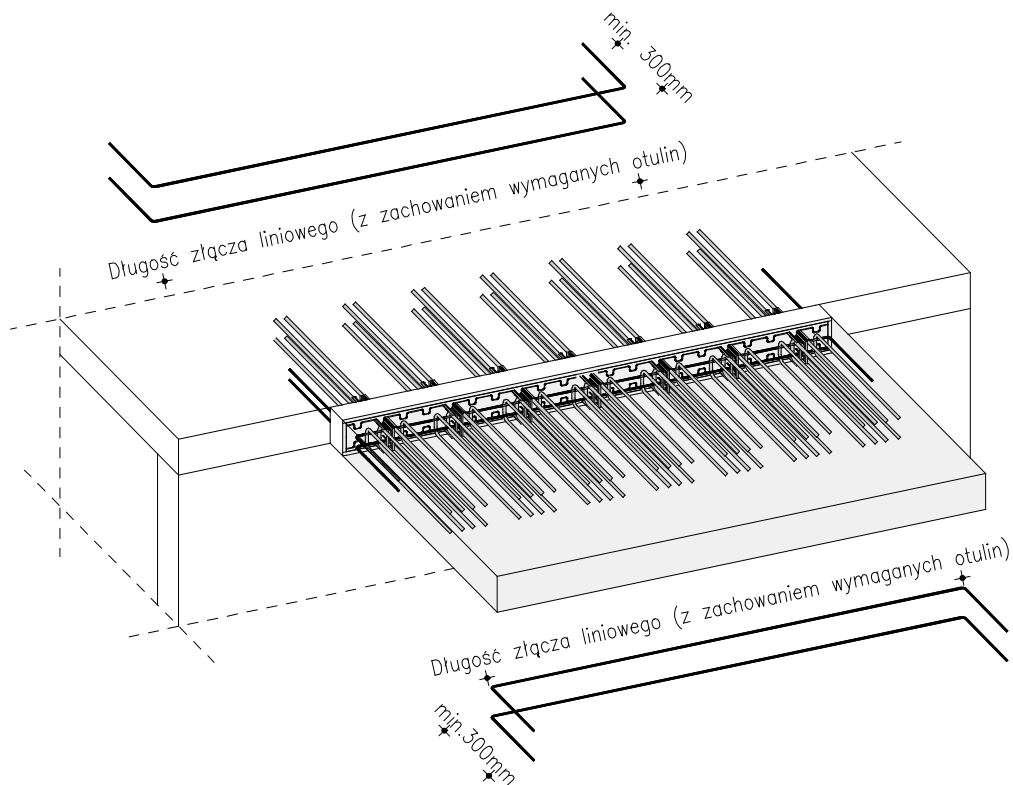
3.2.1 Pręty #8 mm

System TIPOMEGA® wymaga ułożenia wzdłuż złącza liniowego dwóch prętów z żebrowanej stali zbrojeniowej o średnicy min. 8 mm; pręty te powinny być zagięte na długość min. 300 mm na końcach złącza w stronę elementu żelbetowego; dozbrojenie to wykonuje się identycznie po obu stronach połączenia (patrz Rys. 28).

a)



b)



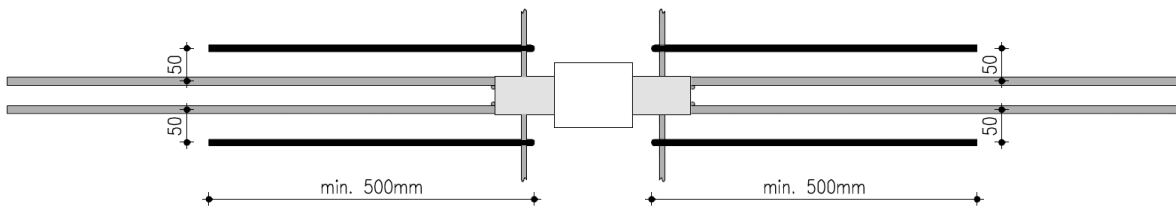
Rys. 28. Dozbrojenie modułów nośnych OMEGA prętami #8 mm

a) przekrój pionowy; b) widok aksonometryczny

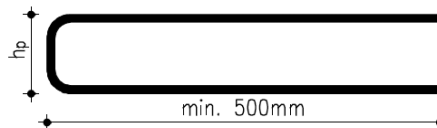
3.2.2 Wolne krawędzie

Wolne krawędzie elementu żelbetowego przy złączu liniowym z systemem TIPOMEGA®, na odcinkach pomiędzy modułami nośnymi usytuowanymi w odstępach powyżej 100 mm, dozbraja się zgodnie z wytycznymi projektanta konstrukcji (patrz Rys. 29). W bezpośrednim sąsiedztwie ramek OMEGA należy ułożyć prostopadle do złącza liniowego i równoległe do modułów nośnych dwa strzemiona otwarte z żebrowanej stali zbrojeniowej o średnicy min. 10 mm (patrz Rys. 30). Dozbrojenie to wykonuje się (standardowo) identycznie po obu stronach połączenia; jednak w przypadku elementu żelbetowego zewnętrznego podpartego w sposób bezpośredni (na przykład gdy ściana zewnętrzna znajduje się bezpośrednio przy złączu liniowym) powyższe strzemiona otwarte nie są wymagane po stronie wewnętrznej połączenia (stronie stropowej). Projektant konstrukcji, na przykład ze względu na konieczność zapewnienia odpowiedniego zakotwienia prętów zbrojeniowych płyty balkonowej, może określić inny rodzaj i ilość opisanego w tym punkcie dozbrojenia.

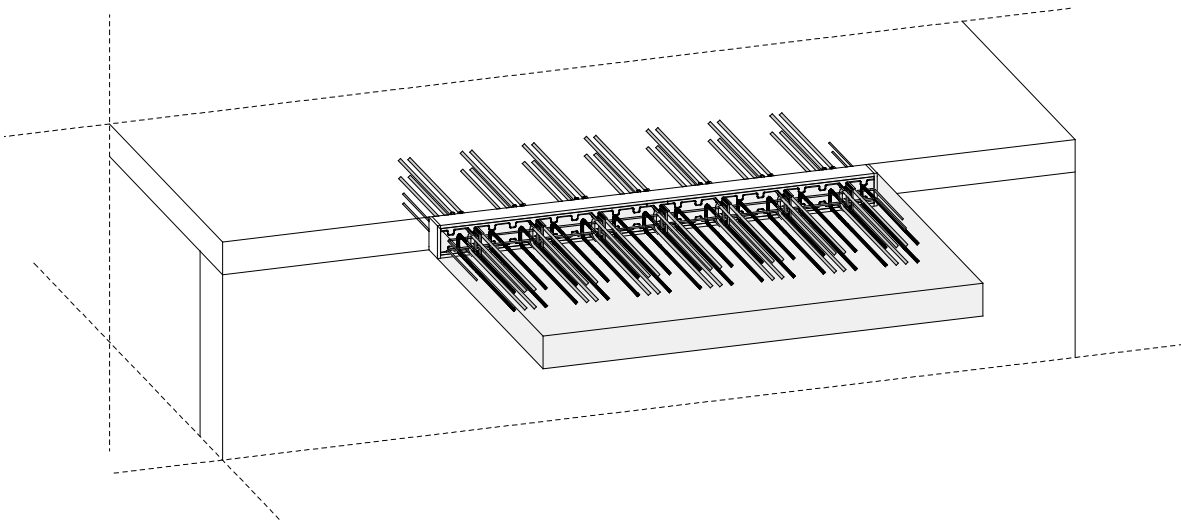
a)



b)

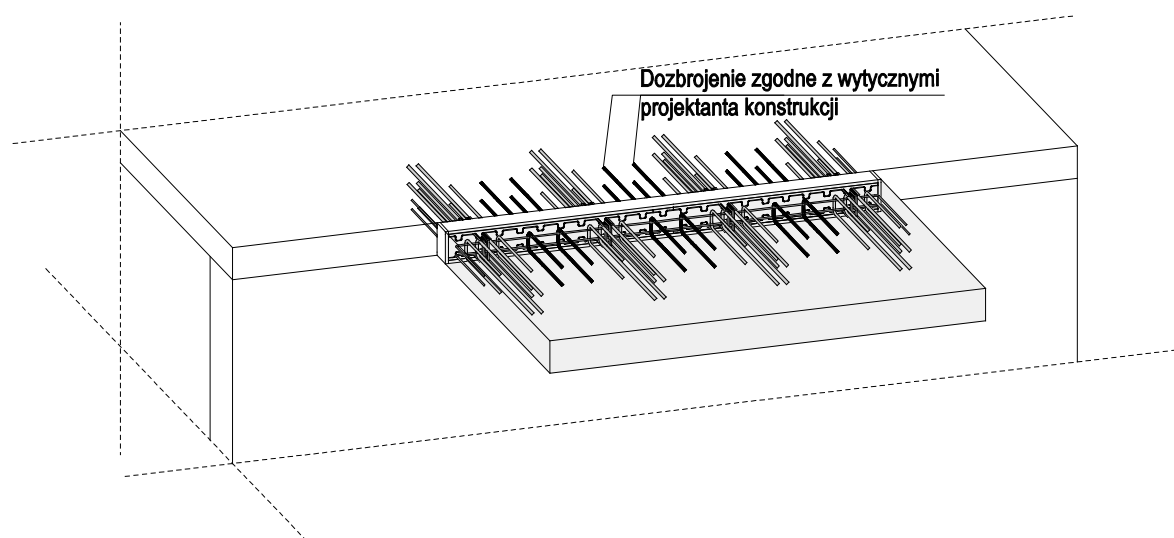


c)



Rys. 29. Dozbrojenie modułów nośnych OMEGA prętami #10 mm przy podparciu bezpośrednim

a) rzut z góry; b) widok pojedynczego strzemiona; c) widok aksonometryczny



Rys. 30. Przykład dozbrojenia wolnych krawędzi przy złączeniu liniowym z systemem TIPOMEGA®

3.2.3 Zbrojenie łączące

Propozycję wykonania minimalnego zbrojenia łączącego w płycie balkonowej z wykorzystaniem systemu TIPOMEGA® podano w Tab. 30. Przyjęto klasę betonu C20/25 ÷ C30/37, stal zbrojeniową $f_{yk} \geq 500$ MPa oraz minimalną otulinę zbrojenia 30 mm.

Tab. 30 Minimalna powierzchnia zbrojenia górnego

Grubość płyty balkonowej	[mm]	160	180	200	220	240
Minimalna powierzchnia zbrojenia	[cm ² /m]	4,36	4,86	5,37	5,86	6,36
Pręty zbrojeniowe/rozstaw	[mm]	#10/150	#10/150	#10/150	#10/120	#10/120

Opracowanie:
Dział Techniczny iBALKON
Weryfikacja merytoryczna:
dr inż. Tomasz Janiak
dr inż. Krzysztof Pawłowski
Lipiec 2019

iBALKON

iBALKON Dariusz Glaza, ul. Trzy Lipy 3, 80-172 Gdańsk
(budynek Gdańskiego Parku Naukowo-Technologicznego)
kontakt@tipomega.eu
tipomega.eu