



*Tytuł opracowania:*

**PROJEKT BUDOWLANO - WYKONAWCZY**  
**PROJEKT KONSTRUKCJI**

*Zadanie inwestycyjne:*

**MODERNIZACJA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW**  
**PROJEKT SUSZARNI SŁONECZNEJ OSADÓW ŚCIEKOWYCH**  
**PROJEKT MAGAZYNU NA PIASEK I SKRATKI**

*Lokalizacja inwestycji:*

ul. Sienkiewicza, 46-250 Wołczyn  
Działka nr 320

*Inwestor:*

**ZAKŁAD WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI Sp. z o.o.**  
ul. Traugutta 1  
46-250 Wołczyn

*Projektant:*

dr inż. Anna Szymczak-Graczyk  
upr. nr 7131-32/93/PW/2002

*Sprawdzający:*

mgr inż. Maciej Graczyk  
upr. nr WKP/0070/POOK/11

01.09.2015 r.

---

**WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE**

Reprodukcja projektu w całości lub fragmentach bez uzgodnienia z autorem zabroniona

SPIS ZAWARTOŚCI:

<b>1. INFORMACJE OGÓLNE .....</b>	<b>4</b>
1.1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA .....	4
1.2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA .....	5
1.3. PODSTAWA OPRACOWANIA .....	5
1.4. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO PROJEKTOWANIA .....	5
1.4.1. Normy i standardy budowlane.....	5
1.4.2. Standardy wykonawcze i odbiorowe .....	6
1.4.3. Obciążenia .....	7
1.4.4. Materiały konstrukcyjne .....	7
<b>2. OPIS OGÓLNY.....</b>	<b>7</b>
2.1. OPIS OGÓLNY INWESTYCJI .....	7
2.2. DYLATACJE .....	7
2.3. SZTYWNOŚĆ I STATECZNOŚĆ KONSTRUKCJI.....	8
<b>3. OPIS KONSTRUKCJI SUSZARNI SŁONECZNEJ.....</b>	<b>8</b>
3.1. FUNDAMENTY .....	8
3.1.1. Warunki geotechniczne.....	8
3.1.2. System fundamentowania .....	9
3.1.3. Roboty ziemne.....	10
3.2. ŁAWY, ŚCIANY I TRZPIENIE FUNDAMENTOWE.....	10
3.3. NAWIERZCHNIA SUSZARNI .....	11
3.4. DRENAŻ I ODWODNIENIE LINIOWE .....	11
3.5. KONSTRUKCJA STALOWA SUSZARNI.....	12
3.5.1. Konstrukcja dachu .....	12
3.5.2. Słupy .....	12
3.5.3. Ściany szczytowe .....	13
3.5.4. Stężenia .....	13
<b>4. OPIS KONSTRUKCJI MAGAZYNU NA PIASEK I SKRATKI.....</b>	<b>13</b>
4.1. FUNDAMENTY .....	14
4.1.1. Warunki geotechniczne.....	14
4.1.2. System fundamentowania .....	14
4.1.3. Stopy fundamentowe.....	14
4.2. KONSTRUKCJA STALOWA WIATY.....	14
4.2.1. Konstrukcja dachu .....	15
4.2.2. Słupy .....	15
4.2.3. Płatwie .....	15
4.2.4. Stężenia .....	15
4.3. PŁYTA I ŚCIANY OPOROWE MAGAZYNU NA PIASEK I SKRATKI.....	16
4.3.1. Nawierzchnia płyty .....	16
4.3.2. Odwodnienie płyty .....	17
<b>5. ZABEZPIECZENIE P POŻ .....</b>	<b>17</b>
5.1. ODPORNOŚĆ OGNIOWA POSZCZEGÓLNYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCJI .....	17

<b>6. ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE .....</b>	<b>17</b>
<b>7. WYTTCZNE WYKONANIA ROBÓT KONSTRUKCYJNYCH.....</b>	<b>17</b>
7.1. OGÓLNE WYTTCZNE PROWADZENIA ROBÓT FUNDAMENTOWYCH .....	17
7.2. OGÓLNE WYTTCZNE MONTAŻU KONSTRUKCJI STALOWEJ .....	18
7.3. OGÓLNE WYTTCZNE MONTAŻU OBUDOWY .....	18
<b>8. OBLICZENIA STATYCZNE KONSTRUKCJI STALOWEJ SUSZARNI .....</b>	<b>19</b>
8.1. ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ .....	19
8.1.1. Obciążenia stałe .....	19
8.1.2. Obciążenie pokryciem .....	19
8.1.3. Obciążenia zmienne .....	19
8.1.4. Obciążenie wyjątkowe .....	23
<b>9. ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ NA UKŁAD GŁÓWNY SUSZARNI .....</b>	<b>23</b>
9.1. ODDZIAŁYWANIA STAŁE .....	23
9.1.1. Obciążenie pokryciem .....	23
9.2. ODDZIAŁYWANIA ZMIENNE .....	24
9.2.1. Oddziaływanie śniegu.....	24
9.2.2. Oddziaływanie wiatru.....	24
<b>10. WYCIĄG Z OBLICZEŃ STATYCZNYCH DLA UKŁADU GŁÓWNEGO SUSZARNI .....</b>	<b>25</b>
<b>11. OBLICZENIA STATYCZNE KONSTRUKCJI STALOWEJ WIATY NAD MAGAZYNEM NA PIASEK I SKRATKI .....</b>	<b>38</b>
11.1. ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ .....	38
11.1.1. Obciążenia stałe .....	38
11.1.2. Obciążenie zmienne .....	38
11.1.3. OBCIĄŻENIA WYJĄTKOWE .....	41
<b>12. ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ NA UKŁAD GŁÓWNY WIATY.....</b>	<b>41</b>
<b>13. WYMIAROWANIE BLACHY POKRYCIA DACHU.....</b>	<b>41</b>
13.1. OBCIĄŻENIE WIATREM .....	42
13.2. WYMIAROWANIE BLACHY.....	42
<b>14. WYCIĄG Z OBLICZEŃ STATYCZNYCH DLA UKŁADU GŁÓWNEGO SUSZARNI .....</b>	<b>43</b>
<b>15. SPIS RYSUNKÓW KONSTRUKCYJNYCH.....</b>	<b>53</b>
15.1.SUSZARNIA .....	53
15.2. MAGAZYN NA PIASEK I SKRATKI .....	53

## **1. INFORMACJE OGÓLNE**

### **1.1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA**

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlano-wykonawczy suszarni słonecznej osadów ściekowych oraz magazynu na piasek i skratki oraz zagospodarowania terenu. Zamawiającym jest Zakład Wodociągów i Kanalizacji sp. z o.o., ul. Traugutta 1, 46-250 Wołczyn.

Lokalizacja inwestycji w miejscowości Wołczyn, ul. Sienkiewicza. Numery ewidencyjne działek: 319, 320, 321. Całość prac budowlanych objętych planowaną inwestycją na terenie działki nr 320.

Zgodnie z SIWZ Zamawiającego przedmiotem zamówienia jest opracowanie dokumentacji projektowej na budowę:

- słonecznej suszarni osadów ściekowych – zaprojektowanie jedno- lub dwu-modułowej słonecznej suszarni osadów ściekowych wykorzystując teren istniejących poletek osadowych, pokrycie ścian i dachu z płyt poliwęglanowych, łączna powierzchnia suszarni: ok. 500 m<sup>2</sup> (13x40m), utwardzenie terenu wokół suszarni. Suszenie osadów ściekowych odbywać się będzie w suszarni słonecznej z podłożem betonowym, w procesie suszenia wykorzystana ma zostać wentylacja grawitacyjna.;
- magazynu na piasek i skratki powstające na oczyszczalni ścieków,

Projekt ma również obejmować przyłącze wodociągowe i energetyczne z istniejącej instalacji wewnętrznej oczyszczalni ścieków, ponad to ma uwzględniać oświetlenie zagospodarowanego terenu.

Konstrukcja suszarni słonecznej zakłada wykonanie:

- wewnątrz suszarni nawierzchni betonowej na całej jej powierzchni;
- wykonanie betonowych fundamentów pod konstrukcję stalową suszarni;
- wykonanie konstrukcji ścian i dachu z profili stalowych ocynkowanych;
- pokrycie konstrukcji stalowej płytami poliwęglanowymi,
- montaż rynien dachowych oraz rur spustowych do odprowadzania opadów atmosferycznych.

## **1.2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA**

Zakresem niniejszego opracowania jest projekt budowlano-wykonawczy w zakresie konstrukcji.

## **1.3. PODSTAWA OPRACOWANIA**

- Opinia geotechniczna podłoża gruntowego projektowanych obiektów budowlanych na terenie modernizowanej oczyszczalni ścieków w Wołczynie, wykonana przez „GEO-EKO” mgr Zdzisława Grygiela z Opola w styczniu 2007 r.,
- Projekt architektoniczny,
- Wizja lokalna,
- Uzgodnienia i wytyczne uzyskane od Inwestora.

## **1.4. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO PROJEKTOWANIA**

### **1.4.1. Normy i standardy budowlane**

Projekt Budowlany został opracowany zgodnie z obowiązującym Prawem Budowlanym na podstawie art. 34 ust. 6 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane. Obliczenia konstrukcyjne są zgodne z polskimi normami budowlanymi. Następujące normy oraz założenia konstrukcyjne stanowią podstawę opracowania.

- PN-EN 1991-1-1 :2003 Eurokod 1. Oddziaływanie na konstrukcje. Część 1-1. Oddziaływanie ogólne. Ciężary objętościowe, ciężar własny, obciążenie użytkowe w budynkach,
- PN-EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1. Oddziaływanie na konstrukcje. Część 1-4. Oddziaływanie ogólne. Oddziaływanie wiatru.
- PN-EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1. Oddziaływanie na konstrukcje. Część 1-3. Oddziaływanie ogólne. Oddziaływanie śniegiem.
- PN-88/B-02014 Obciążenie gruntem
- PN-76/B-03001 Konstrukcje i podłoża budowli. Ogólne zasady obliczeń.
- PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli.
- PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe – obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-87/B-02013 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne środowiskowe. Obciążenia oblodzeniem.

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

- PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone – obliczenia statyczne i projektowanie
- PN-B-031215:1998 Konstrukcje stalowe. Połączenia z fundamentami. Projektowanie i wykonanie.

Pomoce projektowe

Obliczenia statyczne i wymiarowanie elementów konstrukcji hali wykonano przy pomocy następujących programów komputerowych:

- RM-Win wersja 9.33 „Program do analizy statycznej płaskich konstrukcji prętowych”
- RM-Stal wersja 3.2 „Program do wymiarowania konstrukcji stalowych wg PN-90/B-03200”
- RM-Żelbet wersja 3 „Program do wymiarowania konstrukcji żelbetowych wg PN-B-03264:1999/2002”
- RM-Spol wersja 2.4 „Program do wymiarowania połączeń w konstrukcjach stalowych”
- FD-Win wersja 1.95 „Program do analizy oraz projektowania posadowień bezpośrednich zgodnie z normą PN-81/B-03020”
- Katalog produktów firmy Hilti.

#### 1.4.2. Standardy wykonawcze i odbiorowe

Konstrukcję stalową i żelbetową należy wykonywać, dokonywać montażu oraz odbioru konstrukcji po montażu według poniższych norm i wytycznych:

- PN-EN 25817, PN-ISO 5817:1997 Wytyczne do określania poziomów jakości według niezgodności spawalniczych.
- Wytyczne projektowania i odbioru doczołowych połączeń elementów konstrukcji stalowej sprężonych śrubami o wysokiej wytrzymałości. Mostostal.
- PN-B-06200:2002 Konstrukcje stalowe budowlane. Warunki wykonania i odbioru. Wymagania podstawowe.
- PN-ISO 3443-6:1994 Ogólne zasady ustalania kryteriów odbioru, kontrola zgodności wymiarów z wymaganymi tolerancjami i kontrola statystyczna. Metoda 1.
- PN-ISO 3443-7:1994 Ogólne zasady ustalania kryteriów odbioru, kontrola zgodności wymiarów z wymaganymi tolerancjami i kontrola statystyczna. Metoda 2.

- PN/B-01800:1980 Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe – Klasyfikacja i określenie środowisk.

### **1.4.3. Obciążenia**

Obciążenia stałe przyjęto zgodnie z Polskimi Normami. Obciążenia zmienne klimatyczne: śnieg wg odpowiednich norm dla strefy II, wiatr wg odpowiednich norm dla strefy I. Głębokość przemarzania gruntu dla strefy lokalizacji inwestycji wynosi -1,0 m ppt zgodnie z odpowiednią normą.

### **1.4.4. Materiały konstrukcyjne**

Beton konstrukcyjny C 30/37.

Stal zbrojeniowa A III/34 GS, A-0/St0S.

Stal profilowa S235.

## **2. OPIS OGÓLNY**

### **2.1. OPIS OGÓLNY INWESTYCJI**

Projektowana inwestycja, której dotyczy opracowanie to:

- Dwu-modułowa słoneczna suszarnia osadów ściekowych o wymiarach osiowych: długość 40 m, szerokość  $2 \times 6,5 \text{ m} = 13 \text{ m}$ ,
- Magazyn na piasek i skratki,
- Teren utwardzony wokół suszarni,

W niniejszej części opracowania znajdują się obliczenia oraz rysunki szczegółowe konstrukcji stalowej suszarni wraz z fundamentami oraz konstrukcji wiaty stalowej nad magazynem na piasek i skratki wraz z fundamentami.

### **2.2. DYLATAcje**

Z uwagi na wielkości obiektów i rodzaj konstrukcji głównej:

- konstrukcja stalowa suszarni o długości 40 m i rozpiętości 2 nawy po 6,5 m,
- konstrukcja stalowa wiaty o długości 15 m i rozpiętości 14 m,

oraz odległości pomiędzy stężeniami nieprzekraczające 60 m nie przewiduje się dzielenia obiektu dylatacjami.

## **2.3. SZTYWNOŚĆ I STATECZNOŚĆ KONSTRUKCJI**

Stateczność i sztywność przestrzenną obiektów: suszarni i wiaty zapewniają układy stężeń pionowych i pościowych sprowadzających siły na fundamenty.

## **3. OPIS KONSTRUKCJI SUSZARNI SŁONECZNEJ**

Projektowana suszarnia służyć ma zagospodarowaniu osadów ściekowych z oczyszczalni ścieków komunalnych w Wołczynie z wykorzystaniem procesu słonecznego suszenia. Obecnie w miejscu projektowanej suszarni znajduje się plac składowy osadów po higienizacji. Ponieważ stan techniczny istniejących murków oporowych jest bardzo zły należy przeprowadzić rozbiórkę. Przyjęto poziom „zera” dla suszarni wynoszący  $\pm 0,00 = 165,42$  m npm.

### **3.1. FUNDAMENTY**

#### **3.1.1. Warunki geotechniczne**

Zgodnie z „Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 września 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych” należy określić w badaniach warunki gruntowe tzw. kategorie geotechniczną panującą na rozpatrywanym terenie. Na podstawie analizy dokumentacji geotechnicznej udostępnionej przez Inwestora przyjęto, że na badanym terenie przeznaczonym pod budowę podłoże charakteryzuje się prostymi warunkami gruntowymi. Przyjęto pierwszą kategorię geotechniczną oraz poziom lustra wody poniżej poziomu posadowienia fundamentów suszarni oraz wiaty. Zgodnie z wykonaną opinią geotechniczną podłoże gruntowe terenu oczyszczalni budują grunty niespoiste, tylko sporadycznie spoiste. Bezpośrednio pod warstwą nasypu zalegają w formie płatów warstwy z gliny piaszczystej i piasków zaglinionych. Jednak są to warstwy o niewielkiej grubości niemające znaczenia dla posadowienia obiektów. Zasadnicze znaczenie dla realizacji projektowanych obiektów mają pozostałe warstwy tj. piaski drobno, średnio i gruboziarniste, piaski ze żwirem oraz żwiry i pospółki. Kompleks gruntów niespoistych występuje na głębokościach od 0,6 m do 2,0 m. Grunty niespoiste charakteryzują się dobrą nośnością. Stopień zagęszczenia  $I_D$  waha się od 0,40 do 0,45 dla piasków zaglinionych i z dużą zawartością pyłów, poprzez 0,45 do 0,55 dla piasków drobno, średnio i gruboziarnistych oraz od 0,70 do 0,75 dla pospółek i żwirów. Wody gruntowe zostały nawiercone na głębokości od 1,8 m ppt do 3,4 m ppt. Zwierciadło wód gruntowych może podlegać wahaniom o  $\pm 0,5$  m. Według



wniosków z cytowanej opinii geotechnicznej występujące na tym terenie warunki hydrogeologiczne powodują konieczność prowadzenia prac odwodnieniowych w trakcie prowadzenia prac związanych z wykonywaniem robót fundamentowych.

Zaleca się jednak, aby przed przystąpieniem do robót budowlanych wykonać badanie geotechniczne określające parametry techniczne gruntu w poziomie posadowienia oraz maksymalny prognozowany poziom wody gruntowej. W przypadku warunków geotechnicznych znacząco odbiegających od przyjętych w projekcie należy się skontaktować z projektantem w celu dokonania powtórnej analizy posadowienia obiektu.

### **3.1.2. System fundamentowania**

Z uwagi na proste warunki gruntowe słupy suszarni będą posadowione bezpośrednio na ławach fundamentowych posadowionych na głębokości -1,55 m ppt.

Podczas prac fundamentowych należy przestrzegać następujących zaleceń:

- Należy zabezpieczyć wykopy przed zalaniem wodą opadową,
- W przypadku zalania wykopów wodą i uplastycznienia gruntów spoistych, w celu odpowiedniej ochrony dna wykopu, uplastyczniony fragment podłoża należy wybrać i zastąpić chudym betonem,
- W przypadku stwierdzenia w obrębie wykopów gruntów o słabych parametach np. gruntów w stanie miękkoplastycznym lub gruntów organicznych należy je w zależności od możliwości dogłębić lub usunąć i wymienić na odpowiednio zagęszczoną podsypkę lub ustabilizować hydraulicznie,
- Prowadzenie robót ziemnych powinno być prowadzone pod nadzorem geotechnicznym,
- Pod ławami fundamentowymi oraz ścianami oporowymi należy wykonać chudy. W przypadku natrafienia w poziomie posadowienia na grunty w stanie plastycznym zaleca się uplastyczniony fragment podłoża należy wybrać i zastąpić chudym betonem o grubości około 30 cm,
- Stopień zagęszczenia w obrębie gruntów nasypowych nie może być mniejszy niż  $I_D \geq 0,6$ ,
- Wskaźnik zagęszczenia w obrębie gruntów nasypowych nie może być mniejszy niż  $I_s \geq 0,97$ ,
- Stopień zagęszczenia w obrębie gruntów rodzimych nie może być mniejszy niż  $I_D \geq 0,4$ ,

- Dopuszcza się występowanie w podłożu fundamentów gruntów próchnicznych w przewarstwieńiach o miąższości nieprzekraczającej 30 cm i zawartości części organicznych nieprzekraczającej 5%. W przypadku występowania przewarstwień o większej miąższości bądź o większej zawartości części organicznych, grunty takie należy wymienić w całości i zastąpić warstwą nasypu budowlanego z pospółki lub żwiru zagęszczonego do stopnia zagęszczenia nie mniejszego niż  $I_D \geq 0,6$ .

### 3.1.3. Roboty ziemne

Dla projektowanej inwestycji poziom „zera” jest poziomem terenu i wynosi + 165,42 m npm. Po usunięciu warstwy humusu oraz warstw nienośnych należy wykonać pod nawierzchnię wewnętrzną suszarni słonecznej z płyt ażurowych nasyp kontrolowany. Podbudowę pod płytami należy wykonać z gruntu piaszczystego i żwiru o określonym w punkcie 3.3 opracowania uziarnieniu. Grunt przeznaczony do wbudowania powinien być przebadany w aparacie Proctora. Minimalny wskaźnik zagęszczenia powinien wynosić dla warstwy w postaci piasku średniego, grubego lub pospółki o grubości 30 cm bezpośrednio pod warstwami gruntu stabilizowanego i posadzką  $I_s > 0,98$ . Natomiast dla warstw głębszych nasypowych również pod fundamenty z piasku średniego  $I_s > 0,96$ . Wilgotność zagęszczanego gruntu około 8-10%. Wykopy pod fundamenty ławowe wykonać, jako liniowe. Podczas prac ziemnych należy uwzględnić odwodnienie terenu. Fundamenty wykonywać bezpośrednio po wykonaniu wykopu nie można dopuścić do uplastycznienia gruntu pod fundamentami, co mogłoby się zdarzyć w przypadku opadów atmosferycznych. Zasypywanie fundamentów wykonywać piaskiem średnim suchym ubijanym warstwami o grubości 30 cm. Roboty ziemne obejmują również przygotowanie podłoża pod położenie drenażu.

### 3.2. ŁAWY, ŚCIANY I TRZPIENIE FUNDAMENTOWE

Ławy fundamentowe zaprojektowano, jako żelbetowe o szerokości 50 cm i wysokości 35 cm, z betonu C30/37, zbrojone prętami  $\varnothing 12$  według rozstawu zamieszczonego na rysunkach szczegółowych. Poziom posadowienia stóp fundamentowych wynosi od -1,55 m poniżej poziomu terenu. Pod ławami fundamentowymi wykonać warstwę podbetonu o grubości min. 10 cm. Należy uzyskać uciąglenie ław fundamentowych w narożu za pomocą dodatkowych prętów zagiętych, pokazanych na rysunku szczegółowym.

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

Trzpień fundamentowe o wysokości 1,5 m, umieszczone są osiach głównych suszarni i stanowią słupy, na których na poziomie +0.30 zakotwiczone są słupy stalowe. Zbrojenie trzpień czterema prętami  $\varnothing 12$  oraz strzemionami według rozstawu zamieszczonego na rysunkach szczegółowych. Zbrojenie główne słupów wypuszczone z ław fundamentowych. Beton C30/37. Ściany fundamentowe o wysokości 1,5 m, zaprojektowano, jako żelbetowe o grubości 22 cm, z betonu C30/37, zbrojone siatkami z prętów  $\varnothing 8$  o oczku 15x15 cm według rysunku szczegółowego. Ściany fundamentowe są ciągłe na całej długości ław fundamentowych, zbrojenie ścian należy łączyć na zakład podany na rysunkach szczegółowych. Zbrojenie ścian należy przeprowadzić przed zbrojeniem trzpień, aby nie było kolizji prętów.

### 3.3. NAWIERZCHNIA SUSZARNI

Nawierzchnię wewnątrz suszarni słonecznej zaprojektowano z płyt drogowych ażurowych o grubości 15 cm. Kolejne warstwy stanowią: warstwa piasku o uziarnieniu od 0,32 mm do 2,5 mm o grubości 30 cm oraz warstwa żwiru o uziarnieniu od 2,5 mm do 10 mm o grubości w zależności o niwelety terenu od 25 cm do 60 cm. Pod warstwami wymienionymi powyżej izolacja z folii PVC oraz warstwa mrozoodporna żwirowo-piaskowa o uziarnieniu od 0 do 20 mm o grubości 50 cm.

### 3.4. DRENAŻ I ODWODNIENIE LINIOWE

Drenaż wykonać w każdej nawie suszarni w środku szerokości nawy. Rury drenarskie karbowane, perforowane o średnicy  $\varnothing 110$  mm owinięte włókniną z włókna polipropylenowego lub z włókna kokosowego. Umieszczenie rury drenarskiej na poziomie -0,89 m przy osi 28. Ciągi drenarskie prowadzić ze spadkiem podłużnym wynoszącym 0,5% i spadkiem poprzecznym w nawach wynoszącym 2,5%. Rury układać w wykonanym rowku drenarskim o szerokości około 0,5 m wypełnionym filtrem z materiałów mineralnych (piasek i żwir) i w obsypce z materiałów jak zastosowane w filtrze. Współczynnik wodoprzepuszczalności  $k_{10} = 1 \cdot 10^{-3}$  m/s. Drenaż podłączony do istniejącej studzienki.

Przed wjazdem do suszarni w osi 1 oraz w osi 28 zaprojektowano odwodnienie liniowe w postaci korytka odwadniającego Multiline V 150, o klasie wytrzymałości na nacisk 125 kN. Montować zgodnie z instrukcją producenta. Odwodnienie podłączyć do istniejącej studzienki. Umieszczenie studzienek oraz odwodnienia według projektu zagospodarowania terenu.

### **3.5. KONSTRUKCJA STALOWA SUSZARNI**

Projektowana suszarnia to obiekt jednokondygnacyjny, dwunawowy, o wymiarach w osiach: szerokość 2 x 6,5 m oraz długości 40 m. Rozstaw układów, co 1,25 m w osiach 1-2 i 27-28 oraz co 1,5 m w pozostałych. Wysokość do spodu konstrukcji stalowej przy założeniu obsługi suszarni poprzez pojazdy typu ciągnik wynosi 3,61 m.

#### **3.5.1. Konstrukcja dachu**

Główny ustrój konstrukcyjny obiektu stanowią stalowe dźwigary łukowe zaprojektowane z rury gorącowalcowanej R51,0x6,3 mm, o rozpiętości 6,5 m i rozstawie układów, co 1,25m i 1,5 m. Wysokość łuku dźwigarów wynosi 1,85 m, zaś promień wynosi  $R=3809$  mm. Konstrukcja dachu oparta słupach stalowych. Stalowe rygle łukowe dołem połączone są ściągiem z RK40x40x4 mm, natomiast ściągi z dźwigarem stalowym połączony jest w środku rozpiętości poprzez słupek stalowy z R30x4 mm. Łuki stalowe stabilizowane są górami i dołem poprzez tężniki z RK40x40x4 mm oraz układem stężeń połączonych. Pokrycie dachu stanowią płyty z poliwęglanu komorowego o gr. 16 mm, np. typ Robelit Quinn SPC lub równoważne. Pod płyty z poliwęglanu należy przygotować konstrukcję wsporczą zgodnie z wytycznymi producenta. Zakłada się schemat statyczny płyt jako podparte na czterech krawędziach. Dopuszcza się arkusze poliwęglanu jako dwuprzęsłowe, jednak korzystniejszym pod względem redukcji wpływu rozszerzalności termicznej jest schemat płyty jednoprzęsłowej. Nie przewiduje się umieszczenia na dachu żadnych urządzeń dodatkowych. Wszystkie połączenia między elementami stalowymi zaprojektowano jako śrubowe. Stal S235.

#### **3.5.2. Słupy**

Słupy zaprojektowano z rury kwadratowej RK100x100x4 mm ze stali S235. Słupy sztywno połączone z fundamentem oraz z ryglami. Słupy kotwione są do trzpieni żelbetowych znajdujących się w ścianach żelbetowych poprzez kotwy wklejane np. firmy Hilti, HAS M12x110/28, HVU M12x110. Słupy w schematach obliczeniowych przyjęto, jako zabezpieczone przed obciążeniem wyjątkowym w postaci siły skupionej od uderzenia pojazdem. Słupy stabilizowane tężnikami z RK40x40x4 mm w osiach A i C oraz RK60x60x5 mm w osi B usytuowanymi w głowicy słupa. Stężenia pionowe słupów z pręta  $\varnothing 12$ . Lokalizacja stężeń według rysunków konstrukcyjnych.

### 3.5.3. Ściany szczytowe

Ściany szczytowe mają konstrukcję słupowo-ryglową. Słupy ścian szczytowych w osiach głównych zaprojektowano z rury kwadratowej RK100x100x4 mm ze stali S235 również słupki przybramowe zaprojektowano z Rk100x100x4 mm. Dźwigary łukowe rury gorącowalcowanej R51,0x6,3 mm ze stali S235. Ściąg i tężniki analogicznie do opisanych w punkcie 3.5.1. Słupki ścian szczytowych kotwione do trzpieni żelbetowych poprzez kotwy wklejane. Stężenia ścian szczytowych zaprojektowano z pręta  $\varnothing 12$  mm. W ścianach szczytowych zarówno w osi 1 jak i w osi 28, a każdej nawie, znajduje się dwuskrzydłowa brama. Detale rozwiązania na rysunkach konstrukcyjnych.

### 3.5.4. Stężenia

Obciążenia poziome od wiatru przejmowane są w kierunku poprzecznym przez układy główne a w kierunku podłużnym przez stężenia dachowe połaciowe oraz stężenia ścienne międzysłupowe w ścianach podłużnych a także stężenia ścian szczytowych, zaprojektowane z prętów  $\varnothing 12$  mm. Układ stężeń dachowych zaprojektowano z tężnika RK40x40x4 oraz ze stężenie prętowego wiotkiego z  $\varnothing 12$  mm. Stężenia połaciowe oraz stężenia ścian szczytowych łączone poprzez nakrętki napinające w celu dostosowania naciągu elementu.

## 4. OPIS KONSTRUKCJI MAGAZYNU NA PIASEK I SKRATKI

Magazyn na piasek i skratki posiada powierzchnię składowania wynoszącą 192,0 m<sup>2</sup>. Stanowi zadaszony obiekt budowlany o wymiarach osiowych: szerokość 14 m i długość 15 m. Zewnętrzny magazyn na piasek i skratki stanowi żelbetowa monolityczna płyta wraz z ścianą oporową o wysokości 120 cm. Zadaszenie stanowi stalowa wiata o wysokości do spodu konstrukcji wynoszącej 6,0 m w celu wjazdu pojazdu obsługi. Projektowana wiata przeznaczona jest do zadaszania płyty, na której składowane będą pozostałości z oczyszczalni ścieków w postaci piasku i odpadów gromadzących się na kratkach oczyszczalni. Na podstawie informacji uzyskanych u Inwestora obiekt będzie usytuowany w miejscu obecnego składowania piasku i skratek. Obecnie teren jest utwardzony, przyjęto jednak usunięcie istniejącej nawierzchni będącej w złym stanie technicznym i wykonanie nowej płyty. Poziom górnej powierzchni płyty magazynu na piasek i skratki wynosi  $\pm 0,00 = 165,22$  m n.p.m.

Lokalizację magazynu pokazano na planie zagospodarowania terenu.

## **4.1. FUNDAMENTY**

### **4.1.1. Warunki geotechniczne**

Przyjęto pierwszą kategorię geotechniczną oraz poziom lustra wody poniżej poziomu posadowienia fundamentów wiaty. Zaleca się jednak, aby przed przystąpieniem do robót budowlanych wykonać badanie geotechniczne określające parametry techniczne gruntu w poziomie posadowienia oraz maksymalny prognozowany poziom wody gruntowej. Pozostałe ważne informacje w punkcie 3.1. opracowania.

### **4.1.2. System fundamentowania**

Z uwagi na proste warunki gruntowe słupy obiektu będą posadowione bezpośrednio na stopach fundamentowych. Stopy posadowione są na głębokości -1,50 m ppt. Należy wykonać podbudowę pod stopę fundamentową z warstwy betonu B10 o grubości 10 cm. W przypadku natrafienia w poziomie posadowienia na niekorzystne warunki gruntowe zaleca się pogrubienie chudego betonu do grubości około 100 cm i poszerzenie wokół stopy o około 60 cm. Wykopy pod fundamenty wykonać jako punktowe. Fundamenty wykonywać bezpośrednio po wykonaniu wykopu nie można dopuścić do uplastycznienia gruntu pod stopą fundamentową, co mogłoby się zdarzyć w przypadku opadów atmosferycznych. Zasypywanie fundamentów wykonywać można gruntem z wykopu, lecz tylko piaskiem średnim suchym ubijanym warstwami o grubości 30 cm.

Pozostałe ważne informacje w punkcie 3.1. opracowania.

### **4.1.3. Stopy fundamentowe**

Stopy fundamentowe zaprojektowano, jako żelbetowe o wymiarach: szerokość 150 cm, długość 250 cm i wysokość 100 cm. Pod stopami fundamentowymi wykonać warstwę podbetonu o grubości min. 10 cm. Beton C30/37. Zbrojenie według rysunków szczegółowych.

## **4.2. KONSTRUKCJA STALOWA WIATY**

Projektowana wiaty to obiekt jednokondygnacyjny, jednonawowy, o wymiarach w osiach: szerokość 14,0 m oraz długości 15,0 m. Rozstaw układów, co 5,0 m. Wysokość do spodu konstrukcji stalowej przy założeniu obsługi magazynu na piasek i skratki poprzez pojazdy typu koparka kołowa wynosi 6,0 m.

#### **4.2.1. Konstrukcja dachu**

Główny ustrój konstrukcyjny obiektu stanowią stalowe rygle zaprojektowane z dwuteownika szerokostopowego 280 HEA, o rozpiętości 14,0 m i rozstawie układów, co 5,0 m. Spadek dachu wynosi 5%. Konstrukcja dachu oparta słupach stalowych z dwuteownika 280 HEA. Konstrukcja dachu składa się z płatwi z dwuteownika 140 PE w rozstawie co 1,7 m, stężeń połaciowych oraz podwieszeń płatwi. Sztywność przestrzenną konstrukcji stabilizują stężenia połaciowe dachu oraz stężenia i tężniki poziome. Pokrycie dachu stanowi blacha trapezowa TR 50/260 gr. 0,75 mm, w arkuszach jednoprzęsłowych dla rozpiętości podpór równej rozstawowi płatwi dachowych. Blacha fałdowa jest elementem stężającym hali, ilość łączników musi być zachowana. Blachę fałdową należy mocować do dźwigarów za pomocą śrub HILTI S-MD 25Z 5.5 x 38 lub ENP 2-21 po 2 śruby w każdej fałdzie co 30 cm. Arkusze blach należy łączyć ze sobą w zakładach poprzecznych wkrętami samowiercącymi HILTI typu S-MD 01Z 4.8 x 19 w rozstawie 3 szt./m. Zakłady podłużne arkuszy powinny wynosić min. 250 mm. Nie przewiduje się umieszczenia na dachu urządzeń oraz podwieszania urządzeń do blachy. Nie przewiduje się podwieszania elementów do płatwi i blachy trapezowej. Wszystkie połączenia między elementami stalowymi zaprojektowano jako śrubowe (styki układu głównego jako sprężane). Stal S235.

#### **4.2.2. Słupy**

Słupy zaprojektowano z dwuteownika gorącowalcowanego 280 HEA, ze stali S235. Słupy sztywno połączone z fundamentem oraz z ryglami. Słupy kotwione są do fundamentów za pomocą kotew płytkowych osadzonych wcześniej w fundamentach. Słupy w schematach obliczeniowych przyjęto, jako zabezpieczone przed obciążeniem wyjątkowym w postaci siły skupionej od uderzenia pojazdem. Słupy stabilizowane tężnikami w ścianach podłużnych. Stężenia pionowe słupów w postaci kratownicowej z RK100x100x4 oraz pręta  $\varnothing 20$ .

#### **4.2.3. Płatwie**

Płatwie zaprojektowano jako belki trójprzęsłowe, ze zmniejszoną do połowy długością zwirzeniową w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu. Stąd konieczność stężenia płatwi w połowie rozpiętości. Stężenia z pręta  $\varnothing 20$ .

#### **4.2.4. Stężenia**



Obciążenia poziome od wiatru przejmowane są w kierunku poprzecznym przez układy główne a w kierunku podłużnym przez stężenia dachowe połaciowe oraz stężenia ścienne międzysłupowe. W ścianach podłużnych zaprojektowano stężenia z RK100x100x4 i pręta  $\varnothing 20$  mm. Układ stężeń dachowych zaprojektowano z pręta wiotkiego z  $\varnothing 20$  mm. Stężenia połaciowe oraz stężenia płatwi łączone poprzez nakrętki napinające w celu dostosowania naciągu elementu.

#### **4.3. PŁYTA I ŚCIANY OPOROWE MAGAZYNU NA PIASEK I SKRATKI**

Płyta magazynu/wiaty na piasek i skratki zaprojektowana została w konstrukcji żelbetowej monolitycznej. Płyta denna o grubości 20 cm, ścianki oporowe o grubości 20 cm i wysokości 120 cm. Całość konstrukcji żelbetowej zaprojektowana z betonu C35/45 o wodoszczelności W8, mrozoodporności F150, dla klasy ekspozycji XC4 (przy korozji wywołanej karbonatyzacją), XF3 (dla agresywnego oddziaływania zamrażania/rozmarzania bez środków odladzających), XA3 (przy korozji chemicznej). Zbrojenie prętami  $\varnothing 12$  ze stali A-IIIIN. Szczegóły zbrojenia płyty na rysunkach wykonawczych. Należy przestrzegać zasady, aby nie łączyć więcej niż 50% prętów w jednym przekroju. Należy zachować podane grubości otulin oraz stosować zgodną z normą minimalną długość zakładu przy łączeniu prętów, która dla  $\varnothing 12$  wynosi 50 cm. W miejscu połączenia płyty i ścian przewidziano przerwę roboczą. Dylatować płytę adekwatnie do przyjętej przez Wykonawcę technologii wykonania. W celu właściwego odwodnienia płyty wykonać spadki 2% w kierunku środka płyty poprzez wykonanie warstwy betonu spadkowego. Pod płytą żelbetową wykonać izolację z Folia PE następnie warstwę z podbetonu o gr. 15 cm. Kolejne warstwy stanowią warstwa podbudowy z gruntu stabilizowanego cementem o grubości 25 cm oraz warstwa mrozoodporna żwirowo-piaskowa o uziarnieniu 0/20 mm o grubości 25 cm.

##### **2.3.1. Nawierzchnia płyty**

Na płycie projektuje się szlichtę spadkową ze spadkami w kierunku wpustu kanalizacyjnego. Następnie zaprojektowano warstwy ochronne dla konstrukcji np. z produktów Sika lub równorzędnych. Na beton spadkowy należy nałożyć warstwę np. Sikagard 720 EpoCem. Jest to trójskładnikowa zaprawa cementowo-epoksydowa przeznaczona do wykonywania warstw wyrównawczych i ochronnych na betonie. Kolejną warstwą jest wyprawa żywiczna w standardzie np. Sikafloor 156. Jest to żywica epoksydowa służąca do zagruntowania podłoża betonowego. Warstwę kolejną stanowi produkt typu np. Sikaelastomatic TF z piaskiem



kwarcowym o uziarnieniu 0,8-1,2 mm w stosunku 1:1. Jest to chemoutwardzalny, bezsmółowy i bezrozpuszczalnikowy dwuskładowy materiał hybrydowy w postaci mieszaniny żywicy epoksydowej i poliuretanowej, tworzący warstwę izolacyjną nawierzchniową o wysokiej odporności chemicznej i mechanicznej. Po dodaniu ogniowo suszonego piasku kwarcowego tworzy trwałą ciągliwo-elastyczną warstwę łączącą cechy izolacji przeciwwilgociowej i nawierzchni o wysokiej odporności na ścieranie. Wyprawą końcową jest np. Sikafloor 390 7032/RAL. Jest to elastyczny epoksydowy materiał posadzkowy o wysokiej odporności chemicznej.

### **2.3.2. Odwodnienie płyty**

Odwodnienie płyty zaprojektowano poprzez zamontowanie w płycie wpustu ulicznego C250/D400 na bazie studzienki Tegra 600 z osadnikiem. Montować zgodnie z instrukcją producenta. Odwodnienie podłączyć do istniejącej studzienki.

## **5. ZABEZPIECZENIE P POŻ**

### **5.1. ODPORNOŚĆ OGNIOWA POSZCZEGÓLNYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCJI**

Zabezpieczenie przeciwpożarowe zostało omówione w części architektonicznej projektu.

## **6. ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE**

Jako zabezpieczenia antykorozyjne przyjęto ocynkowanie wszystkich elementów. Również wszystkie łączniki tj. śruby, nakrętki, podkładki i nakrętki napinające przyjąć jako ocynkowane.

## **7. WYTYCZNE WYKONANIA ROBÓT KONSTRUKCYJNYCH**

### **7.1. OGÓLNE WYTYCZNE PROWADZENIA ROBÓT FUNDAMENTOWYCH**

Wykopy pod ławy i stopy fundamentowe zaleca się wykonać po przeprowadzeniu makroniwelacji terenu i wykonaniu prac ziemnych. Pod ławy fundamentowe wykonać wykopy liniowe, pod stopy wykonać wykopy punktowe. Minimalna głębokość posadowienia fundamentów na projektowanym terenie zgodnie z normową głębokością przemarzania gruntu wynosi 100 cm poniżej poziomu terenu.

## PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

Fundamentowanie zaleca się wykonywać w warunkach suchych niezwłocznie po wykonaniu wykopu. Poziom wierzchu fundamentów powinien być wykonany w tolerancji  $\pm 5$  mm. Usytuowanie punktu centralnego projektowanego trzpienia żelbetowego, na którym kotwiony jest słupek stalowy w stosunku do osi geodezyjnej powinno mieć tolerancję  $\pm 5$  mm. Fundamenty pod słupy stalowe hali zaprojektowano jako stopy fundamentowe posadowione na gruncie rodzimym na głębokości nie mniejszej niż 1,0 m poniżej poziomu projektowanego terenu ze względu na normową głębokość przemarzania gruntu. Kotwy słupów głównych hali zaprojektowano jako osadzone w trakcie betonowania fundamentów za pomocą szablonów. Fundamentowanie zaleca się wykonywać w warunkach suchych niezwłocznie po wykonaniu wykopu. Kotwy fundamentowe powinny być zabetonowane nie później niż 14 dni przed rozpoczęciem montażu konstrukcji. Poziom wierzchu fundamentów i wierzchu kotew powinien być wykonany w tolerancji  $\pm 5$  mm. Usytuowanie punktu centralnego grupy śrub fundamentowych w stosunku do osi geodezyjnej powinno mieć tolerancję  $\pm 5$  mm. Po wyregulowaniu konstrukcji pod stopami słupów należy wykonać podlewkę z zaprawy cementowej marki min. 8 o grubości nie przekraczającej 50 mm.

Dodatkowe ważne informacje ujęte zostały w części wcześniejszej opracowania w punktach 3.1 i 4.1.

### **7.2. OGÓLNE WYTYCZNE MONTAŻU KONSTRUKCJI STALOWEJ**

Montaż konstrukcji stalowej można rozpocząć po odbiorze fundamentów. Montaż zaleca się rozpocząć od ściany szczytowej stężonej na końcach. Zwraca się uwagę, że dopiero po pełnym zmontowaniu konstrukcji w dwóch kolejnych osiach i założeniu stężeń uzyskuje się stateczność. Wcześniej należy bezwzględnie stosować stężenia montażowe. Montaż konstrukcji należy przeprowadzić w oparciu o projekt montażu i organizacji robót sporządzony na podstawie niniejszych wytycznych oraz przepisów BHP i warunków wykonania i odbioru konstrukcji stalowej.

### **7.3. OGÓLNE WYTYCZNE MONTAŻU OBUDOWY**

Montaż obudowy z płyt z poliwęglanu komorowego o gr. 16 mm można rozpocząć po całkowitym wyregulowaniu konstrukcji stalowej. Pokrycie dachu stanowią płyty z poliwęglanu komorowego o gr. 16 mm, np. typ Robelit Quinn SPC lub równoważne. Pod płyty z poliwęglanu należy przygotować konstrukcję wsporczą zgodnie z wytycznymi producenta. Zakłada się

schemat statyczny płyt jako podparte na czterech krawędziach. Dopuszcza się arkusze poliwęglanu jako dwuprzęsłowe, jednak korzystniejszym pod względem redukcji wpływu rozszerzalności termicznej jest schemat płyty jednoprzęsłowej. W pierwszej kolejności należy zmontować płyty dachu, następnie lekką obudowę ścian.

Montaż blachy pokrycia wiaty nad magazynem na piasek i skratki należy przeprowadzić po zmontowaniu całości konstrukcji stalowej wiaty. Blacha trapezowa zaprojektowana została jako arkusze jednoprzęsłowe. Występuje konieczność dobrego przymocowania blachy do konstrukcji zgodnie z wytycznymi producenta i wytycznymi z punktu 4.2.1. opracowania.

## **8. OBLICZENIA STATYCZNE KONSTRUKCJI STALOWEJ SUSZARNI**

### **8.1. ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ**

#### **8.1.1. Obciążenia stałe**

Obciążenia stałe wg PN-EN 1991-1-1 :2003 Eurokod 1. Oddziaływanie na konstrukcje. Część 1-1. Oddziaływanie ogólne. Ciężary objętościowe, ciężar własny, obciążenie użytkowe w budynkach.

- Współczynniki częściowe do oddziaływań:  
 $\gamma = 1,35$  (niekorzystne oddziaływanie stałe),  
 $\gamma = 1,0$  (korzystne oddziaływanie stałe).

#### **8.1.2. Obciążenie pokryciem**

- Poliwęglan komorowy gr. 16 mm –  $0,03 \text{ kN/m}^2$

#### **8.1.3. Obciążenia zmienne**

Obciążenie użytkowe dachu kategorii H o wartości  $0,40 \text{ kN/m}^2$  pominięto, ponieważ jest obciążeniem mniejszym od innych oddziaływań zmiennych, a nie zaleca się go przykładać jednocześnie ze śniegiem i wiatrem.

##### **8.1.3.1. Obciążenie wiatrem**

Oddziaływanie wiatru według PN-EN 1991-1-4:2008. Eurokod 1. Oddziaływanie na konstrukcje. Część 1-4. Oddziaływanie ogólne. Oddziaływanie wiatru.

- Ciśnienie wiatru:  $w_e = q_p(z_e) c_{pe}$

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

- Lokalizacja: Wołczyn, gmina Wołczyn, województwo: opolskie, strefa I, kategoria terenu II,
- Wysokość obiektu:  $h = 5,45$  m, szerokość  $d = 2 \times 6,5 = 13,0$  m, długość  $b = 40$  m,  
 $h < b$ ,  $z_e = h = 5,45$  m,
- Współczynnik sezonowy:  $c_{\text{season}} = 1,0$ ,
- Podstawowa wartość bazowa prędkości wiatru  $v_{b,0}$  dla strefy I oraz wysokości nad poziomem terenu  $A \leq 300$  m:  $v_{b,0} = 22$  m/s,
- Współczynnik ekspozycji dla terenu kategorii II:  
 $c_e(z_e) = 2,3 (z_e/10)^{0,24} = 2,3 \times (5,45/10)^{0,24} = 1,99$ ,
- Gęstość powietrza:  $\rho = 1,25$  kg/m<sup>3</sup>,
- Współczynnik częściowy do oddziaływania  $\gamma = 1,5$
- Sektor kierunku wiatru dla ścian:  
Ściana szczytowa – północna  $330^\circ$   $c_{\text{dir}} = 0,9$ ,  
Ściana podłużna - zachodnia  $270^\circ$   $c_{\text{dir}} = 1,0$ ,

Gdy wiatr wieje na zachodnią ścianę podłużną.

- Współczynnik kierunkowy:  $c_{\text{dir}} = 1,0$  (dla sektora kierunku wiatru  $-270^\circ$ ),
- Bazowa prędkość wiatru:  
 $V_b = c_{\text{dir}} c_{\text{season}} v_{b,0} = 1,0 \times 1,0 \times 22,0 = 22,0$  m/s,
- Bazowa wartość ciśnienia prędkości wiatru:  
 $q_b = 0,5 \rho v_b^2 = 0,5 \times 1,25 \times 22,0^2 = 302,5$  N/m<sup>2</sup>
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości wiatru do obliczeń ciśnienia zewnętrznego:

$$q_p(z_e) = c_e(z_e) q_b = 1,99 \times 302,5 = 0,602 \text{ kN/m}^2$$

– obciążenie wiatrem  $1 \text{ m}^2$  ściany:

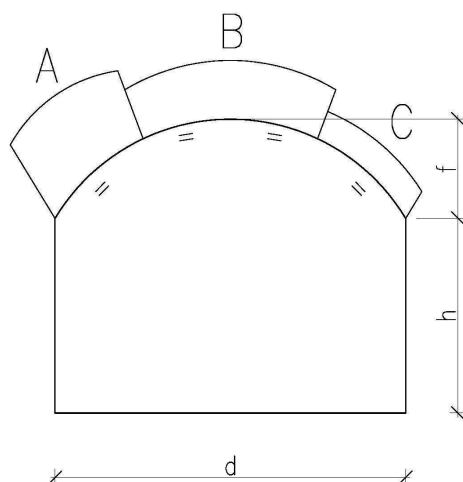
$$\frac{h}{d} = \frac{5,45}{26} = 0,21 \leq 0,25$$

Ściana nawietrzna: Pole D:  $c_{pe,10} = 0,7$       $w_{eD} = 0,602 \times 0,7 = 0,42 \text{ kN/m}^2$

Ściana nawietrzna: Pole E:  $c_{pe,10} = -0,3$       $w_{eE} = 0,602 \times (-0,3) = -0,18 \text{ kN/m}^2$

– obciążenie wiatrem  $1 \text{ m}^2$  połaci dachowej ( $\theta = 0^\circ$ ):

$$\frac{h}{d} = \frac{3,6}{6,5} = 0,55 \quad 0,2 \leq \frac{f}{d} = \frac{1,85}{6,5} = 0,285 < 0,3$$



Rys. S1. Zalecany rozdział na pola obciążeń dla dachów łukowych na rzucie prostokąta.

Odczytane dla  $f/d = 0,3$

Pole A: parcie  $c_{peA,10} = 0,25$   $w_{eA,p} = 0,602 \times 0,25 = 0,15 \text{ kN/m}^2$

ssanie  $c_{peA,10} = -0,3$   $w_{eA,s} = 0,602 \times (-0,3) = -0,18 \text{ kN/m}^2$

Pole B: ssanie  $c_{peB,10} = -1,0$   $w_{eB,s} = 0,602 \times (-1,0) = -0,602 \text{ kN/m}^2$

Pole C: ssanie  $c_{peC,10} = -0,4$   $w_{eC,s} = 0,602 \times (-0,4) = -0,24 \text{ kN/m}^2$

Gdy wiatr wieje na północną ścianę szczytową.

- Współczynnik kierunkowy:  $c_{dir} = 0,9$  (dla sektora kierunku wiatru -  $330^\circ$ ),
- Bazowa prędkość wiatru:

$$V_b = c_{dir} C_{season} V_{b,0} = 0,9 \times 1,0 \times 22,0 = 19,8 \text{ m/s},$$

- Bazowa wartość ciśnienia prędkości wiatru:

$$q_b = 0,5 \rho v_b^2 = 0,5 \times 1,25 \times 19,8^2 = 245,0 \text{ N/m}^2$$

- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości wiatru do obliczeń ciśnienia zewnętrznego:

$$q_p(z_e) = c_e(z_e) q_b = 1,99 \times 245,0 = 0,49 \text{ kN/m}^2$$

– obciążenie wiatrem  $1 \text{ m}^2$  ściany:

$e = \min(b; 2h) = \min(26; 2 \times 5,45 = 10,9) = 10,9 \text{ m} < d = 22 \text{ m}$  (zatem ściana dzieli się na 3 pola)

$$A \Rightarrow \frac{e}{5} = \frac{10,9}{5} = 2,18 \text{ m}$$

$$B \Rightarrow \frac{4e}{5} = \frac{4 \cdot 10,9}{5} = 8,72 \text{ m}$$

$$C \Rightarrow d - e = 22 - 10,9 = 11,1m$$

Pole A: ssanie  $c_{peA,10} = -1,2$      $w_{eA,s} = 0,49 \times (-1,2) = -0,59 \text{ kN/m}^2$

Pole B: ssanie  $c_{peB,10} = -0,8$      $w_{eB,s} = 0,49 \times (-0,8) = -0,39 \text{ kN/m}^2$

Pole C: ssanie  $c_{peC,10} = -0,5$      $w_{eC,s} = 0,49 \times (-0,5) = -0,245 \text{ kN/m}^2$

– obciążenie wiatrem  $1 \text{ m}^2$  połaci dachowej ( $\theta = 0^\circ$ ):

Rozdział pól jak na rysunku S1.

Pole A: parcie  $c_{peA,10} = 0,25$      $w_{eA,p} = 0,49 \times 0,25 = 0,12 \text{ kN/m}^2$

ssanie  $c_{peA,10} = -0,3$      $w_{eA,s} = 0,49 \times (-0,3) = -0,15 \text{ kN/m}^2$

Pole B: ssanie  $c_{peB,10} = -1,0$      $w_{eB,s} = 0,49 \times (-1,0) = -0,49 \text{ kN/m}^2$

Pole C: ssanie  $c_{peC,10} = -0,4$      $w_{eC,s} = 0,49 \times (-0,4) = -0,196 \text{ kN/m}^2$

#### Oddziaływanie wiatru na powierzchnie wewnętrzne.

Oddziaływanie to ma miejsce, gdy w czasie silnego wiatru są otwarte bramy.

#### Gdy wiatr wieje na zachodnią ścianę szczytową.

Bramy znajdują się w ścianach szczytowych, w związku z tym przyjęto dwie wartości współczynników ciśnienia wewnętrznego: +0,2 i -0,3.

parcie  $c_{pe,10} = 0,2$      $w_{i,p} = 0,602 \times 0,2 = 0,12 \text{ kN/m}^2$

ssanie  $c_{pe,10} = -0,3$      $w_{i,s} = 0,602 \times (-0,3) = -0,18 \text{ kN/m}^2$

Przy ustalaniu kombinacji obciążeń działających na układ konstrukcyjny suszarni rozpatrywano zgodnie z normą jednoczesne działanie ciśnienia wewnętrznego i zewnętrznego.

#### 8.1.3.2. Obciążenie śniegiem

Oddziaływanie śniegiem wg PN-EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1. Oddziaływanie na konstrukcje. Część 1-3. Oddziaływanie ogólne. Oddziaływanie śniegiem.

- Obciążenie śniegiem dachu:  $s = \mu C_e C_t S_k$
- Lokalizacja: Wołczyn, województwo: opolskie, strefa II,
- Współczynnik kształtu dachu:

$\mu = 0,8$  dla dachu łukowego (obciążenie równomierne wariant I),

dla obciążenia nierównomiernego wariant II:  $\mu_3 = 0,2 + 10 \cdot h/b$

dla dachu łukowego o  $\beta \leq 60^\circ$ , lecz  $\mu_3 \leq 2,0$ ,

$$\mu_3 = 0,2 + 10 \cdot 1,85 / 6,5 = 3,05 \text{ przyjęto } \mu_3 = 2,0,$$

- Współczynnik ekspozycji:  $C_e = 1$  dla terenu normalnego,
- Współczynnik termiczny:  $C_t = 1$ ,
- Charakterystyczne obciążenie śniegiem gruntu:  $s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$  dla strefy II,
- Równomierne obciążenie śniegiem (wariant I):

$$s_1 = 0,8 \times 1 \times 1 \times 0,9 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

- Nierównomierne obciążenie śniegiem (wariant II – obciążenie trójkątne):

$$s_2 = 2,0 \times 1 \times 1 \times 0,9 = 1,8 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{oraz } 0,5 \times s_2: s_2 = 0,5 \times 2,0 \times 1 \times 1 \times 0,9 = 0,9 \text{ kN/m}^2$$

- Zwiększone obciążenia śniegiem w koszach, bo dach wielopołaciowy:

Współczynnik kształtu dachu  $\mu_2$  dla kąta spadku dachu  $30^\circ < \alpha < 60^\circ$

wynosi  $\mu_2 = 1,6$

$$s_3 = 1,6 \times 1 \times 1 \times 0,9 = 1,44 \text{ kN/m}^2 \text{ (obciążenie maksymalne w koszu)}$$

- Współczynnik obciążenia  $\gamma_f = 1,5$

Nie można dopuścić do gromadzenia się śniegu w koszu między nawami suszarni.

#### 8.1.4. Obciążenie wyjątkowe

##### 8.1.4.1. Uderzenie pojazdu

Obciążenia wyjątkowe według PN-EN 1991-1-7 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-7: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wyjątkowe.

Słupy nie są wymiarowane na możliwość uderzenia pojazdem.

## 9. ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ NA UKŁAD GŁÓWNY SUSZARNI

### 9.1. ODDZIAŁYWANIA STAŁE

#### 9.1.1. Obciążenie pokryciem

Obciążenie oznaczono, jako A w programie obliczeniowym.

$$\text{Obciążenie z 1m połaci dachowej: } 0,03 \times 1,5 = 0,045 \text{ kN/m}$$

## 9.2. ODDZIAŁYWANIA ZMIENNE

### 9.2.1. Oddziaływanie śniegu

Obciążenie oznaczono, jako B, C, D, E i F w programie obliczeniowym.

(B) Równomiernie rozłożone:  $0,72 \times 1,5 = 1,08 \text{ kN/m}$ ,

(C) Zwiększone obciążenie w koszach:  $1,44 \times 1,5 = 2,16 \text{ kN/m}$ ,

(D), (E), (F) Nierównomierne obciążenie śniegiem w postaci obciążenia trójkątnego o różnych kombinacjach położenia na 4 nawach obiektu:

$0,9 \times 1,5 = 1,35 \text{ kN/m}$ ,

$1,8 \times 1,5 = 2,7 \text{ kN/m}$

### 9.2.2. Oddziaływanie wiatru

Obciążenie oznaczono, jako G i H w programie obliczeniowym.

#### Gdy wiatr wieje na zachodnią ścianę podłużną

$$\frac{h}{d} = \frac{3,6}{6,5} = 0,55 < 1$$

zatem współczynnik korelacji wynosi 0,85.

- ściana nawietrzna: parcie równomierne:  $w_{e1p} = 0,85 \times 0,42 \times 1,5 = 0,54 \text{ kN/m}$
- ściana zawietrzna: ssanie równomierne:  $w_{e1s} = 0,85 \times (-0,18) \times 1,5 = -0,23 \text{ kN/m}$
- połąc dachowa: (tylko dla H) ssanie na polu A:  $w_{e1s} = -0,18 \times 1,5 = -0,27 \text{ kN/m}$
- (tylko dla G) parcie na polu A:  $w_{e1p} = 0,15 \times 1,5 = 0,22 \text{ kN/m}$
- ssanie na polu B:  $w_{e1s} = -0,602 \times 1,5 = -0,9 \text{ kN/m}$
- ssanie na polu C  $w_{e1s} = -0,24 \times 1,5 = -0,36 \text{ kN/m}$

#### Gdy wiatr wieje na północną ścianę szczytową

- ściany podłużne: ssanie równomierne na polu A:  $w_{e2s} = -0,59 \times 1,5 = -0,88 \text{ kN/m}$

#### Oddziaływanie wiatru na powierzchnie wewnętrzne

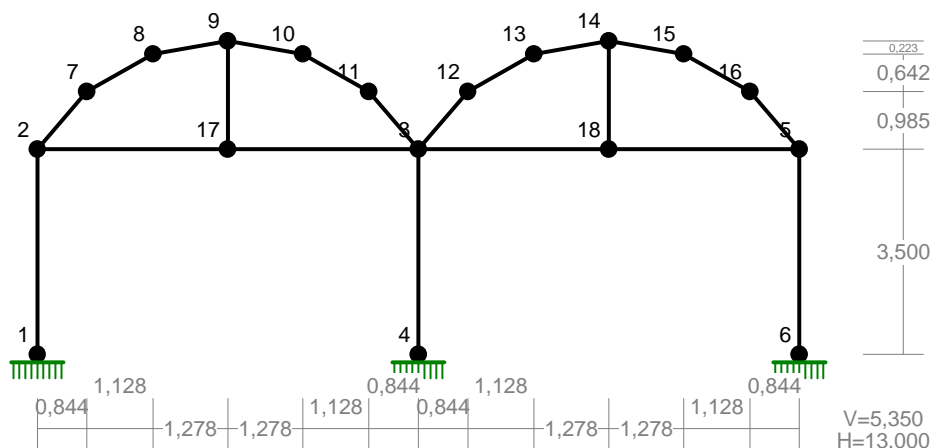
- (H) parcie:  $w_{i1p} = 0,12 \times 1,5 = 0,18 \text{ kN/m}$
- (G) ssanie:  $w_{i2s} = -0,18 \times 1,5 = -0,27 \text{ kN/m}$



## 10. WYCIĄG Z OBLICZEŃ STATYCZNYCH DLA UKŁADU GŁÓWNEGO SUSZARNI

W niniejszym opracowaniu umieszczono skrócone obliczenia układu głównego suszarni, który znajduje się w osiach od 2 do 27. Pozostałe obliczenia znajdują się w archiwum projektanta.

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	10	4,528	5,127
2	0,000	3,500	11	5,656	4,485
3	6,500	3,500	12	7,344	4,485
4	6,500	0,000	13	8,472	5,127
5	13,000	3,500	14	9,750	5,350
6	13,000	0,000	15	11,028	5,127
7	0,844	4,485	16	12,156	4,485
8	1,972	5,127	17	3,250	3,500
9	3,250	5,350	18	9,750	3,500

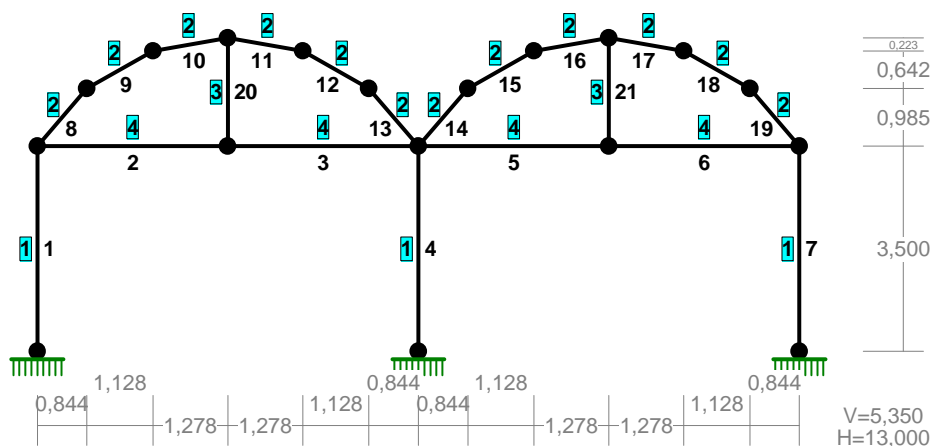
PODPORY:

P o d a t n o ś c i

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx(Do*): [ m / k N ]	Dy:	DFi: [ rad/kNm ]
1	utwierdzenie	90,0	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
4	utwierdzenie	90,0	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
6	utwierdzenie	90,0	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00

PRZEKROJE PRĘTÓW:

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA



**PRĘTY UKŁADU:**

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub  
22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,000	3,500	3,500	1,000	1 H 100x100x 4.0
2	00	2	17	3,250	0,000	3,250	1,000	4 H 40x 40x 4.0
3	00	17	3	3,250	0,000	3,250	1,000	4 H 40x 40x 4.0
4	00	4	3	0,000	3,500	3,500	1,000	1 H 100x100x 4.0
5	00	3	18	3,250	0,000	3,250	1,000	4 H 40x 40x 4.0
6	00	18	5	3,250	0,000	3,250	1,000	4 H 40x 40x 4.0
7	00	6	5	0,000	3,500	3,500	1,000	1 H 100x100x 4.0
8	00	2	7	0,844	0,985	1,297	1,000	2 R 51.0x 6.3
9	00	7	8	1,128	0,642	1,298	1,000	2 R 51.0x 6.3
10	00	8	9	1,278	0,223	1,297	1,000	2 R 51.0x 6.3
11	00	9	10	1,278	-0,223	1,297	1,000	2 R 51.0x 6.3
12	00	10	11	1,128	-0,642	1,298	1,000	2 R 51.0x 6.3
13	00	11	3	0,844	-0,985	1,297	1,000	2 R 51.0x 6.3
14	00	3	12	0,844	0,985	1,297	1,000	2 R 51.0x 6.3
15	00	12	13	1,128	0,642	1,298	1,000	2 R 51.0x 6.3
16	00	13	14	1,278	0,223	1,297	1,000	2 R 51.0x 6.3
17	00	14	15	1,278	-0,223	1,297	1,000	2 R 51.0x 6.3
18	00	15	16	1,128	-0,642	1,298	1,000	2 R 51.0x 6.3
19	00	16	5	0,844	-0,985	1,297	1,000	2 R 51.0x 6.3
20	00	17	9	0,000	1,850	1,850	1,000	3 R 30.0x 4.0
21	00	18	14	0,000	1,850	1,850	1,000	3 R 30.0x 4.0

**WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:**

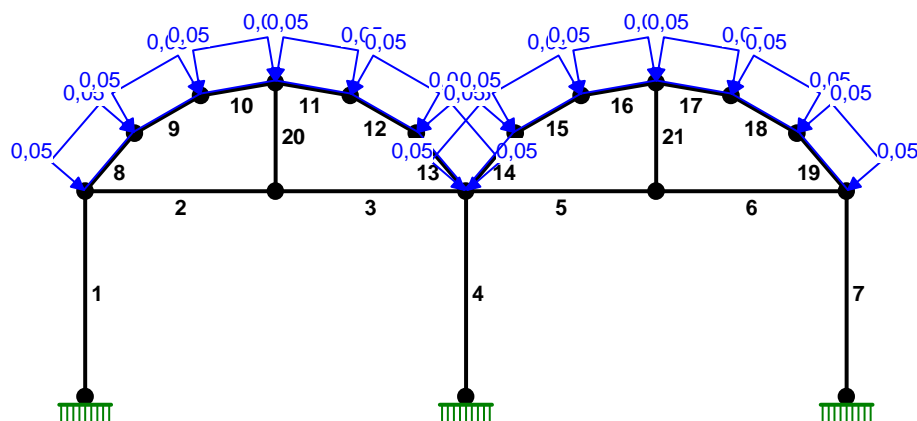
Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	Ix[cm <sup>4</sup> ]	Iy[cm <sup>4</sup> ]	Wg[cm <sup>3</sup> ]	Wd[cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	15,2	233	233	47	47	10,0	2 Stal St3
2	8,9	23	23	9	9	5,1	2 Stal St3
3	3,3	3	3	2	2	3,0	2 Stal St3
4	5,6	12	12	6	6	4,0	2 Stal St3

**STAŁE MATERIAŁOWE:**

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

Materiał:	Moduł E: [N/mm <sup>2</sup> ]	Napręż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
2 Stal St3	205000	215,000	1,20E-05

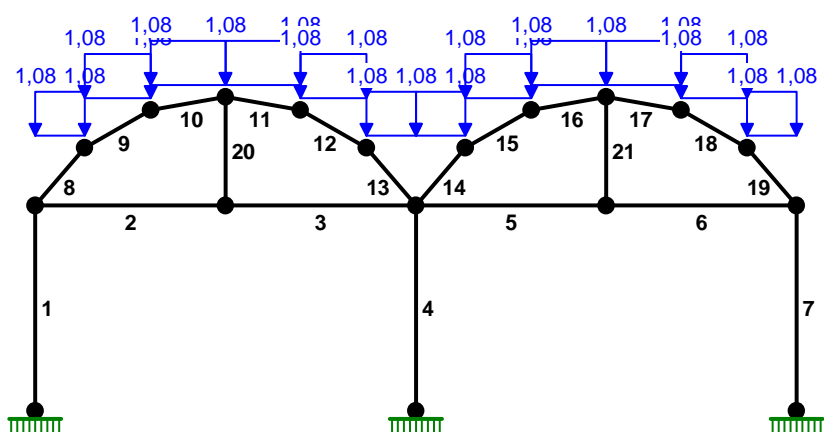
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A "obc. pokryciem"			Stałe	$\gamma_f = 1,15$	
8	Liniowe	49,4	0,05	0,05	0,00	1,30
9	Liniowe	29,7	0,05	0,05	0,00	1,30
10	Liniowe	9,9	0,05	0,05	0,00	1,30
11	Liniowe	-9,9	0,05	0,05	0,00	1,30
12	Liniowe	-29,7	0,05	0,05	0,00	1,30
13	Liniowe	-49,4	0,05	0,05	0,00	1,30
14	Liniowe	49,4	0,05	0,05	0,00	1,30
15	Liniowe	29,7	0,05	0,05	0,00	1,30
16	Liniowe	9,9	0,05	0,05	0,00	1,30
17	Liniowe	-9,9	0,05	0,05	0,00	1,30
18	Liniowe	-29,7	0,05	0,05	0,00	1,30
19	Liniowe	-49,4	0,05	0,05	0,00	1,30

OBCIĄŻENIA:

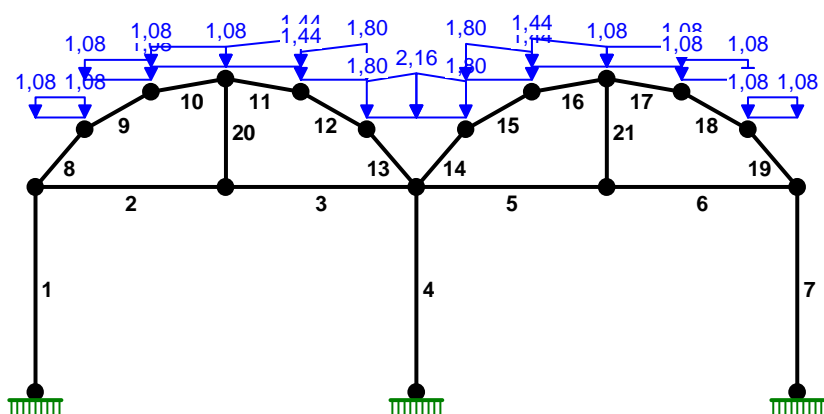


**OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa:	B	"obc. śniegiem"		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
8	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	1,30
9	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	1,30
10	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	1,30
11	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	1,30
12	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	1,30
13	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	1,30
14	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	1,30
15	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	1,30
16	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	1,30
17	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	1,30
18	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	1,30
19	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	1,30

**OBCIĄŻENIA:**

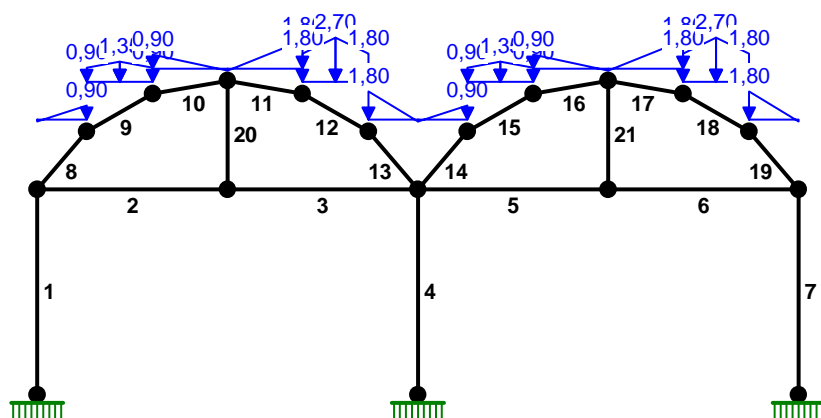


**OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	C	"obc. śniegiem"		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
8	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	1,30
9	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	1,30
10	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	1,30
11	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,44	0,00	1,30
12	Liniowe-Y	0,0	1,44	1,80	0,00	1,30
13	Liniowe-Y	0,0	1,80	2,16	0,00	1,30
14	Liniowe-Y	0,0	2,16	1,80	0,00	1,30
15	Liniowe-Y	0,0	1,80	1,44	0,00	1,30
16	Liniowe-Y	0,0	1,44	1,08	0,00	1,30
17	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	1,30
18	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	1,30
19	Liniowe-Y	0,0	1,08	1,08	0,00	1,30

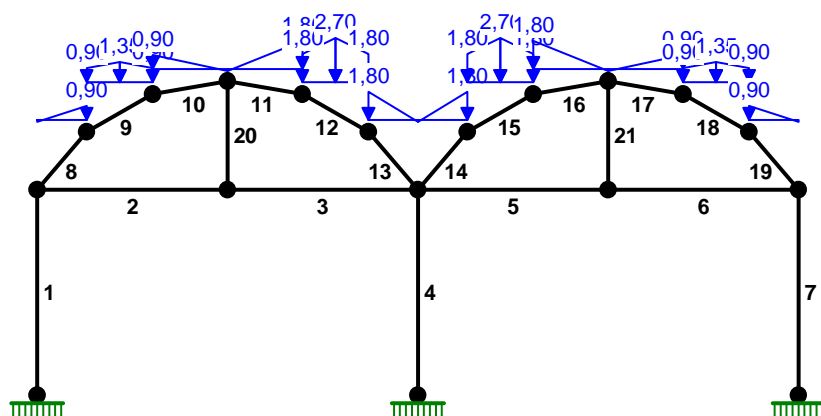
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	D	"obc. śniegiem"		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
8	Liniowe-Y	0,0	0,00	0,90	0,00	1,30
9	Liniowe-Y	0,0	0,90	1,35	0,00	0,65
9	Liniowe-Y	0,0	1,35	0,90	0,65	1,30
10	Liniowe-Y	0,0	0,90	0,00	0,00	1,30
11	Liniowe-Y	0,0	0,00	1,80	0,00	1,30
12	Liniowe-Y	0,0	1,80	2,70	0,00	0,65
12	Liniowe-Y	0,0	2,70	1,80	0,65	1,30
13	Liniowe-Y	0,0	1,80	0,00	0,00	1,30
14	Liniowe-Y	0,0	0,00	0,90	0,00	1,30
15	Liniowe-Y	0,0	0,90	1,35	0,00	0,65
15	Liniowe-Y	0,0	1,35	0,90	0,65	1,30
16	Liniowe-Y	0,0	0,90	0,00	0,00	1,30
17	Liniowe-Y	0,0	0,00	1,80	0,00	1,30
18	Liniowe-Y	0,0	1,80	2,70	0,00	0,65
18	Liniowe-Y	0,0	2,70	1,80	0,65	1,30
19	Liniowe-Y	0,0	1,80	0,00	0,00	1,30

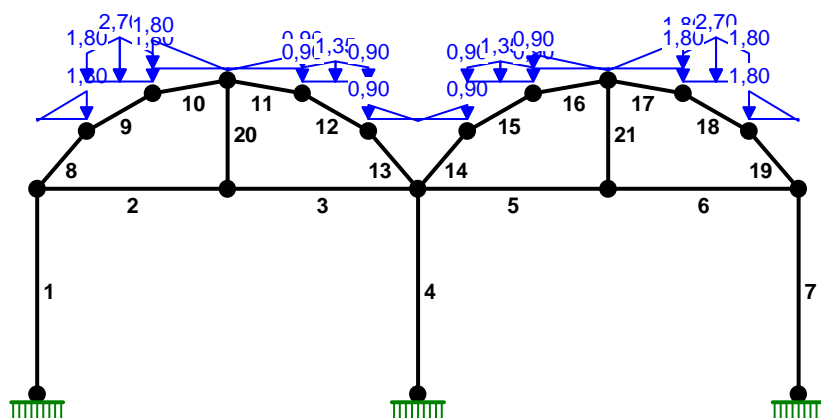
OBCIĄŻENIA:



**OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
-----						
Grupa:	E "obc. śniegiem"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
8	Liniowe-Y	0,0	0,00	0,90	0,00	1,30
9	Liniowe-Y	0,0	0,90	1,35	0,00	0,65
9	Liniowe-Y	0,0	1,35	0,90	0,65	1,30
10	Liniowe-Y	0,0	0,90	0,00	0,00	1,30
11	Liniowe-Y	0,0	0,00	1,80	0,00	1,30
12	Liniowe-Y	0,0	1,80	2,70	0,00	0,65
12	Liniowe-Y	0,0	2,70	1,80	0,65	1,30
13	Liniowe-Y	0,0	1,80	0,00	0,00	1,30
14	Liniowe-Y	0,0	0,00	1,80	0,00	1,30
15	Liniowe-Y	0,0	1,80	2,70	0,00	0,65
15	Liniowe-Y	0,0	2,70	1,80	0,65	1,30
16	Liniowe-Y	0,0	1,80	0,00	0,00	1,30
17	Liniowe-Y	0,0	0,00	0,90	0,00	1,30
18	Liniowe-Y	0,0	0,90	1,35	0,00	0,65
18	Liniowe-Y	0,0	1,35	0,90	0,65	1,30
19	Liniowe-Y	0,0	0,90	0,00	0,00	1,30

**OBCIĄŻENIA:**

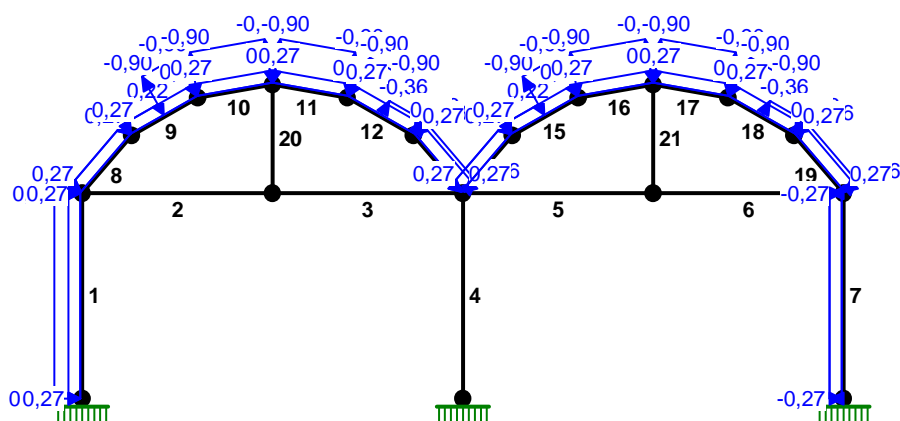


PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	F "obc. śniegiem"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
8	Liniowe-Y	0,0	0,00	1,80	0,00	1,30
9	Liniowe-Y	0,0	1,80	2,70	0,00	0,65
9	Liniowe-Y	0,0	2,70	1,80	0,65	1,30
10	Liniowe-Y	0,0	1,80	0,00	0,00	1,30
11	Liniowe-Y	0,0	0,00	0,90	0,00	1,30
12	Liniowe-Y	0,0	0,90	1,35	0,00	0,65
12	Liniowe-Y	0,0	1,35	0,90	0,65	1,30
13	Liniowe-Y	0,0	0,90	0,00	0,00	1,30
14	Liniowe-Y	0,0	0,00	0,90	0,00	1,30
15	Liniowe-Y	0,0	0,90	1,35	0,00	0,65
15	Liniowe-Y	0,0	1,35	0,90	0,65	1,30
16	Liniowe-Y	0,0	0,90	0,00	0,00	1,30
17	Liniowe-Y	0,0	0,00	1,80	0,00	1,30
18	Liniowe-Y	0,0	1,80	2,70	0,00	0,65
18	Liniowe-Y	0,0	2,70	1,80	0,65	1,30
19	Liniowe-Y	0,0	1,80	0,00	0,00	1,30

OBCIĄŻENIA:



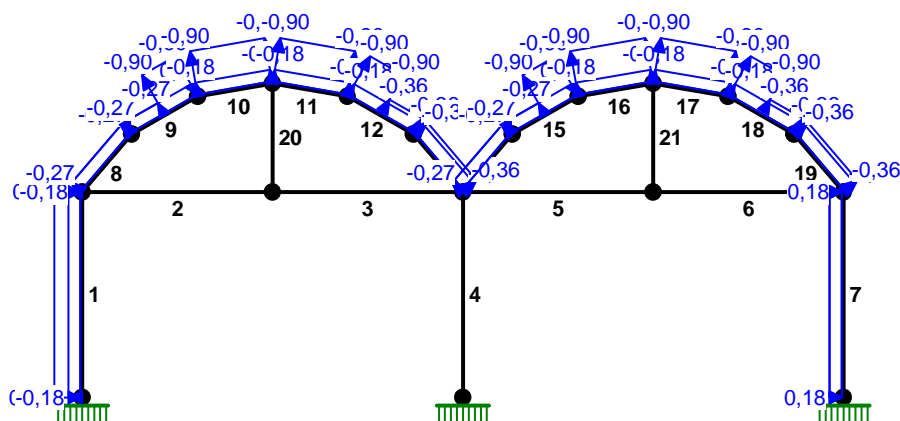
OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	G "obc. wiatrem"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	90,0	0,54	0,54	0,00	3,50
1	Liniowe	90,0	0,27	0,27	0,00	3,50
7	Liniowe	90,0	0,23	0,23	0,00	3,50
7	Liniowe	90,0	-0,27	-0,27	0,00	3,50
8	Liniowe	49,4	0,22	0,22	0,00	1,30
8	Liniowe	49,4	0,27	0,27	0,00	1,30
9	Liniowe	29,7	0,22	0,22	0,00	0,65
9	Liniowe	29,7	-0,90	-0,90	0,65	1,30
9	Liniowe	29,7	0,27	0,27	0,00	1,30
10	Liniowe	9,9	-0,90	-0,90	0,00	1,30
10	Liniowe	9,9	0,27	0,27	0,00	1,30
11	Liniowe	-9,9	-0,90	-0,90	0,00	1,30
11	Liniowe	-9,9	0,27	0,27	0,00	1,30
12	Liniowe	-29,7	-0,90	-0,90	0,00	0,65

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

12	Liniowe	-29,7	-0,36	-0,36	0,65	1,30
12	Liniowe	-29,7	0,27	0,27	0,00	1,30
13	Liniowe	-49,4	-0,36	-0,36	0,00	1,30
13	Liniowe	-49,4	0,27	0,27	0,00	1,30
14	Liniowe	49,4	0,22	0,22	0,00	1,30
14	Liniowe	49,4	0,27	0,27	0,00	1,30
15	Liniowe	29,7	0,22	0,22	0,00	0,65
15	Liniowe	29,7	-0,90	-0,90	0,65	1,30
15	Liniowe	29,7	0,27	0,27	0,00	1,30
16	Liniowe	9,9	-0,90	-0,90	0,00	1,30
16	Liniowe	9,9	0,27	0,27	0,00	1,30
17	Liniowe	-9,9	-0,90	-0,90	0,00	1,30
17	Liniowe	-9,9	0,27	0,27	0,00	1,30
18	Liniowe	-29,7	-0,90	-0,90	0,00	0,65
18	Liniowe	-29,7	-0,36	-0,36	0,65	1,30
18	Liniowe	-29,7	0,27	0,27	0,00	1,30
19	Liniowe	-49,4	-0,36	-0,36	0,00	1,30
19	Liniowe	-49,4	0,27	0,27	0,00	1,30

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
-----						
Grupa:	H	"obc. wiatrem"		Zmienne	γf= 1,50	
1	Liniowe	90,0	0,54	0,54	0,00	3,50
1	Liniowe	90,0	-0,18	-0,18	0,00	3,50
7	Liniowe	90,0	0,23	0,23	0,00	3,50
7	Liniowe	90,0	0,18	0,18	0,00	3,50
8	Liniowe	49,4	-0,18	-0,18	0,00	1,30
8	Liniowe	49,4	-0,27	-0,27	0,00	1,30
9	Liniowe	29,7	0,18	0,18	0,00	1,30
9	Liniowe	29,7	-0,27	-0,27	0,00	0,65
9	Liniowe	29,7	-0,90	-0,90	0,65	1,30
10	Liniowe	9,9	-0,18	-0,18	0,00	1,30
10	Liniowe	9,9	-0,90	-0,90	0,00	1,30
11	Liniowe	-9,9	-0,18	-0,18	0,00	1,30
11	Liniowe	-9,9	-0,90	-0,90	0,00	1,30
12	Liniowe	-29,7	-0,18	-0,18	0,00	1,30
12	Liniowe	-29,7	-0,90	-0,90	0,00	0,65
12	Liniowe	-29,7	-0,36	-0,36	0,65	1,30
13	Liniowe	-49,4	-0,18	-0,18	0,00	1,30



PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

13	Liniowe	-49,4	-0,36	-0,36	0,00	1,30
14	Liniowe	49,4	-0,18	-0,18	0,00	1,30
14	Liniowe	49,4	-0,27	-0,27	0,00	1,30
15	Liniowe	29,7	0,18	0,18	0,00	1,30
15	Liniowe	29,7	-0,27	-0,27	0,00	0,65
15	Liniowe	29,7	-0,90	-0,90	0,65	1,30
16	Liniowe	9,9	-0,18	-0,18	0,00	1,30
16	Liniowe	9,9	-0,90	-0,90	0,00	1,30
17	Liniowe	-9,9	-0,18	-0,18	0,00	1,30
17	Liniowe	-9,9	-0,90	-0,90	0,00	1,30
18	Liniowe	-29,7	-0,18	-0,18	0,00	1,30
18	Liniowe	-29,7	-0,90	-0,90	0,00	0,65
18	Liniowe	-29,7	-0,36	-0,36	0,65	1,30
19	Liniowe	-49,4	-0,18	-0,18	0,00	1,30
19	Liniowe	-49,4	-0,36	-0,36	0,00	1,30

**W Y N I K I**  
**Teoria I-go rzędu**  
**Kombinatoryka obciążeń**

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
-----			
Ciężar wł.			1,10
A -"obc. pokryciem"	Stałe		1,15
B -"obc. śniegiem"	Zmienne	1 1,00	1,50
C -"obc. śniegiem"	Zmienne	1 1,00	1,50
D -"obc. śniegiem"	Zmienne	1 1,00	1,50
E -"obc. śniegiem"	Zmienne	1 1,00	1,50
F -"obc. śniegiem"	Zmienne	1 1,00	1,50
G -"obc. wiatrem"	Zmienne	1 1,00	1,50
H -"obc. wiatrem"	Zmienne	1 1,00	1,50

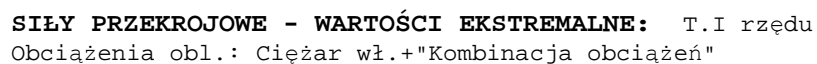
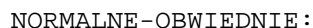
**RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:**

Grupa obc.:	Relacje:
-----	
Ciężar wł.	ZAWSZE
A -"obc. pokryciem"	ZAWSZE
B -"obc. śniegiem"	EWENTUALNIE
C -"obc. śniegiem"	EWENTUALNIE
D -"obc. śniegiem"	EWENTUALNIE
E -"obc. śniegiem"	EWENTUALNIE
F -"obc. śniegiem"	EWENTUALNIE
G -"obc. wiatrem"	EWENTUALNIE
H -"obc. wiatrem"	EWENTUALNIE

**KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:**

Nr:	Specyfikacja:
-----	
1	ZAWSZE : A EWENTUALNIE: B/C/D/E/F+G/H

**MOMENTY-OBWIEDNIE:**



Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,000	<b>0,6*</b>	-0,0	-5,1	AD
	0,000	<b>-5,8*</b>	3,9	-4,0	AEG
	0,000	-5,8	<b>3,9*</b>	-4,0	AEG
	3,500	-0,0	0,0	<b>3,0*</b>	AH
	0,000	0,3	-0,2	<b>-7,2*</b>	AF

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

2	0,000	<b>0,4*</b>	-0,1	1,3	AFG
	3,250	<b>-0,3*</b>	-0,3	1,3	AFG
	3,250	-0,3	<b>-0,3*</b>	1,3	AFG
	0,000	-0,2	0,1	<b>6,0*</b>	AC
	3,047	0,1	-0,0	<b>6,0*</b>	AC
	3,250	-0,2	-0,2	<b>-3,0*</b>	AG
	0,000	0,3	-0,1	<b>-3,0*</b>	AG
3	3,047	<b>0,1*</b>	0,0	4,9	AD
	3,250	<b>-0,4*</b>	-0,2	1,6	ABG
	3,250	-0,4	<b>-0,2*</b>	1,6	ABG
	3,250	-0,1	-0,1	<b>6,1*</b>	AC
	1,016	0,0	-0,0	<b>6,1*</b>	AC
	3,250	-0,3	-0,2	<b>-3,1*</b>	AG
	0,000	-0,0	-0,0	<b>-3,1*</b>	AG
4	3,500	<b>1,4*</b>	1,5	-8,7	ADG
	0,000	<b>-4,1*</b>	1,4	-13,9	ACG
	3,500	1,4	<b>1,5*</b>	-8,7	ADG
	0,000	-3,7	<b>1,5*</b>	-9,1	ADG
	3,500	0,5	0,9	<b>6,1*</b>	AH
	0,000	-0,0	0,0	<b>-16,6*</b>	AC
5	0,000	<b>0,4*</b>	-0,1	2,0	AEG
	3,250	<b>-0,3*</b>	-0,3	2,0	AEG
	3,250	-0,3	<b>-0,3*</b>	2,0	AEG
	0,000	-0,1	0,1	<b>6,1*</b>	AC
	2,234	0,0	0,0	<b>6,1*</b>	AC
	3,250	-0,2	-0,2	<b>-2,7*</b>	AG
	0,000	0,4	-0,1	<b>-2,7*</b>	AG
6	2,844	<b>0,1*</b>	0,0	5,0	AD
	3,250	<b>-0,4*</b>	-0,2	2,6	ACG
	3,250	-0,4	<b>-0,2*</b>	2,6	ACG
	3,250	-0,2	-0,1	<b>6,0*</b>	AC
	0,203	0,1	0,0	<b>6,0*</b>	AC
	3,250	-0,3	-0,2	<b>-2,9*</b>	AG
	0,000	-0,0	-0,0	<b>-2,9*</b>	AG
7	3,500	<b>1,4*</b>	1,7	-5,2	AFG
	0,000	<b>-4,4*</b>	1,5	-5,6	AFG
	0,000	-4,0	<b>2,5*</b>	-3,4	AFH
	3,500	0,4	0,1	<b>3,2*</b>	AH
	0,000	-0,3	0,2	<b>-7,2*</b>	AF
8	1,297	<b>0,8*</b>	0,5	1,8	AG
	0,000	<b>-1,2*</b>	2,2	-5,8	AFG
	0,000	-1,2	<b>2,2*</b>	-5,8	AFG
	1,297	0,7	1,1	<b>4,2*</b>	AH
	0,000	0,6	-0,5	<b>-8,4*</b>	AC
9	0,568	<b>1,2*</b>	0,1	-3,6	AFG
	0,000	<b>-0,6*</b>	1,0	-7,3	AC
	0,000	-0,2	<b>2,2*</b>	-7,1	AF
	1,298	0,4	0,2	<b>4,4*</b>	AH
	0,000	-0,6	1,0	<b>-7,3*</b>	AC
10	0,000	<b>0,8*</b>	-0,9	-0,4	AFH
	1,297	<b>-0,7*</b>	-1,1	-2,5	AFG

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

	0,000	-0,4	<b>1,5*</b>	-6,2	AC
	1,297	-0,0	0,7	<b>4,2*</b>	AH
	0,000	-0,4	1,5	<b>-6,2*</b>	AC
11	1,054	<b>0,5*</b>	0,1	-5,1	AD
	1,297	<b>-0,7*</b>	-0,3	-2,6	AFG
	1,297	-0,2	<b>-1,3*</b>	-5,6	AB
	0,000	0,1	-1,1	<b>4,3*</b>	AH
	1,297	-0,0	-1,3	<b>-6,3*</b>	AC
12	0,487	<b>0,8*</b>	0,0	-5,8	AD
	0,000	<b>-0,7*</b>	0,6	-2,6	AFG
	1,298	-0,2	<b>-2,2*</b>	-7,0	AE
	0,000	-0,1	-0,7	<b>4,3*</b>	AH
	1,298	-0,5	-1,7	<b>-7,8*</b>	AC
13	1,297	<b>0,8*</b>	0,8	-6,5	AF
	1,297	<b>-1,2*</b>	-1,0	-5,8	AEG
	0,000	-0,4	<b>1,3*</b>	-6,0	AF
	0,000	0,1	-0,7	<b>4,3*</b>	AH
	1,297	-0,2	-0,7	<b>-9,9*</b>	AC
14	1,297	<b>0,8*</b>	0,5	1,8	AG
	0,000	<b>-1,2*</b>	2,2	-5,8	AEG
	0,000	-0,8	<b>2,3*</b>	-7,3	ACG
	1,297	0,7	1,1	<b>4,2*</b>	AH
	0,000	-0,2	0,7	<b>-9,9*</b>	AC
15	0,608	<b>1,2*</b>	-0,1	-3,5	AEG
	0,000	<b>-0,5*</b>	1,1	-6,7	AB
	0,000	-0,2	<b>2,2*</b>	-7,0	AE
	1,298	0,3	0,2	<b>4,4*</b>	AH
	0,000	-0,5	1,7	<b>-7,8*</b>	AC
16	0,000	<b>0,8*</b>	-0,9	-0,3	AEH
	1,297	<b>-0,7*</b>	-1,1	-2,5	AEG
	0,000	-0,2	<b>1,3*</b>	-5,6	AB
	1,297	-0,0	0,7	<b>4,2*</b>	AH
	0,000	-0,0	1,3	<b>-6,3*</b>	AC
17	1,054	<b>0,5*</b>	0,1	-5,1	AD
	1,297	<b>-0,7*</b>	-0,3	-2,6	AEG
	1,297	-0,4	<b>-1,5*</b>	-6,2	AC
	0,000	0,1	-1,1	<b>4,3*</b>	AH
	1,297	-0,4	-1,5	<b>-6,2*</b>	AC
18	0,487	<b>0,8*</b>	0,0	-5,8	AD
	0,000	<b>-0,7*</b>	0,6	-2,5	AEG
	1,298	-0,2	<b>-2,2*</b>	-7,1	AF
	0,000	-0,1	-0,7	<b>4,3*</b>	AH
	1,298	-0,6	-1,0	<b>-7,3*</b>	AC
19	1,297	<b>0,7*</b>	0,7	-6,5	AE
	1,297	<b>-1,1*</b>	-0,9	-5,8	AFG
	0,000	-0,6	<b>1,5*</b>	-7,2	AC
	0,000	0,1	-0,7	<b>4,2*</b>	AH
	1,297	0,6	0,5	<b>-8,4*</b>	AC
20	1,850	<b>0,4*</b>	0,3	0,3	AFG
	0,000	<b>-0,3*</b>	0,3	0,3	AFG

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

	1,850	0,4	<b>0,3*</b>	0,3	AFG
	0,000	-0,3	<b>0,3*</b>	0,3	AFG
	1,850	0,3	0,3	<b>0,3*</b>	AFH
	0,000	0,0	-0,0	<b>0,1*</b>	AB
21	1,850	<b>0,4*</b>	0,3	0,3	AEG
	0,000	<b>-0,3*</b>	0,3	0,2	AEG
	1,850	0,4	<b>0,3*</b>	0,3	AEG
	0,000	-0,3	<b>0,3*</b>	0,2	AEG
	1,850	-0,0	-0,0	<b>0,3*</b>	AFH
	0,000	-0,0	0,0	<b>0,1*</b>	AB

\* = Wartości ekstremalne

**REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"






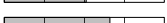






Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	<b>0,2*</b>	7,2	7,2	-0,3	AF
	<b>-3,9*</b>	4,0	5,6	5,8	AEG
	0,2	<b>7,2*</b>	7,2	-0,3	AF
	-1,9	<b>-2,5*</b>	3,2	3,4	AH
	0,2	7,2	<b>7,2*</b>	-0,3	AF
	-3,9	4,0	5,6	<b>5,8*</b>	AEG
	0,0	5,1	5,1	<b>-0,6*</b>	AD
4	<b>-0,0*</b>	16,6	16,6	0,0	AC
	<b>-0,0*</b>	1,8	1,8	0,0	A
	<b>-1,5*</b>	9,1	9,2	3,7	ADG
	-0,0	<b>16,6*</b>	16,6	0,0	AC
	-0,9	<b>-5,7*</b>	5,8	2,8	AH
	-0,0	16,6	<b>16,6*</b>	0,0	AC
	-1,4	-0,9	1,6	<b>4,1*</b>	AG
	-1,4	13,9	14,0	<b>4,1*</b>	ACG
	-0,1	11,8	11,8	<b>-0,4*</b>	AD
6	<b>0,2*</b>	5,0	5,0	-0,3	AE
	<b>-2,5*</b>	3,4	4,2	4,0	AFH
	-0,2	<b>7,2*</b>	7,2	0,3	AF
	-2,2	<b>-2,7*</b>	3,5	3,7	AH
	-0,2	7,2	<b>7,2*</b>	0,3	AF
	-1,5	5,6	5,8	<b>4,4*</b>	AFG
	0,0	7,1	7,1	<b>-0,6*</b>	AD

\* = Wartości ekstremalne

**NOŚNOŚĆ PRĘTÓW:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Przekrój:	Pręt:	Warunek:	Wykorzystanie:	Kombinacja obc.
1	1	SGU	93,1%	AG
	4	SGU	92,6%	AEG
	7	SGU	93,1%	ACG
2	8	Napręż. (1)	64,9%	AFG
	9	SGU	90,6%	AFG
	10	Śc.zg. (58)	42,4%	AFH
	11	SGU	43,3%	AFH
	12	SGU	51,5%	AD
	13	Śc.zg. (58)	71,2%	AEG

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

	14	Napręż. (1)	66,9%		AEG
	15	SGU	91,0%		AEG
	16	Śc.zg. (58)	42,6%		AEH
	17	SGU	42,8%		AEH
	18	SGU	51,2%		AD
	19	Śc.zg. (58)	66,1%		AFG
3	20	Napręż. (1)	87,5%		AFG
	21	Napręż. (1)	88,4%		AEG
4	2	SGU	55,8%		AFG
	3	SGU	46,7%		AEG
	5	SGU	61,0%		AFG
	6	SGU	47,4%		ACG

## 11. OBLICZENIA STATYCZNE KONSTRUKCJI STAŁEJ WIATY NAD MAGAZYNEM NA PIASEK I SKRATKI

### 11.1. ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ

#### 11.1.1. Obciążenia stałe

Obciążenia stałe wg PN-EN 1991-1-1 :2003 Eurokod 1. Oddziaływanie na konstrukcję. Część 1-1. Oddziaływanie ogólne. Ciężary objętościowe, ciężar własny, obciążenie użytkowe w budynkach.

Obciążenie [kN/m <sup>2</sup> ]	char.	$\gamma_f$	oblicz.
- blacha trapezowa	0,15	1,1	0,165
- płatwie, stężenia	0,15	1,1	0,165
- instalacje	0,30	1,2	0,36
	0,60		0,69

Do konstrukcji głównej można podwieszać elementy o dopuszczalnym ciężarze nie większym niż 30 kg/m<sup>2</sup>.

#### 11.1.2. Obciążenie zmienne

##### 11.1.2.1. Oddziaływanie wiatru

Oddziaływanie wiatru według PN-EN 1991-1-4:2008. Eurokod 1. Oddziaływanie na konstrukcję. Część 1-4. Oddziaływanie ogólne. Oddziaływanie wiatru.

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

- Ciśnienie wiatru:  $w_e = q_p(z_e) c_{pe}$
- Lokalizacja: Wołczyn, gmina Wołczyn, województwo: opolskie, strefa I, kategoria terenu II,
- Wysokość obiektu:  $h = 6,85$  m, szerokość  $b = 14,0$  m,  $h < b$ ,  $z_e = h$ ,
- Współczynnik sezonowy:  $c_{season} = 1,0$ ,
- Podstawowa wartość bazowa prędkości wiatru  $v_{b,0}$  dla strefy I oraz wysokości nad poziomem terenu  $A \leq 300$  m:  $v_{b,0} = 22$  m/s,
- Współczynnik ekspozycji dla terenu kategorii II:  
 $c_e(z_e) = 2,3 (z_e/10)^{0,24} = 2,3 \times (6,855/10)^{0,24} = 2,1$ ,
- Gęstość powietrza:  $\rho = 1,25$  kg/m<sup>3</sup>,
- Współczynnik kierunkowy:  $c_{dir} = 1,0$  (dla sektora kierunku wiatru - 270°),
- Bazowa prędkość wiatru:  
 $V_b = c_{dir} c_{season} v_{b,0} = 1,0 \times 1,0 \times 22,0 = 22,0$  m/s,
- Bazowa wartość ciśnienia prędkości wiatru:  
 $q_b = 0,5 \rho v_b^2 = 0,5 \times 1,25 \times 22^2 = 302,5$  N/m<sup>2</sup>
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości wiatru do obliczeń ciśnienia zewnętrznego:  
 $q_p(z_e) = c_e(z_e) q_b = 2,1 \times 302,5 = 0,63$  kN/m<sup>2</sup>
- Globalny współczynnik siły  $c_f$  dla wiaty (poprzez interpolację liniową)  
 $c_f = +0,3 / -0,95$   
 $F_w = c_s c_d c_f q_p(z_e) A_{ref}$   
 $c_s c_d = 1$  bo  $h < 15$  m

Pole powierzchni odniesienia konstrukcji:  $A_{ref} = 7,0 \times 5,0 = 35,0$  m<sup>2</sup>

Obciążenie w postaci siły skupionej, przy założeniu, że środek parcia leży w środku każdej połąci. Dodatkowo jedna połąci musi być obciążona maksymalnie lub minimalnie, podczas gdy druga połąci pozostaje nieobciążona.

Wariant I, II, III dla  $c_f > 0$ , wariant IV, V, VI dla  $c_f < 0$ .

Wariant I  $F_w = +0,3 \times 0,63 \times 35,0 = 6,61$  kN

Wariant II  $F_w = +0,3 \times 0,63 \times 35,0 = 6,61$  kN

Wariant III  $F_w = +0,3 \times 0,63 \times 35,0 = 6,61$  kN

Wariant IV  $F_w = -0,95 \times 0,63 \times 35,0 = -20,91$  kN

Wariant V  $F_w = -0,95 \times 0,63 \times 35,0 = -20,91 \text{ kN}$

Wariant VI  $F_w = -0,95 \times 0,63 \times 35,0 = -20,91 \text{ kN}$

Współczynnik obciążenia  $\gamma_f = 1,5$

#### 11.1.2.2. Oddziaływanie śniegiem

Oddziaływanie śniegiem wg PN-EN 1991-1-4:2008. Eurokod 1. Oddziaływanie na konstrukcje.

Część 1-3. Oddziaływanie ogólne. Oddziaływanie śniegiem.

- Obciążenie śniegiem dachu:  $s = \mu C_e C_t s_k$
- Lokalizacja: Wołczyn, gmina Wołczyn, województwo: opolskie, strefa II,
- Współczynnik kształtu dachu:  $\mu = 0,8$  dla dachu dwuspadowego o kącie pochylenia  $\alpha = 3^\circ$ ,
- Współczynnik ekspozycji:  $C_e = 1$  dla terenu normalnego,
- Współczynnik termiczny:  $C_t = 1$ ,
- Charakterystyczne obciążenie śniegiem gruntu:  $s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$  dla strefy II,
- Równomierne obciążenie śniegiem (wariant I):  
 $s_1 = 0,8 \times 1 \times 1 \times 0,9 = 0,72 \text{ kN/m}^2$
- Nierównomierne obciążenie śniegiem (wariant II):  
 $s_2 = 0,5 \times 0,8 \times 1 \times 1 \times 0,9 = 0,36 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik obciążenia  $\gamma_f = 1,5$

#### 11.1.2.3. Obciążenie oblodzeniem

Oddziaływanie oblodzeniem wg PN-87/B-02013 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne środowiskowe. Obciążenia oblodzeniem.

- Lokalizacja: Wołczyn, gmina Wołczyn, województwo: opolskie, strefa I,
- Grubość warstwy oblodzenia dla strefy I –  $t_{ice} = 0,012 \text{ m}$ ,
- Współczynnik kształtu przekroju (otwarty) –  $\mu = 0,5$ ,
- Współczynnik wysokości:  $K_h = (z/10)^{0,3} = (6,85/10)^{0,3} = 0,89$ ,
- Efektywna grubość warstwy oblodzenia:  
 $t_{eff} = t_{ice} \times \mu \times K_h = 5,34 \text{ mm}$ ,
- Obciążenie obliczeniowe na jednostkę długości:  
ciężar oblodzenia przyjęto  $\gamma = 900 \text{ kg/m}^3$ ,

obwód dwuteownika 280 HEA liczony w połowie warstwy oblodzenia wynosi  $U = 174,26$

$$T_{eff} = \gamma \times t_{eff} \times U = 0,08 \text{ kN/m}$$



- Współczynnik obciążenia  $\gamma_f = 1,5$ .

1 mb oblodzenia waży 8 kg/m, z uwagi na niewielki udział obciążenia oblodzeniem w całości obciążeń, ten typ obciążenia pominięto w obliczeniach.

### 11.1.3. Obciążenia wyjątkowe

#### 11.1.3.1. Uderzenie pojazdem

Obciążenia wyjątkowe według PN-EN 1991-1-7 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-7: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wyjątkowe.

Słupy nie są wymiarowane na możliwość uderzenia pojazdem.

## 12. ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ NA UKŁAD GŁÓWNY WIATY

Rozstaw układów nośnych dla wiaty wynosi 5,0 m.

Obciążenie [kN/m]	char.	$\gamma_f$	oblicz.
➤ stałe			
(A) 0,60 x 5,0	3,00	1,15	3,45
➤ zmienne:			
(B) śnieg $s_1$ (obc. równomierne) 0,72 x 5,0	3,6	1,5	5,4
(C) śnieg $s_2$ (obc. nierównomierne) 0,36 x 5,0	1,8	1,5	2,7
(D) wiatr (siła skupiona na połąć) $F_w = 6,61$ kN		1,5	9,92
(E) wiatr (siła skupiona na połąć) $F_w = 6,61$ kN		1,5	9,92
(F) wiatr (siła skupiona na połąć) $F_w = 6,61$ kN		1,5	9,92
(G) wiatr (siła skupiona na połąć) $F_w = - 20,91$ kN		1,5	- 31,65
(H) wiatr (siła skupiona na połąć) $F_w = - 20,91$ kN		1,5	- 31,36
(I) wiatr (siła skupiona na połąć) $F_w = - 20,91$ kN		1,5	- 31,36

## 13. WYMIAROWANIE BLACHY POKRYCIA DACHU

Przyjęto w obliczeniach, że do blachy pokrycia nie można nic podwieszać.

### 13.1. OBCIĄŻENIE WIATREM

Oddziaływanie wiatru według PN-EN 1991-1-4:2008. Eurokod 1. Oddziaływanie na konstrukcje.

Część 1-4. Oddziaływanie ogólne. Oddziaływanie wiatru.

- Ciśnienie wiatru:  $w_e = q_p(z_e) c_{pi}$ ,
- Dach podzielono na pola o podanych współczynnikach ciśnienia  $C_{pi}$ :

Pole A: +0,6/-0,95,

Pole B: +1,8/-1,7,

Pole C: +1,3/-1,6,

Pole D: +0,4/-1,3.

- Parcie wiatru / Ssanie wiatru na pola:

Pole A: 0,38 kN/m<sup>2</sup> / -0,6 kN/m<sup>2</sup>,

Pole B: 1,13 kN/m<sup>2</sup> / -1,10 kN/m<sup>2</sup>,

Pole C: 0,82 kN/m<sup>2</sup> / -1,00 kN/m<sup>2</sup>,

Pole D: 0,25 kN/m<sup>2</sup> / -0,82 kN/m<sup>2</sup>.

### 13.2. WYMIAROWANIE BLACHY

Wariant 1: Maksymalne obciążenie dociążające charakterystyczne blachy dla wiaty występuje, jako suma obciążenia stałego, śniegu oraz wiatru (parcie) i wynosi:

$$0,30 + 0,72 + 1,13 = 2,15 \text{ kN/m}^2$$

Maksymalne obciążenie dociążające obliczeniowe blachy dla wiaty występuje, jako suma obciążenia stałego, śniegu oraz wiatru (parcie) i wynosi:

$$0,30 \times 1,15 + 0,72 \times 1,5 + 1,13 \times 1,5 = 3,12 \text{ kN/m}^2$$

Wariant 2: Maksymalne obciążenie odrywające charakterystyczne blachy dla wiaty występuje, jako suma obciążenia stałego oraz wiatru (ssanie) i wynosi:

$$0,15 - 1,1 = -0,95 \text{ kN/m}^2$$

Maksymalne obciążenie odrywające obliczeniowe blachy dla wiaty występuje, jako suma obciążenia stałego oraz wiatru (ssanie) i wynosi:

$$0,15 \times 1,15 - 1,1 \times 1,5 = -1,48 \text{ kN/m}^2$$

Rozstaw płatwi wynosi 1,70 m. Dla takiego obciążenia dobrano z tablic firmy Florprofile blachę fałdową o symbolu **TR 50/260 gr. 0,75 mm (negatyw)**, dla której przy założeniu arkuszy jednoprzęsłowych o rozpiętości przęsła równej 2,0 m – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

przy ułożeniu – negatyw wynosi  $5,49 \text{ kN/m}^2$ , pozytywny –  $4,84 \text{ kN/m}^2$  natomiast dla maksymalnego ugięcia  $l/150$  przy ułożeniu negatyw wynosi  $2,69 \text{ kN/m}^2$ , pozytywny –  $2,78 \text{ kN/m}^2$ .

Zatem warunek nośności dla wiaty przedstawia się następująco:

obc. obliczeniowe  $3,12 \text{ kN/m}^2 < 4,84 \text{ kN/m}^2$

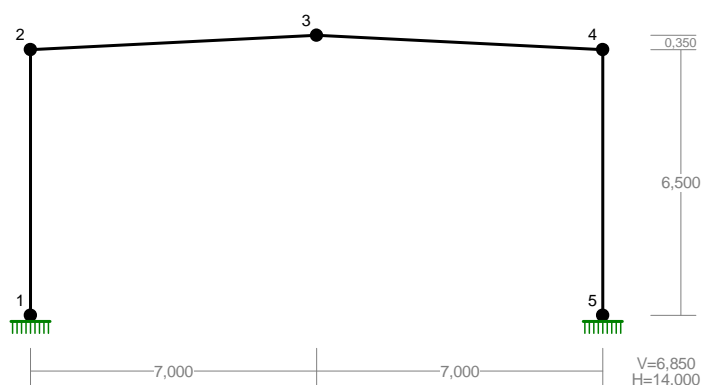
obc. charakterystyczne  $2,15 \text{ kN/m}^2 < 2,69 \text{ kN/m}^2$

## 14. WYCIĄG Z OBLICZEŃ STATYCZNYCH DLA UKŁADU GŁÓWNEGO SUSZARNI

W niniejszym opracowaniu umieszczono skrócone obliczenia układu głównego wiaty. Pozostałe obliczenia znajdują się w archiwum projektanta.

Nazwa: Wołczyn suszarnia wiata.rmt

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	4	14,000	6,500
2	0,000	6,500	5	14,000	0,000
3	7,000	6,850			

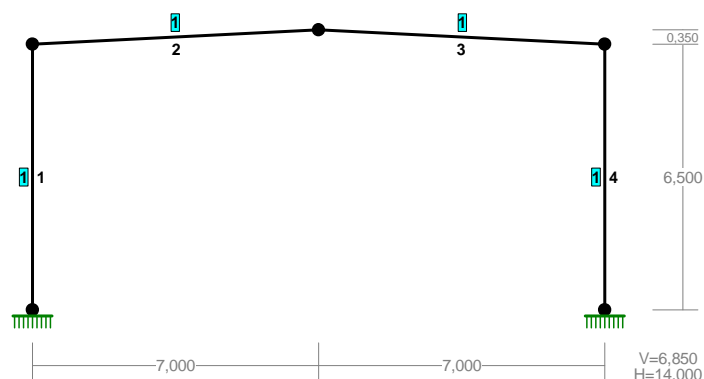
PODPORY:

P o d a t n o ś c i

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx(Do*): [ m / k N ]	Dy:	DFi: [ rad/kNm ]
1	utwierdzenie	90,0	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
5	utwierdzenie	90,0	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00

PRZEKROJE PRĘTÓW:

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

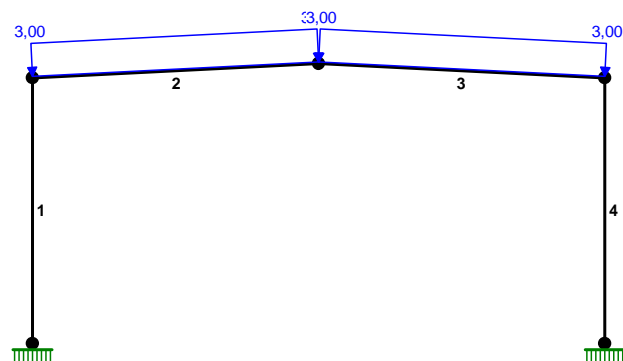


PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
10 - przegub-szttyw.; 11 - przegub-przegub  
22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,000	6,500	6,500	1,000	1 I 280 HEA
2	00	2	3	7,000	0,350	7,009	1,000	1 I 280 HEA
3	00	3	4	7,000	-0,350	7,009	1,000	1 I 280 HEA
4	00	5	4	0,000	6,500	6,500	1,000	1 I 280 HEA

OBCIĄŻENIA:

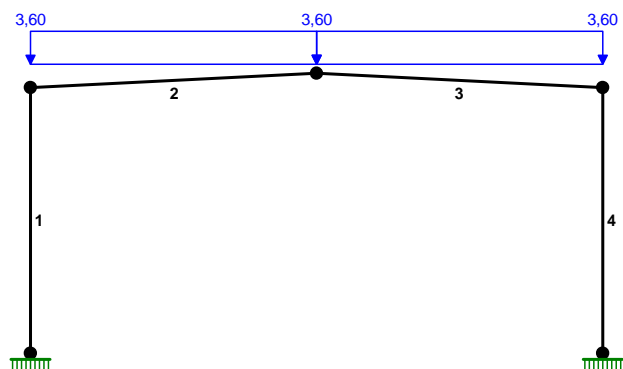


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A "pokrycie"			Stałe	$\gamma_f = 1,15$	
2	Liniowe	2,9	3,00	3,00	0,00	7,01
3	Liniowe	-2,9	3,00	3,00	0,00	7,01

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

OBCIĄŻENIA:

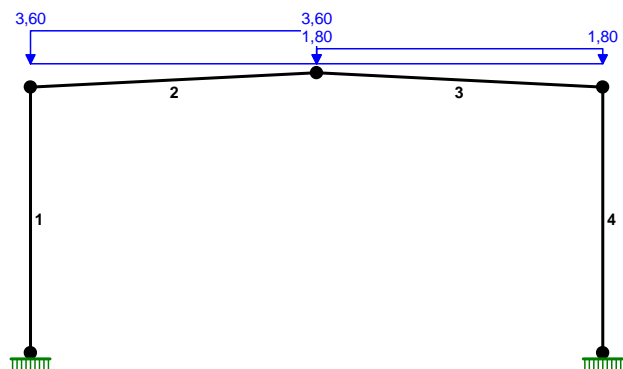


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
-------	---------	------	---------	---------	-------	-------

Grupa:	B	"śnieg w.1"		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
2	Liniowe-Y	0,0	3,60	3,60	0,00	7,01
3	Liniowe-Y	0,0	3,60	3,60	0,00	7,01

OBCIĄŻENIA:



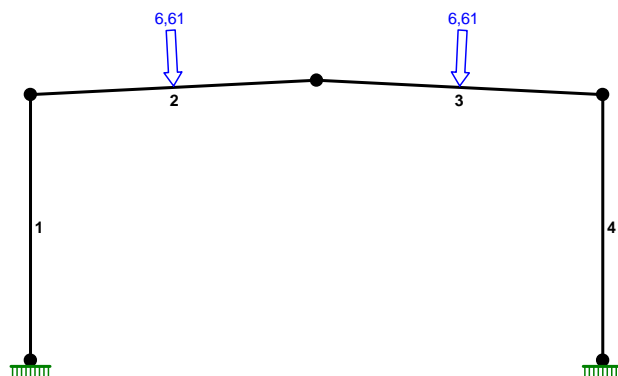
OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
-------	---------	------	---------	---------	-------	-------

Grupa:	C	"śnieg w.2"		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
2	Liniowe-Y	0,0	3,60	3,60	0,00	7,01
3	Liniowe-Y	0,0	1,80	1,80	0,00	7,01

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

OBCIĄŻENIA:

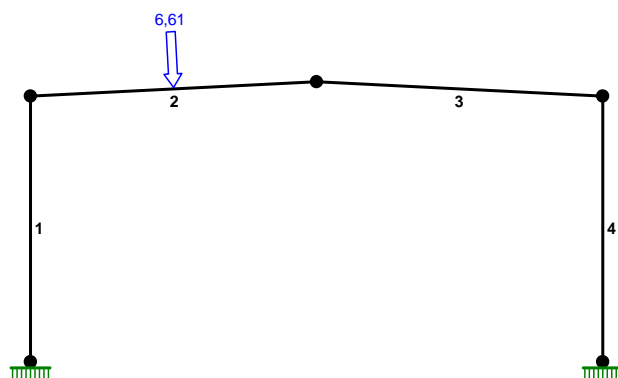


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
-------	---------	------	---------	---------	-------	-------

Grupa:	D	"wiatr w.1"		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
2	Skupione	2,9	6,61		3,50	
3	Skupione	-2,9	6,61		3,50	

OBCIĄŻENIA:



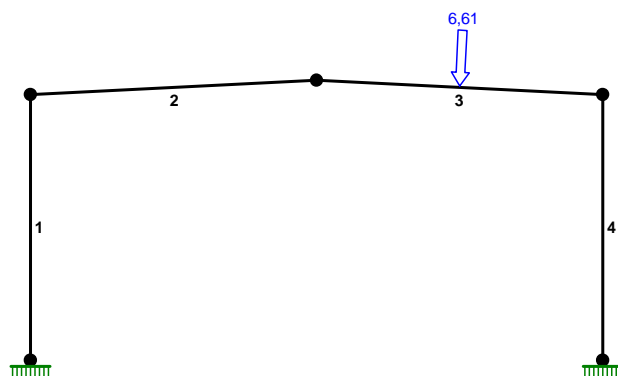
OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
-------	---------	------	---------	---------	-------	-------

Grupa:	E	"wiatr w.2"		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
2	Skupione	2,9	6,61		3,50	

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

OBCIĄŻENIA:

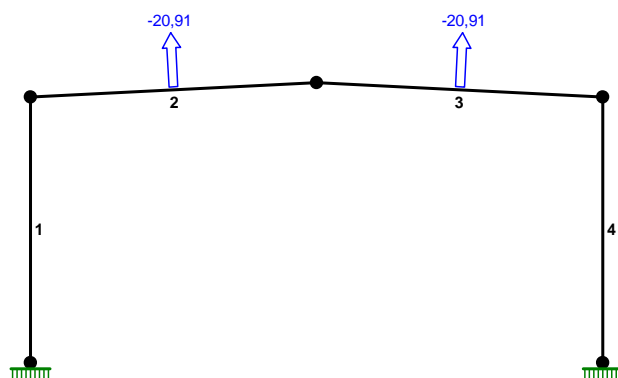


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: F "wiatr w.3" Zmienne  $\gamma_f = 1,50$   
3 Skupione -2,9 6,61 3,50

OBCIĄŻENIA:



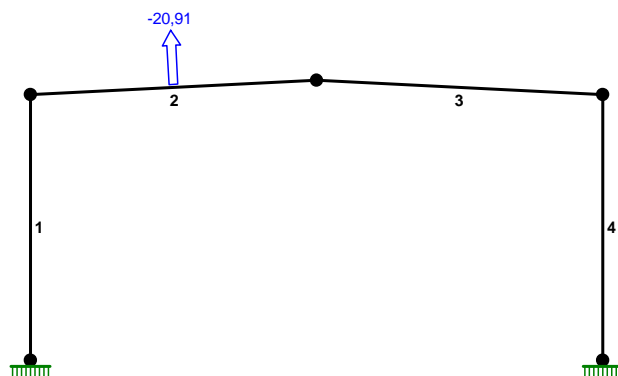
OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: G "wiatr w.4" Zmienne  $\gamma_f = 1,50$   
2 Skupione 2,9 -20,91 3,50  
3 Skupione -2,9 -20,91 3,50

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

OBCIĄŻENIA:

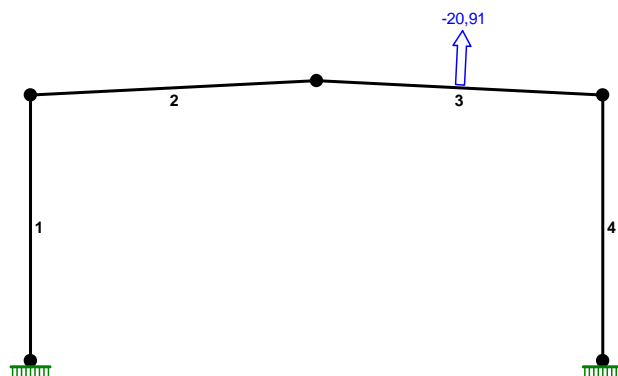


OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: H "wiatr w.5" Zmienne  $\gamma_f = 1,50$   
2 Skupione 2,9 -20,91 3,50

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: I "wiatr w.6" Zmienne  $\gamma_f = 1,50$   
3 Skupione -2,9 -20,91 3,50

W Y N I K I  
Teoria I-go rzędu  
Kombinatoryka obciążeń

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa: Znaczenie:  $\psi_d$ :  $\gamma_f$ :

Ciężar wł. 1,10



PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

A - "pokrycie"	Stałe			1,15
B - "śnieg w.1"	Zmienne	1	1,00	1,50
C - "śnieg w.2"	Zmienne	1	1,00	1,50
D - "wiatr w.1"	Zmienne	1	1,00	1,50
E - "wiatr w.2"	Zmienne	1	1,00	1,50
F - "wiatr w.3"	Zmienne	1	1,00	1,50
G - "wiatr w.4"	Zmienne	1	1,00	1,50
H - "wiatr w.5"	Zmienne	1	1,00	1,50
I - "wiatr w.6"	Zmienne	1	1,00	1,50

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.: Relacje:

Ciężar wł. ZAWSZE

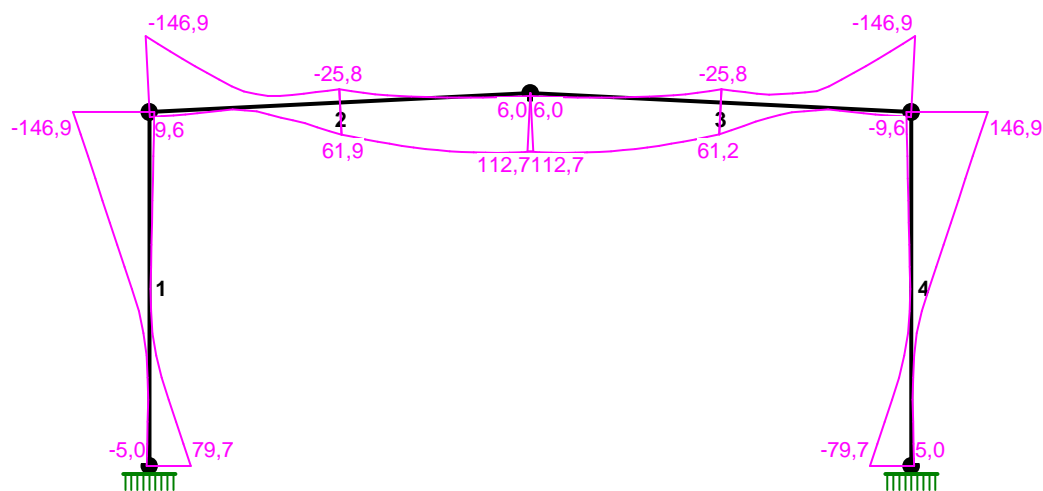
A - "pokrycie"	EWENTUALNIE
B - "śnieg w.1"	EWENTUALNIE
C - "śnieg w.2"	EWENTUALNIE
D - "wiatr w.1"	EWENTUALNIE
E - "wiatr w.2"	EWENTUALNIE
F - "wiatr w.3"	EWENTUALNIE
G - "wiatr w.4"	EWENTUALNIE
H - "wiatr w.5"	EWENTUALNIE
I - "wiatr w.6"	EWENTUALNIE

KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

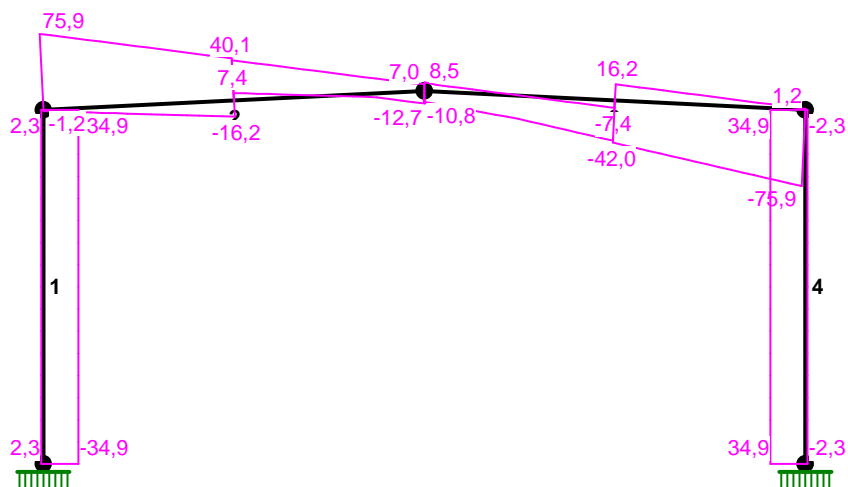
Nr: Specyfikacja:

- 1 ZAWSZE : A  
EWENTUALNIE: B/C+D/E/F/G/H/I

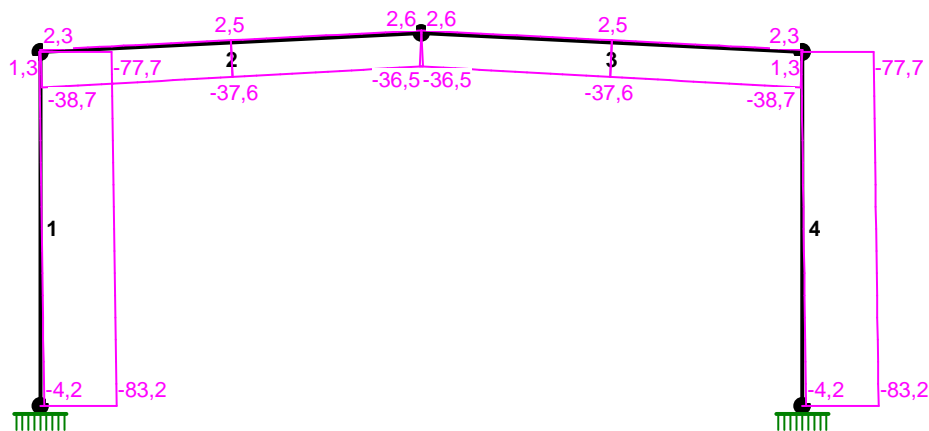
MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



**SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,000	<b>79,7*</b>	-34,9	-83,2	ABD
	6,500	<b>-146,9*</b>	-34,9	-77,7	ABD
	0,000	79,7	<b>-34,9*</b>	-83,2	ABD
	6,500	-146,9	<b>-34,9*</b>	-77,7	ABD
	6,500	9,6	2,3	<b>1,3*</b>	AG
	0,000	79,7	-34,9	<b>-83,2*</b>	ABD
2	6,790	<b>112,8*</b>	0,3	-36,6	ABD

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY – BRANŻA KONSTRUKCJA

	0,000	<b>-146,9*</b>	75,9	-38,7	ABD
	0,000	-146,9	<b>75,9*</b>	-38,7	ABD
	7,009	6,0	0,1	<b>2,6*</b>	AG
	0,000	-146,9	75,9	<b>-38,7*</b>	ABD
3	0,219	<b>112,8*</b>	-0,3	-36,6	ABD
	7,009	<b>-146,9*</b>	-75,9	-38,7	ABD
	7,009	-146,9	<b>-75,9*</b>	-38,7	ABD
	0,000	6,0	-0,1	<b>2,6*</b>	AG
	7,009	-146,9	-75,9	<b>-38,7*</b>	ABD
4	6,500	<b>146,9*</b>	34,9	-77,7	ABD
	0,000	<b>-79,7*</b>	34,9	-83,2	ABD
	6,500	146,9	<b>34,9*</b>	-77,7	ABD
	0,000	-79,7	<b>34,9*</b>	-83,2	ABD
	6,500	-9,6	-2,3	<b>1,3*</b>	AG
	0,000	-79,7	34,9	<b>-83,2*</b>	ABD

\* = Wartości ekstremalne

**REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	<b>34,9*</b>	83,2	90,2	-79,7	ABD
	<b>-2,3*</b>	4,2	4,7	5,0	AG
	34,9	<b>83,2*</b>	90,2	-79,7	ABD
	-2,3	<b>4,2*</b>	4,7	5,0	AG
	34,9	83,2	<b>90,2*</b>	-79,7	ABD
	-2,3	4,2	4,7	<b>5,0*</b>	AG
	34,9	83,2	90,2	<b>-79,7*</b>	ABD
5	<b>2,3*</b>	4,2	4,7	-5,0	AG
	<b>-34,9*</b>	83,2	90,2	79,7	ABD
	-34,9	<b>83,2*</b>	90,2	79,7	ABD
	2,3	<b>4,2*</b>	4,7	-5,0	AG
	-34,9	83,2	<b>90,2*</b>	79,7	ABD
	-34,9	83,2	90,2	<b>79,7*</b>	ABD
	2,3	4,2	4,7	<b>-5,0*</b>	AG

\* = Wartości ekstremalne

**NOŚNOŚĆ PRĘTÓW:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Przekrój:	Pręt:	Warunek:	Wykorzystanie:	Kombinacja obc.
1	1	Śc.zg.(58)	75,4%	ABD
	2	Śc.zg.(58)	71,6%	ABD
	3	Śc.zg.(58)	71,6%	ABD
	4	Śc.zg.(58)	75,4%	ABD

**„Uwaga!**

*Dopuszcza się po uprzednim uzyskaniu akceptacji Zamawiającego i Projektanta, zastosowanie równoważnych materiałów pod warunkiem posiadania stosownych świadectw, atestów i certyfikatów do stosowania w użytkowaniu i eksploatacji tych wyrobów w poszczególnych elementach.*

*Wszelkie użyte w projekcie nazwy producenta są przykładowe i mają na celu wyłącznie wskazanie standardu jakościowego przyjętych systemów elementów wykonawczych oraz dostaw urządzeń. W procesie realizacji możliwe jest zastosowanie rozwiązań, urządzeń i aparatury dowolnej firmy, równorzędnych technicznie, o takich samych parametrach, pod warunkiem zachowania standardu jakościowego nie gorszego niż przywołany w dokumentacji. Ewentualne zmiany projektowe spowodowane różnicą zastosowanych w wyniku przetargu wyposażenia, materiałów, urządzeń i aparatury obciążają Wykonawcę.”*

## **15. SPIS RYSUNKÓW KONSTRUKCYJNYCH**

### **15.1.SUSZARNIA**

- |         |   |
|---------|---|
| 1. K01  | Rzut fundamentów  |
| 2. K02  | Rzut słupów   |
| 3. K03  | Rzut konstrukcyjny dachu  |
| 4. K04  | Przekrój A-A  |
| 5. K05  | Przekrój B-B  |
| 6. K06  | Widok ściany szczytowej w osi 1   |
| 7. K07  | Ławy fundamentowe, trzpienie fundamentowe                               |
| 8. K08  | Rygle dachowe, tężniki T-4, T-5   |
| 9. K09  | Słupy w osiach A i C  |
| 10. K10 | Słupy w osi B   |
| 11. K11 | Słupy w ścianach szczytowych, konstrukcja bramy                         |
| 12. K12 | Tężniki: T-1, T-1.1, T-2, T-2.1, T-3, T-3.1, stężenia: ST-1, ST-2, St-3 |

### **15.2. MAGAZYN NA PIASEK I SKRATKI**

- |         |   |
|---------|---|
| 13. K13 | Rzut fundamentów                              |
| 14. K14 | Rzut słupów                                   |
| 15. K15 | Rzut konstrukcji dachu                        |
| 16. K16 | Przekrój A-A                                  |
| 17. K17 | Widok B-B                                     |
| 18. K18 | Stopa fundamentowa SF-3                       |
| 19. K19 | Zbrojenie płyty (część 1)                     |
| 20. K20 | Zbrojenie płyty (część 2)                     |
| 21. K21 | Słupy wiaty                                   |
| 22. K22 | Rygle dachowe wiaty                           |
| 23. K23 | Stężenia ścian podłużnych, stężenia połaciowe |
| 24. K24 | Płatwie, stężenia międzypłatwiowe             |