

OPINIA TECHNICZNA

NR 01-03/2020

Ocena możliwości montażu paneli fotowoltaicznych na dachu budynku

Zamawiający: TOP Energy S.A. Sp.K.
Adres zamawiającego: ul. Grójecka 208
02-390 Warszawa
Obiekt: Szpital Psychiatryczny SPZOZ
ul. J. Bema 24
11-600 Węgorzewo
Jednostka opiniująca: Unilab s.c.
ul. Bluszczańska 76/70
00-712 Warszawa
Skład zespołu opiniującego mgr inż. Piotr Kruszyński
mgr inż. Wojciech Życiński
Pracę rozpoczęto / zakończono: marzec 2020r
Projektant: mgr inż. Wojciech Życiński
upr. bud. do projektowania w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń
MAZ/0389/PWBKb/16

podpis:.....

Niniejsze opracowanie zawiera 40 ponumerowanych stron i zostało wykonane w dwóch egzemplarzach, przy czym jeden otrzymał Zamawiający, a jeden pozostał w UNILAB.

Opracowanie należy rozpatrywać równolegle z dokumentacją fotograficzną, załącznikami oraz częścią rysunkową. Do opracowania dołączono dodatkowo płytę zawierającą skany dokumentacji archiwalnej oraz dokumentację zdjęciową.

Warszawa, Marzec 2020r.



MAZOWIECKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA



Mazowiecka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
sygn. akt. MAZ/7131-7132/325/16/K

Warszawa, dnia 7 lipca 2016 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz.U. z 2014 r. poz. 1946) i art. 12 ust. 1 pkt 1 - 5, ust. 2, 3 i 4c pkt 3, art. 13 ust. 1, 3 i 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jedn.: Dz.U. z 2016 r., poz. 290) oraz § 10 i 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. poz. 1278), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan mgr inż. Wojciech Edward Życiński
ur. dnia 13 stycznia 1988 roku w Katowicach
otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny MAZ/0389/PWBKb/16
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
bez ograniczeń

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pouczenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

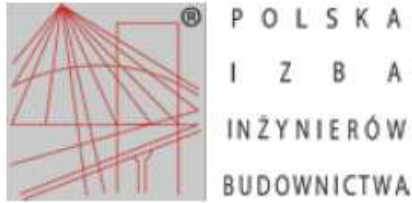
Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

dr hab. inż. Eugeniusz Koda, prof. nadzw.

mgr inż. Irena Churska

dr inż. Paweł Król





Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAZ-1XV-ZSG-14U *

Pan WOJCIECH EDWARD ŻYCIŃSKI o numerze ewidencyjnym MAZ/BO/0630/16
adres zamieszkania ul. POPRZECZNA 2 A/2, 40-654 KATOWICE
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2019-11-01 do 2020-10-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2019-11-05 roku przez:

Roman Lulis, Przewodniczący Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

Warszawa, 27.03.2020r.

Oświadczenie projektanta

Zgodnie z art. 20 ust.4 Ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo Budowlane (tekst jednolity Dz.U. 2017 poz. 1332 z dnia 8 czerwca 2017r. ze zmianami) oświadczam, że:

OPINIA TECHNICZNA

NR 01-03/2020

Ocena możliwości montażu paneli fotowoltaicznych na dachu budynku

został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

podpis

Spis zawartości opracowania

A.	Opinia techniczna	6
1.1	Podstawa opracowania.....	6
1.2	Przedmiot, cel i zakres opracowania.....	6
1.3	Lokalizacja budynku	6
1.4	Charakterystyka budynku istniejącego.....	7
1.5	Zakres prac budowlanych	7
1.6	Panele fotowoltaiczne	7
1.7	Wizja lokalna	7
1.8	Analiza możliwości wykonania zamierzenia budowlanego	8
1.9	Wnioski i zalecenia	8
B.	Obliczenia statyczne	9
1.1	Analiza SGN i SGU więźby dachowej, układ nr 1.	9
1.2	Analiza SGN i SGU więźby dachowej, układ nr 2.	30
1.3	Analiza SGN i SGU płatwi dolnej 220 x 250 mm.	35
1.4	Analiza SGN i SGU płatwi górna 160 x 180 mm.	37
C.	Rysunki.....	41

A. Opinia techniczna

1.1 Podstawa opracowania

Podstawa formalna opracowania

- Oferta z dnia 06.03.2020r. przedstawiona na zlecenie TOP Energy S.A Sp.K. [1],
- Przekazana mailowo dokumentacja projektowa z dnia 06.03.2020r. oraz 11.03.2020r. [2],

Podstawa techniczna opracowania:

- Ustawa z 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane Dz. U. z 2003 r. nr 207, poz. 2016 (tekst jednolity) z późniejszymi zmianami [3],
- PN-EN 1990 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji [4],
- PN-EN 1991 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje Część 1-1: Oddziaływania ogólne -- Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach [5],
- PN-EN 1991 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje Część 1-3: Oddziaływania ogólne -- Obciążenie śniegiem [6],
- PN-EN 1991 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje Część 1-4: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania wiatru [7],

1.2 Przedmiot, cel i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest sprawdzenie pod względem konstrukcyjno-wytrzymałościowym możliwości montażu paneli fotowoltaicznych na dachu budynku Szpitala Psychiatrycznego SPZOZ, ul. J. Bema 24, w Węgorzewie.

Opracowanie stanowi opinię konstrukcyjną w zakresie analizy nośności konstrukcji obiektu w nowej sytuacji obliczeniowej.

Zakres opracowania:

- podstawowa charakterystyka obiektu,
- analiza statyczno-wytrzymałościowa w nowym stanie obciążenia pod kątem możliwości wykonania zamierzenia budowlanego,
- wnioski i zalecenia.

1.3 Lokalizacja budynku

Przedmiotowy obiekt zlokalizowany jest w Węgorzewie, przy ul. J. Bema 24



Fot.1. Budynek Szpitala Psychiatrycznego SPZOZ,
<https://goo.gl/maps/d7hem77z18RR8bn9A>.

1.4 Charakterystyka budynku istniejącego

Budynek szpitalny, wolnostojący, 3 kondygnacyjny z poddaszem. Wybudowany na planie prostokąta, o konstrukcji tradycyjnej, murowanej. Wymiary podstawowe: 64,50 x 11,65 m, wysokość budynku: 22,0 m. Ściany konstrukcyjne zewnętrzne murowane z cegły ceramicznej pełnej grubości 51cm. Stropy ceramiczno-żelbetowe typu Kleina z pustaków 10 x 15 x 25, płyta nadbetonu grubości 8 cm. Stropy opierają się na ścianach zewnętrznych oraz dwuteowych podciągach stalowych NP. 250 w rozstawie co 3,96 m.

Więźba dachowa drewniana, dwuspadowa o konstrukcji rozporowo-zastrzałkowej i nachyleniu 57 stopni. Pokrycie dachu istniejącego wykonano z dachówki ceramicznej holenderki. Obróbki blacharskie stalowe, ocynkowane. Odprowadzenie wód gruntowych poprzez rynny i rury spustowe średnicy 110 mm. Więźba dachowa została przedstawiona na rysunku K-01-01, stanowiącym załącznik do opinii technicznej.

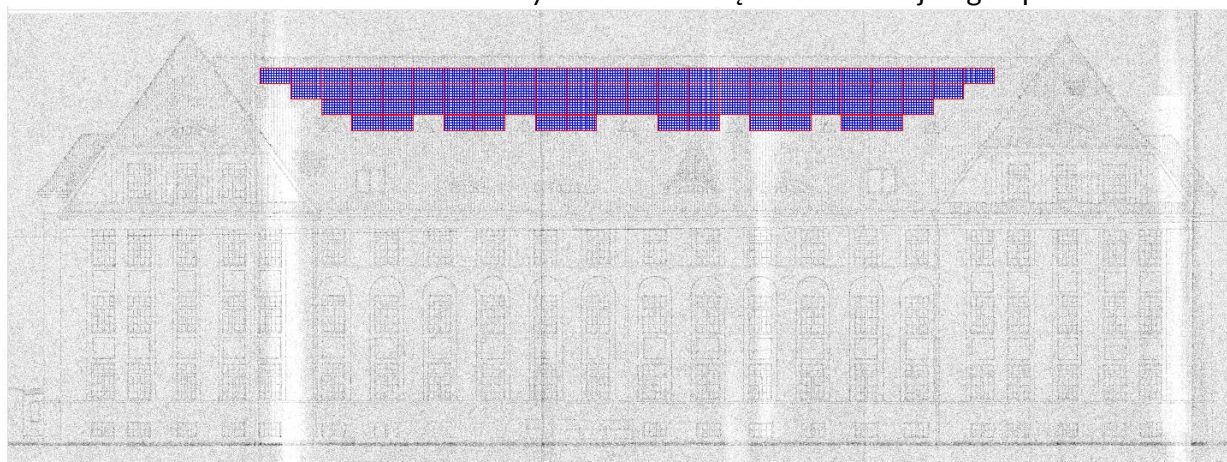
1.5 Zakres prac budowlanych

Zgodnie z informacją przekazaną przez Zleceniodawcę zakres planowanych prac budowlanych dla dachu budynku obejmuje:

- demontaż obróbek blacharskich, rynien i rur spustowych
- demontaż istniejącego pokrycia dachowego
- demontaż deskowania pełnego
- wykonanie nowego pokrycia dachu z blachodachówki wraz z ołatowaniem.
- wykonanie obróbek blacharskich, rynien i rur spustowych
- montaż paneli fotowoltaicznych

1.6 Panele fotowoltaiczne

Przewidziano montaż 78 modułów fotowoltaicznych o mocy znamionowej 315 Wp każdy. Podany przez Zleceniodawcę ciężar instalacji wraz z konstrukcją wsporczą wynosi 0,20 kN/m². Karta techniczna modułów fotowoltaicznych stanowi załącznik do niniejszego opracowania.



Fot.2. Rozmieszczenie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku,
materiał udostępniony przez Zleceniodawcę.

1.7 Wizja lokalna

W wyniku przeprowadzonej wizji lokalnej stwierdzono:

- liczne nieszczelności pokrycia dachowego z dachówki,
- uszkodzenia elementów konstrukcji drewnianej w postaci pęknięć podłużnych – wzdłuż włókien – słupów, krokwi i płatwi,
- brak konserwacji drewna,
- brak folii wiatrochronnej,
- korozję biologiczną oraz spróchnienie belek więzarsowych oraz desek podłogowych,
- brak wyprowadzenia części kominów ponad pokrycie dachowe,
- jedną z płatwi dolnych (Rys. K-01-01) zakończono przed ścianą murowaną stanowiącą jej podporę,
- wilgotność względna elementów konstrukcyjnych w trakcie oględzin wynosiła 14,2 – 16,0 %

1.8 Analiza możliwości wykonania zamierzenia budowlanego

Zgodnie z wymaganiami prawa budowlanego i właściwych przepisów wszelkie zmiany konstrukcyjne w przypadku obiektów istniejących muszą być realizowane na bazie aktualnych norm przedmiotowych (w szczególności aktualna norma obciążenia śniegiem PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1) Wobec powyższego ustrój nośny przedmiotowego obiektu poddano analizie w nowym stanie obciążenia - panele fotowoltaiczne. Ciężar paneli fotowoltaicznych wraz z konstrukcją przyjęto zgodnie z wytycznymi producenta: $g=0,2 \text{ kN/m}^2$.

W wyniku analizy statyczno-wytrzymałościowej, na bazie aktualnych norm przedmiotowych stwierdzono, iż w przypadku montażu dodatkowego obciążenia (panele fotowoltaiczne) spełnione zostaną stany graniczne: nośności i użytkowalności (SGN i SGU).

1.9 Wnioski i zalecenia

Na podstawie przeprowadzonych oględzin oraz wykonanych obliczeń stwierdzono:

- **obecny stan techniczny części drewnianych elementów konstrukcyjnych kwalifikuje je do wymiany lub wzmocnienia. Zaleca się wymianę wszystkich elementów konstrukcyjnych objętych korozją biologiczną. Ze względu na znaczne wyłężenie płaty dolnej 220 x 250 mm (96% pkt B.1.3) oraz płaty górnej 160 x 180 mm (99% pkt B.1.4) należy opracować projekt wzmocnień dla ww. elementów. Do obliczeń przyjęto klasę drewna C16.**
- wszystkie drewniane elementy konstrukcyjne należy zabezpieczyć przed korozją biologiczną.

Wytyczne związane z przygotowaniem i wykonaniem robót budowlanych:

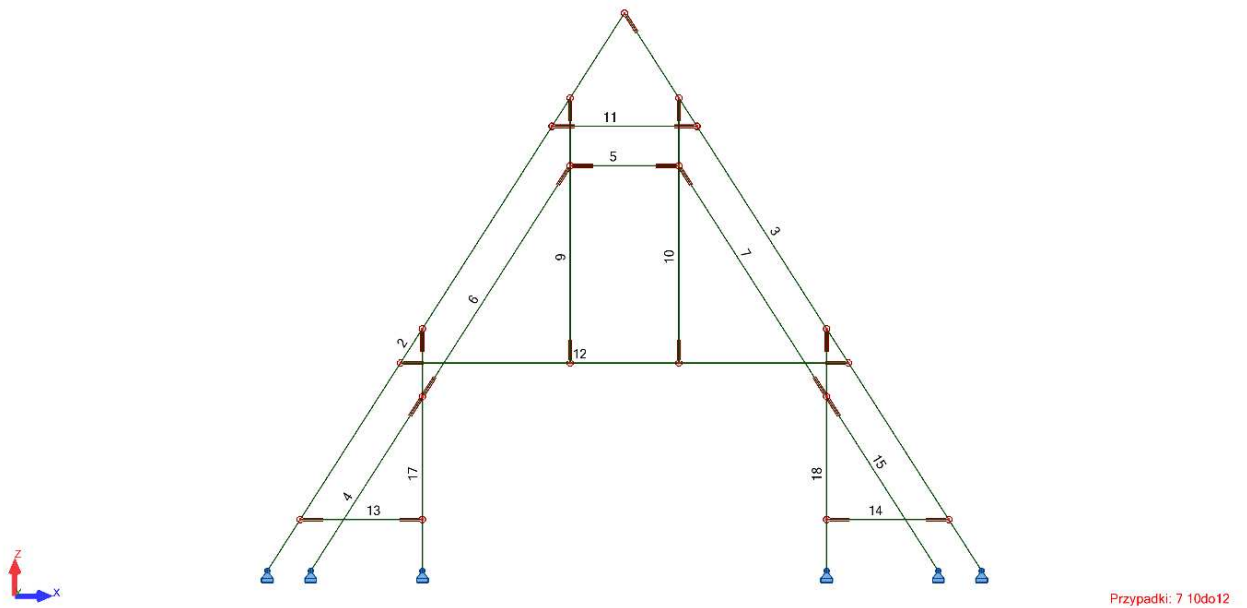
- prace prowadzić z należytą starannością,
- panele montować na podkonstrukcji zgodnie z instrukcją producenta oraz wg. wytycznych dostawcy paneli,
- całość prac budowlanych prowadzić przestrzegając przepisów BHP i zasad sztuki budowlanej,
- należy bezwzględnie monitorować grubość i rodzaj pokrywy śnieżnej na dachu, by nie dopuścić do przekroczenia dopuszczalnego obciążenia śniegiem,
- ze względu na specyfikę zamierzenia budowlanego należy bezwzględnie przestrzegać przepisów BHP – całość prac wykonywać zgodnie z przepisami oraz zasadami sztuki budowlanej pod nadzorem osoby uprawnionej.

Zalecenia, zgodnie z komunikatem Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego:

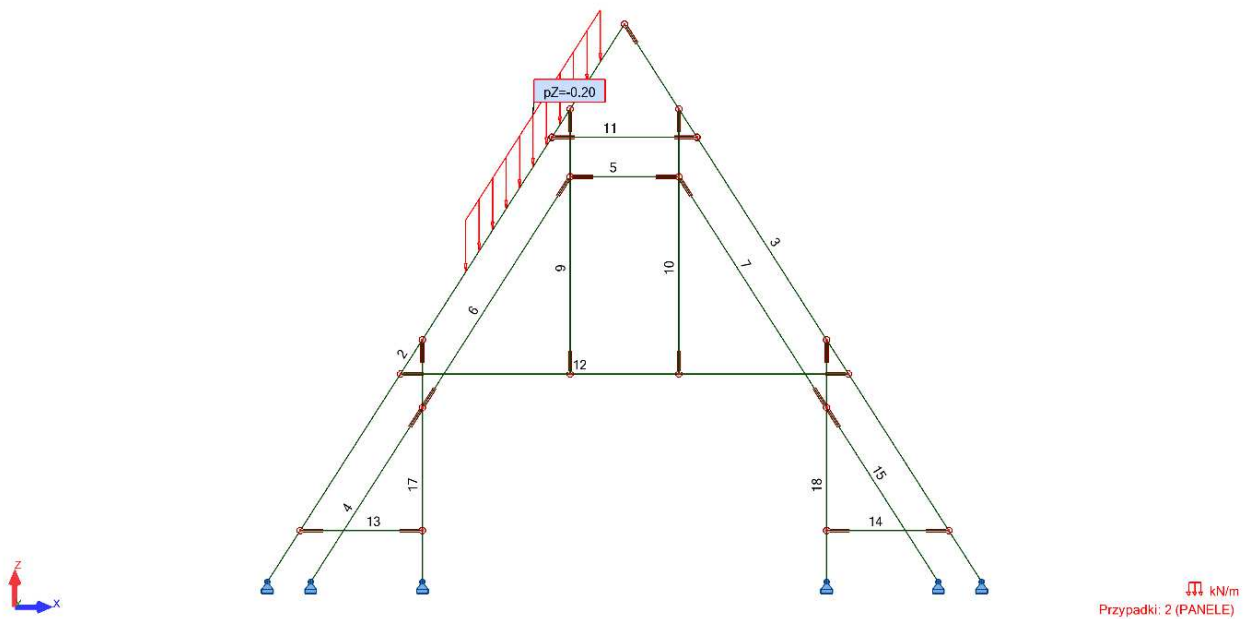
- właściciel, zarządca powinien znać swój budynek i wiedzieć, jaką wytrzymałość ma konstrukcja nośna dachu,
- na właścicielach i zarządcach ciąży obowiązek przeprowadzania kontroli bezpiecznego użytkowania obiektu każdorazowo w przypadku wystąpienia czynników zewnętrznych oddziałujących na obiekt, związanych z działaniem człowieka lub sił natury, w wyniku których następuje uszkodzenie obiektu budowlanego lub bezpośrednie zagrożenie takim uszkodzeniem, mogące spowodować zagrożenie życia lub zdrowia ludzi, bezpieczeństwa mienia lub środowiska (art.62 ust.1 pkt 4 ustawy PB),
- w art. 61 ww. ustawy ustawodawca zapisał obowiązek dbania o należyty stan techniczny każdego obiektu budowlanego, czyli także budynków prywatnych - oznacza to, że nadzór budowlany egzekwuje takie same wymagania od właścicieli i zarządców obiektów publicznych i prywatnych; warto dodać, że zawsze łatwiej jest usunąć świeży śnieg niż taki, który zalega od wielu dni,
- za utrzymanie budynków we właściwym stanie technicznym i bezpieczeństwo ich użytkowania są odpowiedzialni właściciele i zarządcy budynków - w razie pojawienia się czynników, w wyniku których następuje uszkodzenie obiektu budowlanego lub bezpośrednie zagrożenie takim uszkodzeniem, mogące spowodować zagrożenie życia lub zdrowia ludzi, bezpieczeństwa mienia lub środowiska, właściciele lub zarządcy są zobowiązani do zapewnienia bezpiecznego użytkowania obiektu budowlanego, dlatego dbałość o należyty stan techniczny budynku i nie dopuszczenie do przeciążenia konstrukcji budynku poprzez m.in. zapewnienie bezpiecznego usunięcia nadmiaru śniegu z dachu jest obowiązkiem właścicieli i zarządców; odśnieżanie dachu budynku może być wykonane przez właściciela, zarządcę, wyspecjalizowaną firmę lub pracowników zakładu pracy.

B. Obliczenia statyczne

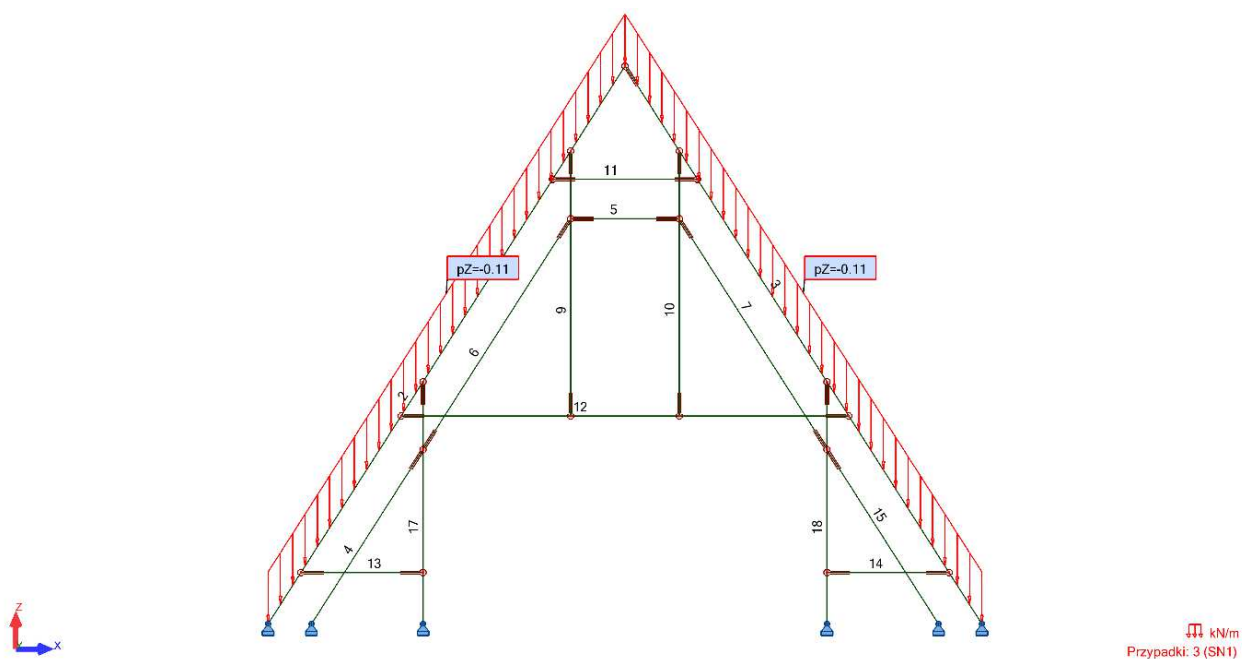
1.1 Analiza SGN i SGU więzby dachowej, układ nr 1.



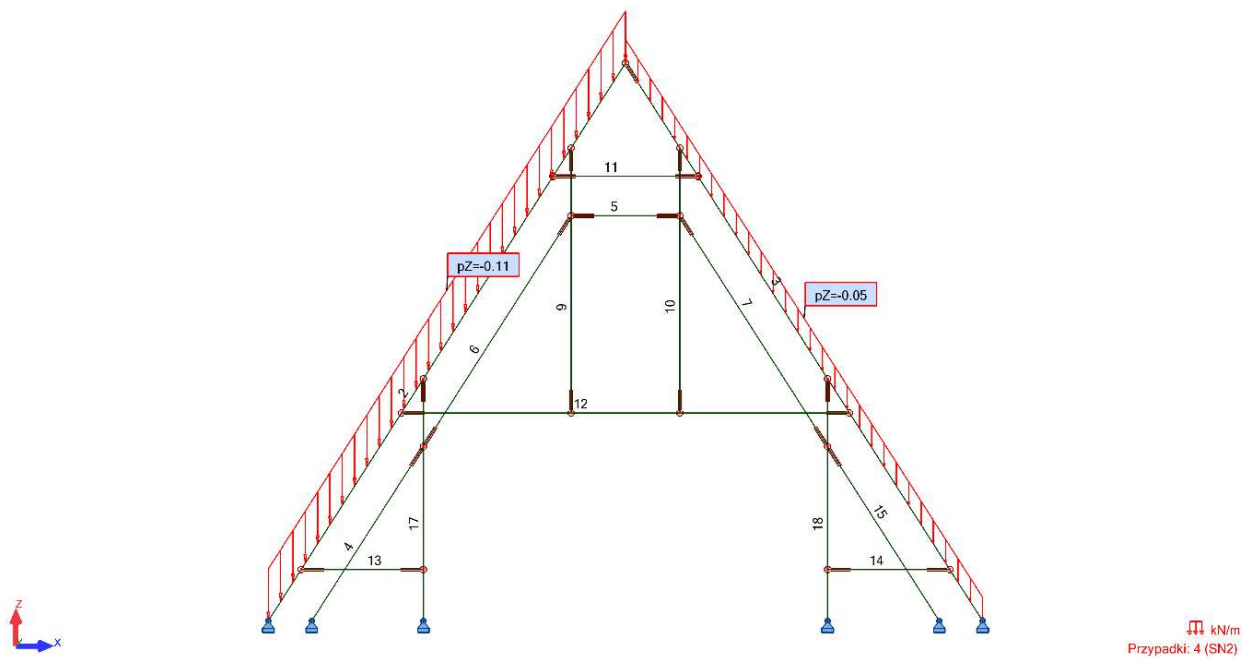
Rys. 1. Widok więzby dachowej – układ nr 1.



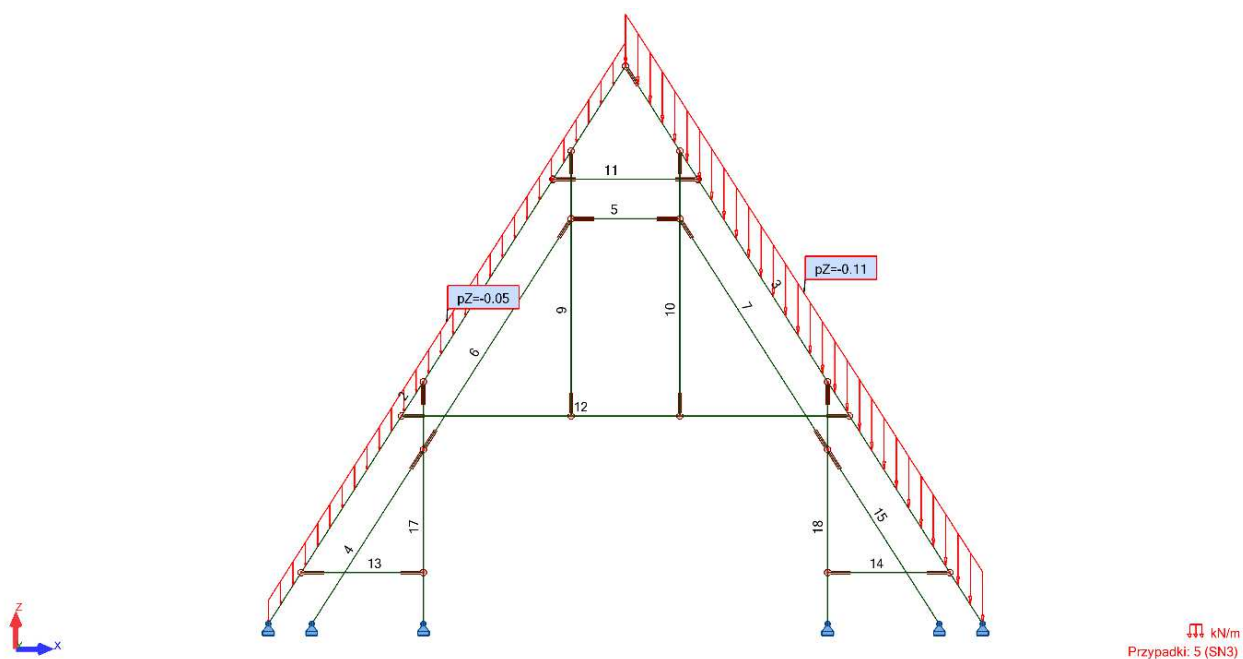
Rys. 2. Obciążenie od paneli fotowoltaicznych.



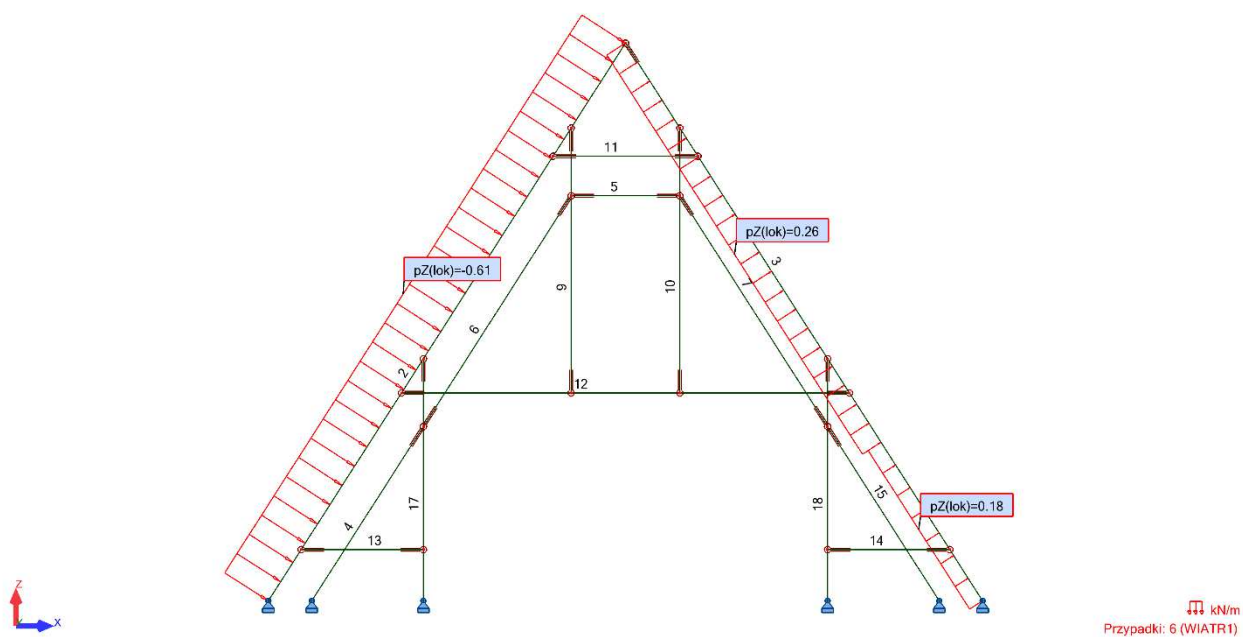
Rys. 3. Obciążenie śniegiem - SN1.



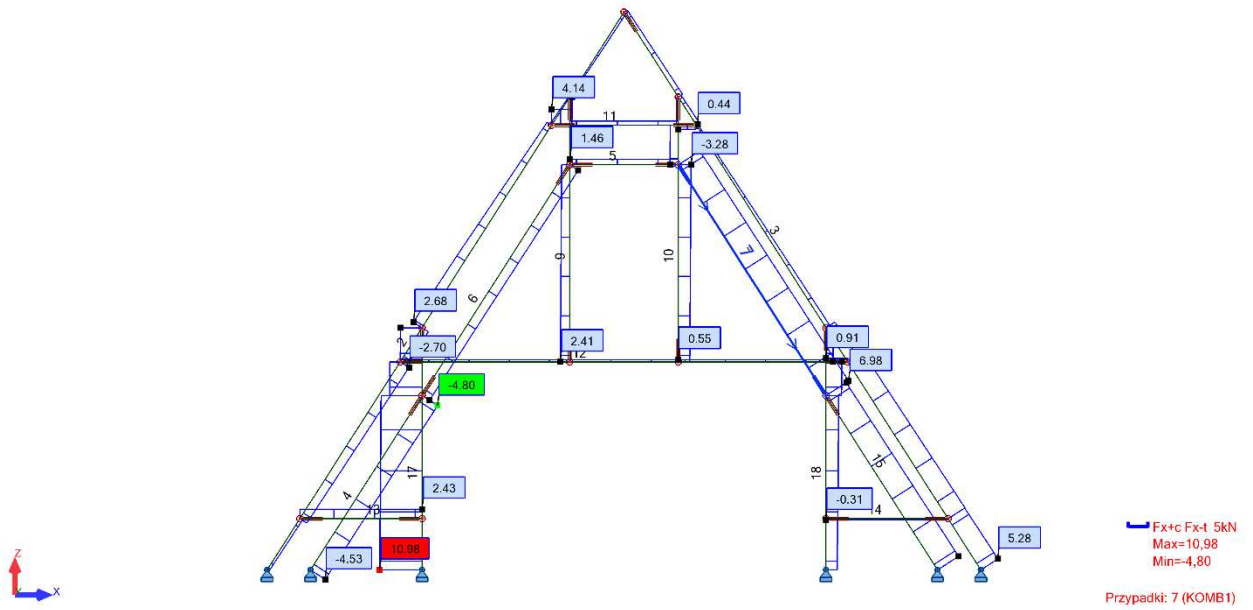
Rys. 4. Obciążenie śniegiem – SN2.



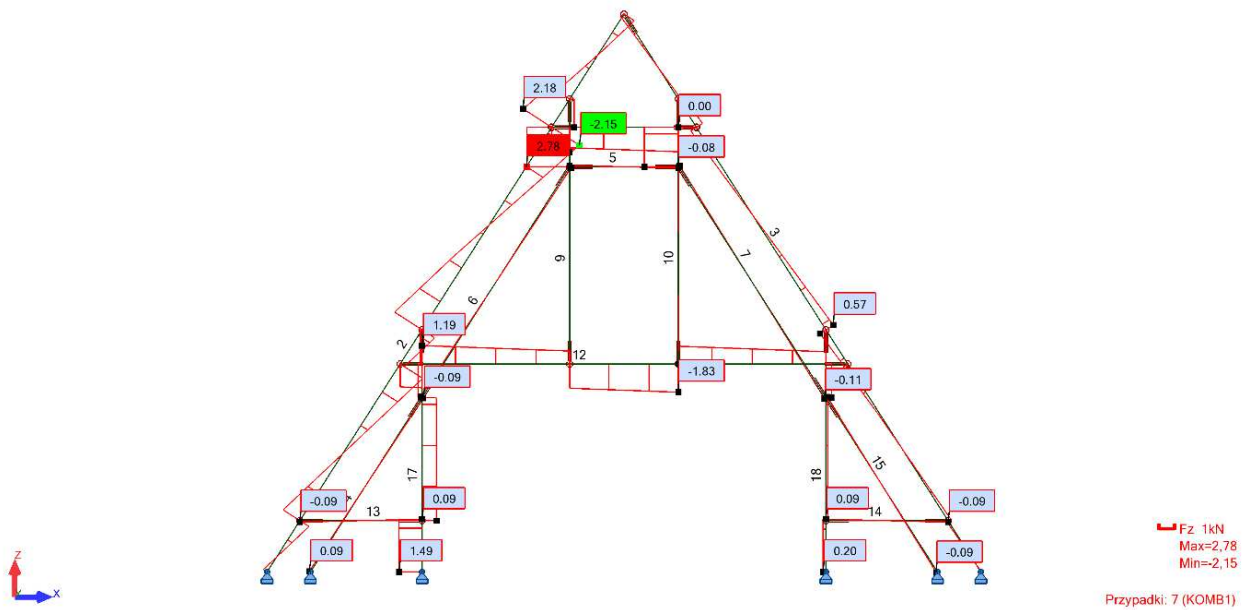
Rys. 5. Obciążenie śniegiem – SN3.



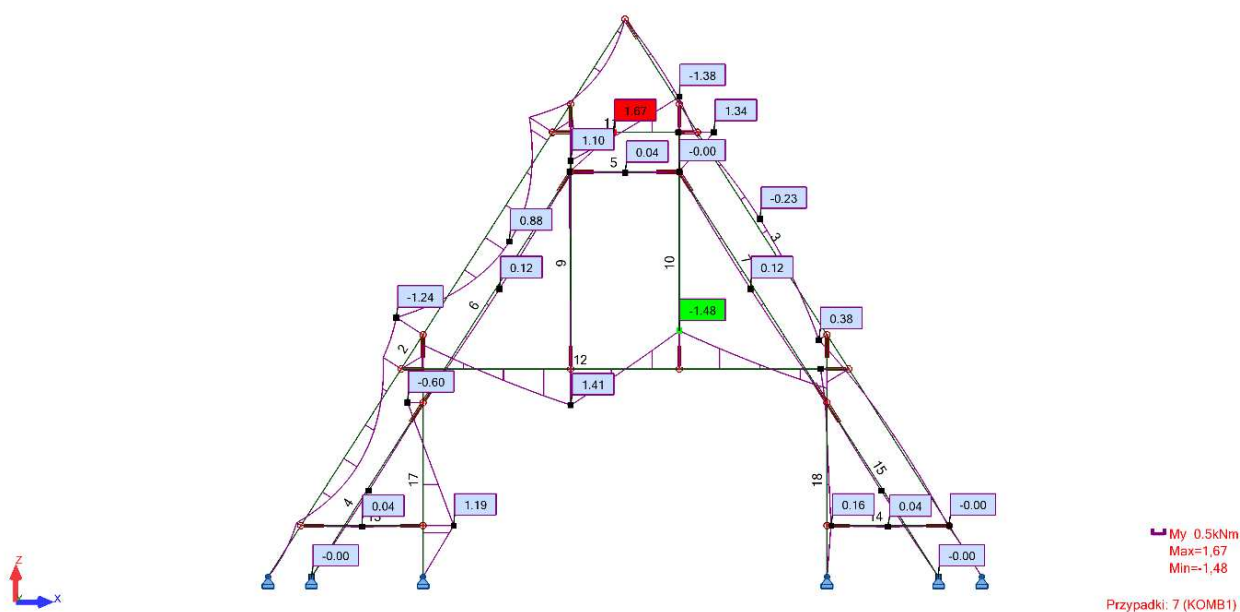
Rys. 6. Obciążenie wiatrem – WIATR1.



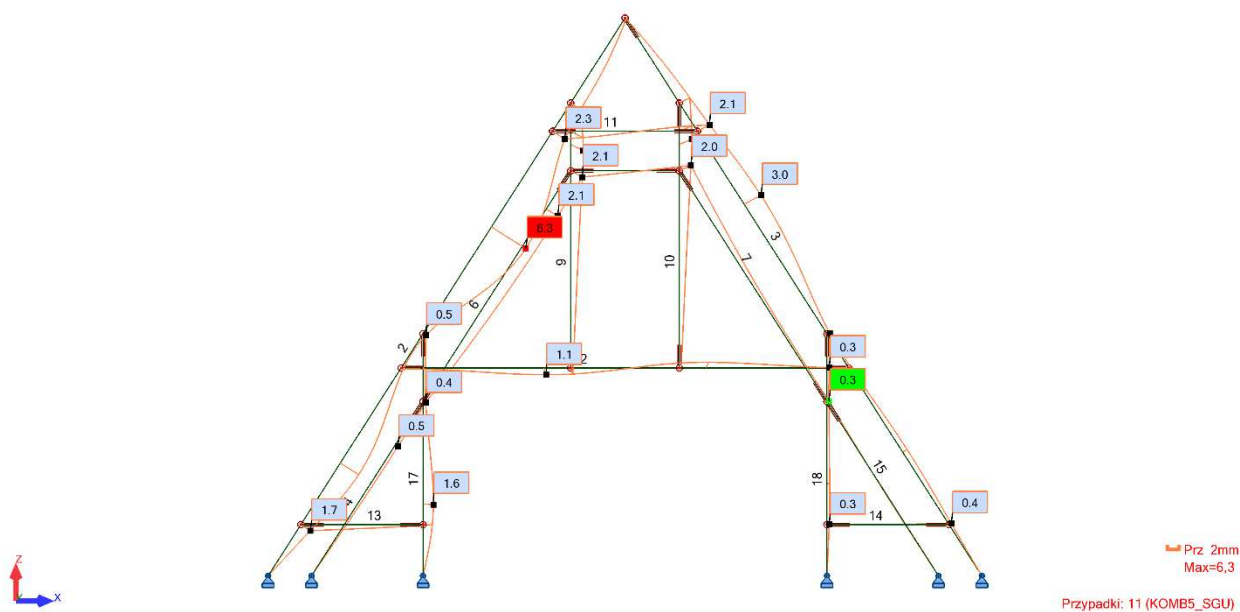
Rys. 7. Wykres sił normalnych – kombinacja SGN.



Rys. 8. Wykres sił tnących – kombinacja SGN.



Rys. 9. Wykres momentów – kombinacja SGN.



Rys. 10. Deformacja ugięcia - kombinacja SGU.

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH KROKIEW ZEWNĘTRZNA 120 x 140 - SGN

NORMA: PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 KROKIEW ZEW

PRĘT: 2 Pręt drewniany_2

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.43 L = 4.49 m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 8 KOMB2 (1+2)*1.35+(4+6)*1.50

MATERIAŁ C16

gM = 1.30

f_{m,0,k} = 16.00 MPa

f_{t,0,k} = 10.00 MPa

f_{c,0,k} = 17.00 MPa

f_{v,k} = 3.20 MPa

f_{t,90,k} = 0.40 MPa

f_{c,90,k} = 2.20 MPa

E_{0,moyen} = 8000.00 MPa

E_{0,05} = 5400.00 MPa

G_{moyen} = 500.00 MPa

Klasa użyteczności: 1

Beta_c = 1.00



PARAMETRY PRZEKROJU: drew_12x14

ht=14.0 cm

bf=12.0 cm

ea=6.0 cm

es=6.0 cm

A_y=112.00 cm²

I_y=2744.00 cm⁴

W_y=392.00 cm³

A_z=112.00 cm²

I_z=2016.00 cm⁴

W_z=336.00 cm³

A_x=168.00 cm²

I_x=3709.4 cm⁴

NAPRĘŻENIA

Sig_{t,0,d} = N/A_x = -1.97/168.00 = -0.12 MPa

Sig_{m,y,d} = M_y/W_y = -1.24/392.00 = -3.17 MPa

Tau_{z,d} = 1.5*-0.98/168.00 = -0.09 MPa

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

f_{t,0,d} = 7.24 MPa

f_{m,y,d} = 11.23 MPa

f_{v,d} = 2.22 MPa

Współczynniki i parametry dodatkowe

kh = 1.05

kh_y = 1.01

k_{mod} = 0.90

K_{sys} = 1.00

k_{cr} = 0.67



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

l_{ef} = 9.31 m

Lambda_{rel m} = 0.71

Sig_{cr} = 31.79 MPa

k_{crit} = 1.00

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:



względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Sig_{t,0,d}/f_{t,0,d} + Sig_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.12/7.24 + 3.17/11.23 = 0.30 < 1.00 (6.17)

Sig_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 3.17/(1.00*11.23) = 0.28 < 1.00 (6.33)

(Tau_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.09/0.67)/2.22 = 0.06 < 1.00 (6.13)

Profil poprawny

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH KROKIEW WEWNĘTRZNA 160 x 160 - SGN

NORMA: PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 2 KROKIEW WEW

PRĘT: 4

PUNKT: 2

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.50$ $L = 1.62$ m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 8 KOMB2 (1+2)*1.35+(4+6)*1.50

MATERIAŁ C16

$g_M = 1.30$

$f_{m,0,k} = 16.00$ MPa

$f_{t,0,k} = 10.00$ MPa

$f_{c,0,k} = 17.00$ MPa

$f_{v,k} = 3.20$ MPa

$f_{t,90,k} = 0.40$ MPa

$f_{c,90,k} = 2.20$ MPa

$E_{0,moyen} = 8000.00$ MPa

$E_{0,05} = 5400.00$ MPa

$G_{moyen} = 500.00$ MPa

Klasa użyteczności: 1

$\beta_a = 1.00$



PARAMETRY PRZEKROJU: drew_16x16

$h_t = 16.0$ cm

$b_f = 16.0$ cm

$e_a = 8.0$ cm

$e_s = 8.0$ cm

$A_y = 170.67$ cm²

$I_y = 5461.33$ cm⁴

$W_y = 682.67$ cm³

$A_z = 170.67$ cm²

$I_z = 5461.33$ cm⁴

$W_z = 682.67$ cm³

$A_x = 256.00$ cm²

$I_x = 8082.8$ cm⁴

NAPRĘŻENIA

$\sigma_{t,0,d} = N/A_x = -4.81/256.00 = -0.19$ MPa

$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = -0.07/682.67 = -0.10$ MPa

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{t,0,d} = 6.92$ MPa

$f_{m,y,d} = 11.08$ MPa

Współczynniki i parametry dodatkowe

$k_h = 1.00$

$k_{h,y} = 1.00$

$k_{mod} = 0.90$

$K_{sys} = 1.00$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:



względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.19/6.92 + 0.10/11.08 = 0.04 < 1.00$ (6.17)

Profil poprawny

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH SŁUPY GÓRNE 160 x 160 - SGN

NORMA: PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 3 SŁUPY GÓRNE

PRĘT: 9 Słup drewniany_9

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.89 L = 3.69 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 8 KOMB2 (1+2)*1.35+(4+6)*1.50

MATERIAŁ C16

$g_M = 1.30$

$f_{m,0,k} = 16.00 \text{ MPa}$

$f_{t,0,k} = 10.00 \text{ MPa}$

$f_{c,0,k} = 17.00 \text{ MPa}$

$f_{v,k} = 3.20 \text{ MPa}$

$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$

$f_{c,90,k} = 2.20 \text{ MPa}$

$E_{0,moyen} = 8000.00 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 5400.00 \text{ MPa}$

$G_{moyen} = 500.00 \text{ MPa}$

Klasa użyteczności: 1

$\beta_{c,0} = 1.00$



PARAMETRY PRZEKROJU: drew_16x16

$h_t = 16.0 \text{ cm}$

$b_f = 16.0 \text{ cm}$

$ea = 8.0 \text{ cm}$

$es = 8.0 \text{ cm}$

$A_y = 170.67 \text{ cm}^2$

$I_y = 5461.33 \text{ cm}^4$

$W_y = 682.67 \text{ cm}^3$

$A_z = 170.67 \text{ cm}^2$

$I_z = 5461.33 \text{ cm}^4$

$W_z = 682.67 \text{ cm}^3$

$A_x = 256.00 \text{ cm}^2$

$I_x = 9213.3 \text{ cm}^4$

NAPRĘŻENIA

$\sigma_{t,0,d} = N/A_x = -0.41/256.00 = -0.02 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = -1.69/682.67 = -2.48 \text{ MPa}$

$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot 2.80/256.00 = 0.16 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{t,0,d} = 6.92 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 11.08 \text{ MPa}$

$f_{v,d} = 2.22 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$k_h = 1.00$

$k_{h,y} = 1.00$

$k_{mod} = 0.90$

$K_{sys} = 1.00$

$k_{cr} = 0.67$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:



względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.02/6.92 + 2.48/11.08 = 0.23 < 1.00 \quad (6.17)$

$(\tau_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.16/0.67)/2.22 = 0.11 < 1.00 \quad (6.13)$

Profil poprawny

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH SŁUPY DOLNE 160 x 160 - SGN

NORMA: *PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014*

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 4 SŁUPY DOLNE

PRĘT: 17

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.21 L = 0.80 m$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 8 KOMB2 (1+2)*1.35+(4+6)*1.50

MATERIAŁ C16

$g_M = 1.30$	$f_{m,0,k} = 16.00 \text{ MPa}$	$f_{t,0,k} = 10.00 \text{ MPa}$	$f_{c,0,k} = 17.00 \text{ MPa}$
$f_{v,k} = 3.20 \text{ MPa}$	$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$	$f_{c,90,k} = 2.20 \text{ MPa}$	$E_{0,moyen} = 8000.00 \text{ MPa}$
$E_{0,05} = 5400.00 \text{ MPa}$	$G_{moyen} = 500.00 \text{ MPa}$	Klasa użyteczności: 1	Beta c = 0.20



PARAMETRY PRZEKROJU: drew_16x16

$h_t = 16.0 \text{ cm}$			
$b_f = 16.0 \text{ cm}$	$A_y = 170.67 \text{ cm}^2$	$A_z = 170.67 \text{ cm}^2$	$A_x = 256.00 \text{ cm}^2$
$ea = 8.0 \text{ cm}$	$I_y = 5461.33 \text{ cm}^4$	$I_z = 5461.33 \text{ cm}^4$	$I_x = 9213.3 \text{ cm}^4$
$es = 8.0 \text{ cm}$	$W_y = 682.67 \text{ cm}^3$	$W_z = 682.67 \text{ cm}^3$	

NAPRĘŻENIA

$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 10.95/256.00 = 0.43 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = 1.19/682.67 = 1.75 \text{ MPa}$

$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot 1.49/256.00 = 0.09 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{c,0,d} = 11.77 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 11.08 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 2.22 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$k_h = 1.00$ $k_{h,y} = 1.00$ $k_{mod} = 0.90$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$L_Y = 3.78 \text{ m}$ $\Lambda_Y = 81.80$
 $\Lambda_{rel Y} = 1.46$ $k_y = 1.68$
 $L_{FY} = 3.78 \text{ m}$ $k_{cy} = 0.40$



względem osi Z:

$L_Z = 3.78 \text{ m}$ $\Lambda_Z = 81.80$
 $\Lambda_{rel Z} = 1.46$ $k_z = 1.68$
 $L_{FZ} = 3.78 \text{ m}$ $k_{cz} = 0.40$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.43/(0.40 \cdot 11.77) + 1.75/11.08 = 0.25 < 1.00 \quad (6.23)$

$(\tau_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.09/0.67)/2.22 = 0.06 < 1.00 \quad (6.13)$

Profil poprawny

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH KLESZCZE DOLNE 2x 100 x 200 - SGN

NORMA: PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 5 KLESZCZE DOLNE

PRĘT: 12 Belka drewniana_12 **PUNKT:** 3

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.62 L = 4.35 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 8 KOMB2 (1+2)*1.35+(4+6)*1.50

MATERIAŁ C16

$g_M = 1.30$

$f_{m,0,k} = 16.00 \text{ MPa}$

$f_{t,0,k} = 10.00 \text{ MPa}$

$f_{c,0,k} = 17.00 \text{ MPa}$

$f_{v,k} = 3.20 \text{ MPa}$

$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$

$f_{c,90,k} = 2.20 \text{ MPa}$

$E_{0,moyen} = 8000.00 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 5400.00 \text{ MPa}$

$G_{moyen} = 500.00 \text{ MPa}$

Klasa użyteczności: 1

$\beta_{c,0} = 1.00$



PARAMETRY PRZEKROJU: drew_2x10x20

$h_t = 20.0 \text{ cm}$

$b_f = 36.0 \text{ cm}$

$ea = 16.0 \text{ cm}$

$es = 0.0 \text{ cm}$

$A_y = 266.67 \text{ cm}^2$

$I_y = 13333.33 \text{ cm}^4$

$W_y = 1333.33 \text{ cm}^3$

$A_z = 266.67 \text{ cm}^2$

$I_z = 70933.33 \text{ cm}^4$

$W_z = 3940.74 \text{ cm}^3$

$A_x = 400.00 \text{ cm}^2$

$I_x = 9133.3 \text{ cm}^4$

NAPRĘŻENIA

$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 0.55/400.00 = 0.01 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = 1.54/1333.33 = 1.16 \text{ MPa}$

$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot -1.90/400.00 = -0.07 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{c,0,d} = 11.77 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 11.08 \text{ MPa}$

$f_{v,d} = 2.22 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$k_h = 1.08$

$k_{h,y} = 1.00$

$k_{mod} = 0.90$

$K_{sys} = 1.00$

$k_{cr} = 0.67$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:



względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = (0.01/11.77)^2 + 1.16/11.08 = 0.10 < 1.00 \quad (6.19)$

$(\tau_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.07/0.67)/2.22 = 0.05 < 1.00 \quad (6.13)$

Profil poprawny

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH KLESZCZE 2x 80 x 150 - SGN

NORMA: PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 6 KLESZCZE

PRĘT: 13 Belka drewniana_13 **PUNKT:** 1

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.00 L = 0.00 m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 7 KOMB1 (1+2)*1.35+(3+6)*1.50

MATERIAŁ C16

gM = 1.30

f_{m,0,k} = 16.00 MPa

f_{t,0,k} = 10.00 MPa

f_{c,0,k} = 17.00 MPa

f_{v,k} = 3.20 MPa

f_{t,90,k} = 0.40 MPa

f_{c,90,k} = 2.20 MPa

E_{0,moyen} = 8000.00 MPa

E_{0,05} = 5400.00 MPa

G_{moyen} = 500.00 MPa

Klasa użyteczności: 1

Beta_c = 1.00



PARAMETRY PRZEKROJU: drew_2x8x15

ht=15.0 cm

bf=32.0 cm

ea=16.0 cm

es=0.0 cm

A_y=160.00 cm²

I_y=4500.00 cm⁴

W_y=600.00 cm³

A_z=160.00 cm²

I_z=35840.00 cm⁴

W_z=2240.00 cm³

A_x=240.00 cm²

I_x=3408.5 cm⁴

NAPRĘŻENIA

Sig_{c,0,d} = N/A_x = 2.43/240.00 = 0.10 MPa

Tau_{z,d} = 1.5*0.09/240.00 = 0.01 MPa

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

f_{c,0,d} = 11.77 MPa

f_{v,d} = 2.22 MPa

Współczynniki i parametry dodatkowe

kh = 1.13

k_{mod} = 0.90

K_{sys} = 1.00

k_{cr} = 0.67



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:



względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Sig_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 0.10/11.77 = 0.01 < 1.00 (6.23-4)]

(Tau_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.01/0.67)/2.22 = 0.00 < 1.00 (6.13)

Profil poprawny

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH ROZPÓR 160 x 160 - SGN

NORMA: PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 7 ROZPÓR

PRĘT: 5 Belka drewniana_5

PUNKT: 2

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.50 L = 0.85 m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 1 STA1

MATERIAŁ C16

g_M = 1.30

f_{m,0,k} = 16.00 MPa

f_{t,0,k} = 10.00 MPa

f_{c,0,k} = 17.00 MPa

f_{v,k} = 3.20 MPa

f_{t,90,k} = 0.40 MPa

f_{c,90,k} = 2.20 MPa

E_{0,moyen} = 8000.00 MPa

E_{0,05} = 5400.00 MPa

G_{moyen} = 500.00 MPa

Klasa użyteczności: 1

Beta_c = 1.00



PARAMETRY PRZEKROJU: drew_16x16

ht=16.0 cm

bf=16.0 cm

ea=8.0 cm

es=8.0 cm

A_y=170.67 cm²

I_y=5461.33 cm⁴

W_y=682.67 cm³

A_z=170.67 cm²

I_z=5461.33 cm⁴

W_z=682.67 cm³

A_x=256.00 cm²

I_x=8082.8 cm⁴

NAPRĘŻENIA

Sig_{c,0,d} = N/A_x = 0.38/256.00 = 0.02 MPa

Sig_{m,y,d} = MY/W_y = 0.03/682.67 = 0.04 MPa

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

f_{c,0,d} = 7.85 MPa

f_{m,y,d} = 7.38 MPa

Współczynniki i parametry dodatkowe

kh = 1.00

kh_y = 1.00

k_{mod} = 0.60

K_{sys} = 1.00



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:



względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

(Sig_{c,0,d}/f_{c,0,d})² + Sig_{m,y,d}/f_{m,y,d} = (0.02/7.85)² + 0.04/7.38 = 0.01 < 1.00 (6.19)

Profil poprawny

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH KLESZCZE GÓRNE 2x 100 x 200 - SGN

NORMA: PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 8 KLESZCZE GORNE

PRĘT: 11 Belka drewniana_11 **PUNKT:** 3

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.88 L = 1.98 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 8 KOMB2 (1+2)*1.35+(4+6)*1.50

MATERIAŁ C16

$g_M = 1.30$

$f_{m,0,k} = 16.00 \text{ MPa}$

$f_{t,0,k} = 10.00 \text{ MPa}$

$f_{c,0,k} = 17.00 \text{ MPa}$

$f_{v,k} = 3.20 \text{ MPa}$

$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$

$f_{c,90,k} = 2.20 \text{ MPa}$

$E_{0,moyen} = 8000.00 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 5400.00 \text{ MPa}$

$G_{moyen} = 500.00 \text{ MPa}$

Klasa użyteczności: 1

$\beta_{c,c} = 1.00$



PARAMETRY PRZEKROJU: drew_2x10x20

$h_t = 20.0 \text{ cm}$

$b_f = 36.0 \text{ cm}$

$e_a = 16.0 \text{ cm}$

$e_s = 0.0 \text{ cm}$

$A_y = 266.67 \text{ cm}^2$

$I_y = 13333.33 \text{ cm}^4$

$W_y = 1333.33 \text{ cm}^3$

$A_z = 266.67 \text{ cm}^2$

$I_z = 70933.33 \text{ cm}^4$

$W_z = 3940.74 \text{ cm}^3$

$A_x = 400.00 \text{ cm}^2$

$I_x = 9133.3 \text{ cm}^4$

NAPRĘŻENIA

$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 1.09/400.00 = 0.03 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = 1.39/1333.33 = 1.04 \text{ MPa}$

$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot -1.61/400.00 = -0.06 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{c,0,d} = 11.77 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 11.08 \text{ MPa}$

$f_{v,d} = 2.22 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$k_h = 1.08$

$k_{h,y} = 1.00$

$k_{mod} = 0.90$

$K_{sys} = 1.00$

$k_{cr} = 0.67$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:



względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = (0.03/11.77)^2 + 1.04/11.08 = 0.09 < 1.00 \quad (6.19)$

$(\tau_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.06/0.67)/2.22 = 0.04 < 1.00 \quad (6.13)$

Profil poprawny

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH KROKIEW ZEWNĘTRZNA 120 x 140 - SGU

NORMA: [PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014](#)

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 KROKIEW ZEW

PRĘT: 2 Pręt drewniany_2

PUNKT: 0

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.00$ $L = 0.00$ m

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ mm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 51.7 \text{ mm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $(1+0.6)*1 + (1+0.6)*2 + (1+0*0.6)*5 + (0.6+0*0.6)*6$

$u_{fin,z} = 3.4 \text{ mm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 51.7 \text{ mm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: WIATR1



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):

Profil poprawny

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH KROKIEW WEWNĘTRZNA 160 x 160 - SGU

NORMA: [PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014](#)

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 2 KROKIEW WEW

PRĘT: 7

PUNKT: 0

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.00$ $L = 0.00$ m

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ mm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 21.4 \text{ mm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $(1+0.6)*1 + (1+0.6)*2 + (1+0*0.6)*5 + (0.6+0*0.6)*6$

$u_{fin,z} = 0.7 \text{ mm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 21.4 \text{ mm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $(1+0.6)*1 + (1+0.6)*2 + (1+0*0.6)*5 + (0.6+0*0.6)*6$



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):

Profil poprawny

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH SŁUPY GÓRNE 160 x 160 - SGU

NORMA: [PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014](#)

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 3 SŁUPY GÓRNE

PRĘT: 10 Słup drewniany_10 PUNKT: 0

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.00$ $L = 0.00$ m

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):

$v_x = 1.3 \text{ mm} < v_{\max, x} = L/150.00 = 27.6 \text{ mm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: KOMB5_SGU $(1+2)*1.35+(4+6)*1.50$

$v_y = 0.0 \text{ mm} < v_{\max, y} = L/150.00 = 27.6 \text{ mm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: KOMB6_SGU $(1+2+5+6)*1.00$

Profil poprawny

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH SŁUPY DOLNE 160 x 160 - SGU

NORMA: [PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014](#)

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 4 SŁUPY DOLNE

PRĘT: 17

PUNKT: 0

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.00$ $L = 0.00$ m

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):

$v_x = 0.5 \text{ mm} < v_{\max, x} = L/150.00 = 25.2 \text{ mm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: KOMB5_SGU $(1+2)*1.35+(4+6)*1.50$

$v_y = 0.0 \text{ mm} < v_{\max, y} = L/150.00 = 25.2 \text{ mm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: KOMB6_SGU $(1+2+5+6)*1.00$

Profil poprawny

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH KLESZCZE DOLNE 2x 100 x 200 - SGU

NORMA: [PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014](#)

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 5 KLESZCZE DOLNE

PRĘT: 12 Belka drewniana_12 PUNKT: 0

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.00$ $L = 0.00$ m

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ mm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 35.0 \text{ mm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $(1+0.6)*1 + (1+0.6)*2 + (1+0*0.6)*5 + (0.6+0*0.6)*6$

$u_{fin,z} = 0.6 \text{ mm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 35.0 \text{ mm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: WIATR1



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):

Profil poprawny

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH KLESZCZE 2x 80 x 150 - SGU

NORMA: [PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014](#)

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 6 KLESZCZE

PRĘT: 13 Belka drewniana_13 PUNKT: 0

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.00$ $L = 0.00$ m

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):

$u_{fin,y} = 0.0$ mm < $u_{fin,max,y} = L/200.00 = 9.6$ mm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $(1+0.6)*1 + (1+0.6)*2 + (1+0*0.6)*5 + (0.6+0*0.6)*6$

$u_{fin,z} = 0.1$ mm < $u_{fin,max,z} = L/200.00 = 9.6$ mm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $(1+0.6)*1 + (1+0.6)*2 + (1+0*0.6)*4 + (0.6+0*0.6)*6$



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):

Profil poprawny

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH ROZPÓR 160 x 160 - SGU

NORMA: [PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014](#)

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 7 BELKA GORNA

PRĘT: 5 Belka drewniana_5 PUNKT: 0

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.00$ $L = 0.00$ m

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ mm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 8.5 \text{ mm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $(1+0.6)*1 + (1+0.6)*2 + (1+0*0.6)*5 + (0.6+0*0.6)*6$

$u_{fin,z} = 0.0 \text{ mm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 8.5 \text{ mm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $(1+0.6)*1 + (1+0.6)*2 + (1+0*0.6)*5 + (0.6+0*0.6)*6$



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):

Profil poprawny

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH KLESZCZE GÓRNE 2x 100 x 200 - SGU

NORMA: *PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014*

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 8 KLESZCZE GORNE

PRĘT: 11 Belka drewniana_11 PUNKT: 0

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.00$ $L = 0.00$ m

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):

$u_{fin,y} = 0.0$ mm < $u_{fin,max,y} = L/200.00 = 11.3$ mm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $(1+0.6)*1 + (1+0.6)*2 + (1+0*0.6)*5 + (0.6+0*0.6)*6$

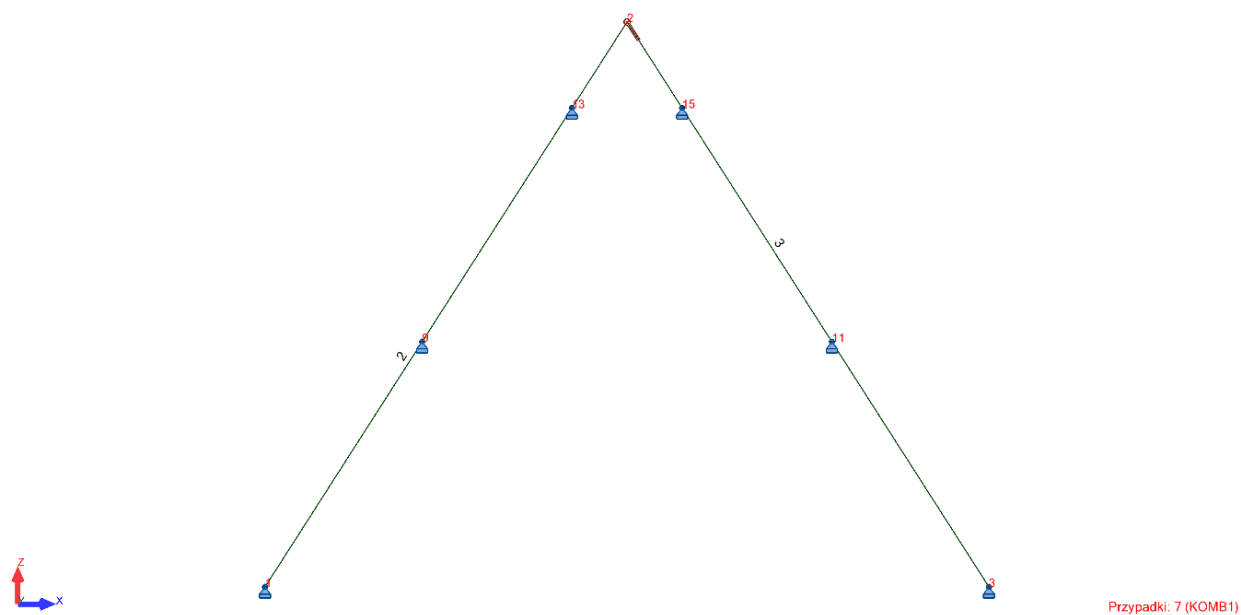
$u_{fin,z} = 0.1$ mm < $u_{fin,max,z} = L/200.00 = 11.3$ mm

Zweryfikowano

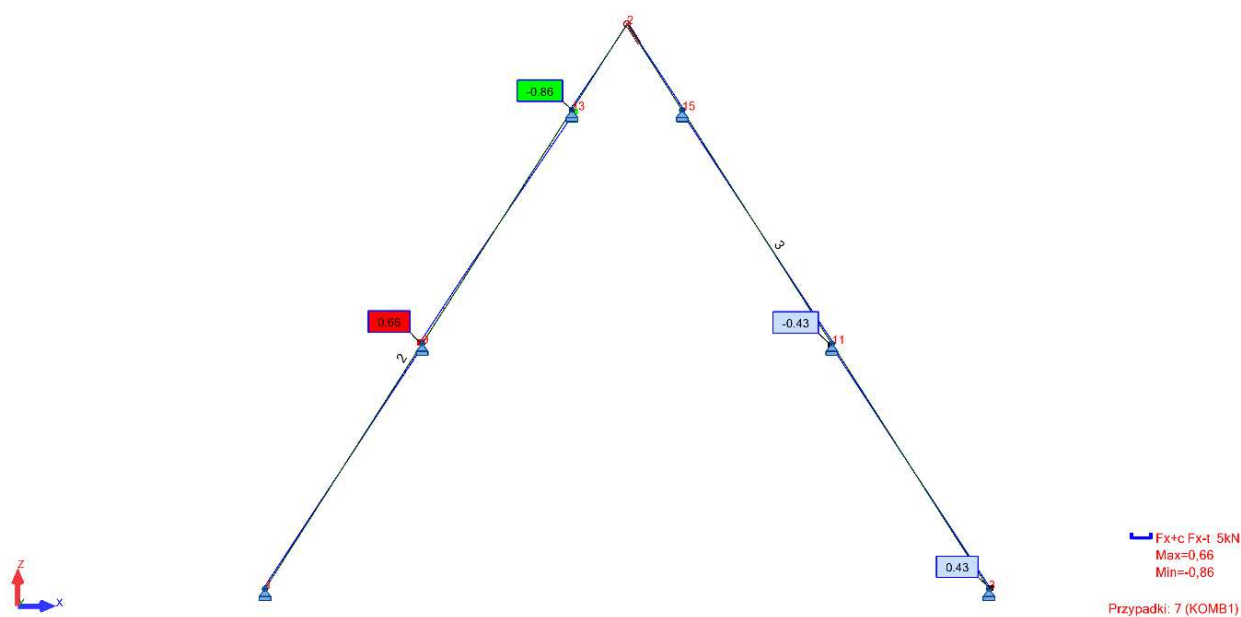
Decydujący przypadek obciążenia: WIATR1

Profil poprawny

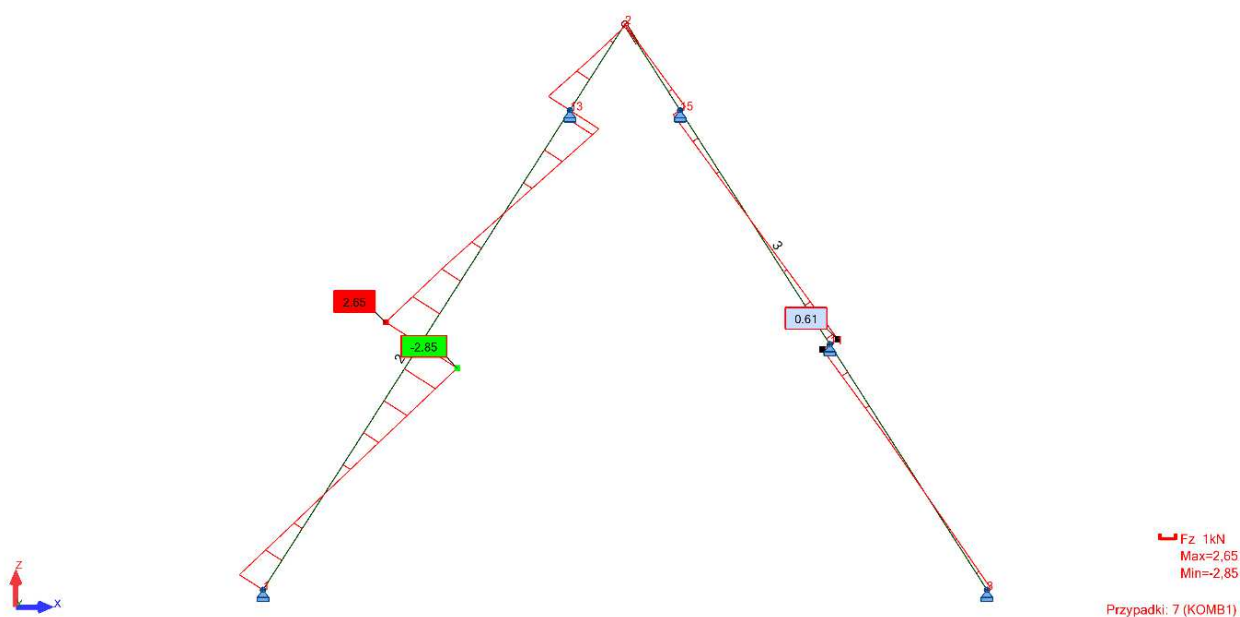
1.2 Analiza SGN i SGU więźby dachowej, układ nr 2.



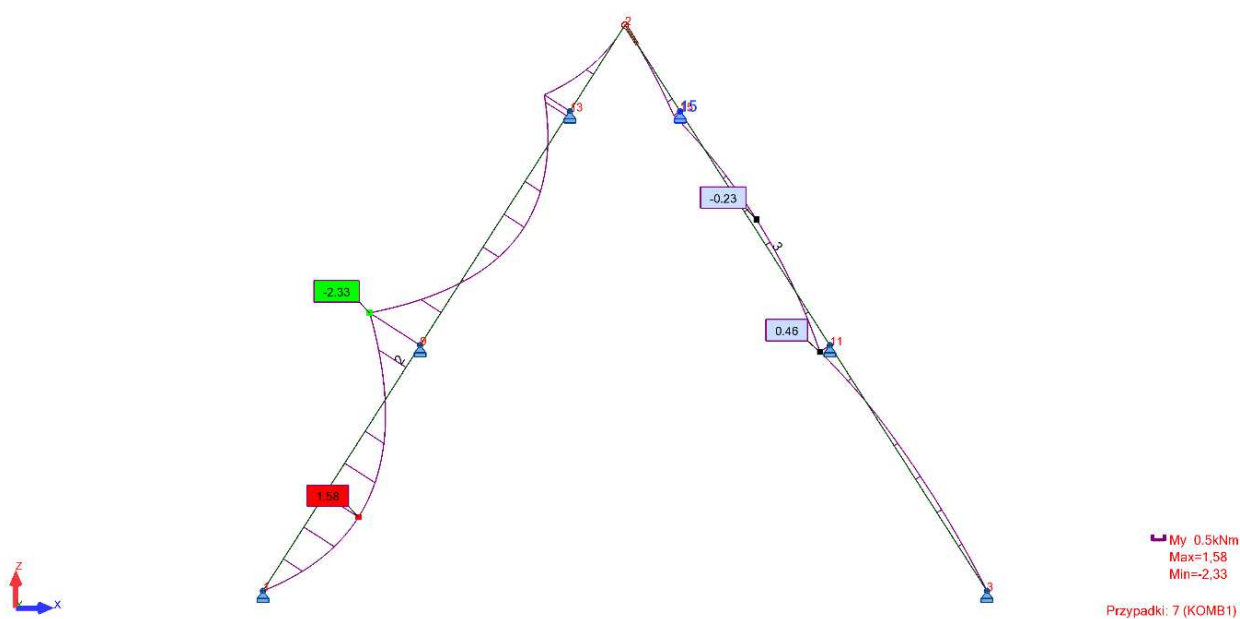
Rys. 11. Widok więźby dachowej – układ nr 2.



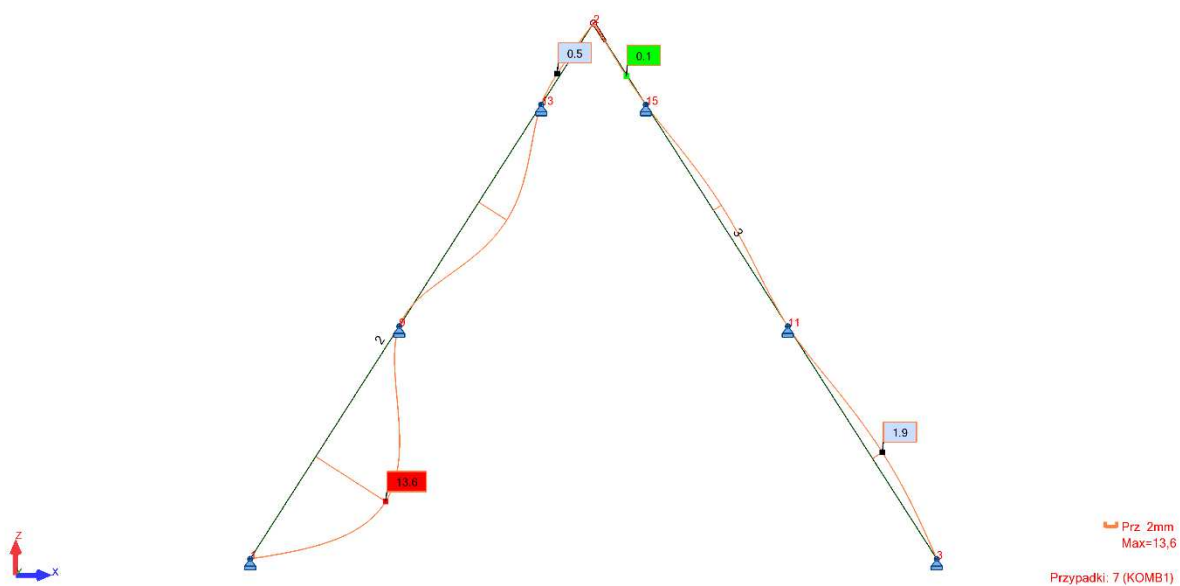
Rys. 12. Wykres sił normalnych – kombinacja SGN.



Rys. 13. Wykres sił tnących – kombinacja SGN.



Rys. 14. Wykres momentów – kombinacja SGN.



Rys. 15. Deformacja ugięcia – SGU.

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH KROKIEW ZEWNĘTRZNA 120 x 140 - SGN

NORMA: *PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014*

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 KROKIEW ZEW

PRĘT: 2 Pręt drewniany_2

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.43$ $L = 4.49$ m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 8 KOMB2 (1+2)*1.35+(4+6)*1.50

MATERIAŁ C16

$g_M = 1.30$	$f_{m,0,k} = 16.00$ MPa	$f_{t,0,k} = 10.00$ MPa	$f_{c,0,k} = 17.00$ MPa
$f_{v,k} = 3.20$ MPa	$f_{t,90,k} = 0.40$ MPa	$f_{c,90,k} = 2.20$ MPa	$E_{0,moyen} = 8000.00$ MPa
$E_{0,05} = 5400.00$ MPa	$G_{moyen} = 500.00$ MPa	Klasa użyteczności: 1	Beta c = 1.00



PARAMETRY PRZEKROJU: drew_12x14

$h_t = 14.0$ cm	$A_y = 112.00$ cm ²	$A_z = 112.00$ cm ²	$A_x = 168.00$ cm ²
$b_f = 12.0$ cm	$I_y = 2744.00$ cm ⁴	$I_z = 2016.00$ cm ⁴	$I_x = 3709.4$ cm ⁴
$ea = 6.0$ cm	$W_y = 392.00$ cm ³	$W_z = 336.00$ cm ³	
$es = 6.0$ cm			

NAPRĘŻENIA

$\sigma_{t,0,d} = N/A_x = -0.43/168.00 = -0.03$ MPa
 $\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = -2.33/392.00 = -5.95$ MPa

$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot -2.85/168.00 = -0.25$ MPa

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{t,0,d} = 7.24$ MPa
 $f_{m,y,d} = 11.23$ MPa
 $f_{v,d} = 2.22$ MPa

Współczynniki i parametry dodatkowe

$k_h = 1.05$ $k_{h,y} = 1.01$ $k_{mod} = 0.90$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$l_{ef} = 9.31$ m $\lambda_{rel,m} = 0.71$
 $\sigma_{cr} = 31.79$ MPa $k_{crit} = 1.00$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:



względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.03/7.24 + 5.95/11.23 = 0.53 < 1.00$ (6.17)
 $\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 5.95/(1.00 \cdot 11.23) = 0.53 < 1.00$ (6.33)
 $(\tau_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.25/0.67)/2.22 = 0.17 < 1.00$ (6.13)

Profil poprawny

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH KROKIEW ZEWNĘTRZNA 120 x 140 - SGU

NORMA: *PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014*

TYP ANALIZY: *Weryfikacja grup prętów*

GRUPA: *1 KROKIEW ZEW*

PRĘT: *2 Pręt drewniany_2*

PUNKT: *0*

WSPÓŁRZĘDNA: *x = 0.00 L = 0.00 m*

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ mm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 51.7 \text{ mm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $(1+0.6)*1 + (1+0.6)*2 + (1+0*0.6)*5 + (0.6+0*0.6)*6$

$u_{fin,z} = 8.3 \text{ mm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 51.7 \text{ mm}$

Zweryfikowano

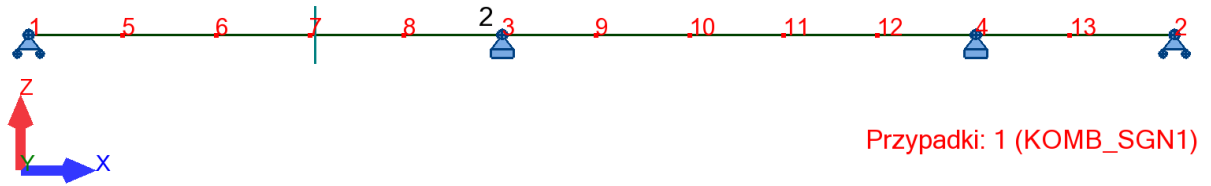
Decydujący przypadek obciążenia: WIATR1



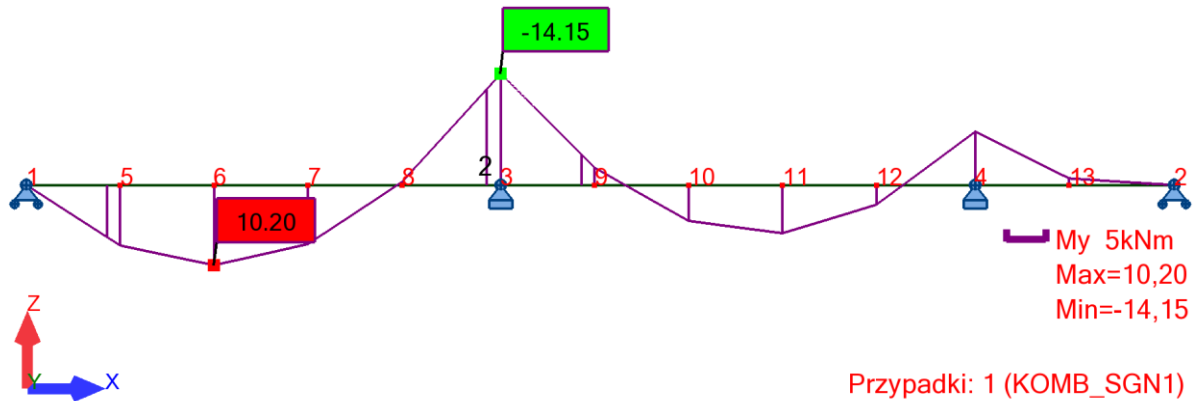
Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):

Profil poprawny

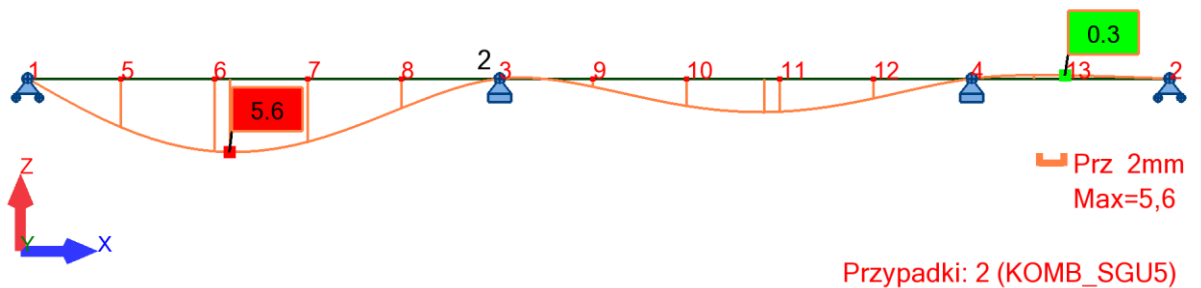
1.3 Analiza SGN i SGU płatwi dolnej 220 x 250 mm.



Rys. 16. Widok PŁATEW DOLNA 220 x 250 mm.



Rys. 17. Wykres momentów – kombinacja SGN.



Rys. 18. Deformacja ugięcia – kombinacja SGU.

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH PŁATEW DOLNA 220 x 250 - SGN

NORMA: *PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014*

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA: PŁATEW DOLNA

PRĘT: 2 Pręt drewniany_2

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.41 \text{ L} = 4.65 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 1 KOMB_SGN1

MATERIAŁ C14

$g_M = 1.30$	$f_{m,0,k} = 14.00 \text{ MPa}$	$f_{t,0,k} = 8.00 \text{ MPa}$	$f_{c,0,k} = 16.00 \text{ MPa}$
$f_{v,k} = 3.00 \text{ MPa}$	$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$	$f_{c,90,k} = 2.00 \text{ MPa}$	$E_{0,moyen} = 7000.00 \text{ MPa}$
$E_{0,05} = 4700.00 \text{ MPa}$	$G_{moyen} = 440.00 \text{ MPa}$	Klasa użyteczności: 1	Beta c = 1.00



PARAMETRY PRZEKROJU: drew_22x25

$ht = 25.0 \text{ cm}$	$A_y = 366.67 \text{ cm}^2$	$A_z = 366.67 \text{ cm}^2$	$A_x = 550.00 \text{ cm}^2$
$bf = 22.0 \text{ cm}$	$I_y = 28645.83 \text{ cm}^4$	$I_z = 22183.33 \text{ cm}^4$	$I_x = 39539.6 \text{ cm}^4$
$ea = 11.0 \text{ cm}$	$W_y = 2291.67 \text{ cm}^3$	$W_z = 2016.67 \text{ cm}^3$	
$es = 11.0 \text{ cm}$			

NAPRĘŻENIA

$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = -14.15/2291.67 = -6.18 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -14.29/550.00 = -0.39 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{m,y,d} = 6.46 \text{ MPa}$

$f_{v,d} = 1.38 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$kh_y = 1.00$ $k_{mod} = 0.60$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$l_{ef} = 10.13 \text{ m}$ $\Lambda_{rel,m} = 0.54$
 $\text{Sig}_{cr} = 47.25 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:



względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$\text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 6.18/6.46 = 0.96 < 1.00$ (6.11)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.18/(1.00 \cdot 6.46) = 0.96 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.39/0.67)/1.38 = 0.42 < 1.00$ (6.13)

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ mm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 56.3 \text{ mm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: KOMB_SGU5

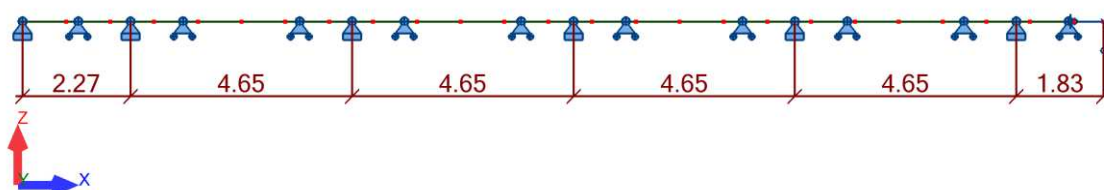
$u_{fin,z} = 5.6 \text{ mm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 56.3 \text{ mm}$

Zweryfikowano

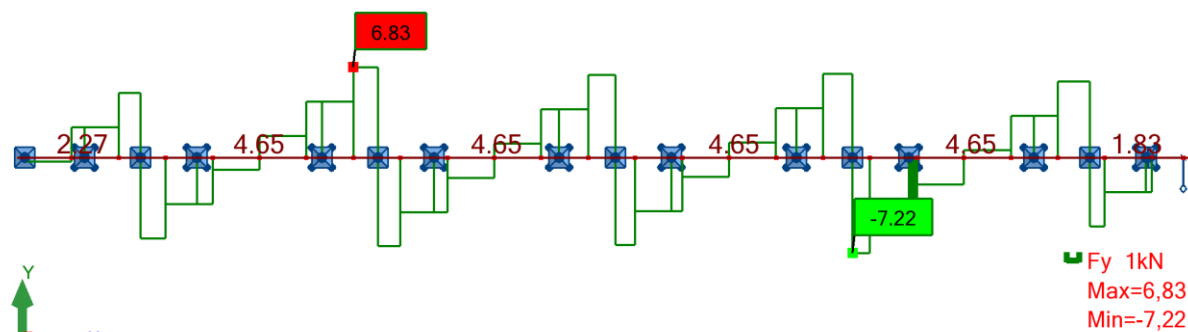
Decydujący przypadek obciążenia: KOMB_SGU5

Profil poprawny

1.4 Analiza SGN i SGU płatew górna 160 x 180 mm.

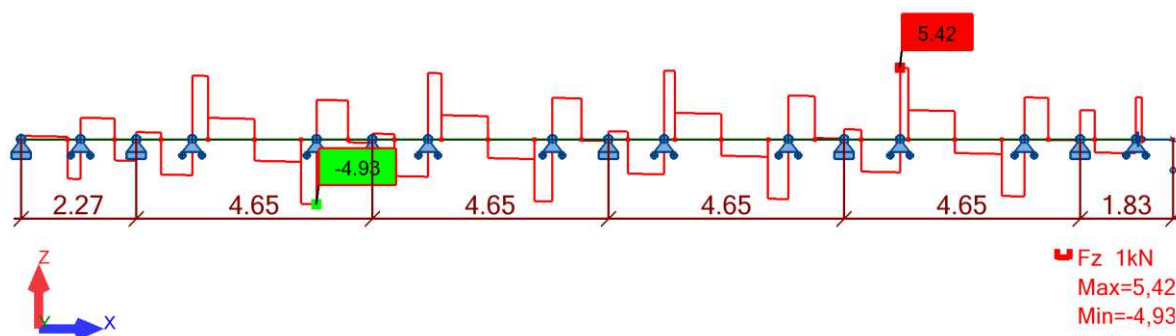


Rys. 19. Widok płatew górna 160 x 180 mm.



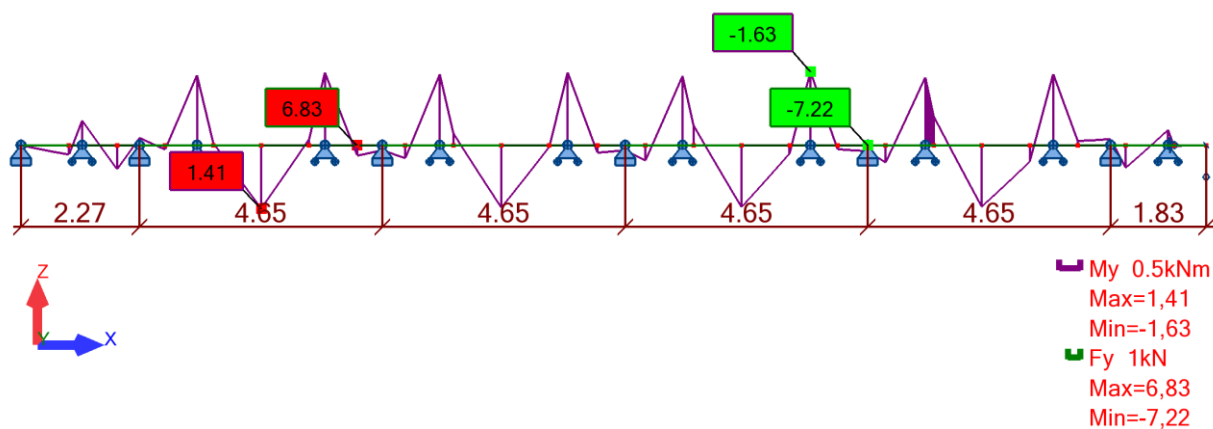
Przypadki: 1 (KOMB_SGN1)

Rys. 20. Wykres sił w kierunku osi Y – kombinacja SGN.



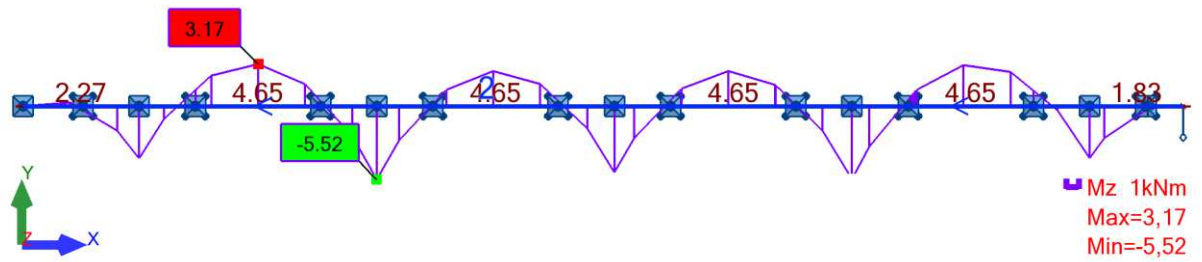
Przypadki: 1 (KOMB_SGN1)

Rys. 21. Wykres sił w kierunku osi Z – kombinacja SGN.

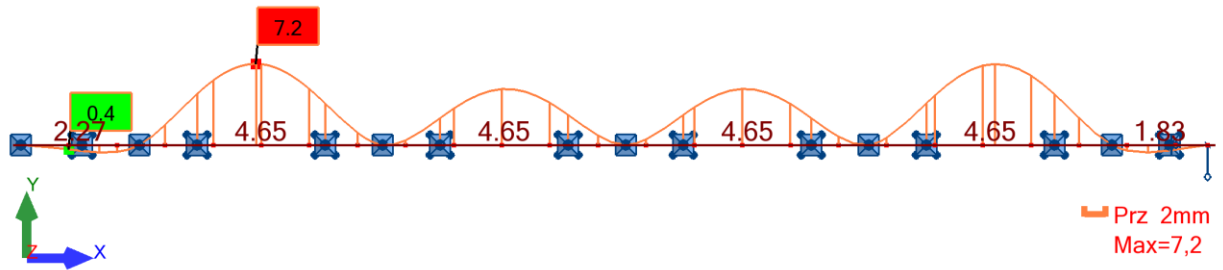


Przypadki: 1 (KOMB_SGN1)

Rys. 22. Wykres momentów w kierunku osi Y - kombinacja SGN.



Rys. 23. Wykres momentów w kierunku osi Z - kombinacja SGN.



Rys. 24. Deformacja ugięcia - kombinacja SGU.

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH PŁATEW GÓRNA 160 x 180 - SGN

NORMA: PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 PŁATEW GÓRNA

PRĘT: 2 Belka drewniana_2

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.30 L = 6.92 m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 1 KOMB_SGN1

MATERIAŁ C16

gM = 1.30

f_{m,0,k} = 16.00 MPa

f_{t,0,k} = 10.00 MPa

f_{c,0,k} = 17.00 MPa

f_{v,k} = 3.20 MPa

f_{t,90,k} = 0.40 MPa

f_{c,90,k} = 2.20 MPa

E_{0,moyen} = 8000.00 MPa

E_{0,05} = 5400.00 MPa

G_{moyen} = 500.00 MPa

Klasa użyteczności: 1

Beta_c = 1.00



PARAMETRY PRZEKROJU: drew_16x18

ht=18.0 cm

bf=16.0 cm

ea=8.0 cm

es=8.0 cm

A_y=192.00 cm²

I_y=7776.00 cm⁴

W_y=864.00 cm³

A_z=192.00 cm²

I_z=6144.00 cm⁴

W_z=768.00 cm³

A_x=288.00 cm²

I_x=10813.4 cm⁴

NAPRĘŻENIA

Sig_{m,y,d} = MY/W_y = 0.11/864.00 = 0.13 MPa

Sig_{m,z,d} = MZ/W_z = 5.52/768.00 = 7.19 MPa

Tau_{y,d} = 1.5*6.83/288.00 = 0.36 MPa

Tau_{z,d} = 1.5*-0.28/288.00 = -0.01 MPa

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

f_{m,y,d} = 7.38 MPa

f_{m,z,d} = 7.38 MPa

f_{v,d} = 1.48 MPa

Współczynniki i parametry dodatkowe

k_m = 0.70

k_h = 1.00

k_{mod} = 0.60

K_{sys} = 1.00

k_{cr} = 0.67



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

l_{ef} = 20.43 m

Lambda_{rel m} = 0.90

Sig_{cr} = 19.58 MPa

k_{crit} = 0.88

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:



względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

k_m*Sig_{m,y,d}/f_{m,y,d} + Sig_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.70*0.13/7.38 + 7.19/7.38 = 0.99 < 1.00 (6.12)

Sig_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 0.13/(0.88*7.38) = 0.02 < 1.00 (6.33)

(Tau_{y,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.36/0.67)/1.48 = 0.36 < 1.00 (Tau_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.01/0.67)/1.48 = 0.01 < 1.00 (6.13)

Profil poprawny

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH PŁATEW GÓRNA 160 x 180 - SGU

NORMA: *PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014*

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 PŁATEW GÓRNA

PRĘT: 2 Belka drewniana_2 PUNKT: 0

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.00$ $L = 0.00$ m

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):

$u_{fin,y} = 7.2 \text{ mm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 113.5 \text{ mm}$

Zweryfikowano

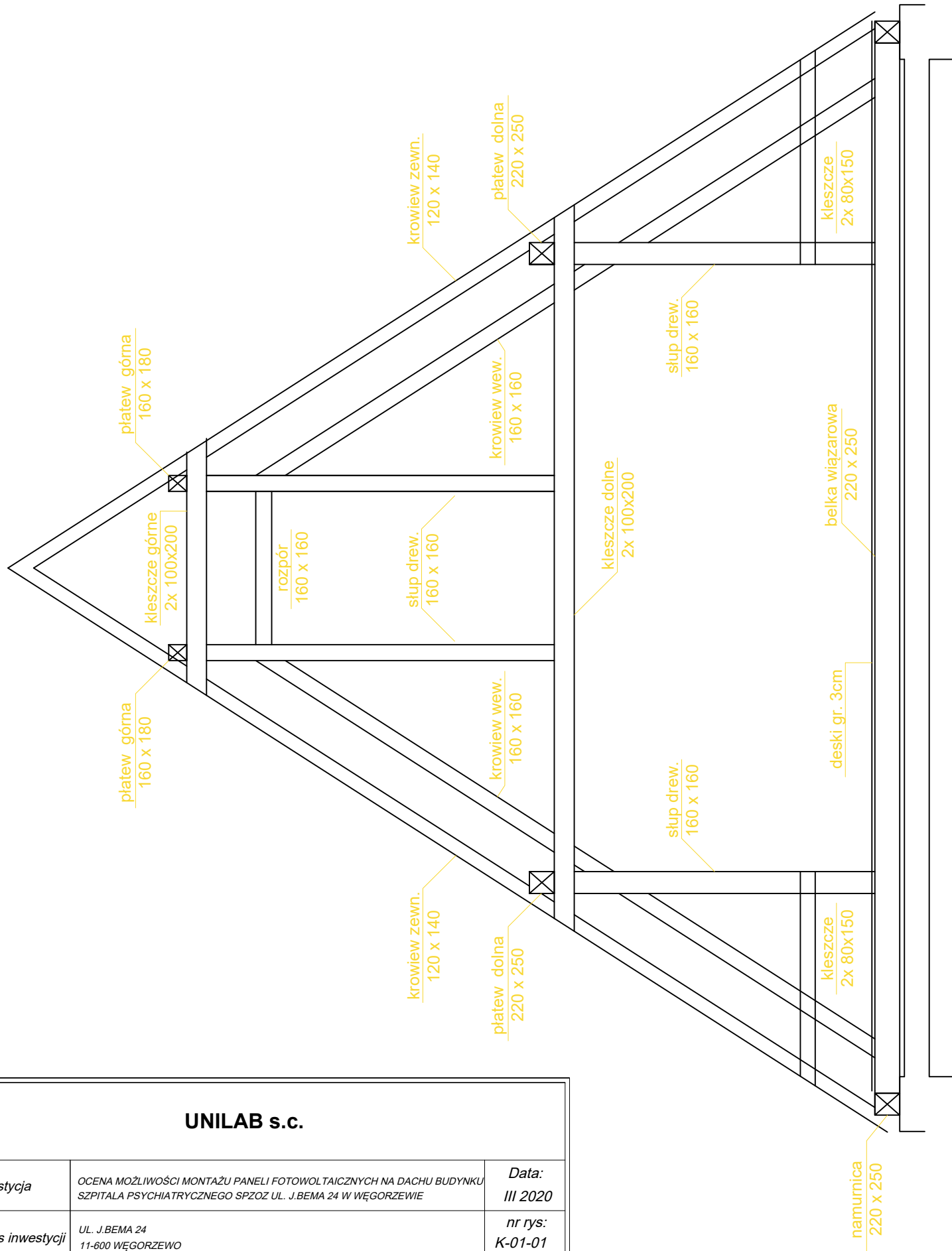
Decydujący przypadek obciążenia: KOMB_SGU5

$u_{fin,z} = 0.7 \text{ mm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 113.5 \text{ mm}$

Zweryfikowano

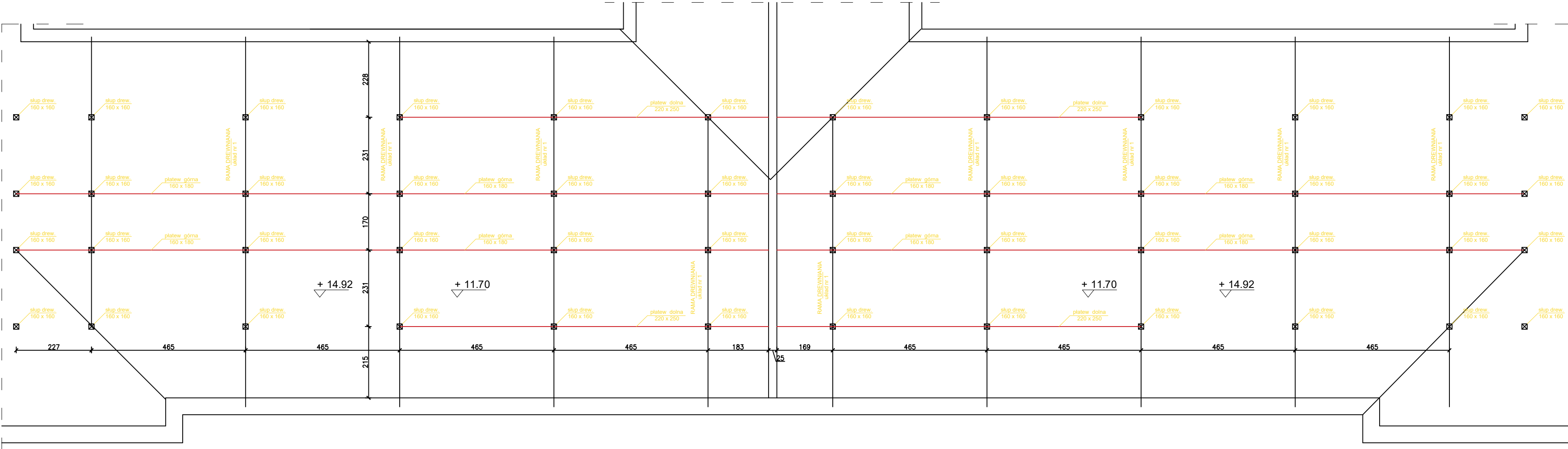
Decydujący przypadek obciążenia: KOMB_SGU5

Profil poprawny



UNILAB s.c.

Inwestycja	OCENA MOŻLIWOŚCI MONTAŻU PANELI FOTOWOLTAYCZNYCH NA DACHU BUDYNKU SZPITALA PSYCHIATRYCZNEGO SPZOZ UL. J.BEMA 24 W WĘGORZEWIE		Data:	III 2020
Adres inwestycji	UL. J.BEMA 24 11-600 WĘGORZEWO		nr rys:	K-01-01
Zamawiający	TOP ENERGY S.A. SP.K.		Skala	1:50
Adres Zam.	UL. GRÓJECKA 208; 02-390 WARSZAWA			
Temat rysunku	PRZEKRÓJ PRZEZ DACH			
Branża OPINIA TECHNICZNA	Projektant	mgr inż. Wojciech Życkiński upr. bud. do projektowania w specjalności konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń MAZ/0389/PWBKb/16		
	Konsultant	mgr inż. arch. Piotr Kruszyński		str. 41



UNILAB s.c.			
Investycja	OCENA MOŻLIWOŚCI MONTAŻU PANELI FOTOWOLTAYCZNYCH NA DACHU BUDYNKU SZPITALA PSYCHIATRYCZNEGO SPÓŁZD. UL. J.BEMA 24 W WĘGORZEWIE		Data: III 2020
Adres inwestycji	UL. J.BEMA 24 11-600 WĘGORZEWÓ		nr rys: K-02-01
Zamawiający	TOP ENERGY S.A. SP.K.		Skala 1:50
Adres Zam.	UL. GROSZECKA 208, 02-380 WARSZAWA		
Temat rysunku	RZUT PODDASZE		
Branża OPINIA TECHNICZNA	Projektant	mgr inż. Wojciech Zyciński upr. bud. do projektowania w specjalności konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń MAZ/00385/PWBkb/16	
	Konsultant	mgr inż. arch. Piotr Kuszyński	str. 42