



FAZA PROJEKTU: PROJEKT WYKONAWCZY

NAZWA INWESTYCJI: PROJEKT WYKONAWCZY WYMIANY (REMONTU) POKRYCIA CZĘŚCI DACHU BUDYNKU „C” GDAŃSKIEGO PARKU NAUKOWO-TECHNOLOGICZNEGO

ADRES INWESTYCJI: BUDYNEK „C”
GDAŃSKI PARK NAUKOWO-TECHNOLOGICZNY
UL. TRZY LIPY 3, 80-172 GDAŃSK

NUMERY DZIAŁEK: 693/2, obr. 064, GDAŃSK

INWESTOR: POMORSKA SPECJALNA STREFA EKONOMICZNA SP. Z O.O.
Z SIEDZIBĄ W SOPOCIE
ul. WŁADYSŁAWA IV 9
81-703 SOPOT

JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA: PRACOWNIA PROJEKTOWA „PROKON”
ul. MORSKA 11B/2
81-754 SOPOT
e-mail: biuro@pp-prokon.pl

DATA: 11 kwietnia 2019 r.

REWIZJA: Rewizja 01

NR PROJEKTU: 201915

AUTORZY OPRACOWANIA:

mgr inż. ANDRZEJ SZŁUIŃSKI
Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno – budowlanej nr. POM/0120/POOK/08

mgr inż. ROMAN DEPKA-PRĄDZYŃSKI
Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno – budowlanej nr. 20/Gd/00

SOPOT, KWIECIEŃ 2019

Rewizja 01 – uwzględnienie uwag Inwestora

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

CZĘŚĆ OPISOWA

| | |
|---|---|
| 1. PODSTAWA OPRACOWANIA | 3 |
| 2. PRZEDMIOT I ZAKRES INWESTYCJI | 3 |
| 3. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO | 3 |
| 4. OPIS CZĘŚCI PROJEKTOWANEJ | 4 |
| 5. OBCIĄŻENIE DACHU ŚNIEGIEM | 7 |
| 6. ZALECENIA I UWAGI | 8 |
| 7. OBLICZENIA I DOBÓR ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH | 9 |

DOKUMENTY FORMALNE:

Odpisy uprawnień projektowych projektantów oraz zaświadczenia o przynależności do okręgowych izb inżynierów budownictwa.

CZĘŚĆ RYSUNKOWA

| | | | | |
|----|---|----------------|-------------------|---------|
| 1 | Sytuacja | 1915_W_RD_P001 | 1:1000 | rev. 01 |
| 2 | Rzut dachu – zakres wymiany pokrycia dachu | 1915_W_RD_P002 | 1:500 | rev. 01 |
| 3 | Połąc dachu „A” pomiędzy osiami 1-12 i I-R. Ukształtowanie spadków. | 1915_W_RD_P003 | 1:200 | rev. 01 |
| 4 | Połąc dachu „B” pomiędzy osiami 19-27 i K-R. Ukształtowanie spadków. | 1915_W_RD_P004 | 1:200 | rev. 01 |
| 5 | Połąc dachu „A” pomiędzy osiami 1-12 i I-R. Obciążenie wiatrem. | 1915_W_RD_P005 | 1:200 | rev. 01 |
| 6 | Połąc dachu „B” pomiędzy osiami 19-27 i K-R. Obciążenie wiatrem. | 1915_W_RD_P006 | 1:200 | rev. 01 |
| 7 | Detale część 1 | 1915_W_RD_D001 | 1:2, 1:5, 1:10 | rev. 01 |
| 8 | Detale część 2 | 1915_W_RD_D002 | 1:10 | rev. 01 |
| 9 | Detale część 3 | 1915_W_RD_D003 | 1:10 | rev. 01 |
| 10 | Detale część 4 | 1915_W_RD_D004 | 1:10 | rev. 01 |
| 11 | Detale część 5 | 1915_W_RD_D005 | 1:10 | rev. 01 |
| 12 | Detale część 6 | 1915_W_RD_D006 | 1:10 | rev. 01 |
| 13 | Detale część 7 | 1915_W_RD_D007 | 1:10 | rev. 01 |
| 14 | Detale część 8 | 1915_W_RD_D008 | 1:20 | rev. 01 |

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

- 1.1 Zlecenie Właściciela obiektu nr PSSE/6732 z dnia 18.03.2019 r.
- 1.2 Ekspertyza stanu technicznego dachu budynku C na terenie Zamawiającego przy ul. Trzy Lipy 3 w Gdańsku wykonana przez BP Domar mgr inż. Józef Pączek, mgr inż. arch. Ryszard Domaracki, mgr inż. Roman Depka-Prądyński, mgr inż. Andrzej Szłuiński - 25.08.2017r.
- 1.3 Ekspertyza budowlana wykonana przez firmę 'MPEXPERTBUD Ekspertyzy Budowlane' październik 2017r. – styczeń 2018 r.
- 1.4 Ekspertyza techniczna dotycząca elementów konstrukcyjnych w Gdańskim Parku Naukowo-Technologicznym wykonana przez Ekspertis Sp. z o.o. Sp. k. ul. Nieszawska 1, 61-021 Poznań, wykonana w kwietniu 2018 r.
- 1.5 Projekty archiwalne uzyskane od właściciela obiektu:
 - 1.5.1 Zmiana przeznaczenia dla Gdańskiego Parku Naukowo-Technologicznego Projekt budowlano-wykonawczy branża konstrukcyjna wykonany przez Pomorskie Biuro Projektów „GEL” sp. z o.o. mgr inż. Roman Pankanin 27.01.2006 r.
 - 1.5.2 Zmiana przeznaczenia dla Gdańskiego Parku Naukowo-Technologicznego Projekt budowlano-wykonawczy branża architektura i konstrukcja wykonana przez Pomorskie Biuro Projektów „GEL” sp. z o.o. mgr inż. arch. Lilianna Jehkabson-Pelczyńska, mgr inż. Roman Pankanin - 16.05.2006r.
 - 1.5.3 Zmiana przeznaczenia dla Gdańskiego Parku Naukowo-Technologicznego Projekt wyburzeń branża - wielobranżowy wykonany przez Pomorskie Biuro Projektów „GEL” sp. z o.o. -29.12.2005r.

2. PRZEDMIOT I ZAKRES INWESTYCJI

Projekt zakłada wymianę (remont) pokrycia dachu w istniejącym budynku „C” Gdańskiego Parku Naukowo-Technologicznego. Konieczność wykonania wyżej wymienionych prac wykazały przeprowadzone ekspertyzy techniczne wyszczególnione w punkcie 1. Podstawy opracowania.

Zakres projektu obejmuje dach pomiędzy osiami budynku 1-12 i I-R określany w niniejszym projekcie jako połąć „A” oraz pomiędzy osiami budynku 19-27 i K-R – połąć „B”.

3. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO

Budynek „C” w całości zlokalizowany jest na działce nr 693/2, obr. 064, GDAŃSK. Do budynku „C” przylega budynek „A”, zlokalizowany na działce nr 693/1. Na zespół budynków Gdańskiego Parku Naukowo-Technologicznego składa się jeszcze budynek „B” na wschód od bud. „A”, zlokalizowany na kilku innych działkach.

3.1 Opis ogólny konstrukcji istniejącej

Analizowany budynek „C” jest zespołem budynków o zróżnicowanej wysokości i konstrukcji. Budynki zrealizowano w 1975 r. jako budynki przemysłowe (Zakłady Graficzne). Układ budynków szkieletowo - ramowy w układzie poprzecznym częściowo podpiwniczony. W latach 2007 – 2008 budynek zmodernizowano i zmieniono przeznaczenie na Gdański Park Naukowo-Technologiczny.

3.2 Opis konstrukcji połąci dachowych podlegających projektowanemu remontowi

3.2.1 Połąć dachowa A

W projekcie połąć dachowa „A” zawiera się pomiędzy osiami budynku 1-12 i I-R. Konstrukcja dachu w tej strefie dzieli się na dwa typy z uwagi na inne warstwy wykończenia dachu.

Konstrukcję połąci „A” pomiędzy osiami 1-12 i K-R stanowią płyty panwiowe sprężone PSFF o wysokości 40cm, rozpiętości 12m i szerokości 150cm (szerokości płyt panwiowych przy pasmach słupowych i

przy ścianach zewnętrznych są mniejsze) ułożone na dźwigarach prefabrykowanych strunobetonowych SBSFF 90/18 rozpiętości 18m.

Na podstawie ekspertyz przyjęto następujący układ warstw wykończeniowych licząc od góry:

1. 2 x papa termozgrzewalna
2. Ocieplenie ze styropianu 15 cm
3. Izolacje papa + lepik 2 cm
4. Wylewka betonowa 4 – 7 cm
5. Styropian 4 cm
6. Płyta panwiowa sprężona rozpiętości 12 m

Konstrukcję połączy „A” pomiędzy osiami 1-12 i I-K stanowią płyty panwiowe sprężone PSFF o wysokości 40cm, rozpiętości 12m i szerokości 150cm (szerokości płyt panwiowych przy pasmach słupowych i przy ścianach zewnętrznych są mniejsze) ułożone na dźwigarach prefabrykowanych strunobetonowych SB80 rozpiętości 9m.

Na podstawie ekspertyz przyjęto następujący układ warstw wykończeniowych licząc od góry:

1. 2 x papa termozgrzewalna
2. Ocieplenie ze styropianu 15 cm
3. Izolacje papa + lepik 3 cm
4. Wylewka betonowa 8 – 9 cm
5. Płyta panwiowa sprężona rozpiętości 12m

3.2.2 Połączenie dachowe B

W projekcie połączenie dachowe „B” zawiera się pomiędzy osiami budynku 19-27 i K-R.

Konstrukcję połączy „B” pomiędzy osiami 19-27 i K-R stanowią płyty panwiowe sprężone PSFF o wysokości 40cm, rozpiętości 12m i szerokości 150cm (szerokości płyt panwiowych przy pasmach słupowych i przy ścianach zewnętrznych są mniejsze) ułożone na dźwigarach prefabrykowanych strunobetonowych SBSFF 90/18 rozpiętości 18m.

Na podstawie ekspertyz przyjęto następujący układ warstw wykończeniowych licząc od góry:

1. 2 x papa termozgrzewalna
2. Ocieplenie styropian 15 cm
3. Izolacje papa + lepik 2 cm
4. Wylewka betonowa 4 – 7 cm
5. Styropian 4 cm
6. Płyta panwiowa sprężona rozpiętości 12 m

4. OPIS CZĘŚCI PROJEKTOWANEJ

Projektowane prace polegają na usunięciu wszystkich warstw wykończeniowych dachu. Zaprojektowane prace mają na celu zgodnie z przeprowadzonymi ekspertyzami technicznymi maksymalne odciążenie dachów. Po odsłonięciu konstrukcji stropodachu, należy wykonać nowe warstwy wykończeniowe w oparciu o materiały budowlane obecnie dopuszczone do stosowania w budownictwie. W związku z wymaganiami izolacyjności cieplnej, warstwy izolacyjne zostaną dostosowane do aktualnych wymagań. Wszystkie remontowane stropodachy są niewentylowane.

4.1 Rozwiązania projektowe wymiany warstw remontowanego dachu

4.1.1 Projektowane warstwy dachowe

Projekt zakłada wykonanie nowych warstw pokrycia dachu, warstwy od góry:

- papa asfaltowa nawierzchniowa termozgrzewalna o grubości minimalnej 5,2mm
- papa asfaltowa podkładowa samoprzylepna o grubości minimalnej 2mm
- termoizolacja ze styropianu EPS100 max. $\lambda=0,032$ W/mK grubości łącznej 18cm (układana w 2 warstwach 9 + 9 cm lub 8 + 10cm)
- blacha trapezowa ocynkowana T50, gr. 0,63 mm w układzie pozytywny, układana na podkonstrukcji stalowej w układzie wieloprzęsłowym lub 1 przęsłowym (nie stosować układu 2 przęsłowego)
- paroizolacja z papy asfaltowej o współczynniku przenikania pary wodnej $S_d \geq 1200$ m
- preparat gruntujący
- istniejąca płyta panwiowa

Ułożenie blachy trapezowej założono na zaprojektowanej podkonstrukcji stalowej ocynkowanej z profili zimnogiętych wykonanych z blachy grubości 2,0 mm i stali S280GD. Profile mocujące CD1, CD2 i CD3 występują w projekcie jako elementy do zamocowania do podłoża. Elementy długości 100mm mocowane są do podłoża na kotwy w miejscu występowania pachwin pomiędzy płytami panwiowymi. Podłożem do osadzenia kotew jest beton. Nie wolno uszkodzić żeber płyt panwiowych.

Elementy mocujące występują w 3 wariantach, CD1, CD2, CD3. Profil CD1 jest to element występujący na większości powierzchni dachu. Profil CD2 (zmienna długość ramion profilu) do zastosowania w przypadku większych nierówności płaszczyzn konstrukcji dachu (płyt panwiowych) oraz profil CD3 zaprojektowano wzdłuż ścian i attyk, z uwagi na możliwość zastosowania wkrętów do połączenia tylko z jednej strony profilu. W przypadku profili CD2 i CD3 przed wykonaniem elementu należy ustalić wymiary ramion na podstawie wymiarów z natury. Profile mocujące zaprojektowano w rozstawie co 500 – 600 mm (na rysunkach do obliczenia ilości elementów przyjęto rozstaw 550 mm). Wyżej wymienione elementy CD1, CD2, CD3 stanowią podpory dla elementów ciągłych podpierających blachę trapezową CD4 i CD5. Profile CD4 i CD5 po długości należy łączyć nad podporami. Do połączenia elementów podpierających (CD1-CD3) oraz CD4 i CD5 zaprojektowano zastosowanie 4 wkrętów samowiercących np. Stalco WS3 Ø4,8x19 (po 2 wkręty na każdą stronę). W sytuacji, gdy profil CD1 lub CD2 występuje na wysokości świetlika dachowego i nie ma możliwości zamontować wkrętów od strony świetlika dachowego, zaprojektowano zastosowanie 2 wkrętów tylko od strony umożliwiającej dostęp do montażu (zgodnie z rysunkiem detali).

Mocowanie blachy trapezowej do elementów ciągłych CD4 i CD5 zaprojektowano poprzez zastosowanie wkrętów samowiercących np. Stalco FD Ø4.8x20 po jeden sztuce co każdą faldę blachy trapezowej (co 260 mm) oraz po 2 sztuki co każdą faldę w strefach gdzie występują największe siły ssania wiatru (strefa P1 i P2 według rysunków 1915_W_RD_P005 i 1915_W_RD_P006).

Zamocowania warstw dachowych ułożonych na blasze trapezowej T50 zaprojektowano poprzez zastosowania tulei teleskopowych R-GOK + R-WO-48T. Ilość łączników dobrano na podstawie występujących sił ssących w zależności od strefy dachu (według rysunków 1915_W_RD_P005 i 1915_W_RD_P006). Nie należy stosować mniej niż 2 sztuki łączników na 1 m² powierzchni dachu według wytycznych producenta łączników.

Do zamocowania elementów CD1, CD2, CD3 do podłoża betonowego zaprojektowano zastosowanie kotew chemicznych M8 np. Fischer FIS EM 390S + FIS A M 8x130, stal ocynkowana galwanicznie, kl. 5.8, gł. zakotwienia 100mm. Zastosowanie kotew chemicznych jest zalecane z uwagi na niepewną jakość podłoża betonowego (wypełnienie betonem pachwin pomiędzy istniejącymi płytami panwiowymi).

Wszystkie powyższe zastosowane w projekcie elementy konstrukcyjne dobrano na podstawie obliczeń zawartych w punkcie obliczenia niniejszego opracowania.

4.1.2 Projektowane odwodnienie dachu

W chwili obecnej odwodnienie dachu stanowią odpowiednio ukształtowane koryta odpływowe z grawitacyjnymi wpustami dachowymi. W sąsiednim polu połaci dachowej, która została już objęta remontem (pomiędzy osiami 12-18 i I-R) do odwodnienia dachu zamiast koryt odpływowych zastosowano odpowiednie ukształtowanie połaci dachu (kliny spadkowe).

W objętym niniejszym projektem połaciach A i B również zaprojektowano odprowadzenie wód opadowych do wpustów dachowych poprzez odpowiednie ukształtowanie dachu, przy użyciu klinów spadkowych ze styropianu EPS100 spadek min. 4°. Zaprojektowano wymianę istniejących wpustów dachowych na nowe, podgrzewane dostosowane do nowej grubości pokrycia dachowego.

4.1.3 Istniejące świetliki dachowe

Świetliki dachowe występują zarówno w projektowej połaci A jak i B. Zdecydowanie więcej świetlików występuje w strefie A remontowanego dachu.

Konstrukcja świetlików opiera się bezpośrednio na płytach panwiowych. Świetliki podczas remontu dachu należy pozostawić w całości według rysunku 1915_W_RD_D008 – detale część 8.

W miejscach gdzie wymiar pomiędzy świetlikami jest mniejszy niż 60 cm (tj. w kalenicach połaci „A”) należy istniejące warstwy pokrycia pozostawić nienaruszone. W miejscach tych konieczne okazać się może wykonanie dodatkowych warstw papy termozgrzewalnej w celu uniknięcia bezodpływowych niecek między tymi świetlikami powstałych po wykonaniu nowego pokrycia dachu w pozostałym obszarze wokół w/w świetlików.

4.1.4 Obróbki attyk oraz ścian

Obróbki ścian oraz attyk przedstawiono na rysunkach 1915_W_RD_D002 do 1915_W_RD_D006.

Na ścianie w osi I – połać „A” nową izolację przeciwwodną należy wyprowadzić na dotychczasową wysokość – tj. do spodu części elewacji ściany wykończonej malowanym tynkiem mineralnym (ok. 1m ponad poziom nowego pokrycia dachu).

Na ścianie w osi R – połać „A” izolację należy wyprowadzić na wysokość 0,5 m ponad poziom nowego pokrycia dachu.

Na attyce w osi 1 – połać „A” izolację należy wyprowadzić na wysokość 0,5 m ponad poziom nowego pokrycia dachu.

Na połaci dachu „B” nową izolację przeciwwodną należy wyprowadzić na pełną wysokość attyki lub w przypadku ścian na wysokość występującą w obecnym stanie – tj. do spodów części elewacji ścian wykończonych malowanym tynkiem mineralnym (ok. 0,3m ponad poziom nowego pokrycia dachu).

UWAGA: Wszystkie wyprowadzenia nowych izolacji przeciwwodnych na attyki i ściany zakończyć aluminiową listwą dociskową uszczelnioną od góry silikonem dekarским.

4.2 Wymagania przeciwpożarowe dla materiałów pokryciowych

Zgodnie z §219.1 Warunków Technicznych pokrycie dachu o powierzchni większej niż 1000m² powinno być nierozprzestrzeniające ognia, a pełna izolacja cieplna przekrycia powinna być oddzielona od wnętrza budynku przegrodą o klasie odporności ogniowej nie niższej niż R15. Projektowane warstwy wraz z istniejącą konstrukcją spełniają powyższe wymagania.

4.3 Kolejność wykonywania robót dekarских

- Po usunięciu wszystkich warstw pokryciowych stropodachu należy oczyścić powierzchnię płyt panwiowych (podłoża) z luźnych cząsteczek betonowych
- Wytyczyć za pomocą trwałych „świadków” linie osadzenia kotew mocujących elementy CD1, CD2 i CD3 do pachwin między płytami panwiowymi
- Wykonać gruntowanie podłoża roztworem asfaltowym do betonu
- Ułożyć paroizolację z papy asfaltowej
- Zamontować elementy CD1, CD2, CD3 (podpory profili ciągłych) poprzez zastosowanie kotew do betonu
- Zamontować profile ciągłe CD4 i CD5
- Ułożyć blachę trapezową T50 gr. 0,63mm wraz z zamocowaniem do profili CD4 i CD5
- Na blasze trapezowej ułożyć warstwy styropianu i papy podkładowej samoprzylepnej i następnie przykołkować w/w warstwy do blachy trapezowej
- Ułożyć papę termozgrzewalną wierzchniego krycia

4.4 Wymiana i montaż wpustów dachowych

- Roboty rozbiórkowe w poszczególnych zaplanowanych działkach roboczych należy rozpocząć od usunięcia istniejących wpustów dachowych do wewnętrznych rur spustowych i obniżenia do poziomu płyt panwiowych wpustów do zbiorników przelewowych zewnętrznych rur spustowych, a następnie niezwłocznie należy wykonać tymczasowe odpływy wody z powierzchni wykonywanej paroizolacji do istniejących wewnętrznych rur spustowych i do (poprzez obniżone tymczasowo wpusty) zbiorników zlewowych istniejących zewnętrznych rur spustowych
- Po wykonaniu warstwy termoizolacji pokrycia dachu należy zamontować do wewnętrznych rur spustowych wpusty dachowe podgrzewane z kołnierzami oraz podnieść do górnego poziomu termoizolacji wpusty do zbiorników przelewowych zewnętrznych rur spustowych i przystąpić następnie do wykonywania warstw izolacji przeciwwodnej dachu

4.5 Utylizacja materiałów porozbiórkowych

- 1) Materiały niebezpieczne
 - papa
- 2) Pozostałe materiały
 - gruz betonowy
 - gruz styropianowy

Wszystkie materiały należy wywieźć na składowisko odpadów.

5. OBCIĄŻENIE DACHU ŚNIEGIEM

Projekt zakłada maksymalne odciążenie dachu z uwagi na jego przeciążenie. Ekspertyzy wykazały, że przy maksymalnym odciążeniu dachu w większości (80%) połaci „A” i w całej połaci „B” możliwe jest przeniesienie przez elementy konstrukcyjne tylko podstawowego obciążenia śniegiem to jest 0,96 kN/m² dachu (bez uwzględnienia tzw. worków śnieżnych).

Jedynie w pasie połaci „A” pomiędzy osiami 1-12/I-K istnieje ok. 20% zapas nośności konstrukcji (tj. ok. 0,50 kN/m²) umożliwiający przeniesienie przez elementy konstrukcyjne tej części dachu budynku „C” zwiększonego o ok. 50% (ponad obciążenie podstawowe) obciążenia śniegiem.

Obciążenie dachu śniegiem należy stale kontrolować i nie wolno dopuścić do zalegania większej ilości śniegu niż to dopuszczalne. W tym celu należy sprawdzać jaki jest ciężar zalegającego śniegu i mierząc grubość powłoki kontrolować występujące obciążenia.

6. ZALECENIE I UWAGI

- Podczas prac i eksploatacji dachu należy stosować się do zaleceń zawartych w ekspertyzach technicznych, znajdujących się w posiadaniu Inwestora, a w szczególności:

- Po wykonaniu rozbiórek warstw dachowych należy ocenić stan techniczny konstrukcji dachu
- W trakcie eksploatacji na bieżąco kontrolować ilość zalegającego śniegu i wykonywać w razie potrzeby odśnieżanie
- Podczas prac budowlanych nie obciążać przepon pomiędzy żebrami płyt panwiowych
- Należy zastosować wpusty odwadniające podgrzewane
- Prace należy wykonywać fragmentami umożliwiającymi zabezpieczenie odkrytych połaci przed opadami. Po rozbiórce pokrycia i usunięciu rozbieranych warstw dachu należy bezzwłocznie wykonać paroizolację z papy asfaltowej, co stanowić będzie dodatkowe zabezpieczenie pomieszczeń obiektu przed opadami w trakcie remontu.

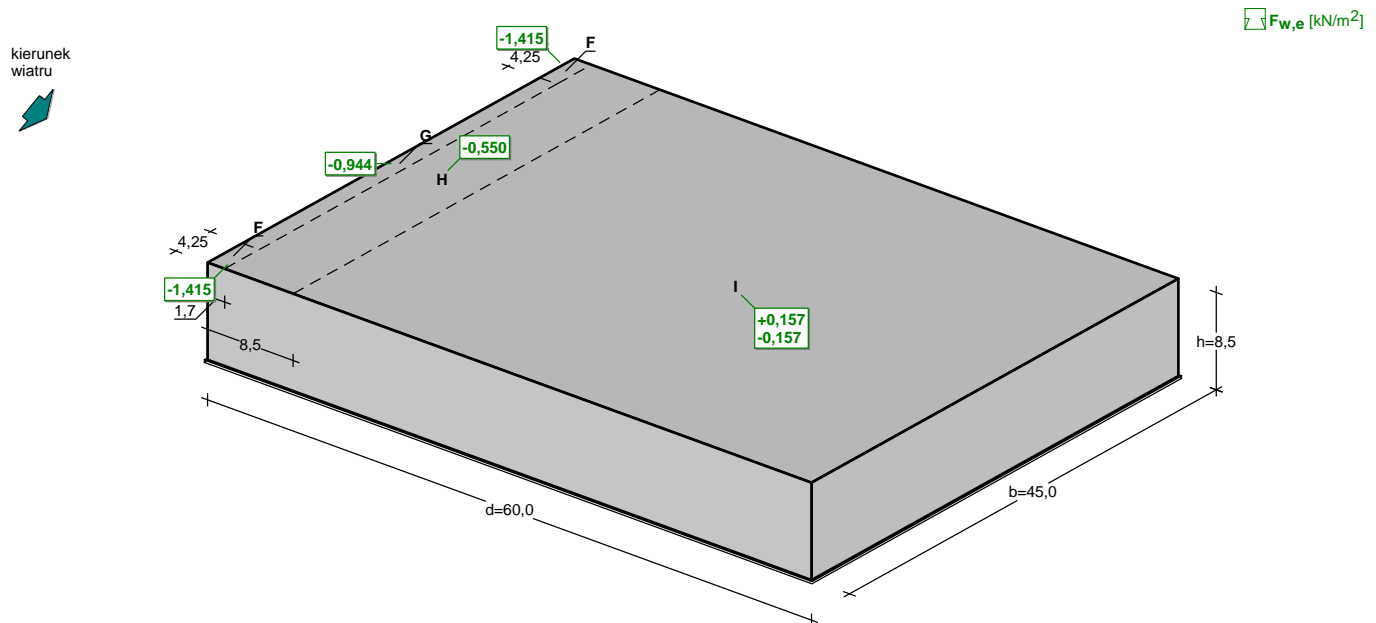
7. OBLICZENIA I DOBÓR ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH

7.1 Obciążenia

7.1.1 Obciążenie wiatrem połaci dachu

Dach „A”

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy płaskie (p.7.2.3)



- Dach o wymiarach: $d = 60,0 \text{ m}$, $b = 45,0 \text{ m}$, $h = 8,5 \text{ m}$
- Dach płaski, kąt nachylenia połaci $-5^\circ < \alpha < 5^\circ$, z ostrymi krawędziami brzegu
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 17,0 \text{ m}$
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia wiatrem 2 $\rightarrow v_{b,0} = 26 \text{ m/s}$
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 26,00 \text{ m/s}$
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 8,50 \text{ m}$
- Kategoria terenu III \rightarrow współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 0,8 \cdot (8,5/10)^{0,19} = 0,78$ (wg Załącznika krajowego NA.6)
- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1,00$
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 20,17 \text{ m/s}$
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = 0,299$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:
 - $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 786,3 \text{ Pa} = 0,786 \text{ kPa}$
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1,000$

Połac - pole F:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,8$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,786 \cdot (-1,8) = -1,415 \text{ kN/m}^2$$

Połac - pole G:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,786 \cdot (-1,2) = -0,944 \text{ kN/m}^2$$

Połac - pole H:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznej $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,7$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,786 \cdot (-0,7) = -0,550 \text{ kN/m}^2$$

Połąc - pole I - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznej $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,786 \cdot 0,2 = 0,157 \text{ kN/m}^2$$

Połąc - pole I - ssanie:

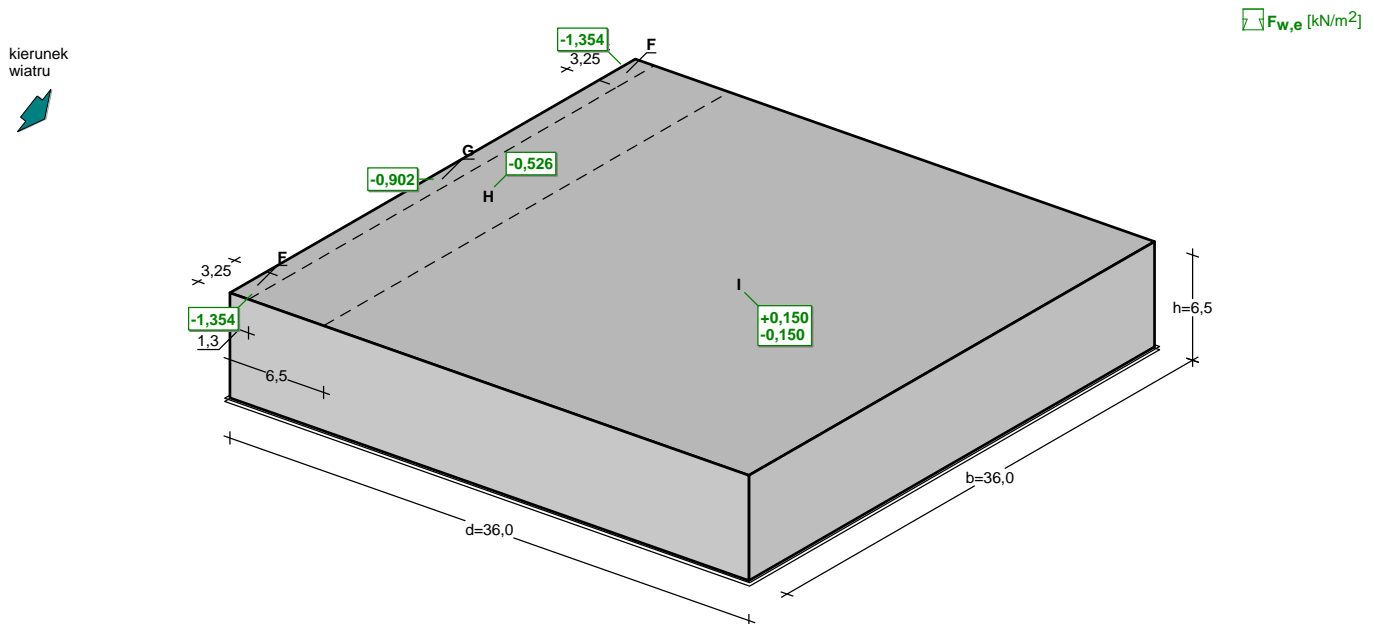
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznej $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,786 \cdot (-0,2) = -0,157 \text{ kN/m}^2$$

Dach „B”

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy płaskie (p.7.2.3)



- Dach o wymiarach: $d = 36,0 \text{ m}$, $b = 36,0 \text{ m}$, $h = 6,5 \text{ m}$

- Dach płaski, kąt nachylenia połaci $-5^\circ < \alpha < 5^\circ$, z ostrymi krawędziami brzegu

- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 13,0 \text{ m}$

- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):

$$\text{- strefa obciążenia wiatrem 2} \rightarrow v_{b,0} = 26 \text{ m/s}$$

- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$

- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$

- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 26,00 \text{ m/s}$

- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 6,50 \text{ m}$

- Kategoria terenu III \rightarrow współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 0,8 \cdot (6,5/10)^{0,19} = 0,74$ (wg Załącznika krajowego NA.6)

- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1,00$

- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 19,17 \text{ m/s}$

- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = 0,325$

- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:

$$q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 752,0 \text{ Pa} = 0,752 \text{ kPa}$$

- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1,000$

Połąc - pole F:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznej $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,8$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,752 \cdot (-1,8) = -1,354 \text{ kN/m}^2$$

Połąc - pole G:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznej $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,752 \cdot (-1,2) = -0,902 \text{ kN/m}^2$$

Połąc - pole H:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznej $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,7$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,752 \cdot (-0,7) = -0,526 \text{ kN/m}^2$$

Połąc - pole I - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznej $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,752 \cdot 0,2 = 0,150 \text{ kN/m}^2$$

Połąc - pole I - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznej $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,752 \cdot (-0,2) = -0,150 \text{ kN/m}^2$$

7.1.2 Obciążenie dachu śniegiem

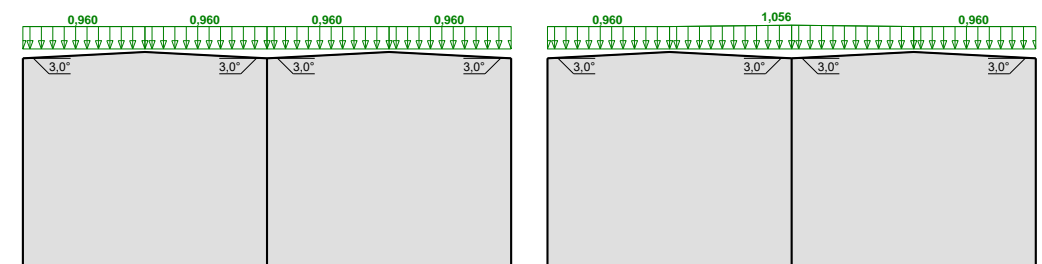
Podstawowe obciążenie śniegiem

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy wielopołaciowe (p.5.3.4)

przypadek (i)

przypadek (ii)

s [kN/m²]



- Dach wielopołaciowy

- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):

- strefa obciążenia śniegiem 3; $A = 300 \text{ m n.p.m.} \rightarrow s_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 1,200 \text{ kN/m}^2$

- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci)

- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa

- Współczynnik ekspozycji:

- teren normalny $\rightarrow C_e = 1,0$

- Współczynnik termiczny $\rightarrow C_t = 1,0$

Połąc dachu obciążonego równomiernie - przypadek (i):

- Współczynnik kształtu dachu:

nachylenie połaci $\alpha = 3,0^\circ$

$\mu_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,200 = \mathbf{0,960 \text{ kN/m}^2}$$

Skrajna połac dachu obciążonego nierównomiernie - przypadek (ii):

- Współczynnik kształtu dachu:

nachylenie połaci $\alpha = 3,0^\circ$

$\mu_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,200 = \mathbf{0,960 \text{ kN/m}^2}$$

Zagłębienie dachu obciążonego nierównomiernie - przypadek (ii):

- Współczynnik kształtu dachu:

nachylenie połaci do środka zagłębienia $\alpha = 3,0^\circ$

$$\mu_2 = 0,8 + 0,8 \cdot \alpha / 30^\circ = 0,8 + 0,8 \cdot 3,0^\circ / 30^\circ = 0,880$$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu_2 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,880 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,200 = \mathbf{1,056 \text{ kN/m}^2}$$

7.1.3 Zebranie obciążeń stałych projektowanych

Tablica 1. Obciążenia stałe projektowane

| Lp | Opis obciążenia | Obc. char. kN/m ² | γ_f | k_d | Obc. obl. kN/m ² |
|------------|---|---------------------------------|------------|-------|--------------------------------|
| 1. | Lepik, papa grub. 1 cm [11,0kN/m ³ ·0,01m] | 0,11 | 1,35 | -- | 0,15 |
| 2. | Styropian grub. 18 cm [0,45kN/m ³ ·0,18m] | 0,08 | 1,35 | -- | 0,11 |
| 3. | Blacha faldowa stalowa o wysokości faldy 50 (T-50) gr. 0,63 mm [0,07kN/m ²] | 0,07 | 1,35 | -- | 0,09 |
| 4. | Profile CD rozłożone na powierzchnię dachu | 0,03 | 1,35 | -- | 0,04 |
| Σ : | | 0,29 | 1,35 | -- | 0,39 |

7.1.4 Maksymalne obciążenia pionowe obliczeniowe (docisk)

Tablica 2. Maksymalne obciążenia pionowe obliczeniowe (docisk)

| Lp | Opis obciążenia | Obc. char. kN/m ² | γ_f | k_d | Obc. obl. kN/m ² |
|------------|---|---------------------------------|------------|-------|--------------------------------|
| 1. | Lepik, papa grub. 1 cm [11,0kN/m ³ ·0,01m] | 0,11 | 1,35 | -- | 0,15 |
| 2. | Styropian grub. 18 cm [0,45kN/m ³ ·0,18m] | 0,08 | 1,35 | -- | 0,11 |
| 3. | Blacha faldowa stalowa o wysokości faldy 50 (T-50) gr. 0,63 mm [0,07kN/m ²] | 0,07 | 1,35 | -- | 0,09 |
| 4. | Profile CD rozłożone na powierzchnię dachu | 0,03 | 1,35 | -- | 0,04 |
| 5. | Obciążenie śniegiem - zagłębienie dachu [1,06kN/m ²] | 1,06 | 1,50 | -- | 1,59 |
| 6. | Wiatr parcie [0,16kN/m ²] | 0,16 | 1,50 | -- | 0,24 |
| Σ : | | 1,51 | 1,47 | -- | 2,22 |

7.1.5 Maksymalne obciążenia pionowe obliczeniowe (ssanie) dla strefy narożnej zewnętrznej dachu w celu zebrania obciążeń na kotwy mocujące do dachu oraz na dobór łączników typu FD (mocowanie blachy trapezowej do profilu ciągłego CD4 i CD5)

Tablica 3. Maksymalne obciążenia pionowe obliczeniowe (ssanie) – naroża strefa zewnętrzna dachu

| Lp | Opis obciążenia | Obc. char. kN/m ² | γ_f | k_d | Obc. obl. kN/m ² |
|----|---|---------------------------------|------------|-------|--------------------------------|
| 1. | Lepik, papa grub. 1 cm [11,0kN/m ³ ·0,01m] | 0,11 | 0,90 | -- | 0,10 |
| 2. | Styropian grub. 18 cm [0,45kN/m ³ ·0,18m] | 0,08 | 0,90 | -- | 0,07 |

| | | | | | |
|----|---|--------------|------|-----------|--------------|
| 3. | Błacha faldowa stalowa o wysokości faldy 50 (T-50) gr. 0,63 mm [0,07kN/m ²] | 0,07 | 0,90 | -- | 0,06 |
| 4. | Profile CD rozłożone na powierzchnię dachu | 0,03 | 0,90 | -- | 0,03 |
| 5. | Wiatr ssanie [1,42kN/m ²] | -1,42 | 1,50 | -- | -2,13 |
| | Σ: | -1,13 | | -- | -1,87 |


Rozstaw elementów mocujących CD1 w rozstawie co max. 600mm w kierunku podłużnym i 1500mm w kierunku poprzecznym. Maksymalna siła obliczeniowa wrywająca działająca na kotwy:

$$0,6 \times 1,5 \times 1,87 = 1,70 \text{ kN} - \text{obliczeniowa siła wrywająca}$$


7.2 Wymiarowanie elementów

7.2.1 Obliczenia kotew

Obliczenia przeprowadzono przy pomocy programu C-FIX FISCHER wersja 1.75.0.0.



C-FIX 1.75.0.0
Wersja bazy danych
2019.3.11.7.16
Data
07.04.2019



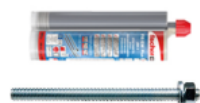
innovative solutions

fischerpolska SP z o.o.
ul. Albatrosów 2
30-716 Kraków
info@fischerpolska.pl
www.fischerpolska.pl

Specyfikacja projektowa

Kotwa


| | |
|-----------------------|--|
| System | fischer System iniekcyjny FIS EM |
| Zaprawa iniekcyjna | FIS EM 390 S |
| Element mocujący | Pręt nagwintowany FIS A M 8 x 130. Stal ocynkowana galwanicznie, Klasa wytrzymałości 5.8 |
| Głębokość zakotwienia | 100 mm |

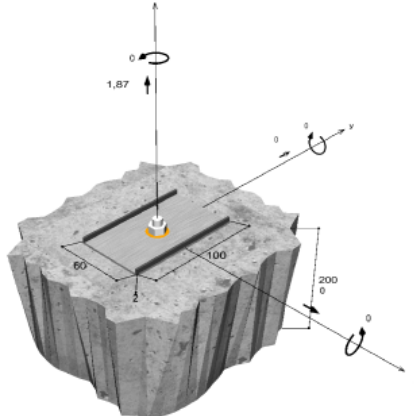


Dane projektowe Specyfikacja producenta

Geometria / Obciążenia
mm, kN, kNm

Wartość obciążeń obliczeniowych
(zawiera częściowy współczynnik bezpieczeństwa)





Rysunek nie zachowuje skali

Wartości wpisane oraz obliczone wyniki należy sprawdzić pod względem ważnych standardów i przepisów krajowych.

Strona 1



C-FIX 1.75.0.0
Wersja bazy danych
2019.3.11.7.16
Data
07.04.2019

fischer 
innovative solutions

Dane projektowe

| | |
|-------------------------|---|
| Metoda wymiarowania | Metoda wymiarowania złącza sklejonego ENSO |
| Podłoże | Beton zwykły, C12/15, EN 206 |
| Stan betonu | Zarysowany, Suchy otwór |
| Zakres temperaturowy | 30 °C działanie temp. długotrwałe, 50 °C działanie temp. krótkotrwałe |
| Zbrojenie | Brak zbrojenia lub zbrojenie normalne. Bez zbrojenia krawędziowego. Bez zbrojenia zapobiegającego odłupaniu |
| Sposób wiercenia | Wiercenie udarowe |
| Rodzaj montażu | Montaż przelotowy |
| Szczelina pierścieniowa | Szczelina pierścieniowa wypełniona |
| Rodzaj obciążenia | Statyczne i quasi-statyczne |
| Odstęp | Bez zginania |
| Wymiary płyty głównej | 60 mm x 100 mm x 2 mm |
| Typ profilu | Profil zdefiniowany przez użytkownika |

Obciążenia obliczeniowe *)

| # | N _{sd} kN | V _{sd,x} kN | V _{sd,y} kN | M _{sd,x} kNm | M _{sd,y} kNm | M _{τ,sd} kNm | Rodzaj obciążenia |
|---|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1 | 1,87 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | Statyczne i quasi-statyczne |

*) Uwzględniono częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń

Wynikowa siła na kotwę

| Kotwa nr | Siła wrywająca kN | Siła ścinająca kN | Siła ścinająca x kN | Siła ścinająca y kN |
|----------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | 1,87 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |



Max. rozciąganie betonu : 0,00 %
Max. naprężenie ściskające w betonie : 0,0 N/mm²
Wynikowa siła wrywająca : 1,87 kN , Położenie względem X/Y (0 / 0)
Wynikowa siła ściskająca : 0,00 kN , Położenie względem X/Y (0 / 0)

Nośność obliczeniowa na wrywanie

| Dowód | Obciążenie kN | Wytrzymałość kN | Wyężenie β _N % |
|--|------------------|--------------------|------------------------------|
| Zniszczenie / zerwanie stali * | 1,87 | 12,67 | 14,8 |
| Kombinacja zniszczenia poprzez wyciągnięcie kotwy i wrywanie stożka betonu | 1,87 | 9,03 | 20,7 |
| Zniszczenie poprzez wrywanie stożka betonu | 1,87 | 18,59 | 10,1 |

* Najbardziej niekorzystna kotwa

Wartości wpisane oraz obliczone wyniki należy sprawdzić pod względem ważnych standardów i przepisów krajowych.



C-FIX 1.75.0.0
Wersja bazy danych
2019.3.11.7.16
Data
07.04.2019

fischer 
innovative solutions

Zniszczenie / zerwanie stali

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (N_{Rd,s})$$



| $N_{Rk,s}$ kN | γ_{Ms} | $N_{Rd,s}$ kN | N_{Sd} kN | $\beta_{Nk,s}$ % |
|------------------|---------------|------------------|----------------|---------------------|
| 19,00 | 1,50 | 12,67 | 1,87 | 14,8 |

| Kotwa nr | $\beta_{Nk,s}$ % | Grupa N° | Miarodajne Beta |
|----------|---------------------|----------|--------------------|
| 1 | 14,8 | 1 | $\beta_{Nk,s1}$ |

Kombinacja zniszczenia poprzez wyciągnięcie kotwy i wyrwanie stożka betonu

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad (N_{Rd,p})$$



$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{ec,Np} \cdot \Psi_{re,Np}$$

Równanie
(5.2)

$$N_{Rk,p} = 13,55kN \cdot \frac{54756mm^2}{54756mm^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 13,55kN$$

$$N_{Rk,p}^0 = \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = \pi \cdot 8mm \cdot 100mm \cdot 5,4N/mm^2 = 13,55kN$$

Równanie
(5.2a)

$$s_{cr,Np} = \min\left(20 \cdot d \cdot \left(\frac{\tau_{Rk,scr}}{7,5}\right)^{0,5}; 3 \cdot h_{ef}\right)$$

Równanie
(5.2c)

$$s_{cr,Np} = \min\left(20 \cdot 8mm \cdot \left(\frac{16,0N/mm^2}{7,5}\right)^{0,5}; 3 \cdot 100mm\right) = 234mm$$

$$c_{cr,Np} = \frac{s_{cr,Np}}{2} = \frac{234mm}{2} = 117mm$$

Równanie
(5.2b)

$$\Psi_{s,Np} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{\infty}{117mm}\right) = 1,000 \leq 1$$

Równanie
(5.2e)

$$\Psi_{g,Np} = \max\left(1; \Psi_{g,Np}^0 - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot (\Psi_{g,Np}^0 - 1)\right) = 1,000 - \sqrt{\frac{0mm}{234mm}} \cdot (1,000 - 1) = 1,000 \geq 1$$

Równanie
(5.2d)

$$\Psi_{g,Np}^0 = \max\left(1; \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{d \cdot \tau_{Rk}}{k \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck,cube}}}\right)^{1,5}\right)$$

Równanie
(5.2g)

$$\Psi_{g,Np}^0 = \max\left(1; \sqrt{1} - (\sqrt{1} - 1) \cdot \left(\frac{8mm \cdot 5,4N/mm^2}{2,3 \cdot \sqrt{100mm \cdot 15,0N/mm^2}}\right)^{1,5}\right) = 1,000 \geq 1$$

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2c_s}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1$$

Równanie
(5.2h)

$$\Psi_{ec,Npx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{234mm}} = 1,000 \leq 1 \quad \Psi_{ec,Npy} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{234mm}} = 1,000 \leq 1$$

$$\Psi_{re,Np} = 1,000$$

Równanie

Wartości wpisane oraz obliczone wyniki należy sprawdzić pod względem ważnych standardów i przepisów krajowych.



C-FIX 1.75.0.0
Wersja bazy danych
2019.3.11.7.16
Data
07.04.2019

fischer 
innovative solutions

(5.2)

| $N_{Rk,p}$ kN | γ_{Mp} | $N_{Rd,p}$ kN | N_{sd} kN | $\beta_{N,p}$ % |
|------------------|---------------|------------------|----------------|--------------------|
| 13,55 | 1,50 | 9,03 | 1,87 | 20,7 |

| Kotwa nr | $\beta_{N,p}$ % | Grupa N° | Miarodajne Beta |
|----------|--------------------|----------|--------------------|
| 1 | 20,7 | 1 | $\beta_{N,p1}$ |

Zniszczenie poprzez wyrwanie stożka betonu

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Me}} \quad (N_{Rd,c})$$



$$N_{Rk,c} = N_{Rk,e}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N}$$

Równanie
(5.3)

$$N_{Rk,c} = 27,89kN \cdot \frac{90000mm^2}{90000mm^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 27,89kN$$

$$N_{Rk,e}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot b_{ef}^{1,5} = 7,2 \cdot \sqrt{15,0N/mm^2} \cdot (100mm)^{1,5} = 27,89kN$$

Równanie
(5.3a)

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{\infty}{150mm}\right) = 1,000 \leq 1$$

Równanie
(5.3c)

$$\Psi_{re,N} = 1,000$$

Równanie
(5.3a)

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_N}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1$$

Równanie
(5.3e)

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{300mm}} = 1,000 \leq 1 \quad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{300mm}} = 1,000 \leq 1$$

| $N_{Rk,o}$ kN | γ_{Mo} | $N_{Rd,o}$ kN | N_{sd} kN | $\beta_{N,o}$ % |
|------------------|---------------|------------------|----------------|--------------------|
| 27,89 | 1,50 | 18,59 | 1,87 | 10,1 |

| Kotwa nr | $\beta_{N,o}$ % | Grupa N° | Miarodajne Beta |
|----------|--------------------|----------|--------------------|
| 1 | 10,1 | 1 | $\beta_{N,o1}$ |

Nośność na kombinację wyrwania i ścinania

$$\beta_N = \beta_{N,p1} = 0,21 \leq 1$$

Dowód został pomyślnie przeprowadzony

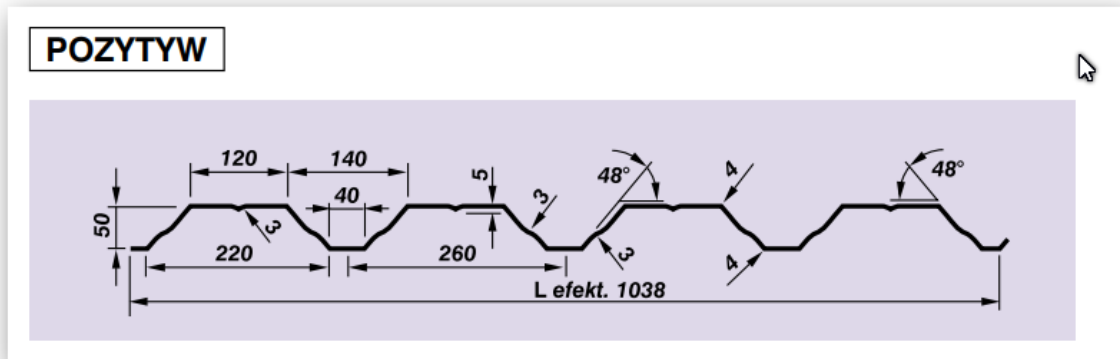
(5.5a)

Wartości wpisane oraz obliczone wyniki należy sprawdzić pod względem ważnych standardów i przepisów krajowych.

7.2.2 Dobór profilu blachy trapezowej

Blachę trapezową dobrano z katalogu firmy Pruszyński – blacha T-50 w układzie pozytyw grubości 0,63mm, cynkowaną. Założono ułożenie blachy wieloprzęsłowe lub jednoprzęsłowe (nie stosować układu 2 przęsłowego).

Profil blachy trapezowej



Nośność blachy w układzie 3-przęsłowym (wartość najmniejsza w stosunku do układu 1 przęsłowego) – 3,34 kN/m² obciążenie obliczeniowe dla rozpiętości przęsła 2m – producent nie podaje nośności dla mniejszej rozpiętości.

| BELKA TRÓJPRZĘSŁOWA | | | POZYTYW | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------------------|---|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Grubość mm | Ciężar kN/m ² | Moment bezw. cm ⁴ (min./max) | Dopuszczalne obciążenie ciągłe równomiernie rozłożone w kN/m ² przy rozpiętości L (m) | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 2,00 | 2,25 | 2,50 | 2,75 | 3,00 | 3,25 | 3,50 | 3,75 | 4,00 | 4,25 | 4,50 | 4,75 | 5,00 | |
| 0,50 | 0,045 | 14,020 | 1 | 2,26 | 1,88 | 1,59 | 1,36 | 1,18 | 1,04 | 0,92 | 0,82 | 0,73 | 0,66 | 0,60 | 0,55 | 0,50 |
| | | | 2 | 2,26 | 1,88 | 1,59 | 1,36 | 1,06 | 0,84 | 0,67 | 0,55 | 0,45 | 0,38 | 0,32 | 0,27 | 0,23 |
| | | 14,580 | 3 | 2,26 | 1,87 | 1,37 | 1,04 | 0,80 | 0,63 | 0,51 | 0,42 | 0,34 | 0,29 | 0,24 | 0,21 | 0,18 |
| | | | 4 | 1,71 | 1,24 | 0,91 | 0,69 | 0,54 | 0,42 | 0,34 | 0,28 | 0,23 | 0,19 | 0,16 | 0,14 | 0,12 |
| 0,63 | 0,057 | 20,120 | 1 | 3,34 | 2,76 | 2,33 | 1,99 | 1,72 | 1,51 | 1,33 | 1,18 | 1,06 | 0,95 | 0,86 | 0,78 | 0,72 |
| | | | 2 | 3,34 | 2,76 | 2,33 | 1,96 | 1,52 | 1,20 | 0,96 | 0,78 | 0,65 | 0,54 | 0,46 | 0,39 | 0,33 |
| | | 20,870 | 3 | 3,34 | 2,68 | 1,97 | 1,49 | 1,15 | 0,91 | 0,73 | 0,59 | 0,49 | 0,41 | 0,35 | 0,29 | 0,25 |
| | | | 4 | 2,41 | 1,79 | 1,31 | 0,99 | 0,77 | 0,60 | 0,49 | 0,40 | 0,33 | 0,27 | 0,23 | 0,20 | 0,17 |
| 0,70 | 0,064 | 23,590 | 1 | 3,97 | 3,28 | 2,76 | 2,36 | 2,04 | 1,78 | 1,57 | 1,40 | 1,25 | 1,12 | 1,02 | 0,92 | 0,84 |
| | | | 2 | 3,97 | 3,28 | 2,76 | 2,28 | 1,76 | 1,39 | 1,12 | 0,91 | 0,75 | 0,63 | 0,53 | 0,45 | 0,39 |
| | | 24,240 | 3 | 3,97 | 3,12 | 2,29 | 1,73 | 1,34 | 1,05 | 0,85 | 0,69 | 0,57 | 0,48 | 0,40 | 0,34 | 0,29 |
| | | | 4 | 2,87 | 2,08 | 1,52 | 1,15 | 0,89 | 0,70 | 0,56 | 0,46 | 0,38 | 0,32 | 0,27 | 0,23 | 0,20 |
| 0,75 | 0,068 | 26,030 | 1 | 4,44 | 3,67 | 3,08 | 2,63 | 2,28 | 1,99 | 1,75 | 1,56 | 1,39 | 1,25 | 1,13 | 1,02 | 0,92 |
| | | | 2 | 4,44 | 3,67 | 3,08 | 2,51 | 1,94 | 1,54 | 1,23 | 1,01 | 0,83 | 0,69 | 0,59 | 0,50 | 0,43 |
| | | 26,730 | 3 | 4,44 | 3,44 | 2,52 | 1,91 | 1,47 | 1,16 | 0,93 | 0,76 | 0,63 | 0,52 | 0,44 | 0,38 | 0,32 |
| | | | 4 | 3,17 | 2,30 | 1,68 | 1,27 | 0,98 | 0,78 | 0,62 | 0,51 | 0,42 | 0,35 | 0,30 | 0,25 | 0,22 |
| 0,88 | 0,080 | 32,650 | 1 | 5,76 | 4,74 | 3,98 | 3,39 | 2,93 | 2,55 | 2,25 | 1,99 | 1,78 | 1,60 | 1,43 | 1,29 | 1,16 |
| | | | 2 | 5,76 | 4,74 | 3,98 | 3,15 | 2,44 | 1,93 | 1,55 | 1,26 | 1,04 | 0,87 | 0,73 | 0,62 | 0,54 |
| | | 33,490 | 3 | 5,76 | 4,32 | 3,17 | 2,39 | 1,85 | 1,46 | 1,17 | 0,95 | 0,79 | 0,66 | 0,55 | 0,47 | 0,40 |
| | | | 4 | 3,99 | 2,88 | 2,11 | 1,59 | 1,23 | 0,97 | 0,78 | 0,64 | 0,52 | 0,44 | 0,37 | 0,31 | 0,27 |
| 1,00 | 0,091 | 39,080 | 1 | 7,06 | 5,81 | 4,86 | 4,14 | 3,57 | 3,11 | 2,74 | 2,43 | 2,17 | 1,92 | 1,72 | 1,55 | 1,40 |
| | | | 2 | 7,06 | 5,81 | 4,86 | 3,77 | 2,92 | 2,30 | 1,85 | 1,50 | 1,24 | 1,04 | 0,87 | 0,74 | 0,64 |
| | | 39,910 | 3 | 7,06 | 5,17 | 3,78 | 2,85 | 2,20 | 1,74 | 1,39 | 1,13 | 0,94 | 0,78 | 0,66 | 0,56 | 0,48 |
| | | | 4 | 4,78 | 3,45 | 2,52 | 1,90 | 1,47 | 1,16 | 0,93 | 0,76 | 0,62 | 0,52 | 0,44 | 0,37 | 0,32 |
| 1,15 | 0,105 | 47,290 | 1 | 8,79 | 7,22 | 6,04 | 5,14 | 4,43 | 3,85 | 3,39 | 3,00 | 2,64 | 2,34 | 2,10 | 1,88 | 1,70 |
| | | | 2 | 8,79 | 7,22 | 6,04 | 4,55 | 3,50 | 2,75 | 2,21 | 1,79 | 1,48 | 1,23 | 1,04 | 0,88 | 0,76 |
| | | 47,640 | 3 | 8,79 | 6,23 | 4,54 | 3,41 | 2,63 | 2,07 | 1,65 | 1,34 | 1,11 | 0,92 | 0,78 | 0,66 | 0,57 |
| | | | 4 | 5,91 | 4,15 | 3,03 | 2,27 | 1,75 | 1,38 | 1,10 | 0,90 | 0,74 | 0,62 | 0,52 | 0,44 | 0,38 |
| 1,25 | 0,114 | 52,520 | 1 | 9,95 | 8,16 | 6,82 | 5,79 | 4,99 | 4,34 | 3,81 | 3,34 | 2,94 | 2,61 | 2,34 | 2,10 | 1,90 |
| | | | 2 | 9,95 | 8,16 | 6,67 | 5,01 | 3,86 | 3,04 | 2,43 | 1,98 | 1,63 | 1,36 | 1,14 | 0,97 | 0,83 |
| | | 52,520 | 3 | 9,77 | 6,86 | 5,00 | 3,76 | 2,90 | 2,28 | 1,82 | 1,48 | 1,22 | 1,02 | 0,86 | 0,73 | 0,63 |
| | | | 4 | 6,51 | 4,58 | 3,34 | 2,51 | 1,93 | 1,52 | 1,22 | 0,99 | 0,81 | 0,68 | 0,57 | 0,49 | 0,42 |

blacha trapezowa T50

7.2.3 Wymiarowanie łączników B15 (według rysunków detali) – łączniki do połączenia profili CD1, CD2, CD3 z profilami CD4 i CD5

$0,6 \times 1,5$ (rozstaw łączników) $\times 2,22$ kN/m² (wartość z punktu 7.1.4) $\times 1,10$ (współczynnik zwiększający reakcję wynikający z ułożenia blachy wieloprzęsłowej) = **2,2 kN**

Wartości na podstawie Aprobata techniczna ITB AT-15-7240/2013, Łączniki wierzące, samogwintujące STALCO WSD, WSDT, WS-IMPAX, WS, WSPW, FD i FM, firmy STALCO.

**Nośności obliczeniowe zamocowań łączników STALCO
WS-IMPAX, WS, WSPW, FD i FM na ścinanie**

I

Tablica 3

| Poz. | Oznaczenie łącznika | Rodzaj podłoża | Grubość podłoża, mm | Nośność obliczeniowa na ścinanie, kN | | | | | | | |
|------|---------------------|----------------------|---------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | Grubość mocowanej lub łączonej blachy stalowej ⁴⁾ , mm | | | | | | | |
| | | | | 0,4 | 0,5 | 0,63 | 0,75 | 0,88 | 1,00 | 1,25 | 1,5 |
| 1 | WS3 4,8 x L | S280GD ¹⁾ | 0,75 | – | 0,33 | 0,43 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 |
| | | | 0,88 | – | 0,33 | 0,43 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 |
| | | | 1,00 | – | 0,33 | 0,43 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 |
| | | | 1,25 | – | 0,33 | 0,43 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 |
| | | | 1,50 | – | 0,33 | 0,43 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 |
| 2 | WS5 5,5 x L | S280GD ¹⁾ | 0,75 | – | 0,53 | 0,67 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 |
| | | | 0,88 | – | 0,53 | 0,67 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 |
| | | | 1,00 | – | 0,53 | 0,67 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 |
| | | | 1,25 | – | 0,53 | 0,67 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 |
| | | | 1,50 | – | 0,53 | 0,67 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 |
| | | | 2,00 | – | 0,53 | 0,67 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 |
| | | | 2,50 | – | 0,53 | 0,67 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 |

2,2 kN / 0,64 kN = 3,44 sztuk

Dobrano 4 wkręty WS3 4,8x19 na każdy element CD1, CD2, CD3 (po 2 sztuki po każdej stronie).

7.2.4 Wymiarowanie łączników B14 – łączniki do połączenia blachy trapezowej z profilem ciągłym CD4 i CD5

Założono mocowanie blachy co każdą fałdę do profilu ciągłego CD4 i CD5. Zgodnie z założonym profilem blachy trapezowej (Pruszyński T-50) fałda występuje co 26cm.

Wartości na podstawie Aprobata techniczna ITB AT-15-7240/2013, Łączniki wierzące, samogwintujące 87STALCO WSD, WSDT, WS-IMPAX, WS, WSPW, FD i FM, firmy STALCO.

c.d. tablicy 2

| Poz. | Oznaczenie łącznika | Rodzaj podłoża | Grubość podłoża, mm | Nośność obliczeniowa na wrywanie, kN | | | | | | | | | | |
|------|---------------------|----------------------|---------------------|---|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|---|
| | | | | Grubość mocowanej lub łączonej blachy stalowej ⁴⁾ , mm | | | | | | | | | | |
| | | | | 0,4 | 0,5 | 0,63 | 0,75 | 0,88 | 1,00 | 1,25 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | |
| 6 | FD 4,8 | S280GD ¹⁾ | 0,63 | – | 0,27 | 0,27 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | | | 0,75 | – | 0,34 | 0,34 | 0,34 | – | – | – | – | – | – | – |
| | | | 0,88 | – | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,34 | – | – | – | – | – | – |
| | | | 1,00 | – | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | – | – | – | – | – |
| | | 1,25 | – | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | – | – | – | – | |
| | | drewno | 30,0 | – | 0,30 | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 7 | FM 4,8 | S280GD ¹⁾ | 0,63 | – | 0,27 | 0,27 | – | – | – | – | – | – | – | |
| | | | 0,75 | – | 0,38 | 0,38 | 0,38 | – | – | – | – | – | – | |
| | | | 0,88 | – | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | – | – | – | – | – | |
| | | | 1,00 | – | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | – | – | – | – | |
| | | | 1,25 | – | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | – | – | – | |

¹⁾ wg PN-EN 10346:2011
²⁾ wg PN-EN 10025-1:2007
³⁾ tarcica konstrukcyjna klasy co najmniej C24 wg normy PN-EN 338:2011
⁴⁾ ze stali gatunku S280GD wg PN-EN 10346:2011

Pole połączenia dachu oddziałujące na 1 łącznik FD 4,8:
 $0,26\text{m} \times 1,5\text{m} = 0,39\text{m}^2$

Maksymalna obliczeniowa siła ssania na 1m^2 powierzchni dachu wynosi:
 $0,46\text{kN} / 0,39\text{m}^2 = 1,18\text{ kN/m}^2$ – jest to graniczna wartość obliczeniowa siły ssania na 1m^2 powierzchni dachu, dla której wystarczające jest zastosowanie po 1 łączniku co faldę blachy.

Z uwagi na to w strefach P1 i P2 gdzie wartość ssania wiatru jest wyższa $1,18\text{ kN/m}^2$ zaprojektowano po 2 łączniki co każdą faldę blachy.

7.2.5 Wymiarowanie łączników typu R-GOK + R-WO-48T

Łączniki mocowane do podłoża z blachy grubości $\geq 0,50\text{mm}$, blacha trapezowa o skoku trapezu 260mm, szerokość górnej półki 120mm dla R-WO-48T + R-GOK (wkręt + teleskop) – **nośność obliczeniowa 0,72 kN** na wrywanie na podstawie ITB-KOT-2017/0158 wydanie 2. Wkręt oraz teleskop dobrano z katalogu firmy Rawlplug można zastosować inne rozwiązanie równoważne.

Podział na strefy obciążenia wiatrem pokazano na rysunku 1915_W_RD_P005 – połącz A i 1915_W_RD_P006 – połącz B.

Dobór oraz ilość łączników w zależności od strefy przedstawiono na wyżej wymienionych rysunkach.

Tablica B3. Nośności charakterystyczne i obliczeniowe łączników na osiowe wyrywanie z podłoża stalowego

| Wkręt | Tuleja / podkładka | Podłoże | Grubość blach podłoża [mm] | Nośność charakterystyczna [kN] | Nośność obliczeniowa [kN] | |
|---|--|---|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------|------|
| WO / WO-T | GOK GOK-PLUS GOK-075 GOW GOW-PLUS GOK-N GOK-PLUS-N GOK-075-N GOW-N GOW-PLUS-N POK-040 POK-041 POW-07 | stal gatunku S280GD ¹⁾ | 0,50 | 0,96 | 0,72 | |
| | | | 0,60 | 1,04 | 0,78 | |
| | | | 0,75 | 1,54 | 1,16 | |
| | POK-06 | stal gatunku S280GD ¹⁾ | 0,50 | 0,96 | 0,72 | |
| | | | 0,60 | 1,04 | 0,78 | |
| | | | 0,75 | 1,54 | 1,16 | |
| | WX / WX-T | GOK GOK-PLUS GOK-075 GOW GOW-PLUS | stal gatunku S280GD ¹⁾ | 0,75 | 1,30 | 0,98 |
| | | | | 1,00 | 1,92 | 1,44 |
| | | | | 1,25 | 2,45 | 1,84 |
| GOK-N GOK-PLUS-N GOK-075-N GOW-N GOW-PLUS-N | | stal gatunku S280GD ¹⁾ | 0,75 | 1,30 | 0,98 | |
| | | | 1,00 | 1,92 | 1,44 | |
| | | | 1,25 | 2,20 | 1,65 | |
| POK-040 POK-041 POW-07 | | stal gatunku S280GD ¹⁾ | 0,75 | 1,30 | 0,98 | |
| | | | 1,00 | 1,92 | 1,44 | |
| | | | 1,25 | 2,48 | 1,86 | |
| POK-06 | | stal gatunku S280GD ¹⁾ | 0,75 | 1,30 | 0,98 | |
| | | | 1,00 | 1,75 | 1,32 | |
| | | | 1,50 | 1,75 | 1,32 | |
| WB | POW-05 POW-07 | stal gatunku S280GD ¹⁾ | 0,75 | 1,15 | 0,86 | |
| | | | 1,00 | 1,95 | 1,47 | |
| | | | 1,50 | 3,30 | 2,48 | |
| | POK-06 | stal gatunku S280GD ¹⁾ | 0,75 | 1,15 | 0,86 | |
| | | | 1,00 | 1,95 | 1,47 | |
| | | | 1,50 | 3,26 | 2,45 | |

¹⁾ stal według normy PN-EN 10346:2015

https://assets.rawlplug.com/05d18cff-ef80-44ed-8b2b-acda68226ce1/KOT-2017-0158%20w2%20GOK,%20GOW,%20POK,%20POW_PL.pdf

7.2.6 Wymiarowanie profilu ciągłego CD4

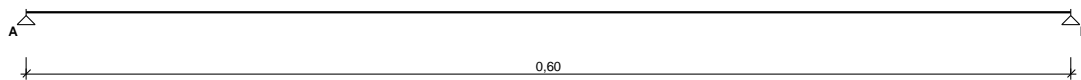
Obliczenia wykonano jak dla belki wolnopodpartej o rozpiętości 600mm. Profil U o wymiarach średnicy 60mm oraz półek 45mm. Element grubości 2,0 mm z blachy ze stali S280GD.

Przyjęto dwa warianty obciążenia: maksymalny docisk oraz maksymalne ssanie.

KOMB1: zgodnie z punktem 7.1.4 maks. Docisk obliczeniowy $2,22 \text{ kN/m}^2 \times 1,5$ (pas przypadający na 1m profilu) = $3,33 \text{ kN/m}$ obciążenie obliczeniowe

KOMB2: zgodnie z punktem 7.1.5 maks. ssanie obliczeniowe $1,87 \text{ kN/m}^2 \times 1,5$ (pas przypadający na 1m profilu) = $2,80 \text{ kN/m}$ obciążenie obliczeniowe

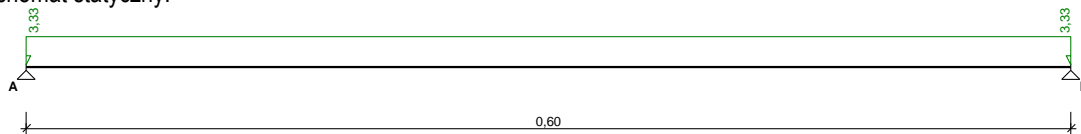
SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

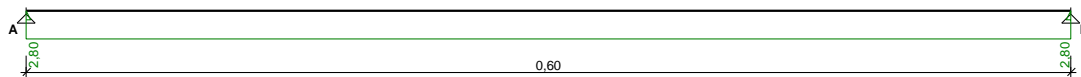
Przypadek **KOMB1**

Schemat statyczny:



Przypadek **KOMB2**

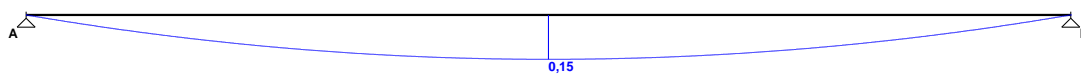
Schemat statyczny:



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

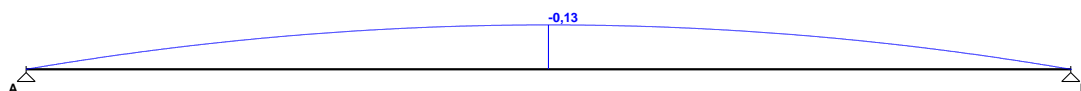
Przypadek **KOMB1**

Momenty zginające [kNm]:



Przypadek **KOMB2**

Momenty zginające [kNm]:



NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.
TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 5 Belka_5

PUNKT: 2

WSPÓLRZĘDNA: $x = 0.50 L = 0.30 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 3 STA3

MATERIAŁ:

S 275 (S 275) $f_y = 275.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: CEOW_1

$h=59.0 \text{ mm}$

$b=45.0 \text{ mm}$

$tw=2.0 \text{ mm}$

$tf=2.0 \text{ mm}$

$gM0=1.00$

$Ay=1.83 \text{ cm}^2$

$Iy=17.40 \text{ cm}^4$

$Wely=5.90 \text{ cm}^3$

$gM1=1.00$

$Az=1.18 \text{ cm}^2$

$Iz=6.20 \text{ cm}^4$

$Welz=2.02 \text{ cm}^3$

$Weff,z=1.60 \text{ cm}^3$

$Ax=2.90 \text{ cm}^2$

$Ix=0.04 \text{ cm}^4$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$Mz,Ed = -0.13 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$Mz,el,Rd = 0.56 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$Mz,c,Rd = 0.56 \text{ kN}\cdot\text{m}$

KLASA PRZEKROJU = 3



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:



względem osi z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$Mz,Ed/Mz,c,Rd = 0.23 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$

Profil poprawny !!!

mgr inż. ANDRZEJ SZŁUIŃSKI

NR UPR. POM/0120/POOK/08

mgr inż. ROMAN DEPKA-PRĄDZYŃSKI

NR UPR. 712/EL/83, 20/GD/00