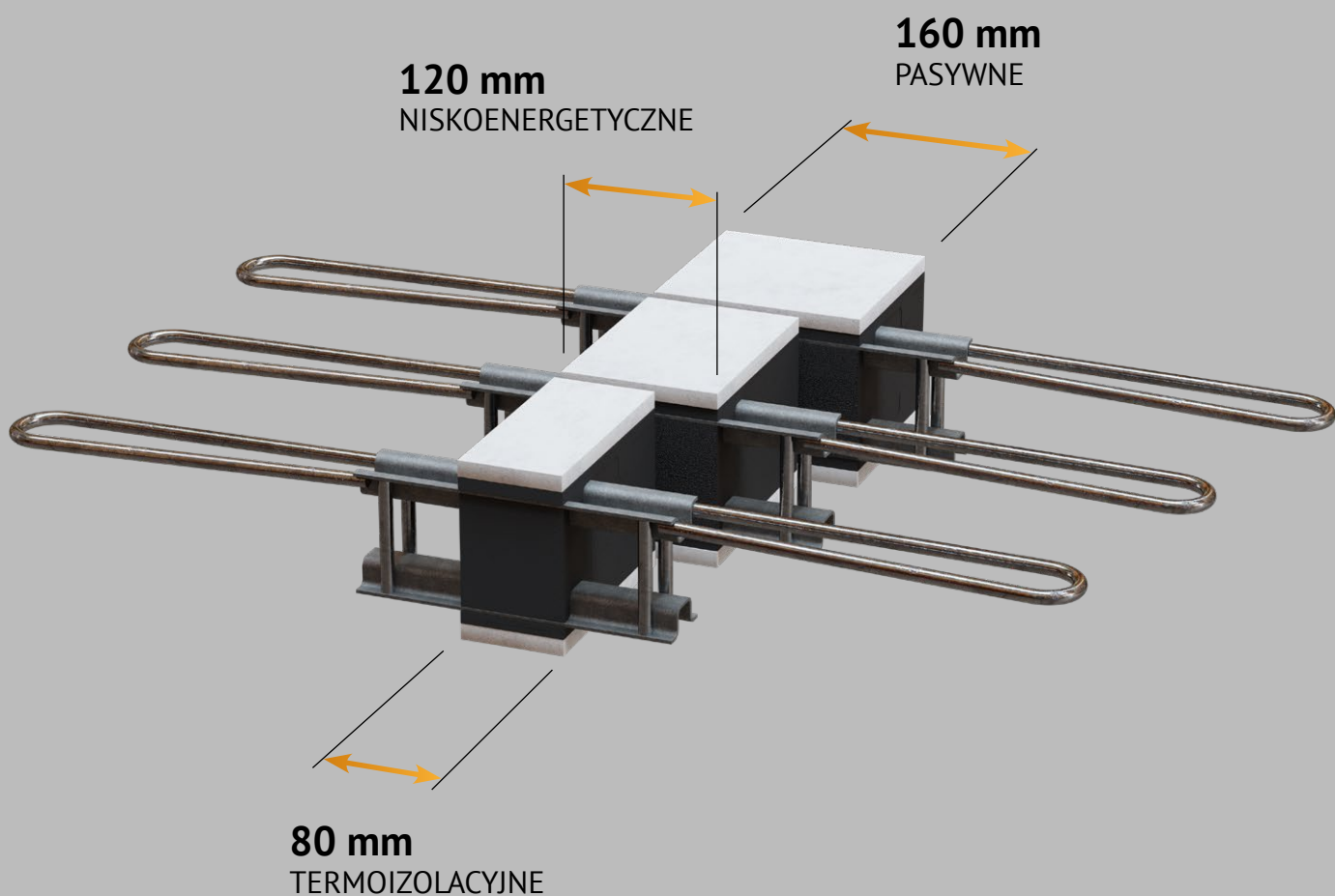


T
TIPOMEGA
ŁĄCZNIKI BALKONOWE
KLASY PREMIUM



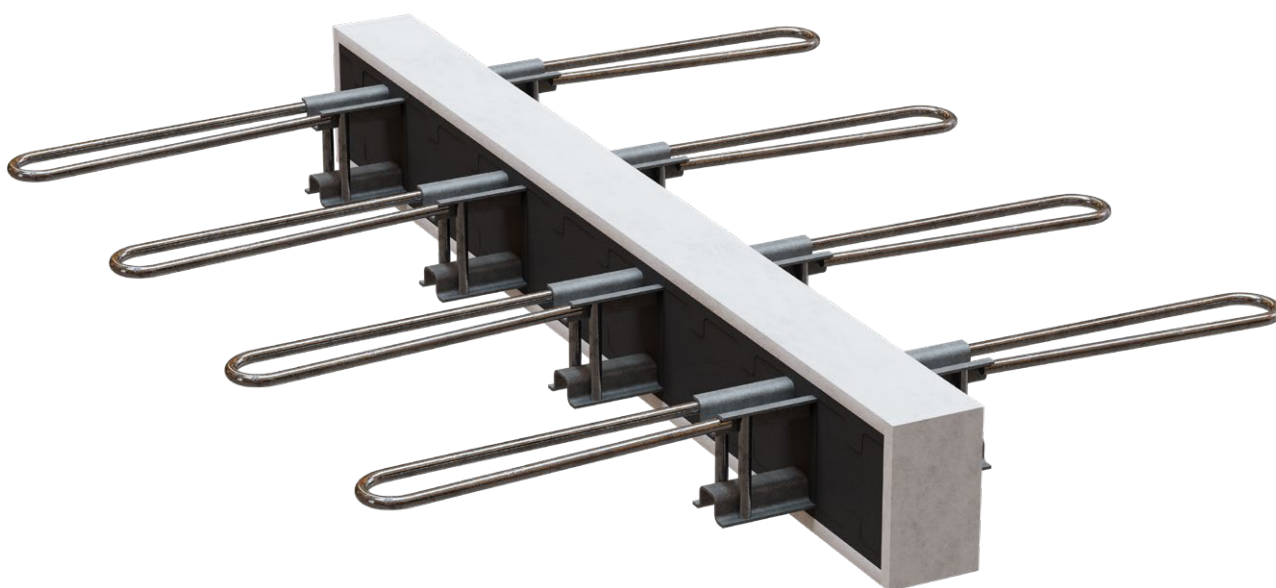
– ZAŁOŻENIA TECHNICZNE –
POŁĄCZENIE ŻELBET - ŻELBET

STYCZEŃ 2022

tipomega.eu

| | |
|--|-----------|
| Przykładowe oznaczenia ramek OMEGA i systemu TIPOMEGA® | 4 |
| ARCHITEKT | 6 |
| 1. Przeznaczenie | 6 |
| 2. Budowa | 7 |
| 3. Warianty stosowania | 8 |
| 3.1. Kotwienie w stropie przy pomocy ramki OMEGA.XX.YY.U10.U10 | 8 |
| 3.2. Kotwienie w stropie ciągłym (pośrednie podparcie balkonu) przy pomocy ramki OMEGA.XX.YY.U11.U11 | 9 |
| 3.3. Kotwienie w stropie przy pomocy ramki OMEGA.XX.YY.U10.U20 | 9 |
| 3.4. Kotwienie w ścianie lub belce przy pomocy ramki OMEGA.XX.YY.U10.UD30 | 10 |
| 3.5. Kotwienie w ścianie lub belce przy pomocy ramki OMEGA.XX.YY.U10.UG30 | 11 |
| 3.6. Kotwienie w belce przy pomocy ramki OMEGA.XX.YY.U10.UD40 | 12 |
| 3.7. Kotwienie w belce przy pomocy ramki OMEGA.XX.YY.U10.UG40 | 12 |
| 4. Fizyka cieplna | 13 |
| 4.1. Podstawowe definicje i symbole | 13 |
| 4.2. Projektowanie termiczne przegród zewnętrznych | 14 |
| 4.3. Parametry termiczne TIPOMEGA® | 16 |
| 4.3.1. Procedura obliczeniowa | 16 |
| 4.3.2. Założenia do obliczeń | 17 |
| 4.3.3. Parametry termiczne w zróżnicowanym układzie kształtek modelowych | 20 |
| KONSTRUKTOR | 30 |
| 5. Konstrukcja ramek nośnych OMEGA | 30 |
| 6. Zastosowanie prętów „U” | 32 |
| 6.1. Kształt U1 | 32 |
| 6.2. Kształt U2 | 34 |
| 6.3. Kształt U3 | 35 |
| 6.4. Kształt U4 | 37 |
| 7. Wymagania konstrukcyjne elementów żelbetowych | 38 |
| 8. Ochrona przeciwpożarowa | 38 |
| 9. Parametry techniczne ramek OMEGA | 39 |
| 9.1. Podatności | 39 |
| 9.2. Analiza pracy | 39 |
| 9.3. Nośności obliczeniowe | 41 |
| 10. Projektowanie płyt balkonowych z łącznikami TIPOMEGA® | 45 |
| 10.1. Rozstaw ramek OMEGA | 45 |
| 10.2. Grupowanie ramek OMEGA | 45 |
| 10.3. Dylatacje w płytach | 45 |
| 10.4. Wytyczne rozmieszczenia zbrojenia w płytach balkonowych | 48 |
| 10.5. Przykład obliczeniowy | 50 |
| WYKONAWCA | 54 |
| 11. Montaż TIPOMEGA® | 54 |
| 12. Wytyczne układania zbrojenia | 57 |
| 12.1. Zbrojenie konstrukcyjne oraz wzdłużne przy ramkach OMEGA | 57 |
| 12.2. Zbrojenie balkonów narożnych | 59 |
| 12.3. Zbrojenie przy podparciu pośrednim | 60 |
| Autorzy weryfikacji merytorycznej | 61 |

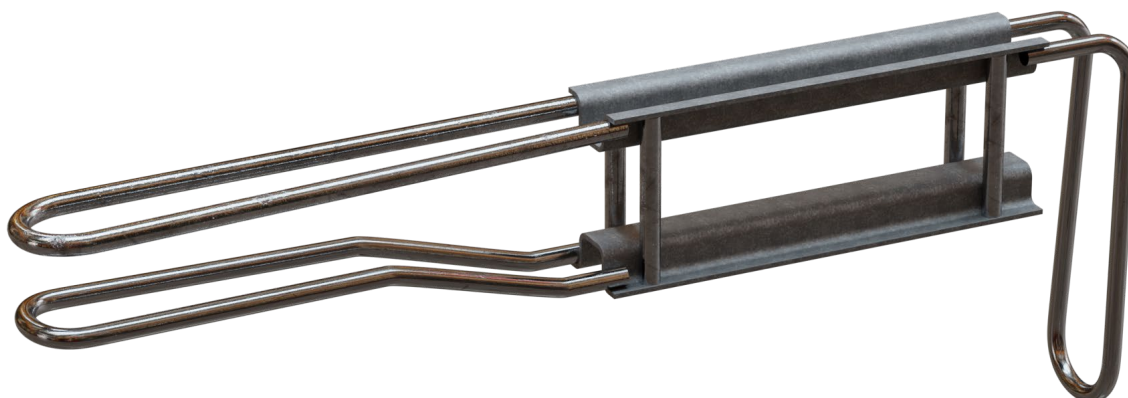
PRZYKŁADOWE OZNACZENIA



TIPOMEGA.08

Nazwa systemu łączników balkonowych

Grubość izolacji systemu (tutaj 8 cm)



OMEGA.12.18.U12.UD30

Nazwa modułu nośnego

Grubość izolacji systemu (tutaj 12 cm)

Wysokość izolacji identyczna jak grubość płyty balkonowej (tutaj 18 cm)

Oznaczenie pręta kotwiącego po stronie balkonowej

Pręt U o kształcie 1 przyspawany do górnego profilu ramki

Pręt U o kształcie 2 przyspawany do dolnego profilu ramki

Oznaczenie pręta kotwiącego po stronie stropowej

Pręt UD o kształcie 3 przyspawany do górnego profilu ramki

Brak pręta przyspawanego do dolnego profilu ramki

1. PRZEZNACZENIE

TIPOMEGA® jest systemem łączenia elementów żelbetowych o podwyższonych parametrach termoizolacyjnych i odporności ogniowej. 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 złączu liniowym

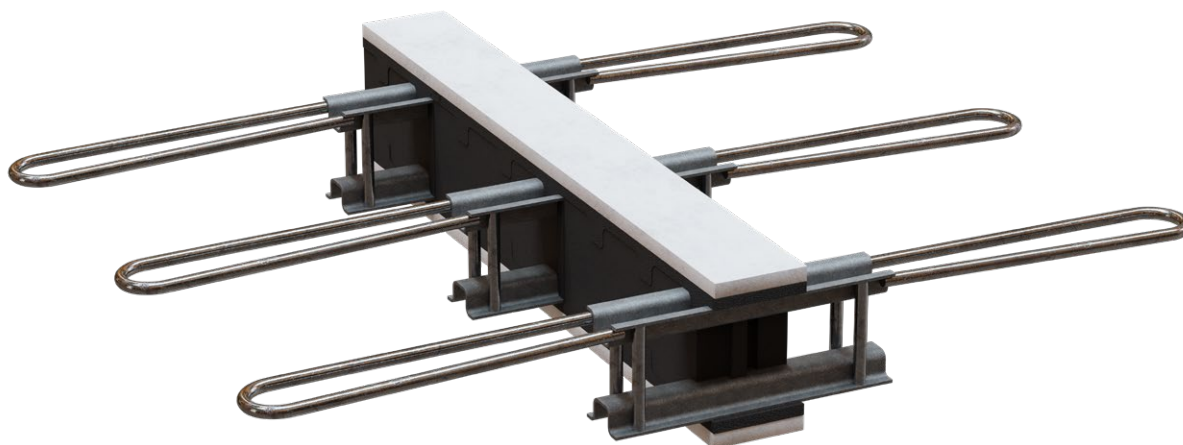
2. BUDOWA

Dostępnych jest pięć wysokości systemu TIPOMEGA®: 16 cm, 18 cm, 20 cm, 22 cm i 24 cm a dla każdej z nich trzy grubości: 8 cm, 12 cm oraz 16 cm.

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.

Wymiary TIP uzależnione są od wysokości zewnętrznego elementu żelbetowego oraz od zastosowanej grubości izolacji w systemie. Moduły izolacyjne TIP, w których osadza się moduły nośne OMEGA, są produkowane według indywidualnego projektu połączenia balkonu lub daszku ze stropem, belką bądź ścianą.

Elementami nośnymi w systemie TIPOMEGA® są, przechodzące przez profile izolacyjne TIP, moduły OMEGA. Występują one w postaci układów zbudowanych ze stalowych, nierdzewnych profili zimnogiętych i prętów zbrojeniowych, współpracujących z żelbetowymi elementami konstrukcji ściany i stropu zaś z drugiej strony – z żelbetową płytą balkonową. Wymiary i kształt modułów nośnych OMEGA uzależnione są od wymiarów geometrycznych i kształtów łączonych elementów żelbetowych oraz od grubości zastosowanej izolacji w systemie.

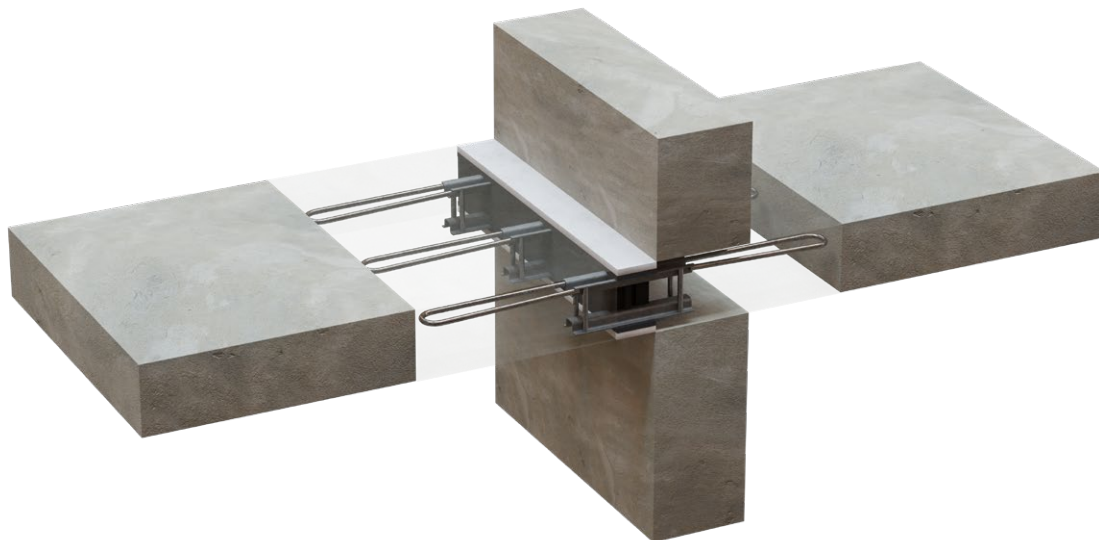


Rys. 2. Moduły nośne OMEGA osadzone w profilach izolacyjnych TIP

3. WARIANTY STOSOWANIA

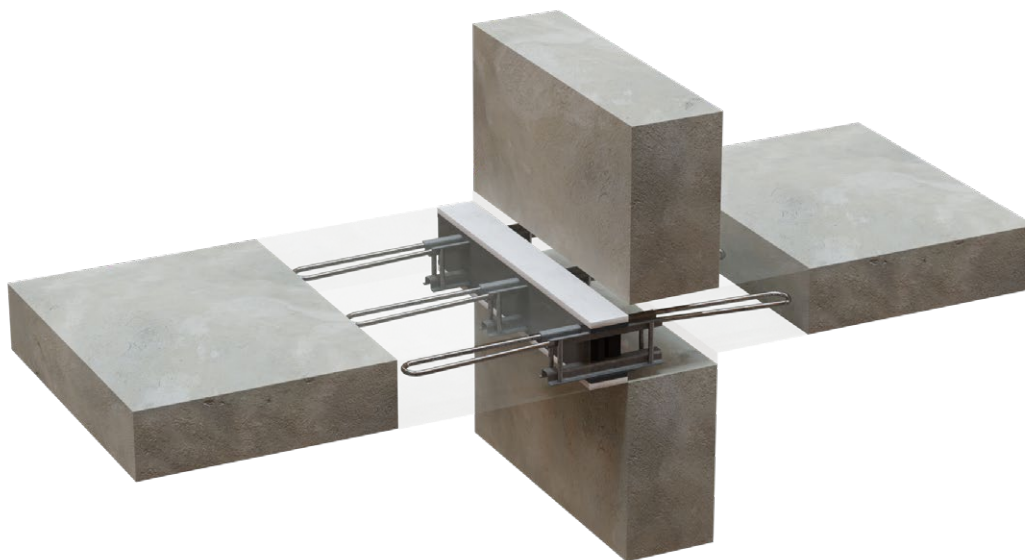
3.1. Kotwienie w stropie przy pomocy ramki OMEGA.XX.YY.U10.U10

Górny poziom balkonu i stropu znajdują się na tej samej rzędnej.



Rys. 3. Łącznik TIPOMEGA® kotwiony w stropie przy pomocy prętów o kształcie U1, przyspawanych do górnego profilu

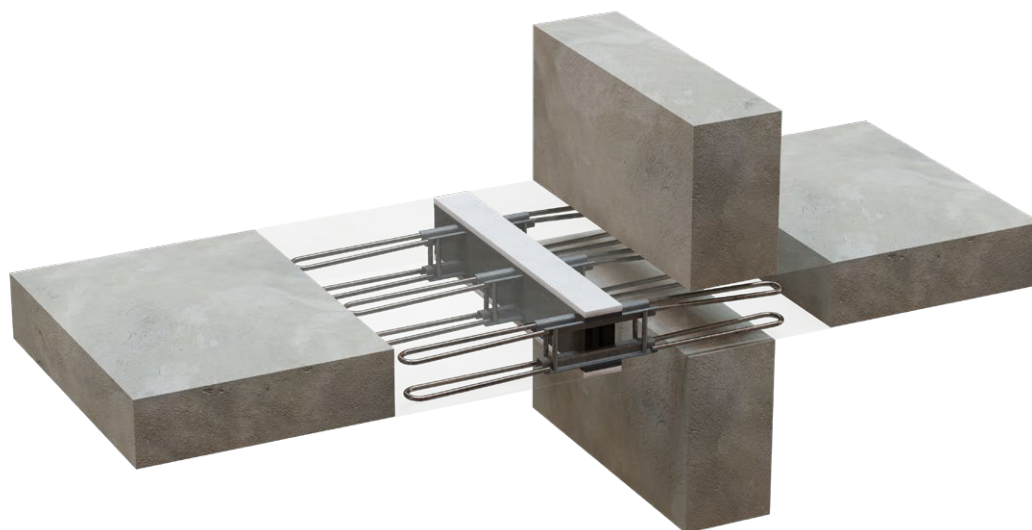
Górny poziom balkonu jest obniżony względem górnego poziomu stropu.



Rys. 4. Łącznik TIPOMEGA® kotwiony w stropie przy pomocy prętów o kształcie U1, przyspawanych do górnego profilu

3.2. Kotwienie w stropie ciągłym (pośrednie podparcie balkonu) przy pomocy ramki OMEGA.XX.YY.U11.U11

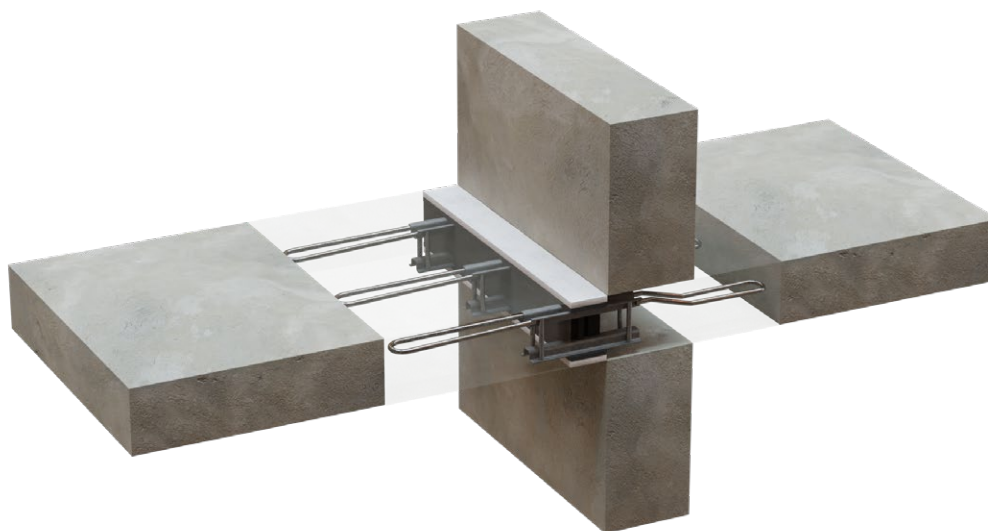
Górny poziom balkonu i stropu znajdują się na tej samej rzędnej; łączniki TIPOMEGA® przenoszą momenty zginające oraz siły tnące w kierunku dodatnim i ujemnym.



Rys. 5. Łącznik TIPOMEGA® kotwiony w stropie przy pomocy prętów o kształcie U1, przyspawanych do górnego i dolnego profilu

3.3. Kotwienie w stropie przy pomocy ramki OMEGA.XX.YY.U10.U20

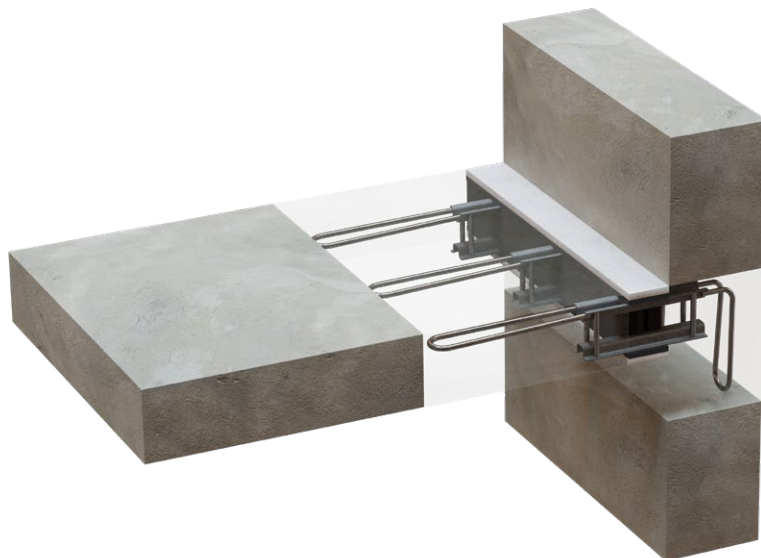
Górny poziom balkonu i stropu znajdują się na tej samej rzędnej; zastosowano pręt U2 ze względu na kolizję z sąsiednią ramką ułożoną prostopadle.



Rys. 6. Łącznik TIPOMEGA® kotwiony w stropie przy pomocy prętów o kształcie U2, przyspawanych do górnego profilu

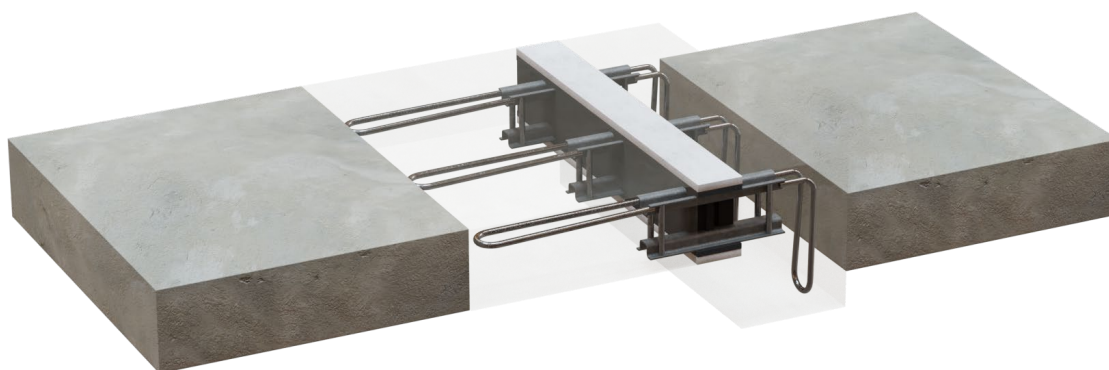
3.4. Kotwienie w ścianie lub belce przy pomocy ramki OMEGA.XX.YY.U10.UD30

Ściana żelbetowa znajduje się poniżej poziomu balkonu; minimalna szerokość ściany – 180 mm.



Rys. 7. Łącznik TIPOMEGA® kotwiony w ścianie przy pomocy prętów o kształcie UD3, przyspawanych do górnego profilu i odgiętych w dół

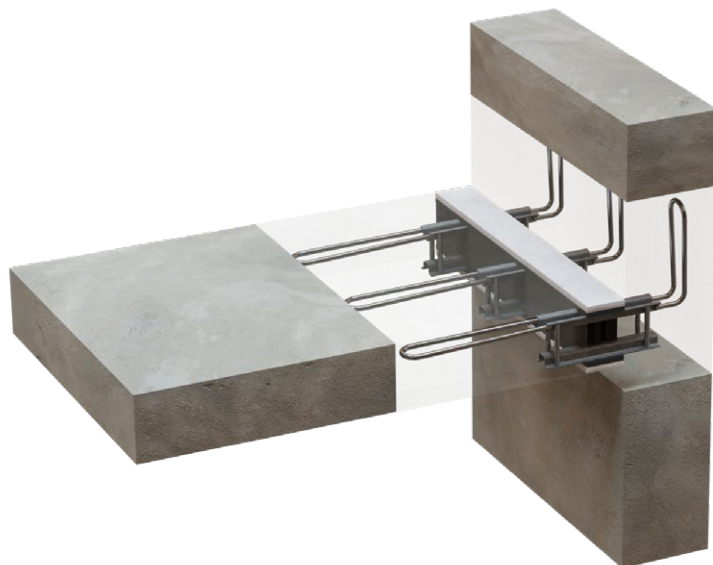
Belka żelbetowa znajduje się poniżej poziomu balkonu; minimalne wymiary belki: szerokość – 180 mm, wysokość – 360 mm.



Rys. 8. Łącznik TIPOMEGA® kotwiony w belce przy pomocy prętów o kształcie UD3, przyspawanych do górnego profilu i odgiętych w dół

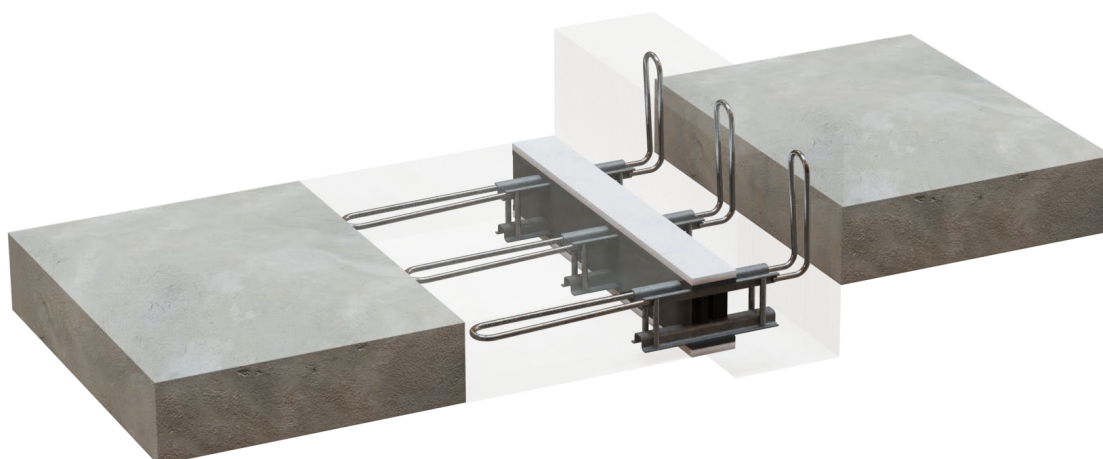
3.5. Kotwienie w ścianie lub belce przy pomocy ramki OMEGA.XX.YY.U10.UG30

Ściana żelbetowa znajduje się powyżej poziomu balkonu; minimalna szerokość ściany – 180 mm.



Rys. 9. Łącznik TIPOMEGA® kotwiony w ścianie przy pomocy prętów o kształcie UG3, przyspawanych do górnego profilu i odgiętych w górę

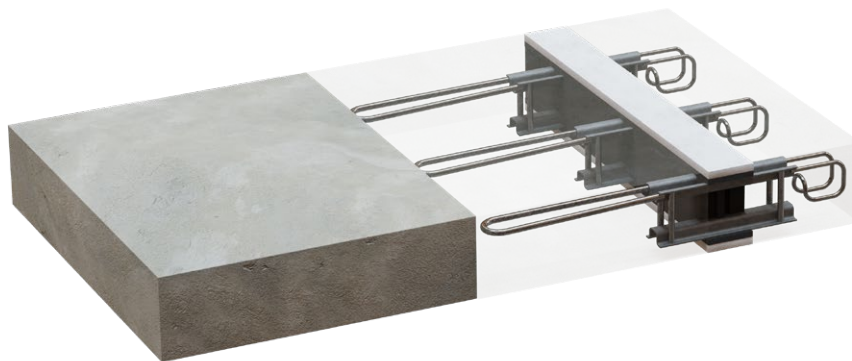
Belka żelbetowa znajduje się powyżej poziomu balkonu; minimalne wymiary belki: szerokość – 180 mm, wysokość – 360 mm.



Rys. 10. Łącznik TIPOMEGA® kotwiony w belce przy pomocy prętów kształcie UG3, przyspawanych do górnego profilu i odgiętych w górę

3.6. Kotwienie w belce przy pomocy ramki OMEGA.XX.YY.U10.UD40

Kotwienie w dół w belce żelbetowej o niewielkich wymiarach: szerokość – 240 mm, wysokość – 160 mm.



Rys. 11. Łącznik TIPOMEGA® kotwiony w belce przy pomocy prętów o kształcie UD4, przyspawanych do górnego profilu i odgiętych w dół

3.7. Kotwienie w belce przy pomocy ramki OMEGA.XX.YY.U10.UG40

Kotwienie w górę w belce żelbetowej o niewielkich wymiarach: szerokość – 240 mm, wysokość – 90 mm powyżej górnego poziomu balkonu.



Rys. 12. Łącznik TIPOMEGA® kotwiony w belce przy pomocy prętów o kształcie UG4, przyspawanych do górnego profilu i odgiętych w górę

4. FIZYKA CIEPLNA

Dobór grubości izolacji termicznej systemu TIPOMEGA® (wybór pomiędzy TIPOMEGA.08, TIPOMEGA.12 i TIPOMEGA.16) powinien zapewnić spełnienie odpowiednich warunków ciepłno-wilgotnościowych.

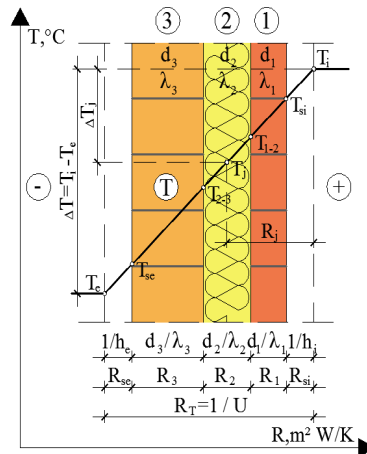
4.1. Podstawowe definicje i symbole

| | | |
|--|--|-------------------------|
| 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 | element oddzielający pomieszczenie od środowiska zewnętrznego lub innego pomieszczenia | |
| Ciepło | forma przekazywania /przenoszenia/ części energii przez granice układu dzięki różnicy temperatury | |
| Gęstość strumienia ciepłego | 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 danej chwili | |
| Współczynnik przenikania ciepła | strumień ciepły w stanie ustalonym podzielony przez iloczyn pola 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 prostopadle 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 przejmowania 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 przejmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej | [(m ² ·K)/W] |
| R_{se} | opór przejmowania 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)] |

4.2. Projektowanie termiczne przegród zewnętrznych

Analiza przenikania ciepła w budynkach może być przeprowadzona 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 cieplny jest prostopadły.

Straty ciepła przez pojedyncze elementy budynku, przy przyjęciu pewnych uproszczeń, można określić za pomocą współczynnika przenikania ciepła U [$W/(m^2 \cdot K)$] (patrz Rys. 13).



Rys. 13. 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, $W/(m \cdot K)$, przyjmuje się na podstawie PN-EN 12524:2003, tablice z literatury, dane producenta.

Skorygowany współczynnik przenikania ciepła U_c [$W/(m^2 \cdot K)$] uzyskuje się wprowadzając trzon korekcyjny ΔU :

$$U_c = U + \Delta U$$

Człon korekcyjny ΔU [$W/(m^2 \cdot K)$] wyraża następującym wzorem :

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

gdzie:

ΔU_g – poprawka na nieszczelności [$W/(m^2 \cdot K)$],

ΔU_f – poprawka na wpływ opadów dla dachów z odwróconym układzie warstw [$W/(m^2 \cdot K)$],

ΔU_r – poprawka na łączniki mechaniczne [$W/(m^2 \cdot K)$].

Zdolność materiału do przewodzenia ciepła jest określana przy pomocy współczynnika przewodzenia ciepła – λ [$W/(m \cdot K)$]. Jest to ilość ciepła przewodzonego w jednostce czasu przez $1 m^2$ powierzchni przegrody o grubości $1 m$ 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 termoizolacyjnych 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 [$W/(m \cdot K)$],

λ_D – wartość deklarowana współczynnika przewodzenia ciepła [$W/(m \cdot K)$],

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) [-].

4.3. 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].

4.3.1. 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 przyjmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni przegrody $R_{si}=0,13$ (m²·K)/W,

R_{se} – opór przyjmowania 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:

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

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 przyjmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni przegrody [(m²·K)/W],

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

5. Określenie współczynnika przewodzenia ciepła elementu niejednorodnego cieplnie:

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

gdzie:

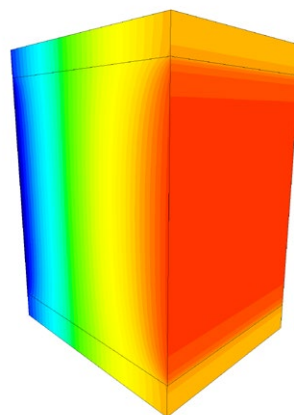
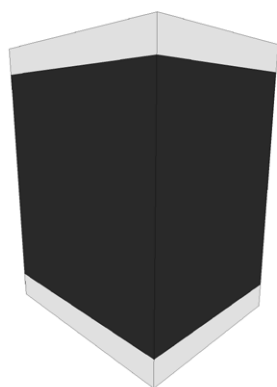
d_i – grubość elementu [m],

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

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

4.3.2. Założenia do obliczeń

- $t_i = 20^\circ\text{C}$, $R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$,
- $t_e = -20^\circ\text{C}$, $R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$,
- styropian grafitowy $\lambda_{ob} = 0,031 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$,
- płyty ogniodporne $\lambda_{ob} = 0,292 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$,
- stal nierdzewna $\lambda_{ob} = 15 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

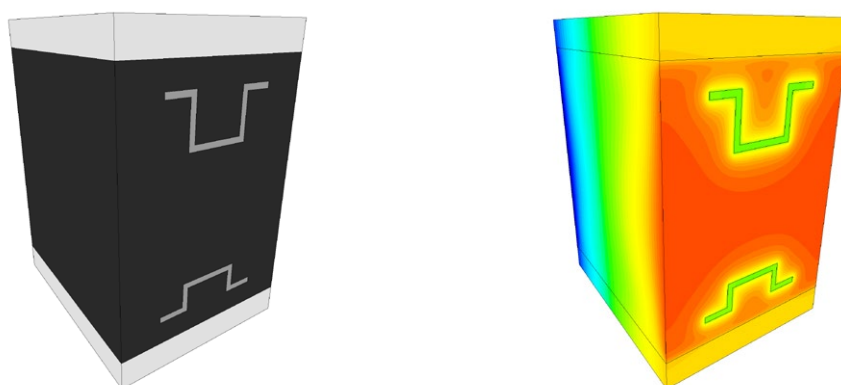


Tab. 1. Parametry termiczne modelowej kształtki długości 10 cm bez ramki OMEGA

| Parametry elementu w kierunku y = 80 mm | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 0,41 | 0,43 | 0,46 | 0,49 | 0,52 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(m ² ·K)/W] | 1,38 | 1,51 | 1,57 | 1,63 | 1,67 |
| λ "/ λ_{eq} / – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)] | 0,058 | 0,053 | 0,051 | 0,049 | 0,048 |

| Parametry elementu w kierunku y = 120 mm | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 0,31 | 0,33 | 0,35 | 0,37 | 0,39 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(m ² ·K)/W] | 1,90 | 2,03 | 2,11 | 2,22 | 2,31 |
| λ "/ λ_{eq} / – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [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 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 0,25 | 0,27 | 0,28 | 0,30 | 0,31 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(m ² ·K)/W] | 2,39 | 2,50 | 2,67 | 2,76 | 2,91 |
| λ "/ λ_{eq} / – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)] | 0,067 | 0,064 | 0,060 | 0,058 | 0,055 |

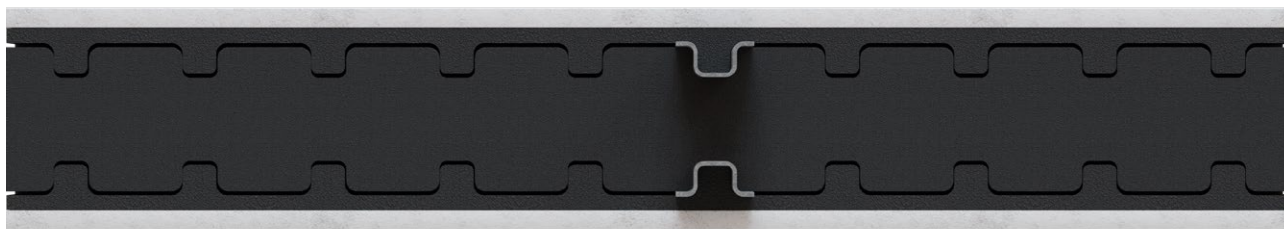


Tab. 2. Parametry termiczne modelowej kształtki długości 10 cm z ramką OMEGA

| Parametry elementu w kierunku y = 80 mm | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 0,87 | 0,91 | 0,93 | 0,96 | 0,99 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(m ² ·K)/W] | 0,57 | 0,62 | 0,69 | 0,75 | 0,80 |
| λ'' / λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)] | 0,140 | 0,129 | 0,116 | 0,107 | 0,100 |

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

4.3.3. Parametry termiczne w zróżnicowanym układzie kształtek modelowych


Tab. 3. Parametry termiczne układu elementów długości 100 cm z jedną ramką OMEGA

| Parametry układu elementów w kierunku $y = 80$ mm | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 4,55 | 4,82 | 5,09 | 5,36 | 5,64 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(m ² ·K)/W] | 1,23 | 1,33 | 1,40 | 1,48 | 1,54 |
| $\lambda"/\lambda_{eq}$ – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)] | 0,065 | 0,060 | 0,057 | 0,054 | 0,052 |

| Parametry układu elementów w kierunku $y = 120$ mm | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 3,67 | 3,86 | 4,05 | 4,24 | 4,43 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(m ² ·K)/W] | 1,57 | 1,69 | 1,81 | 1,91 | 2,00 |
| $\lambda"/\lambda_{eq}$ – 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 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 3,11 | 3,27 | 3,42 | 3,56 | 3,71 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(m ² ·K)/W] | 1,89 | 2,03 | 2,17 | 2,30 | 2,42 |
| $\lambda"/\lambda_{eq}$ – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)] | 0,084 | 0,079 | 0,074 | 0,070 | 0,066 |

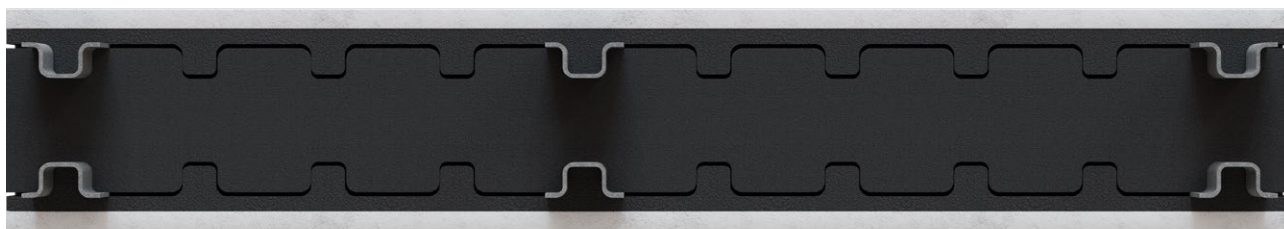


Tab. 4. Parametry termiczne układu elementów długości 100 cm z dwiema ramkami OMEGA

| Parametry układu elementów w kierunku y = 80 mm | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 5,01 | 5,29 | 5,64 | 5,84 | 6,26 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(m ² ·K)/W] | 1,11 | 1,19 | 1,25 | 1,33 | 1,36 |
| λ^*/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)] | 0,072 | 0,067 | 0,064 | 0,060 | 0,059 |

| Parametry układu elementów w kierunku y = 120 mm | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,79 | 4,98 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(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 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 3,67 | 3,84 | 3,99 | 4,14 | 4,29 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(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 |

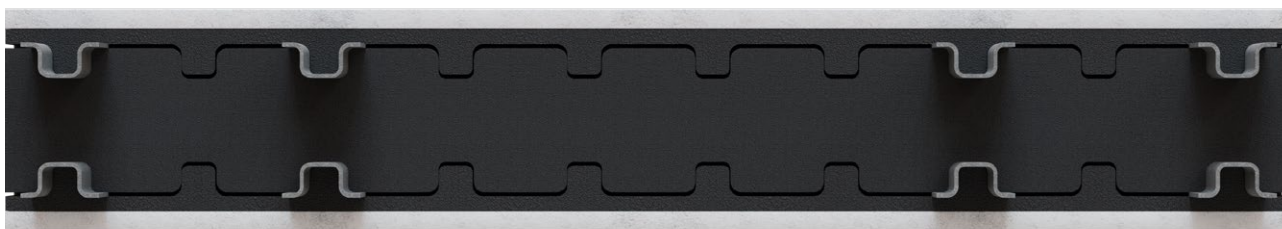


Tab. 5. Parametry termiczne układu elementów długości 100 cm z trzema ramkami OMEGA

| Parametry układu elementów w kierunku $y = 80$ mm | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 5,49 | 5,77 | 6,04 | 6,32 | 6,59 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(m ² ·K)/W] | 1,00 | 1,08 | 1,16 | 1,23 | 1,29 |
| λ'' / λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)] | 0,080 | 0,074 | 0,069 | 0,065 | 0,062 |

| Parametry układu elementów w kierunku $y = 120$ mm | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 4,75 | 4,96 | 5,16 | 5,35 | 5,54 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(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 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 4,27 | 4,44 | 4,60 | 4,75 | 4,90 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(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. 6. Parametry termiczne układu elementów długości 100 cm z czterema ramkami OMEGA

| Parametry układu elementów w kierunku $y = 80$ mm | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 5,96 | 6,25 | 6,52 | 6,80 | 7,07 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(m ² ·K)/W] | 0,91 | 0,99 | 1,05 | 1,13 | 1,19 |
| λ^*/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)] | 0,088 | 0,081 | 0,076 | 0,071 | 0,067 |

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

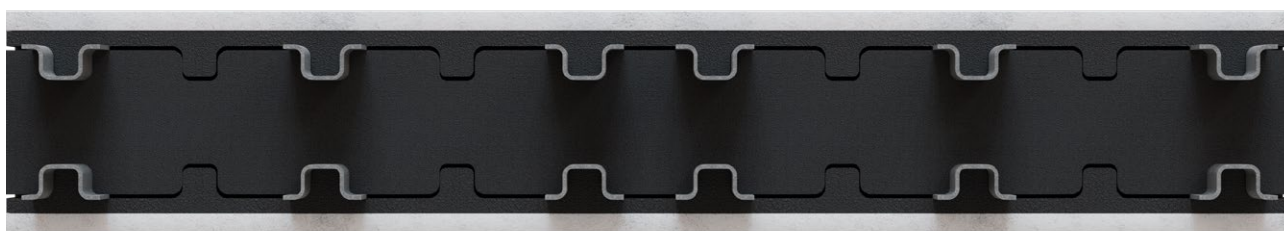


Tab. 7. Parametry termiczne układu elementów długości 100 cm z pięcioma ramkami OMEGA

| Parametry układu elementów w kierunku y = 80 mm | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 6,43 | 6,72 | 7,00 | 7,28 | 7,55 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(m ² ·K)/W] | 0,82 | 0,90 | 0,98 | 1,04 | 1,10 |
| λ^*/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)] | 0,097 | 0,089 | 0,082 | 0,077 | 0,073 |

| Parametry układu elementów w kierunku y = 120 mm | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 5,85 | 6,08 | 6,28 | 6,48 | 6,67 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(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 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 5,44 | 5,63 | 5,80 | 5,95 | 6,11 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(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 |

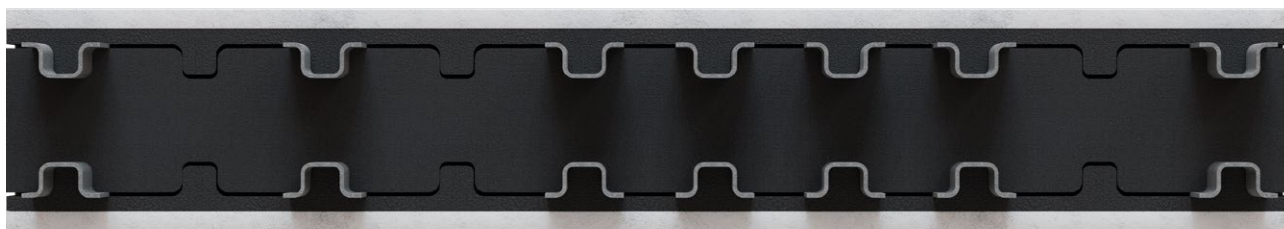


Tab. 8. Parametry termiczne układu elementów długości 100 cm z sześcioma ramkami OMEGA

| Parametry układu elementów w kierunku $y = 80$ mm | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 6,90 | 7,19 | 7,47 | 7,75 | 8,03 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(m ² ·K)/W] | 0,75 | 0,83 | 0,90 | 0,96 | 1,03 |
| λ^*/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)] | 0,106 | 0,096 | 0,089 | 0,083 | 0,078 |

| Parametry układu elementów w kierunku $y = 120$ mm | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 6,38 | 6,62 | 6,82 | 7,02 | 7,22 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(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 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 6,00 | 6,20 | 6,37 | 6,53 | 6,68 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(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 |

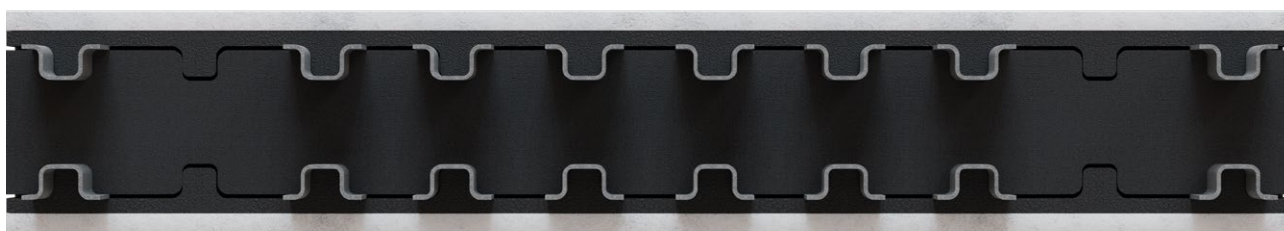


Tab. 9. Parametry termiczne układu elementów długości 100 cm z siedmioma ramkami OMEGA

| Parametry układu elementów w kierunku $y = 80$ mm | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 7,36 | 7,66 | 7,94 | 8,22 | 8,49 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(m ² ·K)/W] | 0,70 | 0,77 | 0,81 | 0,90 | 0,96 |
| λ'' / λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)] | 0,114 | 0,104 | 0,099 | 0,089 | 0,083 |

| Parametry układu elementów w kierunku $y = 120$ mm | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 6,90 | 7,14 | 7,35 | 7,55 | 7,74 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(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 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 6,53 | 6,75 | 6,92 | 7,08 | 7,24 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(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 |

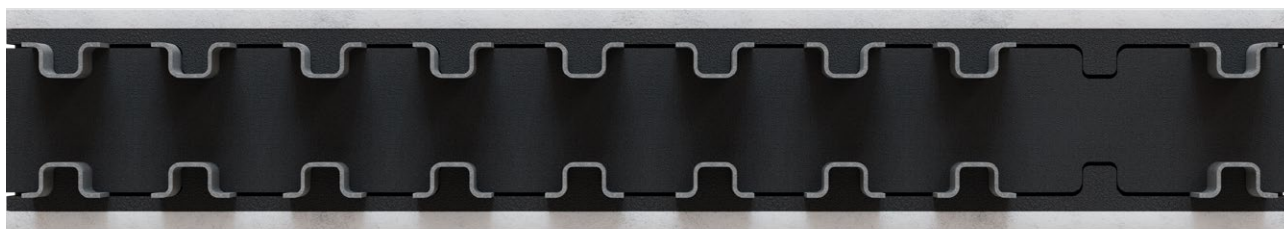


Tab. 10. Parametry termiczne układu elementów długości 100 cm z ośmioma ramkami OMEGA

| Parametry układu elementów w kierunku $y = 80$ mm | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 7,82 | 8,12 | 8,40 | 8,68 | 8,96 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(m ² ·K)/W] | 0,65 | 0,71 | 0,78 | 0,84 | 0,90 |
| λ^*/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)] | 0,123 | 0,112 | 0,102 | 0,095 | 0,089 |

| Parametry układu elementów w kierunku $y = 120$ mm | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 7,41 | 7,66 | 7,87 | 8,08 | 8,27 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(m ² ·K)/W] | 0,68 | 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 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 7,06 | 7,29 | 7,47 | 7,63 | 7,79 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(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 |

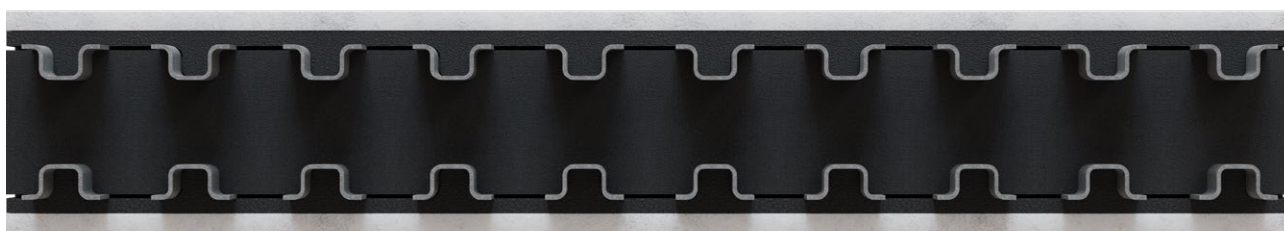


Tab. 11. Parametry termiczne układu elementów długości 100 cm z dziewięcioma ramkami OMEGA

| Parametry układu elementów w kierunku $y = 80$ mm | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 8,27 | 8,58 | 8,87 | 9,15 | 9,43 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(m ² ·K)/W] | 0,61 | 0,67 | 0,73 | 0,79 | 0,85 |
| λ^*/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)] | 0,132 | 0,120 | 0,109 | 0,101 | 0,094 |

| Parametry układu elementów w kierunku $y = 120$ mm | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 7,93 | 8,18 | 8,40 | 8,60 | 8,80 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(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 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 7,59 | 7,83 | 8,02 | 8,18 | 8,34 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(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 |

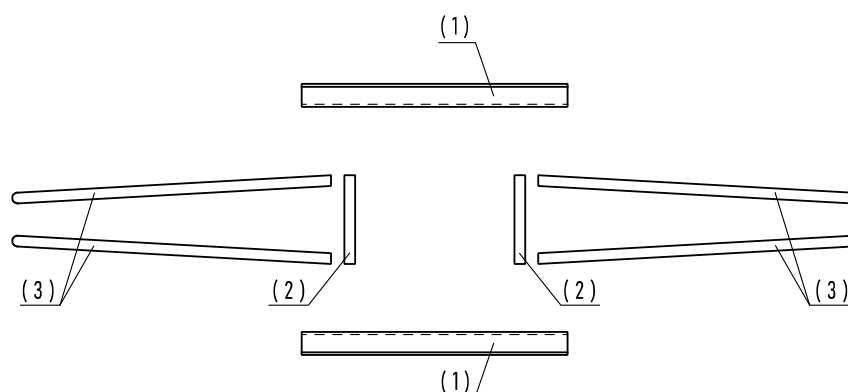


Tab. 12. Parametry termiczne układu elementów długości 100 cm z dziesięcioma ramkami OMEGA

| Parametry układu elementów w kierunku $y = 80$ mm | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| H – grubość płyty [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| hr – wysokość ramki [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |
| Φ – strumień cieplny [W] | 8,73 | 9,04 | 9,33 | 9,61 | 9,89 |
| Ri /Req/ – opór cieplny układu elementów [(m ² ·K)/W] | 0,56 | 0,63 | 0,69 | 0,75 | 0,80 |
| λ^*/λ_{eq} – współczynnik przewodzenia ciepła układu elementów [W/(m·K)] | 0,142 | 0,128 | 0,116 | 0,107 | 0,100 |

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

5. KONSTRUKCJA RAMEK NOŚNYCH OMEGA


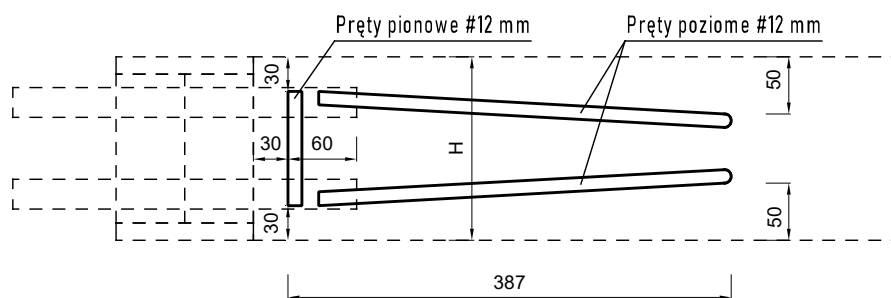
Rys. 14. Elementy składowe ramki OMEGA.XX.YY.U11.U11

Profile zimnogięte (1) o kształcie litery omega i grubości 3 mm, ułożone są w pary, jeden profil nad drugim. Każda, ułożona równolegle względem siebie i zwrócona grzbietami do siebie para profili, połączona jest czterema pionowymi prętami #12 mm (2). Do profili ze stali nierdzewnej przyspawane są poziome pręty #12 mm (3) służące odpowiedniemu zakotwieniu profili w elementach żelbetowych.

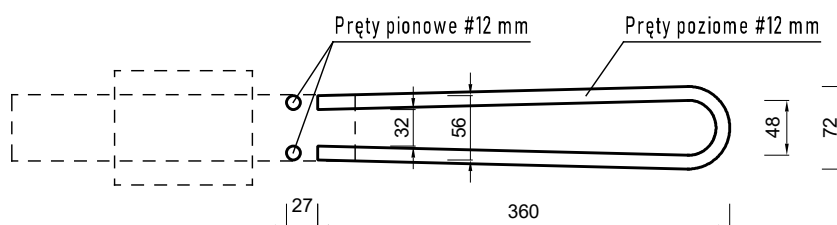
W celu uniknięcia korozji w obszarze izolacji, profile wykonane są z blachy ze stali nierdzewnej ferrytyczno-austenicznej 1.4462 zgodnej z PN-EN 10088-1:2014. Zastosowana stal nierdzewna 1.4462 charakteryzuje się bardzo wysoką, czwartą klasą odporności korozyjnej CRC oraz wysokim wskaźnikiem odporności na korozję wżerową PREN. Dzięki temu zapewniony został nieograniczony czas użytkowania łączników balkonowych TIPOMEGA® bez konserwacji.

Zarówno pręty pionowe jak i pręty poziome #12 mm wykonane są z zbrojonej stali o charakterystycznej granicy plastyczności $f_{yk} \geq 500$ MPa o właściwościach określonych dla stali zbrojeniowej klasy ciągliwości co najmniej B według normy PN-EN 1992-1-1:2008.

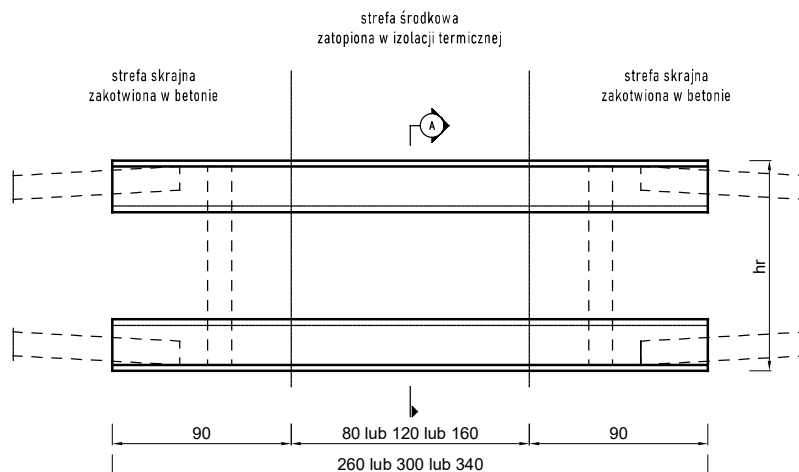
a)



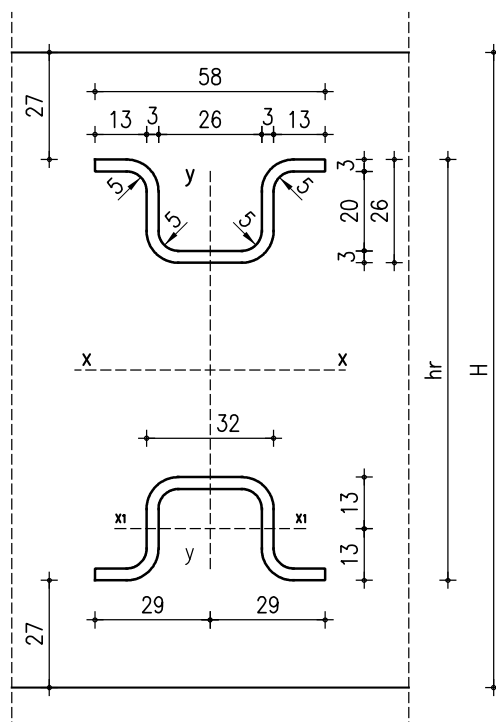
b)


 Rys. 15. Pręty #12 mm w ramce OMEGA.XX.YY.U11.U11 (prezentowana tylko jedna strona ramki)
 a) widok z boku; b) rzut z góry

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.08 ma długość 8 cm, do systemu TIPOMEGA.12 ma długość 12 cm natomiast do systemu TIPOMEGA.16 ma długość 16 cm (patrz Rys. 16).



PRZEKRÓJ A-A



Pole powierzchni przekroju jednego profilu A[cm²] = 2,79

Rys. 16. Profile zimnocięte ze stali nierdzewnej w ramce OMEGA a) widok z boku; b) przekrój pionowy

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 (hr) uzależnione są od grubości płyty (H). Zależność ta przedstawiona została w Tabeli 13.

Tab. 13. Zależność wysokości stalowej ramki OMEGA od grubości płyty

| | | | | | |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Grubość płyty (H) [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| Wysokość ramki (hr) [mm] | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 |

6. ZASTOSOWANIE PRĘTÓW „U”

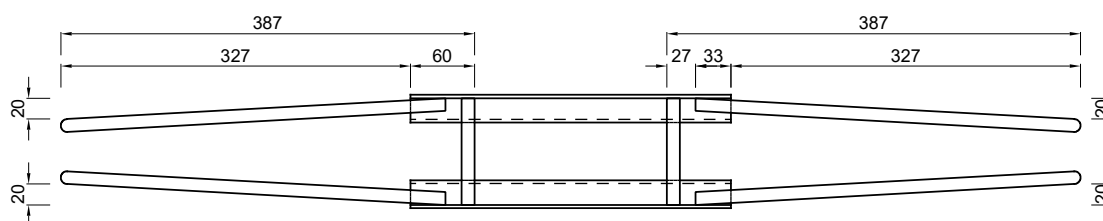
Pręty poziome #12 mm, służące odpowiedniemu zakotwieniu profili w elementach żelbetowych i oznaczone symbolem „U”, są zakończone odpowiednio ukształtowaną pętlą. W zależności od kształtu i usytuowania względem siebie łączonych przy pomocy systemu TIPOMEGA® żelbetowych elementów zewnętrznych i elementów wewnętrznych budynku, pręty zbrojeniowe „U” mogą występować w czterech wariantach: U1, U2, U3 oraz U4. Dodatkowo pręty w wariantach U3 i U4 mogą być skierowane w górę (UG3, UG4) bądź w dół (UD3, UD4).

6.1. Kształt U1

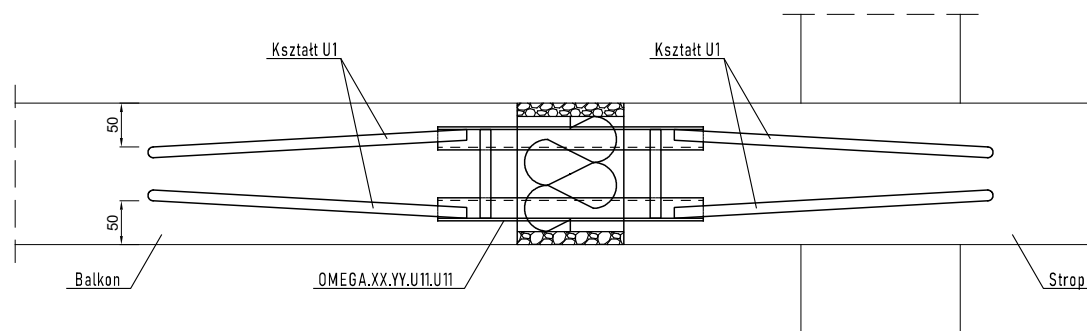
Poniżej przedstawiono przykłady zastosowania prętów U1 przeznaczonych do zakotwienia w stropie. Górny poziom wspornikowej płyty balkonowej znajduje się na tej samej rzędnej co płyta stropowa (patrz Rys. 17, Rys. 18). W przypadku płyty stropowej usytuowanej powyżej poziomu płyty balkonowej należy uwzględnić wymóg otuliny betonowej pętli pręta U1 wynoszący min. 40 mm (patrz Rys. 18c).

Jeżeli projekt konstrukcyjny wymaga przeniesienia przez łączniki TIPOMEGA® momentów zginających zarówno w kierunku dodatnim jak i ujemnym (np.: przy podparciu pośrednim płyty balkonowej), to należy zastosować ramki OMEGA.XX.YY.U11.U11 z prętami U1 przyspawanymi zarówno do górnego jak i do dolnego profilu nierdzewnego (patrz Rys. 17).

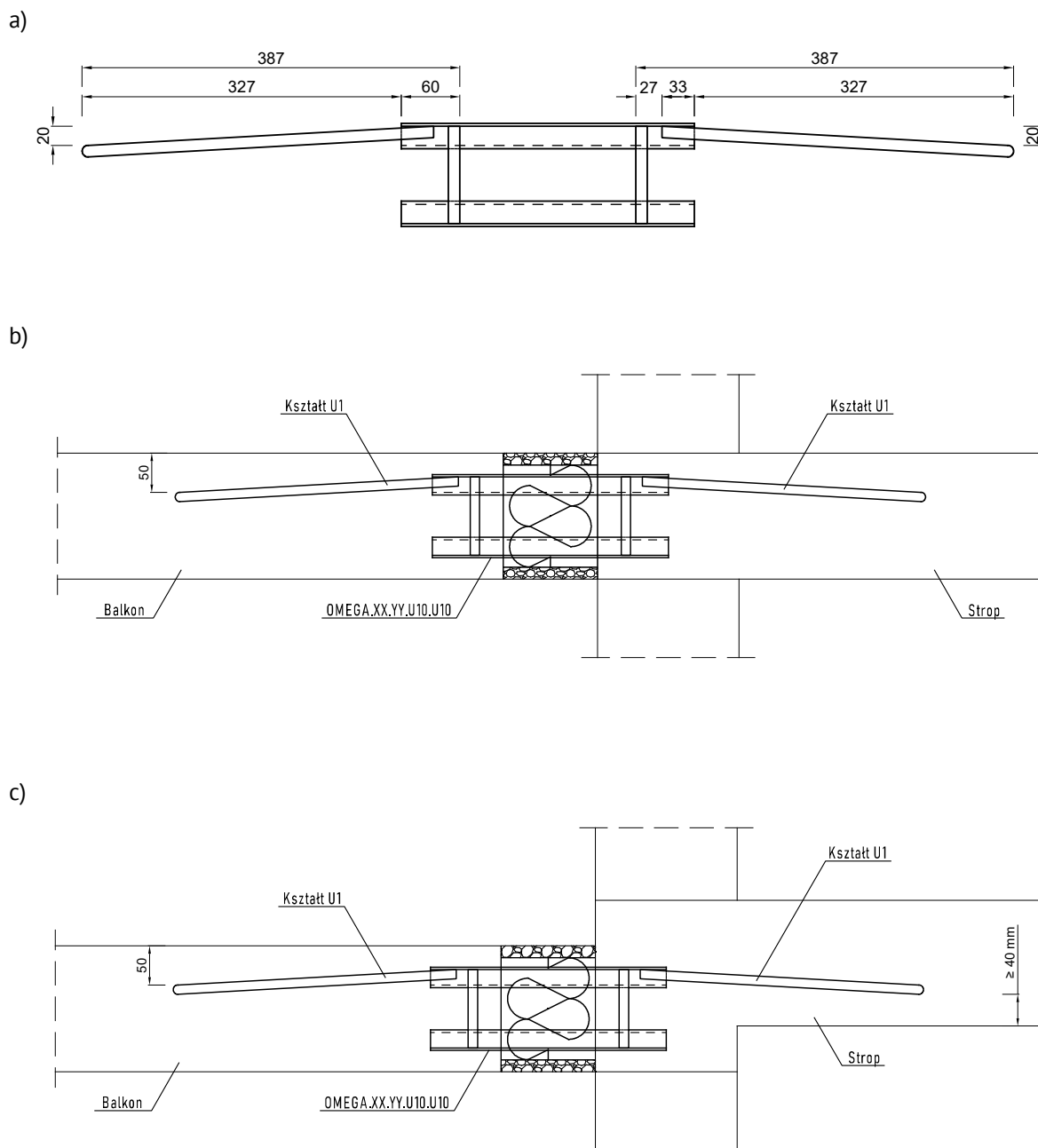
a)



b)



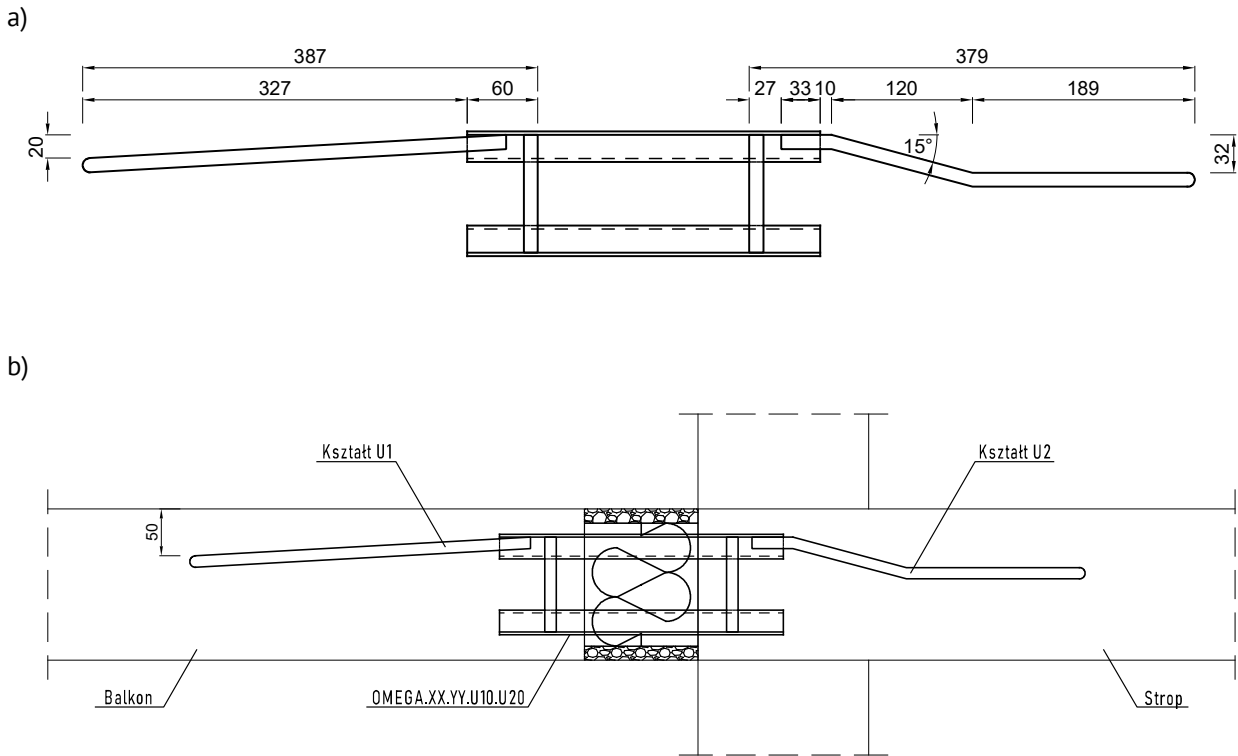
Rys. 17. Zastosowanie ramki OMEGA.XX.YY.U11.U11 w stropie ciągłym (pośrednie podparcie płyty balkonowej)
a) widok z boku; b) przykład zastosowania



Rys. 18. Zastosowanie ramki OMEGA.XX.YY.U10.U10
 a) widok z boku; b), c) przykłady zastosowania

6.2. Kształt U2

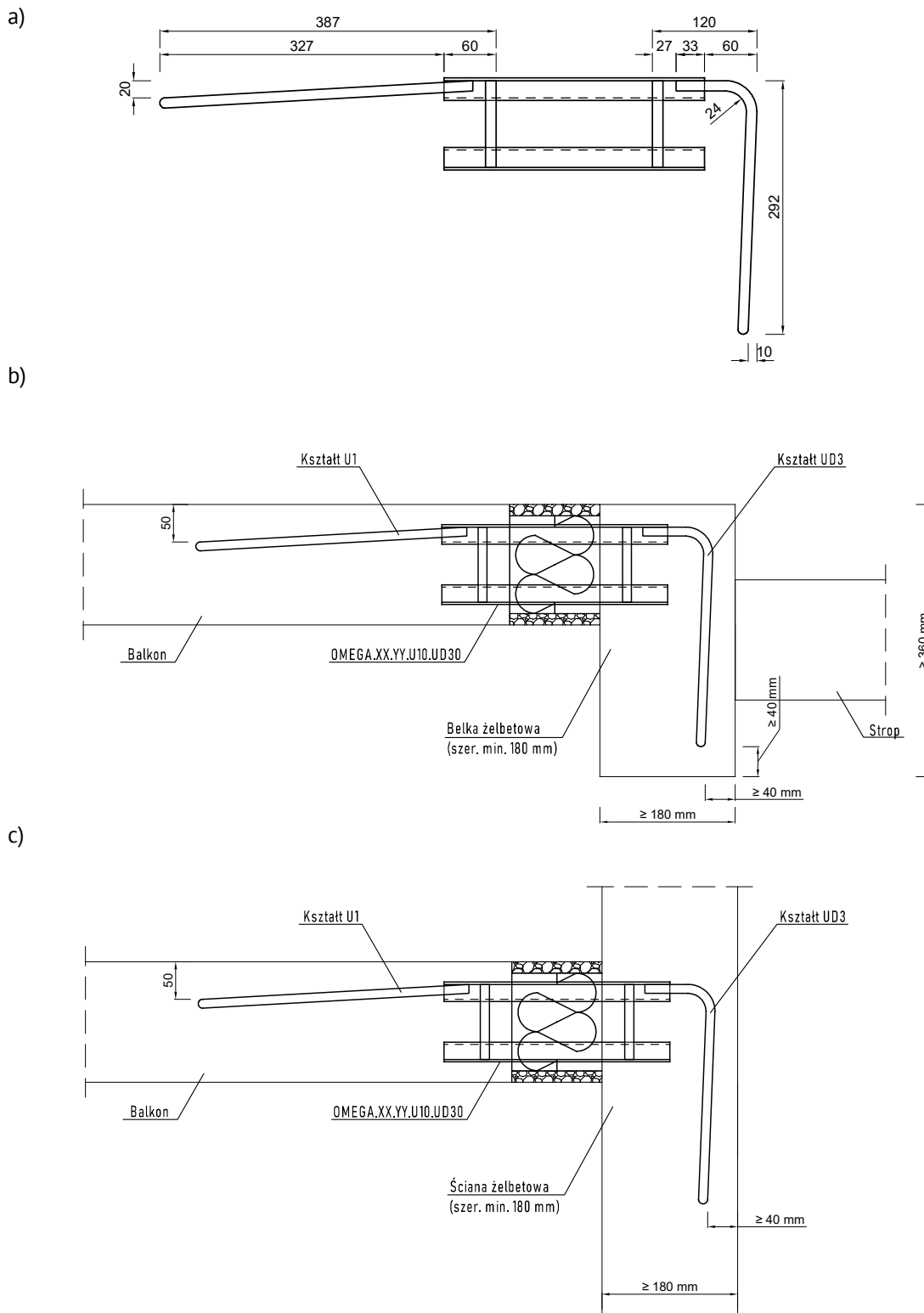
Aby zapobiec możliwości wystąpienia kolizji prętów U1 w dwóch lub więcej sąsiadujących ze sobą ramach nośnych OMEGA (np.: w balkonach narożnych) można zastosować odpowiednio odgięte pręty kotwiące U2 (patrz Rys. 19).



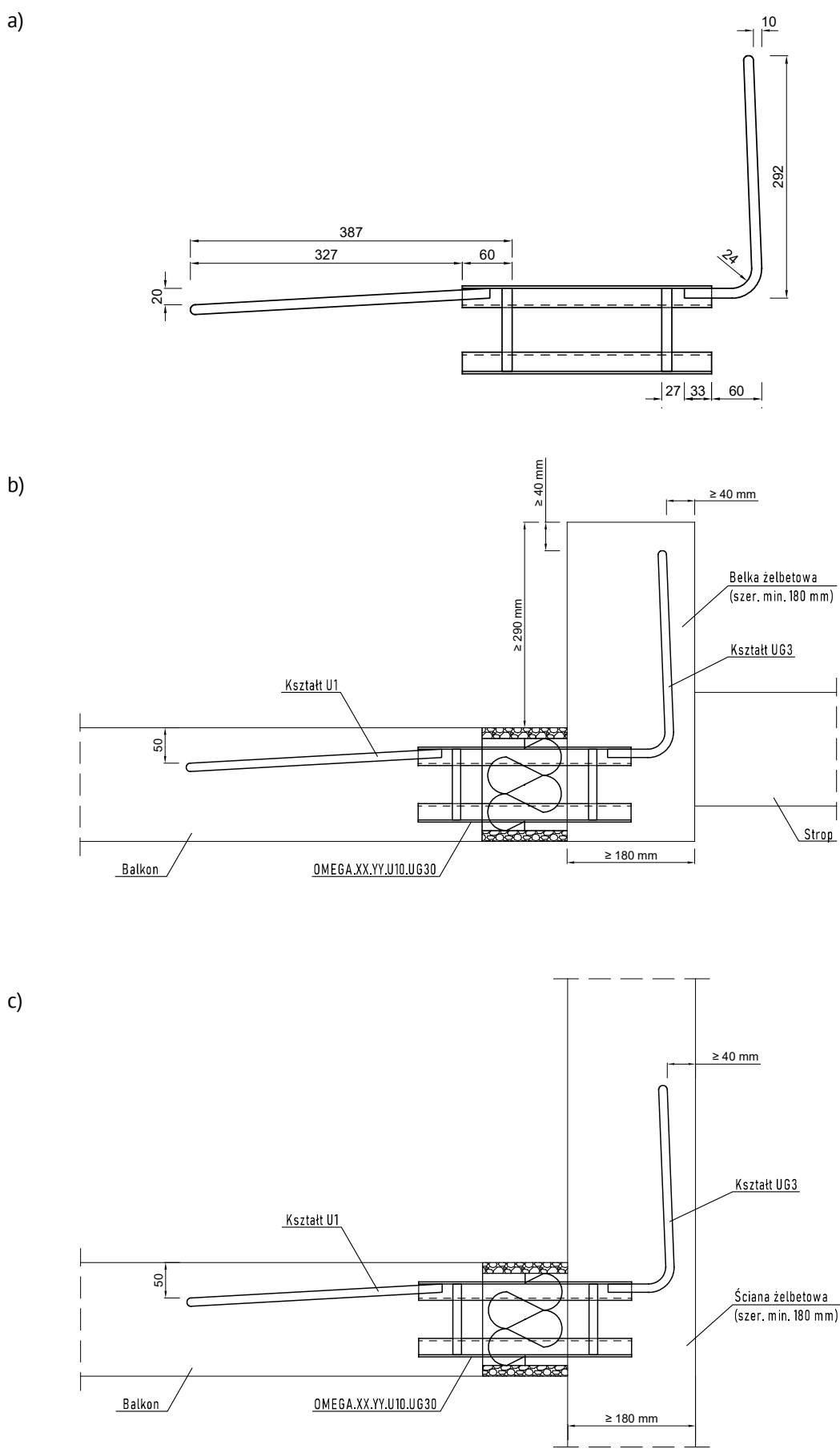
Rys. 19. Zastosowanie ramki OMEGA.XX.YY.U10.U20
a) widok z boku; b) przykład zastosowania

6.3. Kształt U3

W przypadku płyty stropowej, której górny poziom znajduje się na innej rzędnej niż wspornikowa płyta balkonowa, można zastosować ramki OMEGA z odpowiednio zagiętymi prętami U3. W takim przypadku kotwienie ramek następuje w belce lub ścianie żelbetowej usytuowanej poniżej (UD3) bądź powyżej (UG3) górnego poziomu płyty balkonowej. Minimalna szerokość belki lub ściany, w której następuje zamocowanie ramek OMEGA, wynosi 180 mm (patrz Rys. 20, Rys. 21).



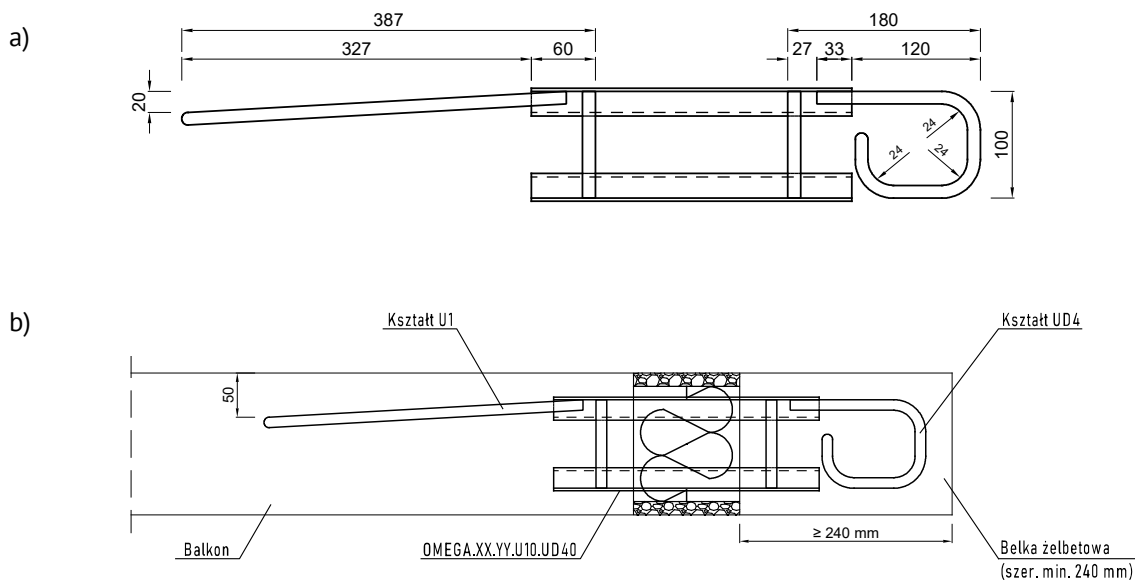
Rys. 20. Zastosowanie ramki OMEGA.XX.YY.U10.UD30
a) widok z boku; b), c) przykłady zastosowania



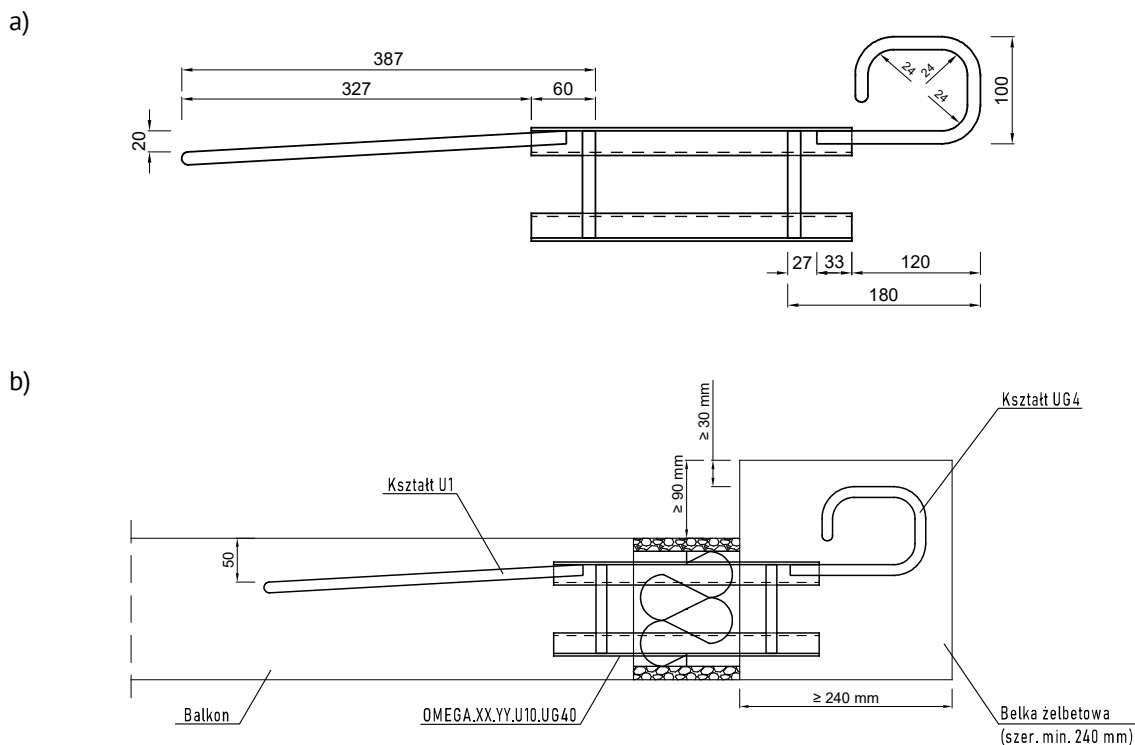
Rys. 21. Zastosowanie ramki OMEGA.XX.YY.U10.UG30
 a) widok z boku; b), c) przykłady zastosowania

6.4. Kształt U4

W celu oparcia płyty balkonowej na belce żelbetowej o niewielkich rozmiarach (szerokość belki min. 240 mm) należy zastosować ramki OMEGA z odpowiednio zagiętymi prętami U4. Kotwienie ramek można wykonać w belce żelbetowej usytuowanej poniżej (UD3) bądź powyżej (UG3) górnego poziomu płyty balkonowej (patrz Rys. 22, Rys. 23).



Rys. 22. Zastosowanie ramek OMEGA.XX.YY.U10.UD40
a) widok z boku; b) przykład zastosowania



Rys. 23. Zastosowanie ramek OMEGA.XX.YY.U10.UG40
a) widok z boku; b) przykład zastosowania

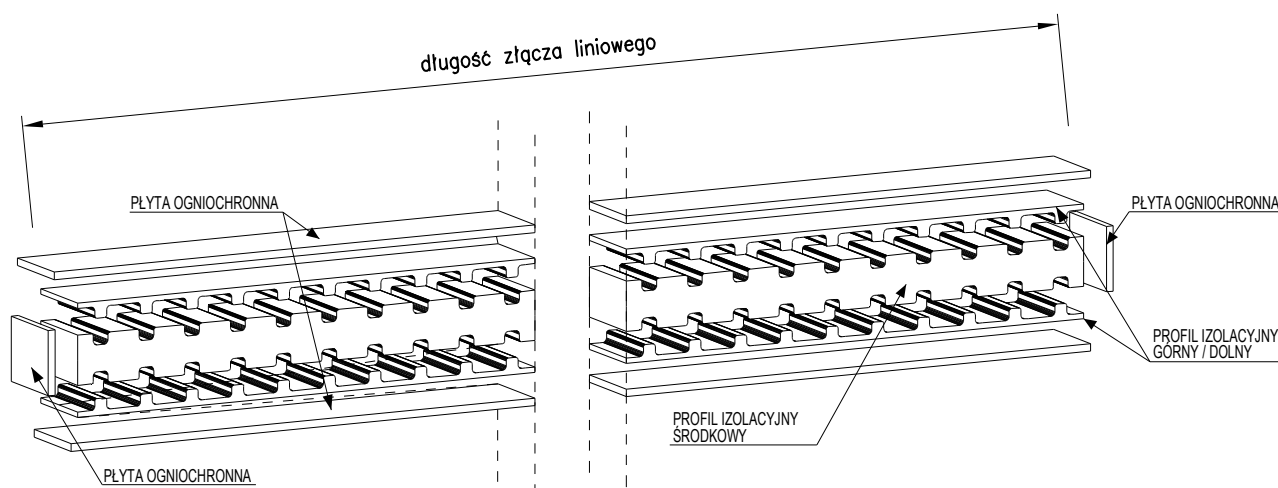
7. WYMAGANIA KONSTRUKCYJNE ELEMENTÓW ŻELBETOWYCH

Zastosowanie systemu TIPOMEGA® wymaga spełnienia następujących warunków:

- Łączone żelbetowe elementy konstrukcyjne muszą być wykonane co najmniej z betonu zwykłego klasy nie niższej niż C20/25 według normy PN-EN 206+A1:2016; grubość otuliny zbrojenia powinna wynosić nie mniej niż 3 cm, a grubość otuliny profili stalowych - nie mniej niż 2,5 cm.
- Ze względu na agresywność korozyjną środowiska elementy żelbetowe powinny być projektowane zgodnie z wymaganiami podanymi w Załączniku A do normy PN-EN 1993-1-4:2007.
- Łączone żelbetowe elementy konstrukcyjne muszą być odpowiednio zbrojone; ilość i rodzaj zbrojenia musi zostać dobrana na podstawie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych, zgodnie z zasadami wymiarowania (spełnienia stanów granicznych nośności i użytkowania) oraz wymaganiami normy PN-EN 1992-1-1 (EC2).
- W zewnętrznych płytach żelbetowych należy stosować przerwy dylatacyjne; odległości między szczelinami dylatacyjnymi muszą być dobrane na podstawie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych wykonanych na podstawie PN-EN 1992-1-1 (EC2) oraz spełniać wymagania opisane w Punkcie 10.3.

8. OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA

Żelbetowe płyty balkonowe połączone z żelbetowymi elementami konstrukcyjnymi łącznikami zbrojeniowymi TIPOMEGA® zostały sklasyfikowane według kryteriów normy PN-EN 13501-2:2016 w klasie odporności ogniowej REI 120. Ochrona ogniochronna jest wykonana na wszystkich nieostłoniętych betonem powierzchniach złącza liniowego, tzn. wzdłuż całego połączenia od góry i od dołu złącza oraz na jego obu bocznych krawędziach (patrz Rys. 24).



Rys. 24. Izolacja ogniochronna klasy REI 120 systemu TIPOMEGA®

Odcinki połączenia płyt balkonowych z budynkiem, niewymagające zbrojenia, mogą być wykonywane z profili izolacyjnych TIP zastosowanych na pozostałych odcinkach połączenia, pozbawionych zbrojenia, ale z izolacją ogniochronną w postaci płytek ogniochronnych wykonanych z płyt magnezowych mcr TECBOR o grubości 15 mm. Alternatywnie, odcinki połączenia płyty balkonowej niewymagające zbrojenia, o wysokości co najmniej 160 mm, mogą być wypełnione skalną wełną mineralną o gęstości co najmniej 65 kg/m^3 – w przypadku klasy złącza liniowego EI 30 lub EI 60 albo skalną wełną mineralną o gęstości co najmniej 150 kg/m^3 – w przypadku klasy złącza liniowego EI 120. Mogą być również stosowane inne rozwiązania uszczelnień złączy liniowych, wprowadzone do obrotu zgodnie z obowiązującymi przepisami i spełniające wymagania klasy odporności ogniowej nie niższej niż wymagana klasa odporności ogniowej płyty balkonowej.

9. PARAMETRY TECHNICZNE RAMEK OMEGA

9.1. Podatności

Podatność sprężystą pionową (k_v) oraz poziomą (k_H) pojedynczego modułu OMEGA w połączeniach elementów żelbetowych przy pomocy systemu TIPOMEGA® należy przyjmować zgodnie z Tabelą 14:

Tab. 14. Zależność sztywności pionowej i poziomej w połączeniach z systemem TIPOMEGA®

| | Sztywność pionowa (k_v) | Sztywność pozioma (k_H) |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| OMEGA.08 [kN/m] | 227 000 | 665 000 |
| OMEGA.12 [kN/m] | 70 000 | 197 000 |
| OMEGA.16 [kN/m] | 30 000 | 83 000 |

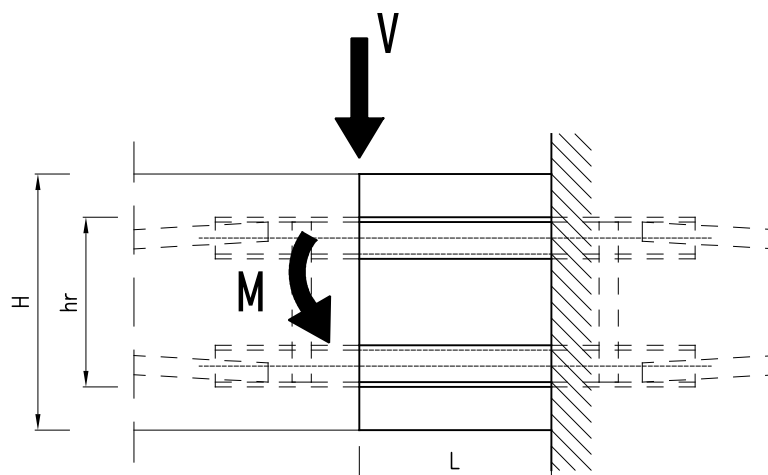
Podatność sprężysta obrotowa (k_ϕ) pojedynczej ramki OMEGA, uzależniona jest od grubości płyty (H) oraz od grubości izolacji termicznej systemu TIPOMEGA® i została określona w Tabeli 15.

Tab. 15. Zależność sztywności giętej połączenia w systemie TIPOMEGA®

| Grubość płyty (H) [mm] | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| OMEGA.08 [kNm/rad] | 2 250 | 3 500 | 5 000 | 6 800 | 8 900 |
| 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 |

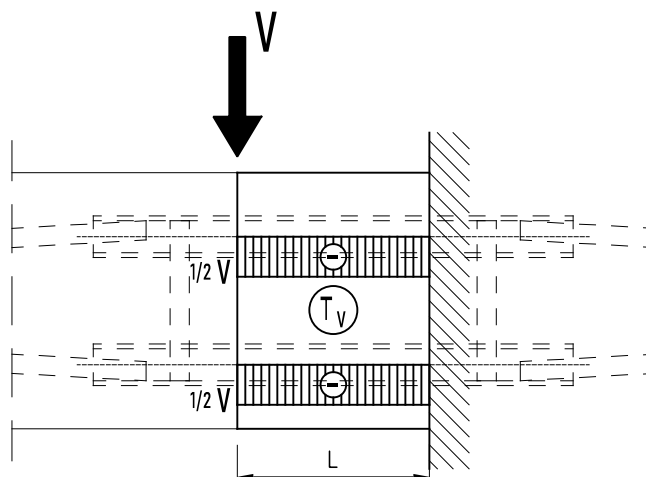
9.2. Analiza pracy

W strefie izolacji termicznej (L) na każdą ramkę OMEGA działają siły poprzeczne (V) oraz momenty zginające (M). Wartości tych sił w modelu obliczeniowym wynikają z wykonanej przez projektanta konstrukcji analizy statycznej płyty balkonowej. Pozostałe siły wewnętrzne, w tym momenty skręcające oraz siły normalne, powinny być pomijalnie małe (patrz Rys. 25).

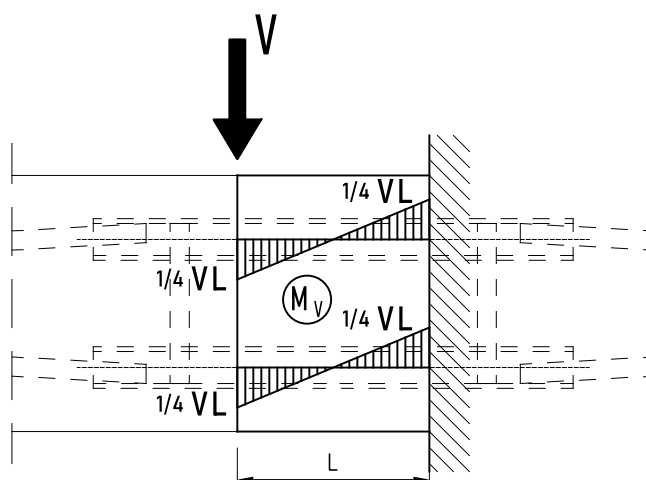


Rys. 25. Schemat statyczny profili nierdzewnych w strefie izolacji termicznej

Analizując pracę obu profili nierdzewnych w ramce OMEGA uzyskuje się wpływ siły V , powodujące powstanie naprężeń normalnych w przekrojach profili nierdzewnych i generujących naprężenia ścinające V oraz moment zginający M . Uwzględniając działanie siły V na pojedynczy profil uzyskuje się wykres sił tnących T_v i momentów zginających M_v (patrz Rys. 26 i Rys. 27).



Rys. 26. Wykresy sił tnących wywołanych działaniem siły V



Rys. 27. Wykresy momentów zginających wywołanych działaniem siły V

9.3. Nośności obliczeniowe

Nośności obliczeniowe ramek OMEGA, podane w punkcie 11, określają zbiór takich par sił (M, V), które nie doprowadzą do przekroczenia nośności profili nierdzewnych w ramce OMEGA oraz przekroczenia stanów granicznych nośności stref zakotwienia ramek OMEGA w betonie konstrukcji nośnej budynku i w płycie balkonowej. Założono, że profile nierdzewne pracować będą w stanie liniowo sprężystym. Analizy nośności ramek OMEGA oraz stref zakotwienia w betonie wykonano w oparciu o normy Eurokod.

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 należy wziąć pod uwagę również klasę wytrzymałości betonu oraz rozstaw modułów. Pary maksymalnych, obliczeniowych momentów zginających i maksymalnych, obliczeniowych sił poprzecznych oraz nośności obliczeniowe na zginanie i na ścinanie połączeń wykonanych z zastosowaniem łączników TIPOMEGA® pokazano na diagramach interakcyjnych (patrz Diag. 1, Diag. 2, Diag. 3) oraz zestawiono w tabelach pod diagramami.

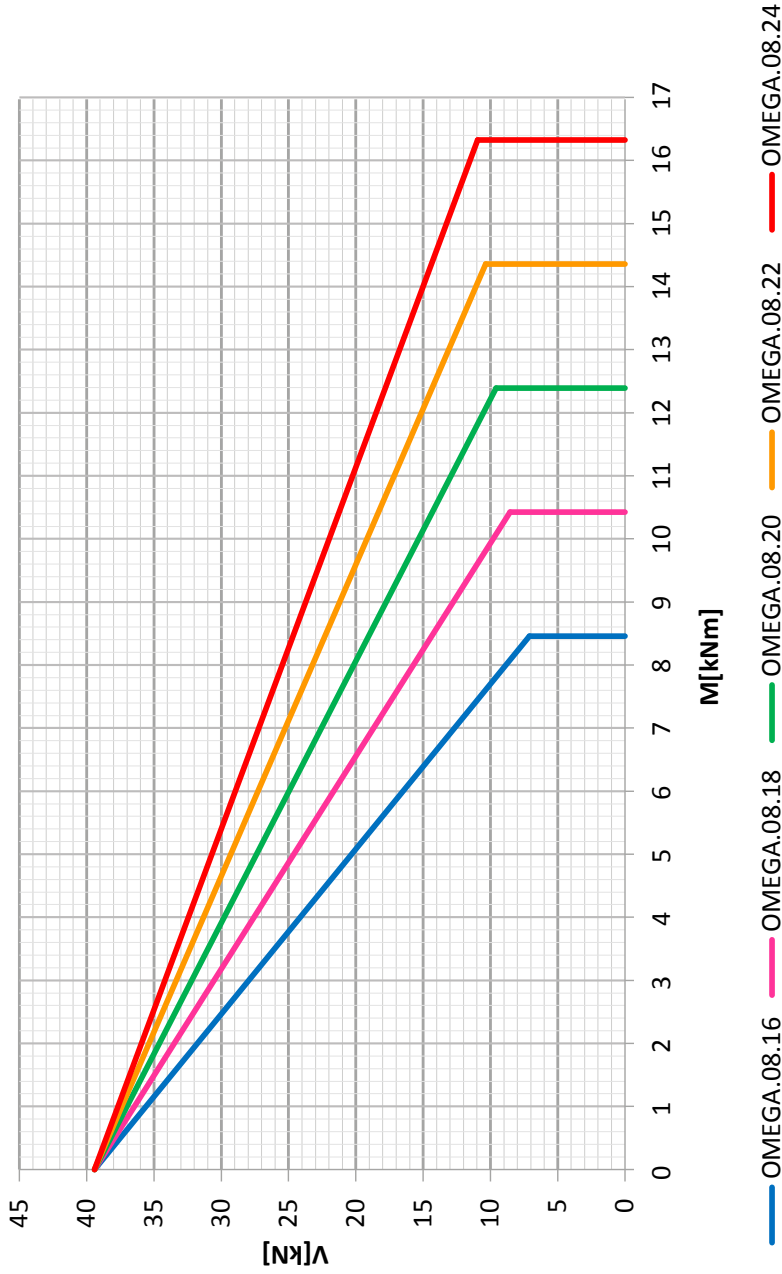
We wszystkich wariantach kształtu prętów zbrojeniowych „U” ramka OMEGA ma możliwość przenoszenia sił poprzecznych V w obu kierunkach (zarówno w kierunku dodatnim jak i ujemnym). Dodatkowo, w przypadku zastosowania w ramce prętów U1 przyspawanych zarówno do górnego jak i dolnego profilu (OMEGA.XX.YY.U11.U11, patrz Rys. 5 i Rys. 17), powyższa właściwość dotyczy również przenoszenia momentów zginających M .

Moduły nośne OMEGA mają możliwość przenoszenia oddziaływania równoległego do budynku (H), które zostały podane w Tabeli 16. Nośność na oddziaływanie równoległe do połączenia dotyczy przypadków występowania w połączeniu wyłącznie siły H , bez siły V i momentu M . Oznacza to, że siłę H musi stanowić jedyne oddziaływanie na łącznik (nie wolno traktować tej siły jako dodatkowego oddziaływania wynikającego z obciążenia poziomego działającego na płytę balkonową). Analizowana sytuacja może wystąpić np.: przyłączeniu do konstrukcji budynku ścianek pionowych.

Tab. 16. Nośność obliczeniowa pojedynczej ramki OMEGA na oddziaływanie równoległe do połączenia

| | Nośność pozioma (H) |
|---------------|---------------------|
| OMEGA.08 [kN] | 71,15 |
| OMEGA.12 [kN] | 47,43 |
| OMEGA.16 [kN] | 35,57 |

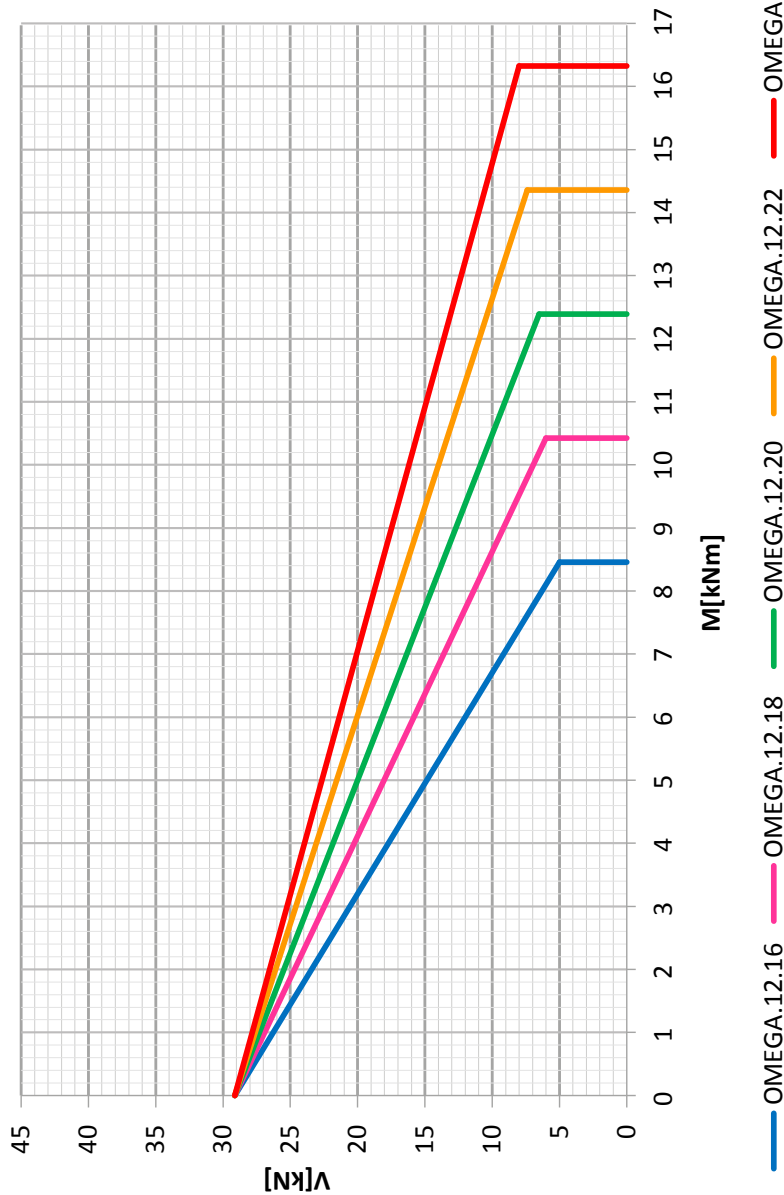
OMEGA.08 Interakcja M-V



Diag. 1. Wykres interakcji M-V dla modułów OMEGA.08

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| OMEGA.08.16 | V [kN] | 39,41 | 38,00 | 36,00 | 34,00 | 32,00 | 30,50 | 29,00 | 27,50 | 26,00 | 24,50 | 23,00 | 21,50 | 20,00 | 18,50 | 17,00 | 15,00 | 13,00 | 11,00 | 9,00 | 7,10 | 0,00 | | | | | | |
| OMEGA.08.16 | M [kNm] | 0,00 | 0,37 | 0,89 | 1,42 | 1,94 | 2,33 | 2,73 | 3,12 | 3,51 | 3,90 | 4,30 | 4,69 | 5,08 | 5,48 | 5,87 | 6,39 | 6,92 | 7,44 | 7,96 | 8,46 | 8,46 | | | | | | |
| OMEGA.08.18 | V [kN] | 39,41 | 38,00 | 36,00 | 34,00 | 32,50 | 31,00 | 29,50 | 28,00 | 26,50 | 25,00 | 23,00 | 21,00 | 19,00 | 17,00 | 15,50 | 15,00 | 13,50 | 12,00 | 10,50 | 9,00 | 8,56 | 0,00 | | | | | |
| OMEGA.08.18 | M [kNm] | 0,00 | 0,48 | 1,15 | 1,83 | 2,33 | 2,84 | 3,35 | 3,85 | 4,36 | 4,87 | 5,34 | 5,77 | 6,22 | 6,69 | 7,17 | 7,65 | 8,14 | 8,62 | 9,10 | 9,58 | 10,06 | 10,42 | | | | | |
| OMEGA.08.20 | V [kN] | 39,41 | 38,00 | 36,50 | 35,00 | 33,50 | 32,00 | 30,50 | 29,00 | 27,50 | 26,00 | 25,00 | 24,00 | 23,00 | 22,00 | 21,00 | 19,50 | 18,00 | 16,50 | 15,00 | 13,50 | 12,00 | 10,50 | 9,58 | 0,00 | | | |
| OMEGA.08.20 | M [kNm] | 0,00 | 0,59 | 1,21 | 1,83 | 2,45 | 3,08 | 3,70 | 4,32 | 4,95 | 5,57 | 5,99 | 6,40 | 6,82 | 7,23 | 7,65 | 8,07 | 8,49 | 8,91 | 9,32 | 9,74 | 10,16 | 10,58 | 10,99 | | | | |
| OMEGA.08.22 | V [kN] | 39,41 | 38,00 | 36,50 | 35,00 | 33,50 | 32,00 | 31,00 | 30,00 | 29,00 | 28,00 | 27,00 | 26,00 | 25,00 | 24,00 | 23,00 | 22,00 | 21,00 | 20,00 | 18,50 | 17,00 | 15,50 | 14,00 | 10,34 | 0,00 | | | |
| OMEGA.08.22 | M [kNm] | 0,00 | 0,70 | 1,44 | 2,18 | 2,92 | 3,66 | 4,41 | 5,14 | 5,84 | 6,54 | 7,24 | 7,94 | 8,64 | 9,34 | 10,04 | 10,74 | 11,44 | 12,14 | 12,84 | 13,54 | 14,24 | 14,94 | 15,64 | | | | |
| OMEGA.08.24 | V [kN] | 39,41 | 38,00 | 37,00 | 36,00 | 35,00 | 34,00 | 33,00 | 32,00 | 31,00 | 30,00 | 29,00 | 27,50 | 26,00 | 24,50 | 23,00 | 21,50 | 20,00 | 19,00 | 18,00 | 17,00 | 16,00 | 15,00 | 14,00 | 13,00 | 12,00 | 10,95 | 0,00 |
| OMEGA.08.24 | M [kNm] | 0,00 | 0,81 | 1,38 | 1,96 | 2,53 | 3,10 | 3,68 | 4,25 | 4,82 | 5,40 | 5,97 | 6,53 | 7,10 | 7,67 | 8,24 | 8,81 | 9,38 | 9,95 | 10,52 | 11,09 | 11,66 | 12,23 | 12,80 | 13,37 | 13,94 | 14,51 | 15,08 |

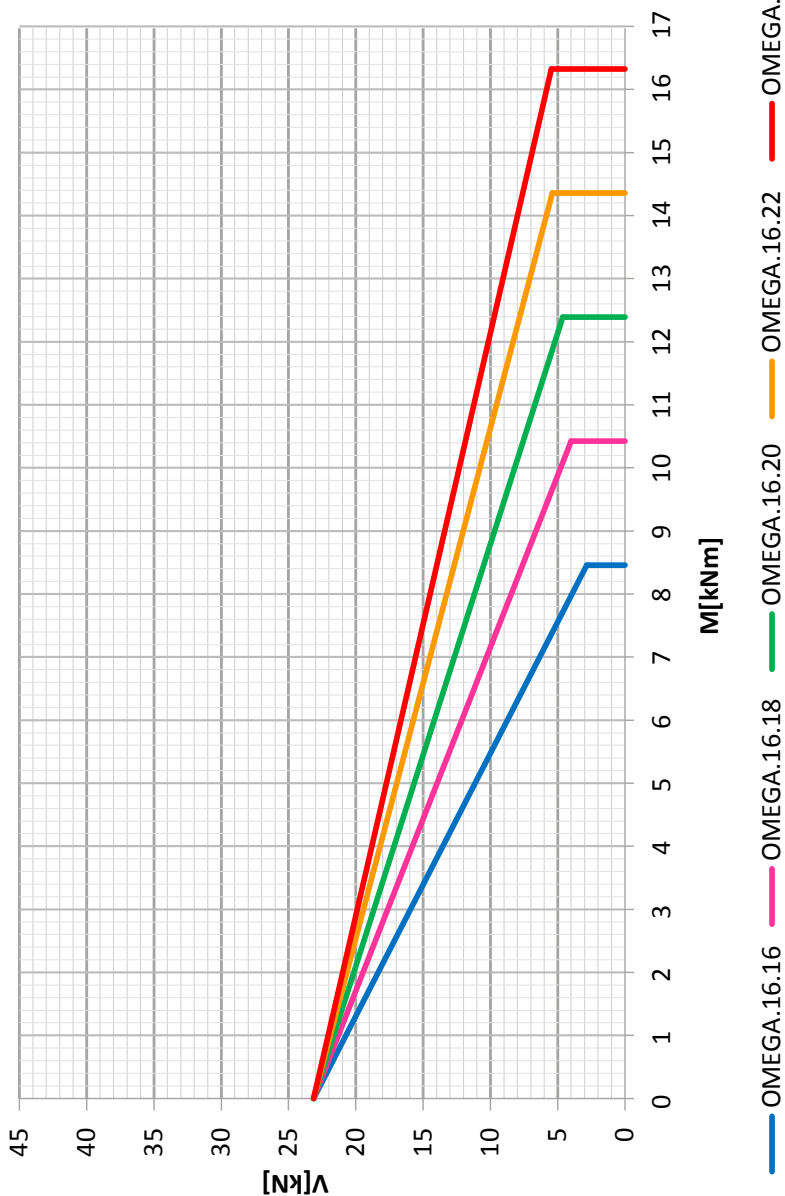
OMEGA.12 Interakcja M-V



Diag. 2. Wykres interakcji M-V dla modułów OMEGA.12

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| OMEGA.12.16 | V [kN] | 28,90 | 28,00 | 27,00 | 26,00 | 25,00 | 24,00 | 22,50 | 21,00 | 19,50 | 18,00 | 16,50 | 15,00 | 13,50 | 12,00 | 10,50 | 9,00 | 8,00 | 7,00 | 6,00 | 4,88 | 0,00 | | | | | | |
| OMEGA.12.16 | M [kNm] | 0,00 | 0,32 | 0,67 | 1,02 | 1,37 | 1,73 | 2,25 | 2,78 | 3,31 | 3,84 | 4,37 | 4,90 | 5,42 | 5,95 | 6,48 | 7,01 | 7,36 | 7,71 | 8,07 | 8,46 | 8,46 | | | | | | |
| OMEGA.12.18 | V [kN] | 28,90 | 28,00 | 27,00 | 26,00 | 25,00 | 24,00 | 23,00 | 22,00 | 21,00 | 19,50 | 18,00 | 16,50 | 15,00 | 13,50 | 12,00 | 11,00 | 10,00 | 9,00 | 8,00 | 7,00 | 5,96 | 0,00 | | | | | |
| OMEGA.12.18 | M [kNm] | 0,00 | 0,41 | 0,86 | 1,32 | 1,77 | 2,23 | 2,68 | 3,13 | 3,59 | 4,27 | 4,95 | 5,63 | 6,32 | 7,00 | 7,68 | 8,13 | 8,59 | 9,04 | 9,50 | 9,95 | 10,42 | 10,42 | | | | | |
| OMEGA.12.20 | V [kN] | 28,90 | 28,00 | 27,00 | 26,00 | 25,00 | 24,00 | 23,00 | 22,00 | 21,00 | 20,00 | 19,00 | 17,50 | 16,00 | 15,00 | 14,00 | 13,00 | 12,00 | 11,00 | 10,00 | 9,00 | 8,00 | 7,00 | | | | | |
| OMEGA.12.20 | M [kNm] | 0,00 | 0,50 | 1,06 | 1,62 | 2,18 | 2,74 | 3,30 | 3,86 | 4,41 | 4,97 | 5,53 | 6,37 | 7,21 | 7,77 | 8,33 | 8,89 | 9,44 | 10,00 | 10,56 | 11,12 | 11,68 | 12,24 | 12,39 | | | | |
| OMEGA.12.22 | V [kN] | 28,90 | 28,50 | 28,00 | 27,00 | 26,00 | 25,00 | 24,00 | 23,00 | 22,00 | 21,00 | 20,00 | 19,00 | 18,00 | 17,00 | 16,00 | 15,00 | 14,00 | 13,00 | 12,00 | 11,00 | 10,00 | 9,00 | 8,00 | 7,50 | 7,30 | 0,00 | |
| OMEGA.12.22 | M [kNm] | 0,00 | 0,27 | 0,60 | 1,26 | 1,93 | 2,59 | 3,26 | 3,92 | 4,59 | 5,25 | 5,92 | 6,58 | 7,25 | 7,91 | 8,57 | 9,24 | 9,90 | 10,57 | 11,23 | 11,90 | 12,56 | 13,23 | 13,89 | 14,22 | 14,36 | 14,36 | |
| OMEGA.12.24 | V [kN] | 28,90 | 28,50 | 28,00 | 27,00 | 26,00 | 25,00 | 24,00 | 23,00 | 22,00 | 21,00 | 20,00 | 19,00 | 18,00 | 17,00 | 16,00 | 15,00 | 14,00 | 13,00 | 12,00 | 11,00 | 10,00 | 9,50 | 9,00 | 8,50 | 8,00 | 7,75 | 0,00 |
| OMEGA.12.24 | M [kNm] | 0,00 | 0,31 | 0,69 | 1,47 | 2,24 | 3,01 | 3,78 | 4,55 | 5,33 | 6,10 | 6,87 | 7,64 | 8,41 | 9,19 | 9,96 | 10,73 | 11,50 | 12,27 | 13,05 | 13,82 | 14,59 | 14,98 | 15,36 | 15,75 | 16,13 | 16,33 | 16,33 |

OMEGA.16 Interakcja M-V



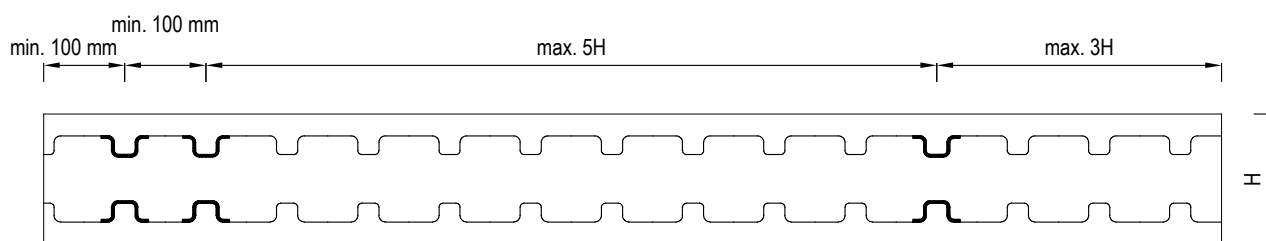
Diag. 3. Wykres interakcji M-V dla modułów OMEGA.16

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| OMEGA.16.16 | V [kN] | 22,82 | 22,00 | 21,00 | 20,00 | 19,00 | 18,00 | 17,00 | 16,00 | 15,00 | 14,00 | 13,00 | 11,50 | 10,00 | 9,00 | 8,00 | 7,00 | 6,00 | 5,00 | 4,00 | 3,08 | 0,00 | |
| OMEGA.16.16 | M [kNm] | 0,00 | 0,35 | 0,78 | 1,21 | 1,64 | 2,07 | 2,49 | 2,92 | 3,35 | 3,78 | 4,21 | 4,85 | 5,49 | 5,92 | 6,35 | 6,78 | 7,21 | 7,64 | 8,07 | 8,46 | 8,46 | |
| OMEGA.16.18 | V [kN] | 22,82 | 22,00 | 21,00 | 20,00 | 19,00 | 18,00 | 17,00 | 16,00 | 15,00 | 14,00 | 13,00 | 12,00 | 11,00 | 10,00 | 9,00 | 8,00 | 7,00 | 6,00 | 5,00 | 4,00 | 3,98 | 0,00 |
| OMEGA.16.18 | M [kNm] | 0,00 | 0,45 | 1,01 | 1,56 | 2,11 | 2,67 | 3,22 | 3,77 | 4,32 | 4,88 | 5,43 | 5,98 | 6,54 | 7,09 | 7,64 | 8,20 | 8,75 | 9,30 | 9,85 | 10,41 | 10,42 | |
| OMEGA.16.20 | V [kN] | 22,82 | 22,50 | 22,00 | 21,50 | 21,00 | 20,00 | 19,00 | 18,00 | 17,00 | 16,00 | 15,00 | 14,00 | 13,00 | 12,00 | 11,00 | 10,00 | 9,00 | 8,00 | 7,00 | 6,00 | 5,50 | 5,00 |
| OMEGA.16.20 | M [kNm] | 0,00 | 0,22 | 0,56 | 0,90 | 1,24 | 1,92 | 2,60 | 3,28 | 3,96 | 4,64 | 5,32 | 6,00 | 6,68 | 7,36 | 8,04 | 8,72 | 9,40 | 10,08 | 10,76 | 11,44 | 11,78 | 12,39 |
| OMEGA.16.22 | V [kN] | 22,82 | 22,50 | 22,00 | 21,50 | 21,00 | 20,50 | 20,00 | 19,00 | 18,00 | 17,00 | 16,00 | 15,00 | 14,00 | 13,00 | 12,00 | 11,00 | 10,00 | 9,00 | 8,00 | 7,50 | 7,00 | 6,50 |
| OMEGA.16.22 | M [kNm] | 0,00 | 0,26 | 0,66 | 1,07 | 1,47 | 1,88 | 2,28 | 3,09 | 3,90 | 4,71 | 5,52 | 6,33 | 7,14 | 7,95 | 8,76 | 9,57 | 10,38 | 11,19 | 11,99 | 12,40 | 12,80 | 13,61 |
| OMEGA.16.24 | V [kN] | 22,82 | 22,50 | 22,00 | 21,50 | 21,00 | 20,50 | 20,00 | 19,50 | 19,00 | 18,00 | 17,00 | 16,00 | 15,00 | 14,00 | 13,00 | 12,00 | 11,00 | 10,00 | 9,00 | 8,50 | 8,00 | 7,50 |
| OMEGA.16.24 | M [kNm] | 0,00 | 0,30 | 0,77 | 1,24 | 1,71 | 2,18 | 2,65 | 3,12 | 3,59 | 4,53 | 5,47 | 6,41 | 7,35 | 8,29 | 9,23 | 10,17 | 11,11 | 12,04 | 12,98 | 13,45 | 13,92 | 14,86 |

10. PROJEKTOWANIE PŁYT BALKONOWYCH Z ŁĄCZNIKAMI TIPOMEGA®

10.1. Rozstaw ramek OMEGA

W systemie TIPOMEGA® możliwe są osiowe rozstawy elementów nośnych OMEGA będące wielokrotnością 100 mm (tj.: 100 mm, 200 mm, 300 mm, itd.). Rozstaw ramek 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 ilorz 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 pod warunkiem nieprzekraczania dopuszczalnych odległości między ramkami. 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 100 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. 28). W przypadku konieczności przekroczenia maksymalnych odległości $3H$ oraz $5H$ należy sprawdzić nośność na przebicie i w razie potrzeby zaprojektować odpowiednie zbrojenie w łączonych elementach żelbetowych.



Rys. 28. Ograniczenia odległości dla modułów OMEGA przy założeniu ciągłego, liniowego podparcia

10.2. Grupowanie ramek OMEGA

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.

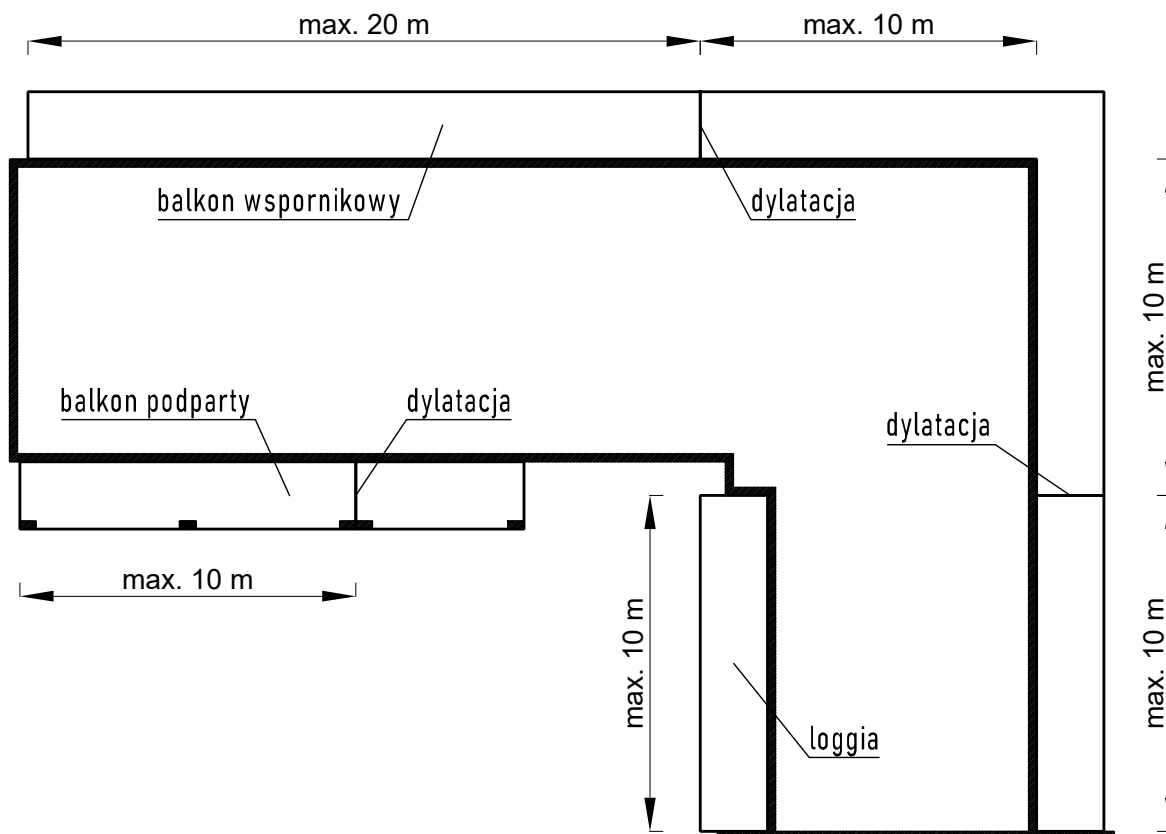
10.3. Dylatacje w płytach

W celu ograniczenia niekorzystnych wpływów spowodowanych skurczem i oddziaływaniami termicznymi należy zapewnić – w pewnych granicach – swobodę odkształceń płyt balkonowych. Czynnikiem ograniczającym tą swobodę będą łączniki TIPOMEGA®, pracujące jako podpory sprężyste analizowanych płyt.

Zgodnie z normą PN-EN 1992-1-1 (EC2) wpływy termiczne należy zawsze uwzględniać przy sprawdzaniu stanów granicznych użyteczności. W ramach SGU dla konstrukcji żelbetowych weryfikacji podlega – w uogólnieniu – szerokość rozwarcia rys oraz deformacje konstrukcji (zazwyczaj: strzałka ugięcia). Zakładając, że zmiany temperatury płyt balkonowych powodują – przy braku izolacji termicznej – równomierne jej ogrzanie/ochłodzenie, można pominąć weryfikację deformacji giętych (od równomiernej zmiany temperatury nie powstaną siły gnące, a więc i ugięcia). Przy równomiernym ochłodzeniu konstrukcji nastąpi skrócenie elementu, zaś przy ogrzaniu – jego wydłużenie. Istotne są liniowe deformacje zachodzące na odcinku pomiędzy łącznikami, na kierunku prostopadłym do wysięgu płyty wspornikowej (a więc równoległym do krawędzi oparcia). Obecność łączników będzie ograniczała swobodę odkształceń liniowych w strefach przyległych do krawędzi zamocowanej. Skutkiem tego ograniczenia będzie wystąpienie na kierunku krawędzi płyty naprężeń normalnych: ściskających (przy równomiernym ogrzaniu) i rozciągających (przy równomiernym ochłodzeniu).

Zalecanym rozstawem dylatacji, pozwalającym zrezygnować z uwzględniania wpływu skurczu, pęcznienia i temperatury w projekcie konstrukcyjnym, jest $d_{\text{joint}} = 20,0$ m. Przy zablokowaniu przesuwu jednej z krawędzi prostopadłych do zamocowanej, wartość tą należy zmniejszyć dwukrotnie (patrz Rys. 29).

Ponadto należy zastosować rozwiązania materiałowe gwarantujące wykluczenie negatywnych skutków zarysowania. Jednym z najskuteczniejszych sposobów jest zastosowanie przeciwwilgociowych powłok elastycznych na powierzchniach płyt żelbetowych.



Rys. 29. Odległości pomiędzy przerwami dylatacyjnymi

W przypadku rezygnacji z dylatowania konstrukcji płyt zamocowanych przy pomocy łączników TIPOMEGA® zgodnie z zaleceniami producenta podanymi na Rysunku 29, należy przeprowadzić szczegółową analizę zarysowania zgodnie z normą PN-EN 1992-1-1 (EC2). W projekcie konstrukcyjnym należy uwzględnić skutki odkształceń wywołanych temperaturą, pęcznieniem (wywołuje ono największy wpływ na deformacje od obciążeń długotrwałych) oraz skurczem. Należy pamiętać, że szerokość rozwarcia rys zależy od geometrii konstrukcji, stopnia zbrojenia, rodzaju betonu oraz od naprężeń zależnych od siły rozciągającej (przy braku momentów zginających).

Z punktu widzenia stanu granicznego użyteczności istotny jest wpływ naprężeń rozciągających (a więc towarzyszących ochłodzeniu konstrukcji) oraz mogących powstać w ich konsekwencji rysy prostopadłych do płaszczyzny środkowej płyty. Należy ograniczać szerokość rozwarcia rys z uwagi na:

- estetykę konstrukcji (do poziomu 0,4 mm),
- trwałość konstrukcji (do poziomu 0,3 mm, poza klasami ekspozycji X0 oraz XC1).

Istotne jest ponadto to, że w przypadku w przybliżeniu osiowego rozciągania powstające rysy będą przechodziły przez całą grubość płyty, co będzie mogło wpływać na niepożądaną penetrację wody przez element, czego efektem będzie:

- wypłukiwanie minerałów kamienia cementowego a w konsekwencji rozluźnienie struktury betonu, obniżenie jego odczynu pH oraz zmniejszenie zdolności betonu do ochrony prętów zbrojeniowych przed korozją,
- powstawanie nacieków i wykwitów solnych na konstrukcji.

Istnieje możliwość całkowitej eliminacji zarysowania płyt balkonowych zamocowanych przy pomocy łączników TIPOMEGA®. W Tabeli 17 podano przykładowe, maksymalne rozstawy przerw dylatacyjnych, zastosowanie których pozwala wyeliminować zarysowanie pod wpływem równomiernego ochłodzenia (dla płyt wykonanych z betonu C 25/30, przy założeniu różnicy temperatur $\Delta t = -20^{\circ}\text{C}$).

Tab. 17. Maksymalne rozstawy przerw dylatacyjnych pozwalające wyeliminować zarysowanie [m]

| Rozstaw ramek OMEGA [mm] | Grubość TIPOMEGA® [mm] | Wysokość TIPOMEGA® [mm] | | | | |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|------|------|------|------|
| | | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 |
| 100 | 80 | x | x | x | x | x |
| | 120 | x | 3 m | 3 m | 3 m | 4 m |
| | 160 | 6 m | 7 m | 8 m | 8 m | 9 m |
| 300 | 80 | x | x | 3 m | 3 m | 3 m |
| | 120 | 7 m | 9 m | 10 m | 10 m | 10 m |
| | 160 | 14 m | 16 m | 16 m | 18 m | 18 m |
| 500 | 80 | 4 m | 4 m | 5 m | 5 m | 6 m |
| | 120 | 12 m | 12 m | 14 m | 14 m | 16 m |
| | 160 | 20 m | 20 m | 20 m | 20 m | 20 m |
| 800 | 80 | 5 m | 7 m | 8 m | 8 m | 8 m |
| | 120 | 16 m | 16 m | 18 m | 20 m | 20 m |
| | 160 | 20 m | 20 m | 20 m | 20 m | 20 m |

Uwagi:

- Oznaczenie „x” w powyższej tabeli oznacza, że dla danej kombinacji parametrów geometrycznych konstrukcji eliminacja rys poprzez stosowanie przerw dylatacyjnych nie jest zalecana (w tych przypadkach dylatacje należałoby stosować bardzo gęsto, co wydaje się nieakceptowalne z punktu widzenia technologii, ekonomii i estetyki).
- Rozstawy dylatacji zostały dobrane tak, aby naprężenia rozciągające na kierunku krawędzi zamocowanej, spowodowane równomiernym ochłodzeniem, nie przekraczały średniej wytrzymałości betonu na rozciąganie (dla betonu klasy C 25/30 $f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$).
- Na potrzeby opracowania powyższej tabeli pominięto wpływ zbrojenia rozmieszczonego wzdłuż krawędzi zamocowanej na sztywność płyty (jest to założenie bezpieczne).
- W przypadku, gdy jedna z krawędzi płyty prostopadłych do zamocowania ma zablokowaną swobodę przesuwu (np. balkony utwierdzone w dwóch wzajemnie prostopadłych krawędziach), podane w powyższej tabeli odległości należy zmniejszyć o połowę.

W przypadku znacznie zmiennego wykresu sił przekrojowych przebiegającego po długości połączenia balkonu z budynkiem (np. dla zewnętrznych balkonów narożnych), należy każdorazowo przeprowadzić szczegółową analizę zarysowania płyt balkonowych.

10.4. Wytyczne rozmieszczenia zbrojenia w płytach balkonowych

Zgodnie z normą PN-EN 1992-1-1 (EC2), w celu zapewnienia prawidłowej pracy płyty, powinny być spełnione określone warunki konieczne dotyczące rozmieszczenia zbrojenia, tj.:

- W obszarach występowania obciążeń skupionych lub w obszarach maksymalnego momentu rozstaw prętów zbrojenia głównego (prostopadłego do krawędzi podpartej) nie powinien przekroczyć 250 mm oraz dwukrotnej grubości płyty, zaś rozstaw prętów zbrojenia drugorzędowego (rozdzielczego) nie powinien przekroczyć 400 mm oraz trzykrotnej grubości płyty.
- Przyjęta powierzchnia zbrojenia głównego powinna spełniać warunki:

$$A_{s1,prov} \geq A_{s,min} = \max \begin{cases} 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} bd \\ 0,0013bd \end{cases}$$

$$A_{s1,prov} \leq A_{s,max} = 0,004bh$$

w których:

f_{ctm} – średnia wytrzymałość betonu na rozciąganie [MPa],

f_{yk} – charakterystyczna granica plastyczności stali zbrojeniowej [MPa],

b – szerokość przekroju [m],

h – wysokość przekroju [m],

d – wysokość użyteczna przekroju [m].

- Przyjęta powierzchnia zbrojenia rozdzielczego powinna spełniać warunek:

$$A_{s,rozd} \geq 0,20A_{s1,prov}$$

Niezależnie od powyższego, powinny być spełnione warunki dotyczące rozstawu minimalnego:

$$s \geq \max \begin{cases} \emptyset \\ d_g + 5 \text{ mm} \\ 20 \text{ mm} \end{cases}$$

w których:

\emptyset – średnica prętów łączonych na zakład [mm],

d_g – maksymalny wymiar ziaren kruszywa [mm].

Powyższe warunki są warunkiem koniecznym do tego, aby:

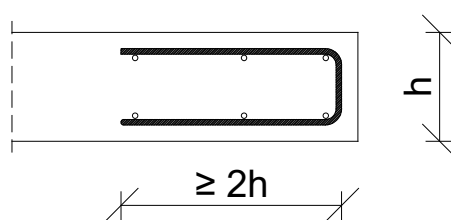
- sztywność i nośność płyty była uwarunkowana współpracą betonu i zbrojenia,
- ograniczyć ryzyko kruchego zniszczenia,
- zapewnić przestrzenną sztywność elementu,
- poprawić odporność elementu na siły skupione,
- ograniczyć wpływ odkształceń skurczowych,
- ustabilizować położenie prętów zbrojenia głównego podczas betonowania (dot. prętów rozdzielczych).

Spełnienie powyższych warunków spowoduje, że płyta balkonowa będzie przede wszystkim sztywna przestrzennie i będzie właściwie współpracować z osadzonymi w niej łącznikami TIPOMEGA®.

W planowaniu rozmieszczenia prętów zbrojeniowych płyty balkonowej należy przestrzegać następujących zaleceń:

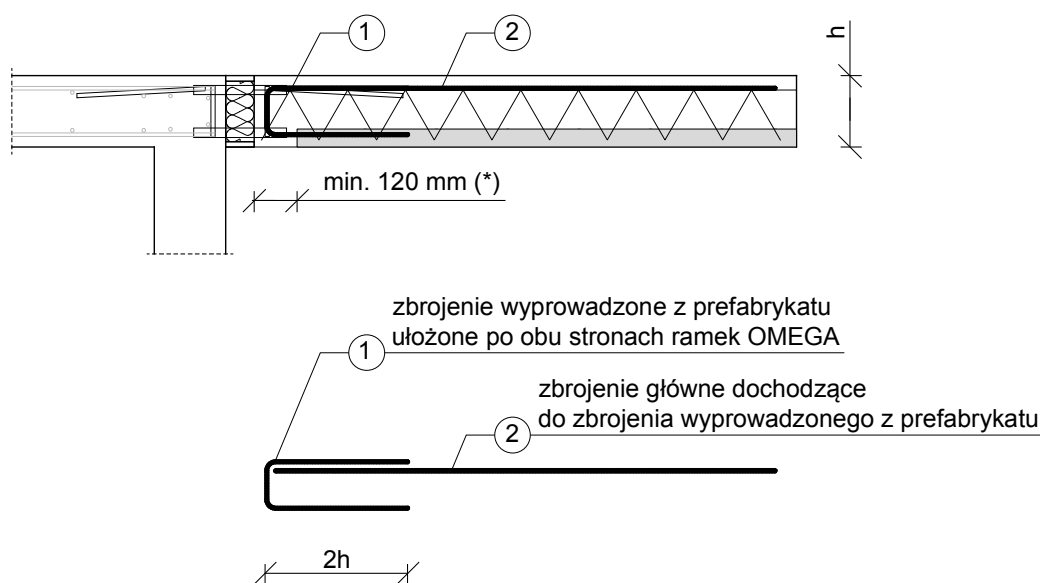
- W przypadku możliwej kolizji prętów zbrojeniowych z konstrukcją ramek OMEGA należy lokalnie zmodyfikować siatkę zbrojenia poprzez przesunięcie prętów tak, aby odległość pomiędzy nimi a łącznikiem spełniała podane wcześniej warunki rozstawu minimalnego (zapewni to właściwe warunki betonowania).
- Pręty główne przyjęte w płycie ze względu na nośność muszą efektywnie pracować już przy samej krawędzi zamocowanej. To wymaga ich prawidłowego zakotwienia.

Z uwagi na połączenie płyty z podporą przy pomocy łączników TIPOMEGA® nie ma możliwości wprowadzenia górnych prętów rozciąganych płyty balkonowej w wieniec i płytę stropową w celu właściwego przeniesienia sił na beton. Z tego względu zaleca się kotwienie górnych prętów rozciąganych poprzez odgięcie ich do dołu i wprowadzenie w strefę ścisną. Takie rozwiązanie dodatkowo zapobiegnie powstawaniu szerokich rys w okolicy krawędzi zamocowanej i czyni zadość stosownemu wymogowi normy PN-EN 1992-1-1 (EC2) dotyczącemu zbrojenia krawędziowego (patrz Rys. 30). Jest to wymóg dotyczący wszystkich płyt, jednak w przypadku rozpatrywanych balkonów jest on szczególnie istotny.



Rys. 30. Zbrojenie krawędziowe płyty wg PN-EN 1992-1-1 (EC2)

Powyższe rozwiązanie należy stosować także w przypadku płyt balkonowych wykonanych w szalunku traconym typu Filigran. Z uwagi na ryzyko rozwarstwienia prefabrykatu z nadbetonem zbrojenie to powinno być wyprowadzone z prefabrykatu (patrz Rys. 31).



(*) - obszar w monolicie w przypadku montażu łączników na budowie

Rys. 31. Przykład zaprojektowania zbrojenia przy zastosowaniu płyt stropu panelowego w płytach balkonowych

Sprawdzenie warunków dotyczących minimalnego i maksymalnego pola zbrojenia podane w niniejszym punkcie powinno także uwzględniać zbrojenie obecne w zastosowanych łącznikach TIPOMEGA®.

10.5. Przykład obliczeniowy

Geometria balkonu:

| | |
|--------------------------|----------------|
| Wysięg balkonu | $l_w = 1,80$ m |
| Długość balkonu | $l_b = 4,00$ m |
| Grubość płyty balkonowej | $h = 20-18$ cm |
| Grubość izolacji | $d_t = 120$ mm |
| Klasa betonu | C20/25 |

Obliczeniowy wysięg:

$$l_o = l_w + d_t + 100 \text{ mm} = 1,80 + 0,12 + 0,10 = 2,02 \text{ m}$$

Obciążenia (wg PN-EN 1991-1):

| | |
|-----------------------|--|
| Ciężar własny | $1,35 \cdot (0,20 + 0,18) / 2 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 6,41 \text{ kN/m}^2$ |
| Warstwy wykończeniowe | $1,35 \cdot 0,50 \text{ kN/m}^2 = 0,68 \text{ kN/m}^2$ |
| Obciążenia użytkowe | $1,50 \cdot 4,00 \text{ kN/m}^2 = 6,00 \text{ kN/m}^2$ |
| | $\Sigma = 13,09 \text{ kN/m}^2$ |

| | |
|--------------------------|--|
| Ciężar własny balustrady | $1,35 \cdot 1,10 \text{ kN/m} = 1,49 \text{ kN/m}$ |
| Moment na balustradzie | $1,50 \cdot 1,00 \text{ kNm/m} = 1,50 \text{ kNm/m}$ |

Obliczenia:

Obliczeniowy moment zginający:

$$M_{ED} = 13,09 \cdot (2,02)^2 \cdot 0,5 + 1,49 \cdot 2,02 + 1,50 = 31,2 \text{ kNm/m}$$

Obliczeniowy moment zginający dla całej długości balkonu:

$$M_{ED,C} = 4,00 \cdot 31,2 = 124,8 \text{ kNm}$$

Obliczeniowa siła ścinająca:

$$V_{ED} = 13,09 \cdot 2,02 + 1,49 = 27,9 \text{ kN/m}$$

Obliczeniowa siła ścinająca dla całej długości balkonu:

$$V_{ED,C} = 4,00 \cdot 27,9 = 111,6 \text{ kN}$$

Dobór liczby ramek:

Liczbę ramek OMEGA dobiera się na podstawie wykresów interakcji M-V (patrz punkt 9.3. Nośności obliczeniowe).

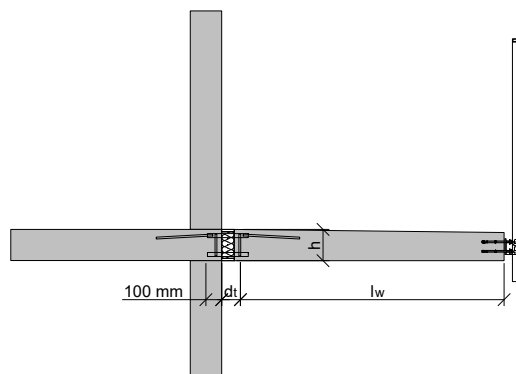
Przyjęto 11 sztuk ramek OMEGA.12.20.

Obliczeniowy moment zginający przypadający na 1 ramkę:

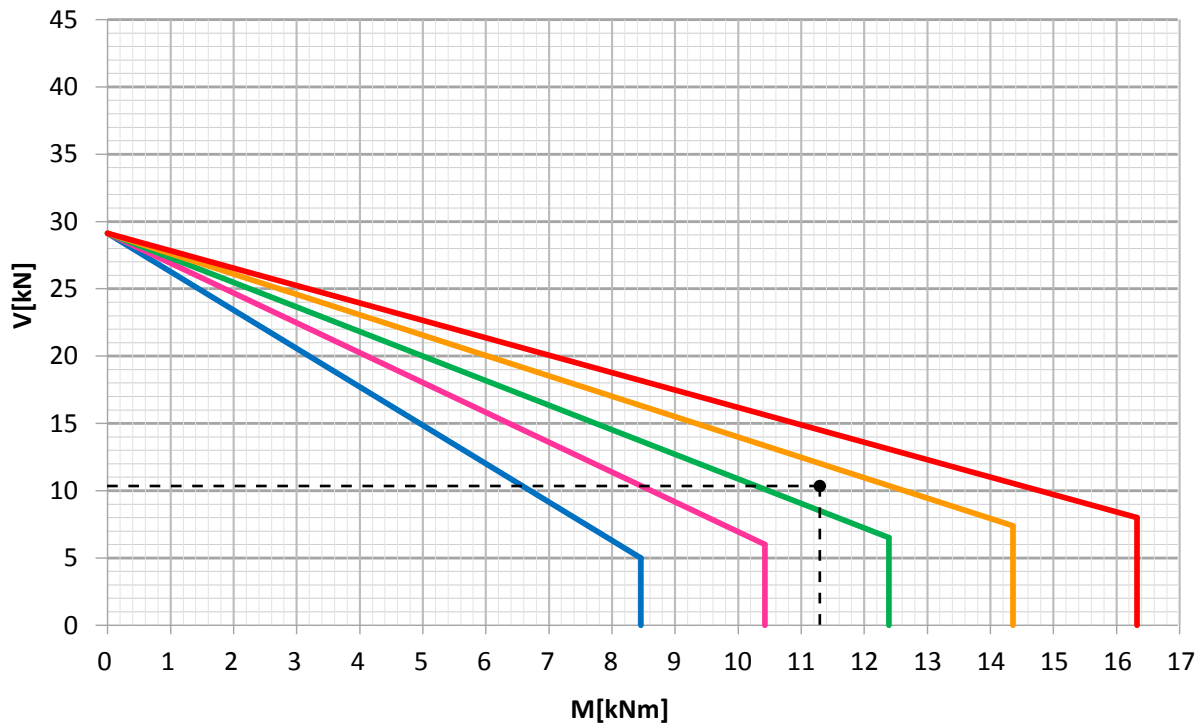
$$M_{ED,1} = 124,8 / 11 = 11,35 \text{ kNm/ramka}$$

Obliczeniowa siła ścinająca przypadająca na 1 ramkę:

$$V_{ED,1} = 111,6 / 11 = 10,15 \text{ kN/ramka}$$



OMEGA.12 Interakcja M-V



— OMEGA.12.16 — OMEGA.12.18 — OMEGA.12.20 — OMEGA.12.22 — OMEGA.12.24

Punkt przecięcia znajduje się ponad wykresem (kolor zielony dla OMEGA.12.20).
Liczba ramek OMEGA została dobrana **nieprawidłowo**.

Przyjęto 12 sztuk ramek OMEGA.12.20.

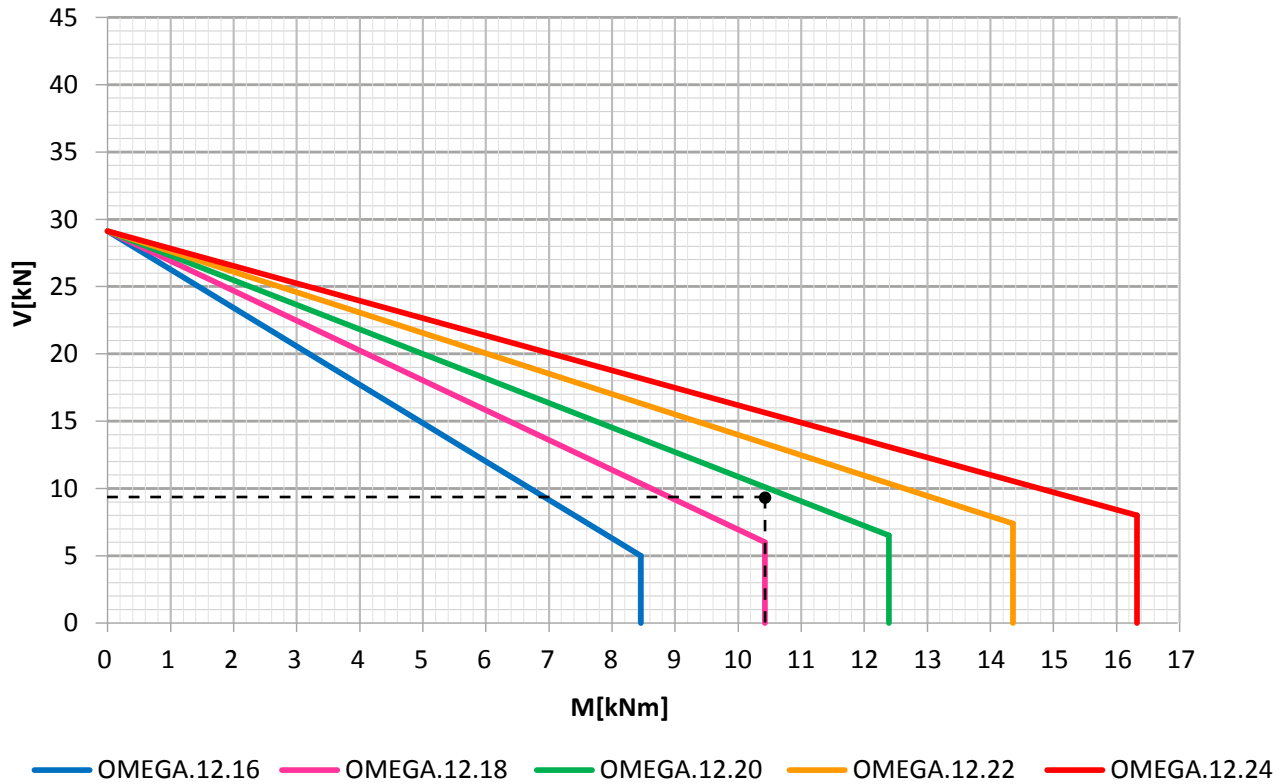
Obliczeniowy moment zginający przypadający na 1 ramkę:

$$M_{ED,1} = 124,8/12 = 10,40 \text{ kNm/ramka}$$

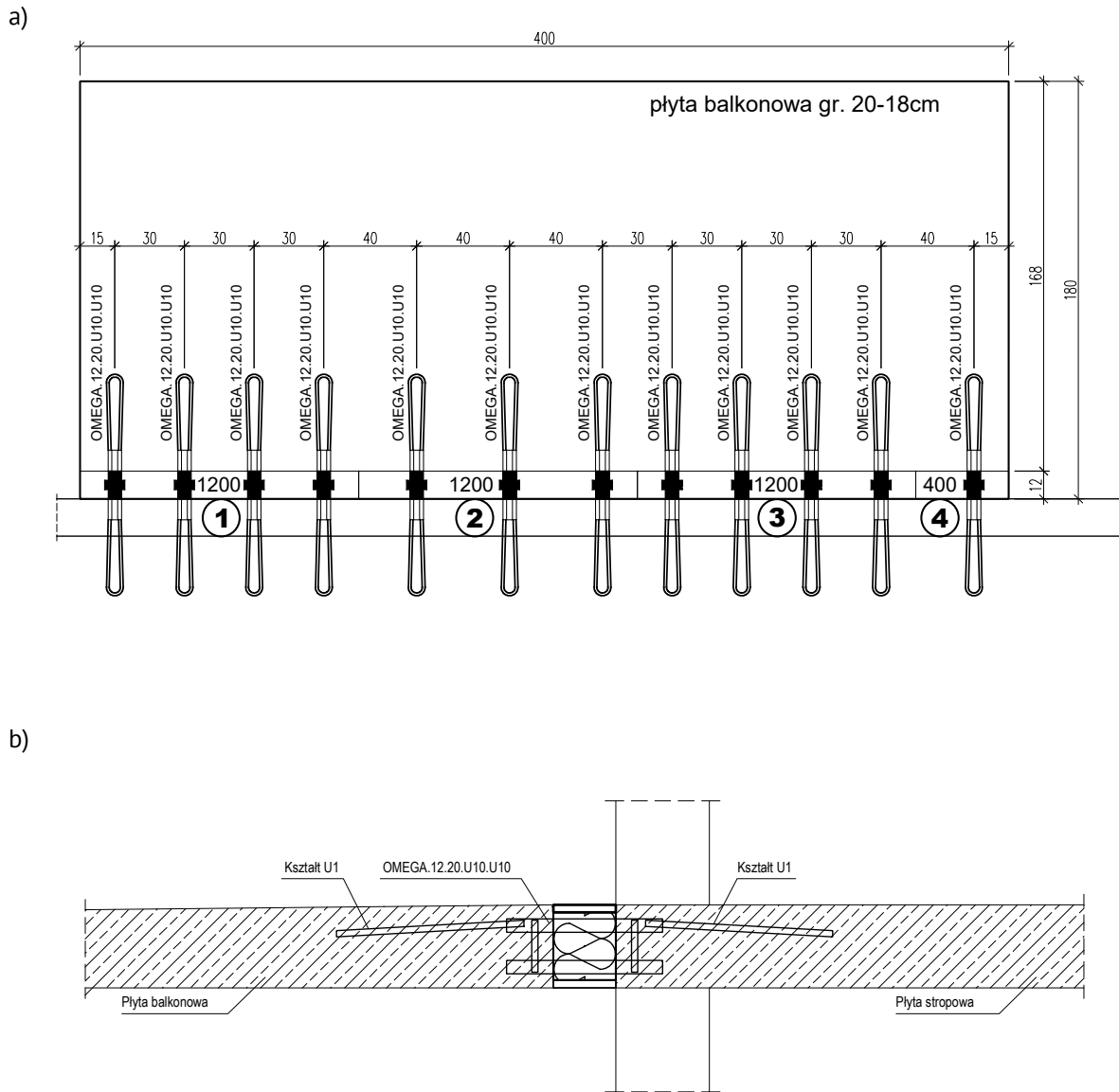
Obliczeniowa siła ścinająca przypadająca na 1 ramkę:

$$V_{ED,1} = 111,6/12 = 9,30 \text{ kN/ramka}$$

OMEGA.12 Interakcja M-V



Tym razem punkt przecięcia jest poniżej wykresu oznaczonego kolorem zielonym.
Liczba ramek OMEGA została dobrana **prawidłowo**.



Rys. 32. Rozmieszczenie i rodzaj ramek nośnych OMEGA oraz modułów TIP w „Przykładzie obliczeniowym”
 a) widok z góry; b) przekrój pionowy

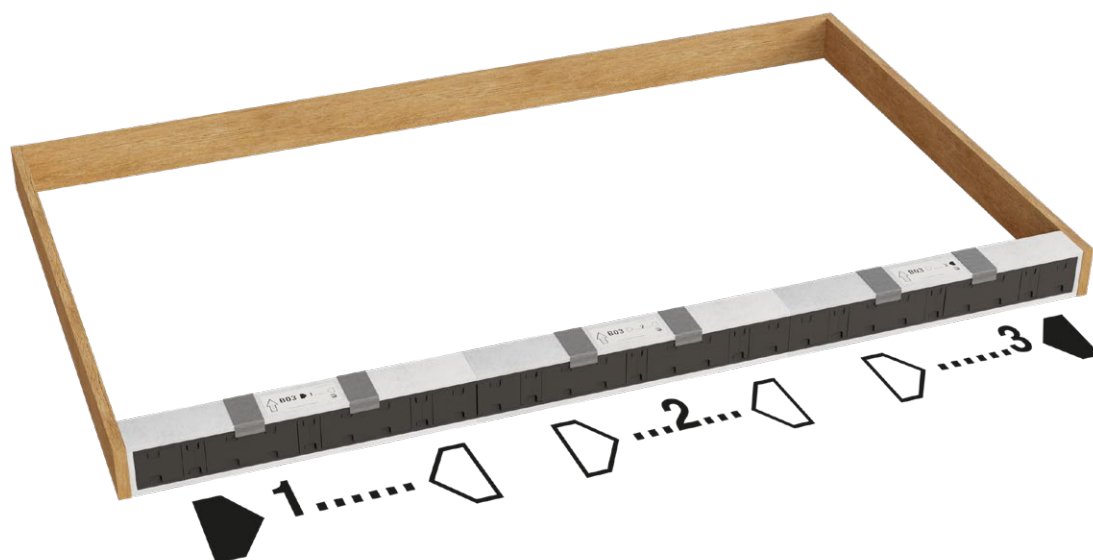
11. MONTAŻ TIPOMEGA®

Elementy systemu TIPOMEGA® są produkowane i dostarczane odbiorcy przez producenta według indywidualnego projektu balkonu lub daszka. W celu ułatwienia transportu, składowania oraz montażu w zakładzie prefabrykacji bądź na budowie całkowita długość złącza liniowego podzielona jest zasadniczo na fabrycznie przygotowane moduły TIP długości 1200 mm. Każdy moduł TIP posiada indywidualną etykietę (patrz Rys. 33). Na etykiecie umieszczone są informacje określające numer balkonu, kolejny numer elementu w balkonie, strzałkę kierunkową, sposób wbudowania w szalunek, datę produkcji oraz identyfikator inwestycji.



Rys. 33. Przykładowa etykieta modułu izolacyjnego TIP

Na stole wibracyjnym w zakładzie prefabrykacji lub na płytach szalunkowych na budowie należy ułożyć w odpowiednim kierunku, „na styk” oraz w odpowiedniej kolejności (zgodnie z dokumentacją wykonawczą) moduły izolacyjne TIP (patrz Rys. 34).



Rys. 34. Ułożenie elementów TIP w szalunku

Następnie, po zdjęciu zintegrowanych fabrycznie z płytą ogniochronną profili górnych TIP, należy wyjąć z modułów luźne fragmenty środkowych profili izolacyjnych i włożyć je, zachowując warunki symetrii, do modułów nośnych OMEGA (patrz Rys. 35).



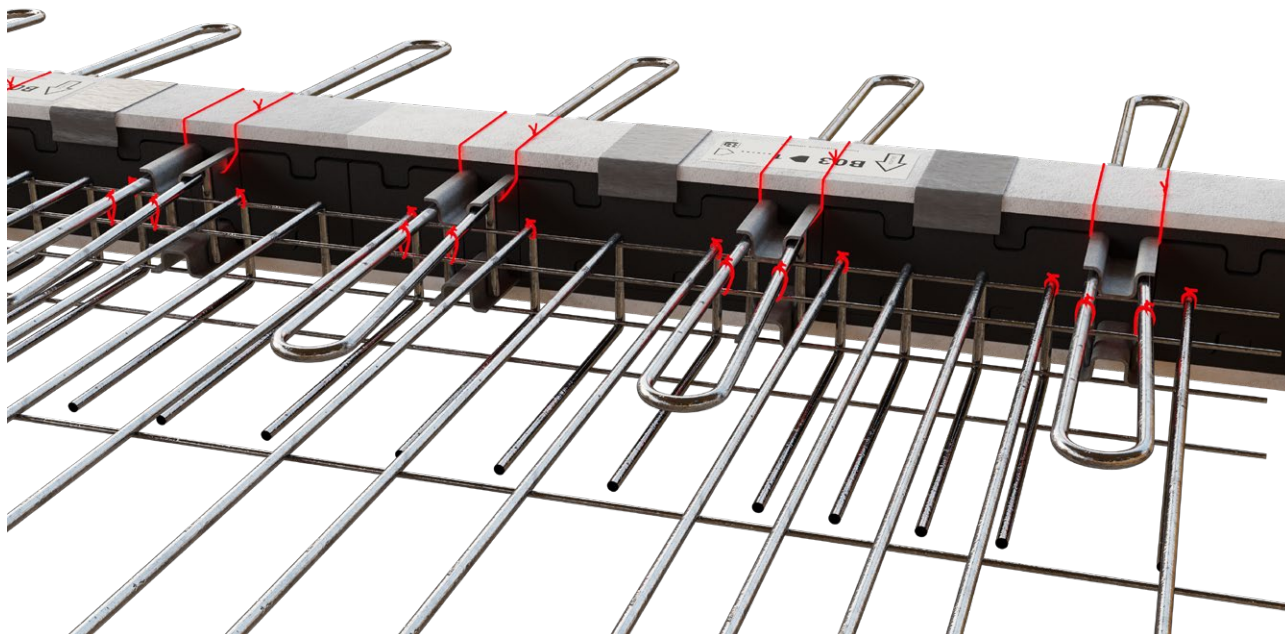
Rys. 35. Symetryczny montaż profili TIP w ramach OMEGA

Tak przygotowane ramki OMEGA z izolacją termiczną należy wsunąć z powrotem do modułów izolacyjnych TIP, ponownie przykryć profilami górnymi TIP i całość związać taśmą montażową (patrz Rys. 36).



Rys. 36. Montaż ramek OMEGA w izolacji TIP

Po zakończeniu montażu zbrojenia płyt balkonowych i stropu, ramki OMEGA oraz profile górne TIP należy ustabilizować. Można to wykonać poprzez przywiązanie ramek OMEGA do zbrojenia a profili TIP do ramek OMEGA (patrz Rys. 37).



Rys. 37. Ustabilizowanie łączników TIPOMEGA®

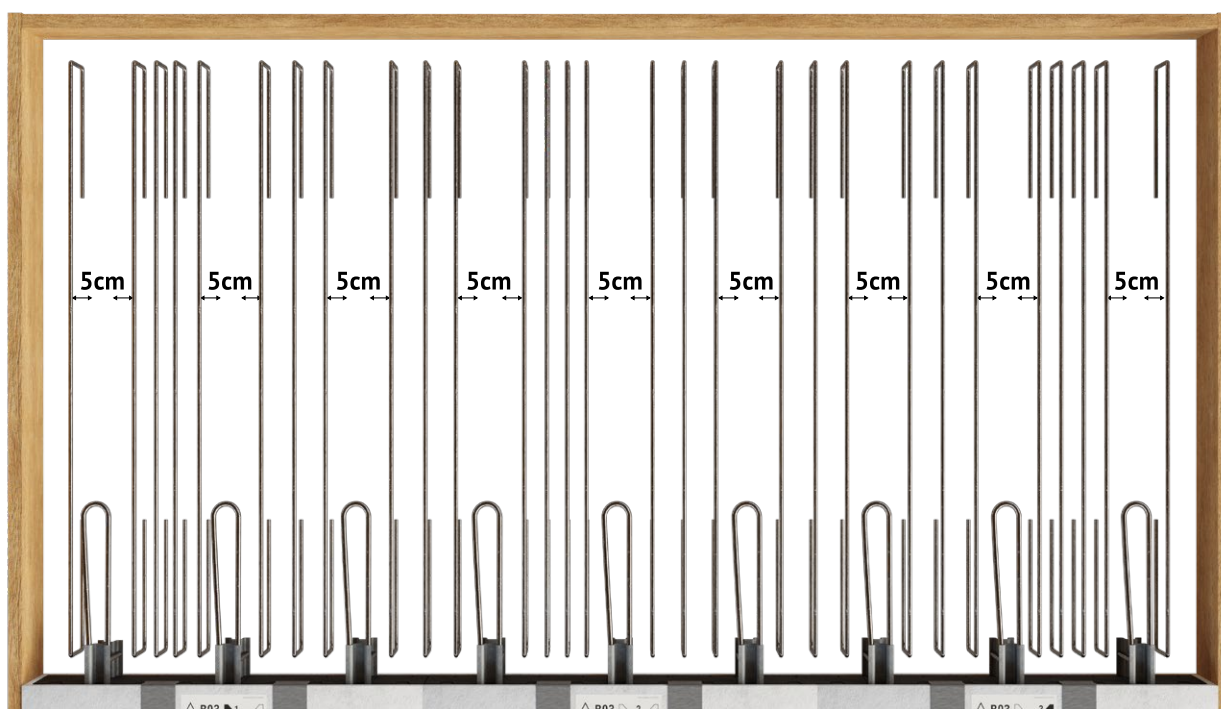
12. WYTYCZNE UKŁADANIA ZBROJENIA

Zbrojenie konstrukcyjne swobodnej krawędzi płyty należy wykonać zgodnie z projektem konstrukcyjnym oraz wytycznymi zawartymi w normie EN 1992-1-1 (EC2) opisanymi w pkt. 10.4.

Ramki OMEGA w łącznikach TIPOMEGA®, ze względu na sztywne połączenie profilu górnego z profilem dolnym, pracują zawsze w pełnym przekroju żelbetowym i nie wymagają typowych dozbrojeń dla poprawnej pracy swojej konstrukcji w betonie.

12.1. Zbrojenie konstrukcyjne oraz wzdluzne przy ramkach OMEGA

Ze względu na miejscowe skupienie naprężeń w betonie w okolicy ramek OMEGA, zbrojenie konstrukcyjne płyty żelbetowej należy układać w taki sposób, aby w odległości ok. 5 cm od prętów przyspawanych do profili nierdzewnych były ułożone, z każdej strony ramki, pręty zbrojenia głównego (patrz Rys. 38).

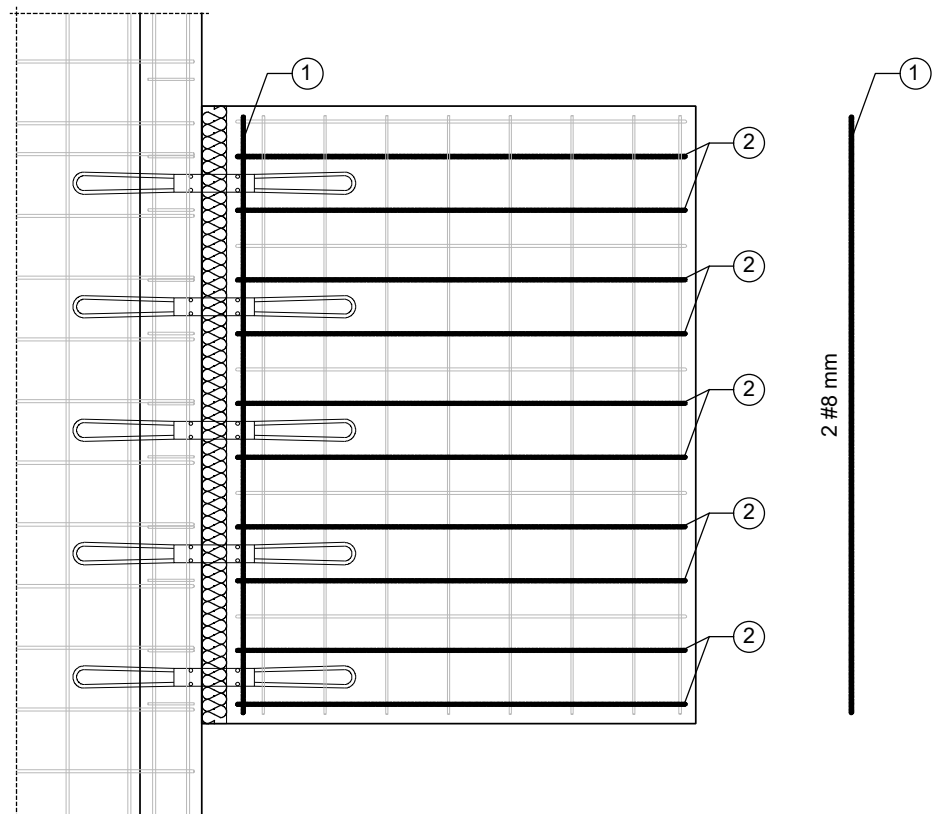


Rys. 38. Przykład ułożenia zbrojenia głównego przy ramkach OMEGA

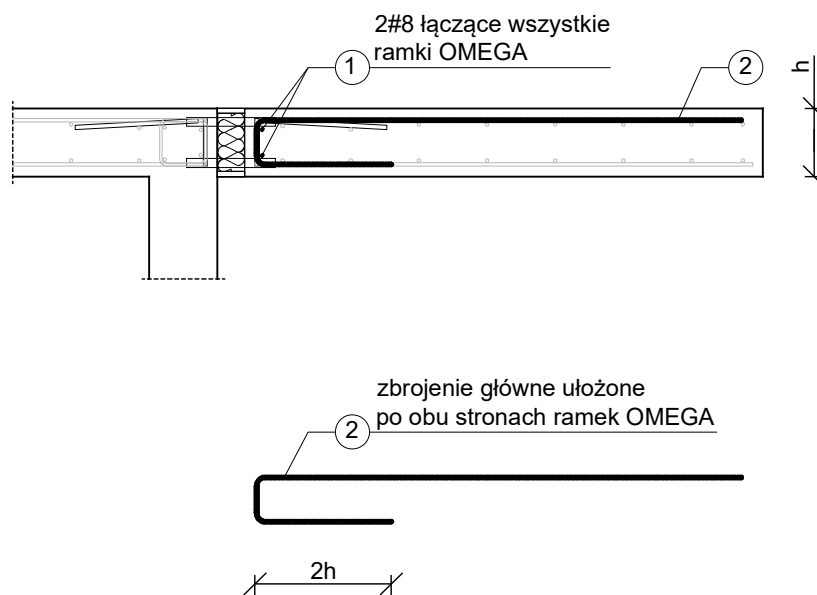
W sytuacji gdy nie jest to możliwe (na przykład przy zastosowaniu w płycie balkonowej zgrzewanej prefabrykowanej siatki zbrojeniowej) należy dodatkowo dołożyć pręty min. #10 mm o kształcie jak na Rys. 31 lub podobnie działającym.

Dla prawidłowej pracy zespołu ramek OMEGA wzdłuż całego złącza liniowego należy ułożyć dwa pręty z żebrowanej stali zbrojeniowej o średnicy min. 8 mm (1). W tym celu można wykorzystać zaprojektowane zbrojenie rozdzielcze płyty żelbetowej (patrz Rys. 39).

a)



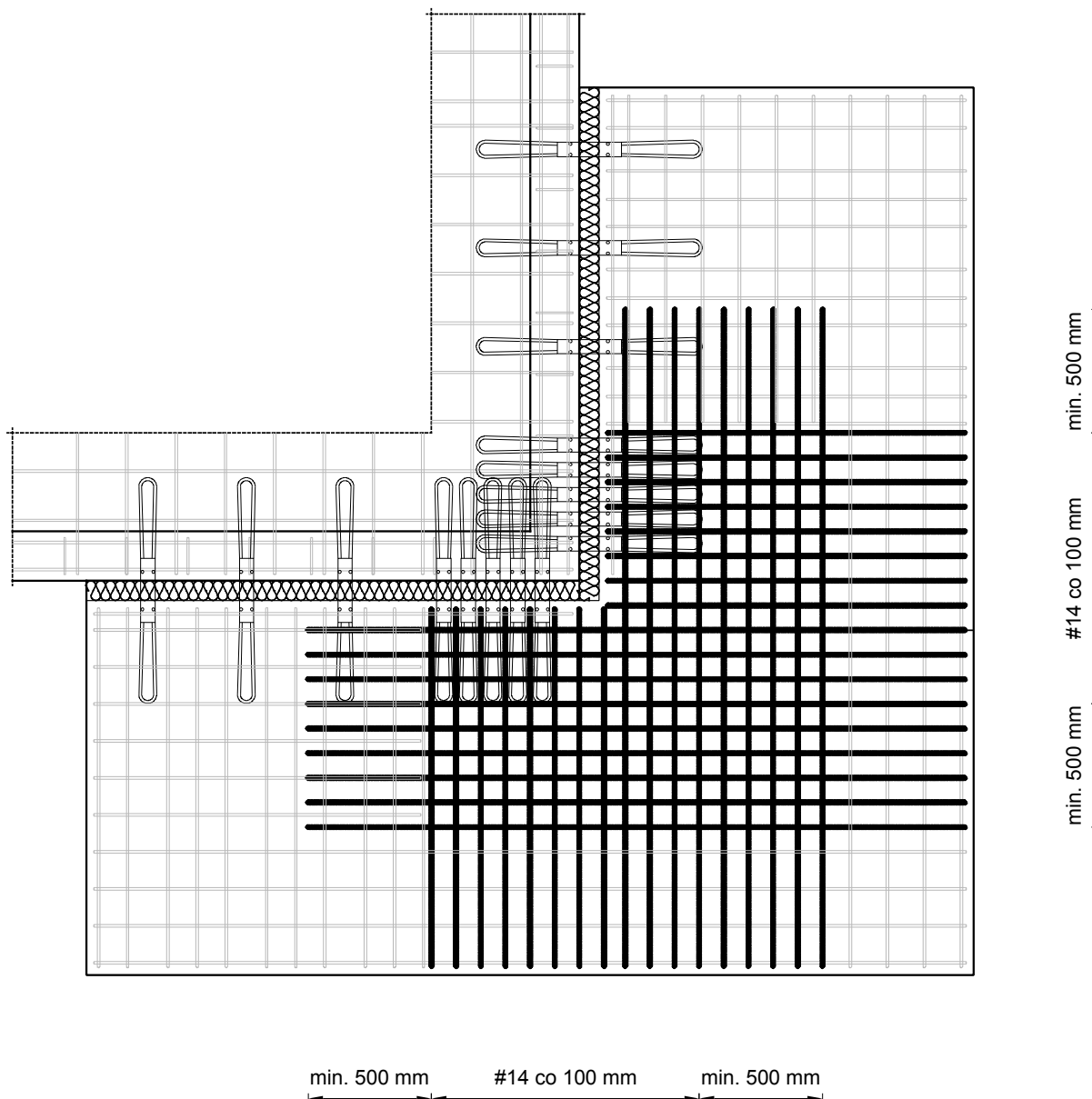
b)



Rys. 39. Przykład ułożenia zbrojenia głównego (2) oraz zbrojenia wzdłużnego (1) przy modułach nośnych OMEGA
 a) widok z góry; b) widok z boku

12.2. Zbrojenie balkonów narożnych

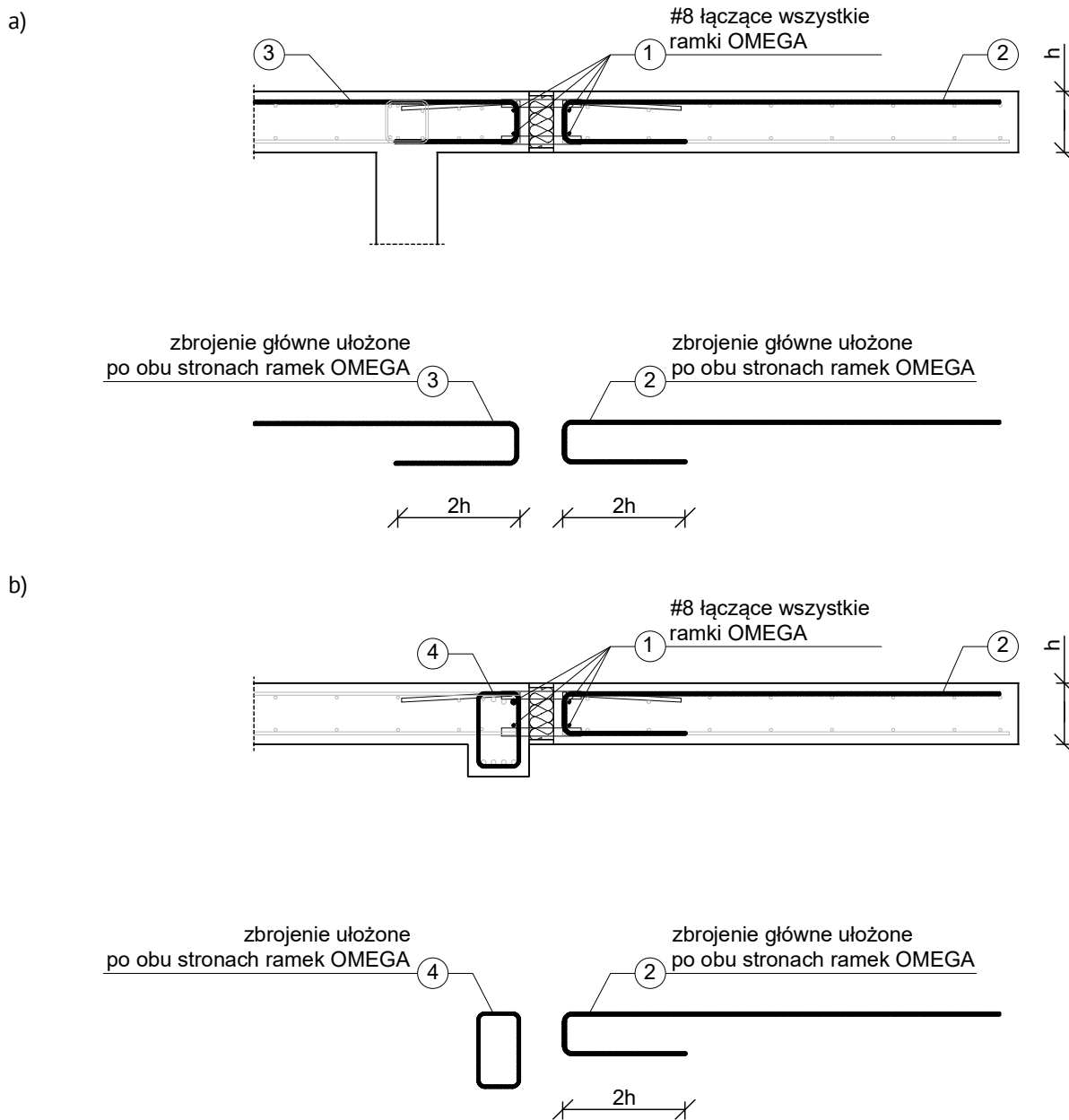
W balkonach wspornikowych narożnych, ze względu na występowanie bardzo wysokich sił przekrojowych (szczególnie sił tnących) i jednocześnie znaczne zagęszczenie zbrojenia konstrukcyjnego, należy zastosować jako zbrojenie górne w strefie zagęszczenia ramek OMEGA co 100 mm, pręty #14 mm również co 100 mm. Pręty te powinny zostać wydłużone oraz ułożone min. 500 mm poza strefę zagęszczenia co 100 mm ramek nośnych oraz poza krawędź prętów kotwiących U (patrz Rys. 40).



Rys. 40. Przykład ułożenia zbrojenia górnego w balkonach wspornikowych narożnych

12.3. Zbrojenie przy podparciu pośrednim

W przypadku elementu żelbetowego zewnętrznego podpartego w sposób pośredni (gdy ściana zewnętrzna nie znajduje się bezpośrednio przy złączu liniowym) zbrojenie opisane w pkt. 12.1 oraz 12.2 jest wymagane również po stronie stropowej (patrz Rys. 41).



Rys. 41. Przykład ułożenia zbrojenia głównego przy podparciu pośrednim
a) w płycie; b) w belce

Projektant konstrukcji, na przykład ze względu na konieczność zapewnienia odpowiedniego zakotwienia prętów zbrojeniowych płyty balkonowej lub w przypadku zastosowania płyty prefabrykowanej typu Filigran w stropie zespolonym, może określić inny rodzaj i ilość opisanego w punkcie 12 zbrojenia.

AUTORZY WERYFIKACJI MERYTORYCZNEJ



Krzysztof Pawłowski – dr inż.; pracownik badawczo-dydaktyczny w Katedrze Budownictwa Zrównoważonego na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Bydgoskiej im. J. i J. Śniadeckich w Bydgoszczy. Interesuje się zagadnieniami dotyczącymi kształtowania układów materiałowych przegród zewnętrznych i ich złączy w aspekcie cieplno-wilgotnościowym. Jest autorem i współautorem 9 monografii naukowych oraz ponad 100 artykułów z zakresu budownictwa ogólnego, budownictwa niskoenergetycznego, fizyki budowli i materiałów budowlanych. Posiada uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej budynków i lokali. Ponadto jest autorem i współautorem ekspertyz budowlanych i opinii technicznych dotyczących ochrony cieplno-wilgotnościowej budynków. Prowadzi wykłady i ćwiczenia m.in. z przedmiotów związanych z budownictwem energooszczędnym i pasywnym oraz zagadnieniami charakterystyki energetycznej budynków i lokali. Jest także promotorem kilkudziesięciu prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich oraz organizatorem Konferencji Studentów i Doktorantów „Budownictwo Zrównoważone”.



Łukasz Mrozik – dr inż.; pracownik dydaktyczny, adiunkt w Katedrze Konstrukcji Budowlanych na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Bydgoskiej im. J. i J. Śniadeckich w Bydgoszczy. Interesuje się zagadnieniami dotyczącymi nowoczesnej technologii betonu, w tym m.in. betonów wibroprasowanych, wysokowartościowych i lekkich oraz konstrukcji betonowych. Jest autorem ponad 40 artykułów naukowych z zakresu technologii betonu i konstrukcji betonowych. Regularnie uczestniczy w pracach B+R dotyczących nowych rozwiązań konstrukcyjnych i materiałowych w budownictwie oraz w opracowywaniu ekspertyz z zakresu konstrukcji betonowych. Prowadzi wykłady i ćwiczenia z przedmiotów związanych z zainteresowaniami naukowymi jak: konstrukcje betonowe, żelbetowe konstrukcje inżynierskie, technologia betonów i zapraw, betony nowej generacji. Jest promotorem ponad 160 prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich na kierunku budownictwo.



Tomasz Janiak – dr inż.; pracownik badawczo-dydaktyczny, adiunkt w Katedrze Mechaniki Konstrukcji i Materiałów Budowlanych na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Bydgoskiej im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy. Interesuje się zagadnieniami liniowej i nieliniowej analizy konstrukcji, metod numerycznych w budownictwie oraz diagnostyki obiektów budowlanych - jest autorem i współautorem ok. 40 artykułów naukowych oraz kilkudziesięciu prac o charakterze eksperckim. Posiada uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi. Prowadzi zajęcia z takich przedmiotów jak metody obliczeniowe, MES, BIM.



TIPOMEGA P.S.A.
ul. Trzy Lipy 3, 80-172 Gdańsk
(budynek Gdańskiego Parku Naukowo-Technologicznego)
kontakt@tipomega.eu
tipomega.eu