

KONSTRUKTOR Sp. z o.o.

ul. Wincentego Pola 2/2, 71-342 Szczecin, mail: konstruktorspzoo@gmail.com , tel. +48 509 644 117

EKSPERTYZA TECHNICZNA

BRANŻA: KONSTRUKCJA

TEMAT/OBIEKT:	EKSPERTYZA TECHNICZNA DOTYCZĄCA MOŻLIWOŚCI ZAMONTOWANIA NA DACHU BUDYNKÓW PRZYLEGLYCH DO HALI NETTO ARENA ELEMENTÓW ELEKTROWNI SŁONECZNEJ
INWESTOR:	Miejski Ośrodek Sportu, Rekreacji i Rehabilitacji w Szczecinie ul. Wł. Szafera 7 71-245 Szczecin
AUTOR:	Konstruktor Sp. z o.o. ul. Wincentego Pola 2/2 71-342 Szczecin

BRANŻA	ZAKRES	PROJEKTANT	DATA	PODPIS
KONSTRUKCJA	PROJEKTOWAŁ	mgr inż. Krzysztof Walczak upr. nr ZAP/0075/POOK/04 do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej	1.03.2019	

KONSTRUKTOR Sp. z o.o.

ul. Wincentego Pola 2/2, 71-342 Szczecin, mail: konstruktorspzoo@gmail.com , tel. +48 509 644 117

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW KONSTRUKCJI:

Zgodnie z art. 20, ust. 4 ustawy PRAWO BUDOWLANE oświadczam, że niniejsza *Ekspertyza Techniczna dotycząca możliwości zamontowania na dachu budynków przyległych do hali Netto Arena elementów elektrowni słonecznej* wykonana została zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

BRANŻA	ZAKRES	PROJEKTANT	DATA	PODPIS
KONSTRUKCJA	PROJEKTOWAŁ	mgr inż. Krzysztof Walczak upr. nr ZAP/0075/POOK/04 do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej	1.03.2019	

SPIS TREŚCI

-CZĘŚĆ OPISOWA

1. PODSTAWA OPRACOWANIA.....	4
2. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA.....	4
3. ZAŁOŻENIA I MATERIAŁY WYJŚCIOWE DO ANALIZY	4
4. BUDYNEK B.....	7
4.1 CHARAKTERYSTYKA BUDYNKU.....	7
4.2 KONSTRUKCJA BUDYNKU.....	7
4.3 OCENA STANU TECHNICZNEGO.....	8
5. BUDYNEK C.....	9
5.1 CHARAKTERYSTYKA BUDYNKU.....	9
5.2 KONSTRUKCJA BUDYNKU.....	9
5.3 OCENA STANU TECHNICZNEGO.....	10
6. WYTYCZNE DO MONTAŻU ELEMENTÓW ELEKTROWNI SŁONECZNEJ.....	12
7. UWAGI.....	12
8. WNIOSKI	12
9. ZAŁĄCZNIK A – WYCIĄG Z OBLICZEŃ.....	13

1 PODSTAWA OPRACOWANIA

- Zlecenie Inwestora
- Program Funkcjonalno-Użytkowy „Rozwój i zwiększenie wykorzystania energii słonecznej w Miejskich Jednostkach Organizacyjnych w Szczecinie – Etap III”, Hala Azoty Arena, ul. Szafera 3/5/7, 71-245 Szczecin, wykonany we wrześniu 2018
- Projekt Zagospodarowania Terenu i Projekt Architektoniczny „Hala Widowiskowo – Sportowa, Szczecin, Al. Wojska Polskiego – ul. Zawadzkiego – ul. Szafera, Numer geodezyjny działki 1/19, 1/20”
- Dokumentacja Powykonawcza Konstrukcji „Hala Widowiskowo – Sportowa, Szczecin, Al. Wojska Polskiego – ul. Zawadzkiego – ul. Szafera, Numer geodezyjny działki 1/19, 1/20”
- Przepisy i normy projektowe z zakresu budownictwa lądowego.

2 PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest wykonanie ekspertyzy konstrukcji istniejących budynków B i C przyległych do hali Netto Arena, ul. Szafera 3/5/7, 71-245 Szczecin pod kątem możliwości zamontowania na ich dachach elementów elektrowni słonecznej – paneli fotowoltaicznych.

Zakres opracowania obejmuje wykonanie:

- opisu stanu istniejącego;
- oceny stanu technicznego;
- wykonania obliczeń statycznych dotyczących dociążenia dachów budynków B i C dodatkowymi obciążeniami wynikającymi z zamontowania elementów elektrowni słonecznej;
- ocenę końcową możliwości zamontowania elementów elektrowni słonecznej na dachach budynków B i C oraz ich wpływu na konstrukcję budynków.

3 ZAŁOŻENIA I MATERIAŁY WYJŚCIOWE DO ANALIZY

Analizę obliczeniową stropodachów przeprowadzono na podstawie dokumentacji powykonawczej otrzymanej od Zamawiającego. Opracowano własne modele obliczeniowe stropodachów przy zachowaniu grubości konstrukcyjnej płyty dachu zgodnej z rysunkiem powykonawczym, równej 30cm (stropodach w osiach C3-CR5 i CVIII-CXII gr. 20cm). Modele obciążono zwiększonymi wartościami obciążeń od paneli PV z uwzględnieniem obciążeń klimatycznych obowiązujących w Szczecinie.

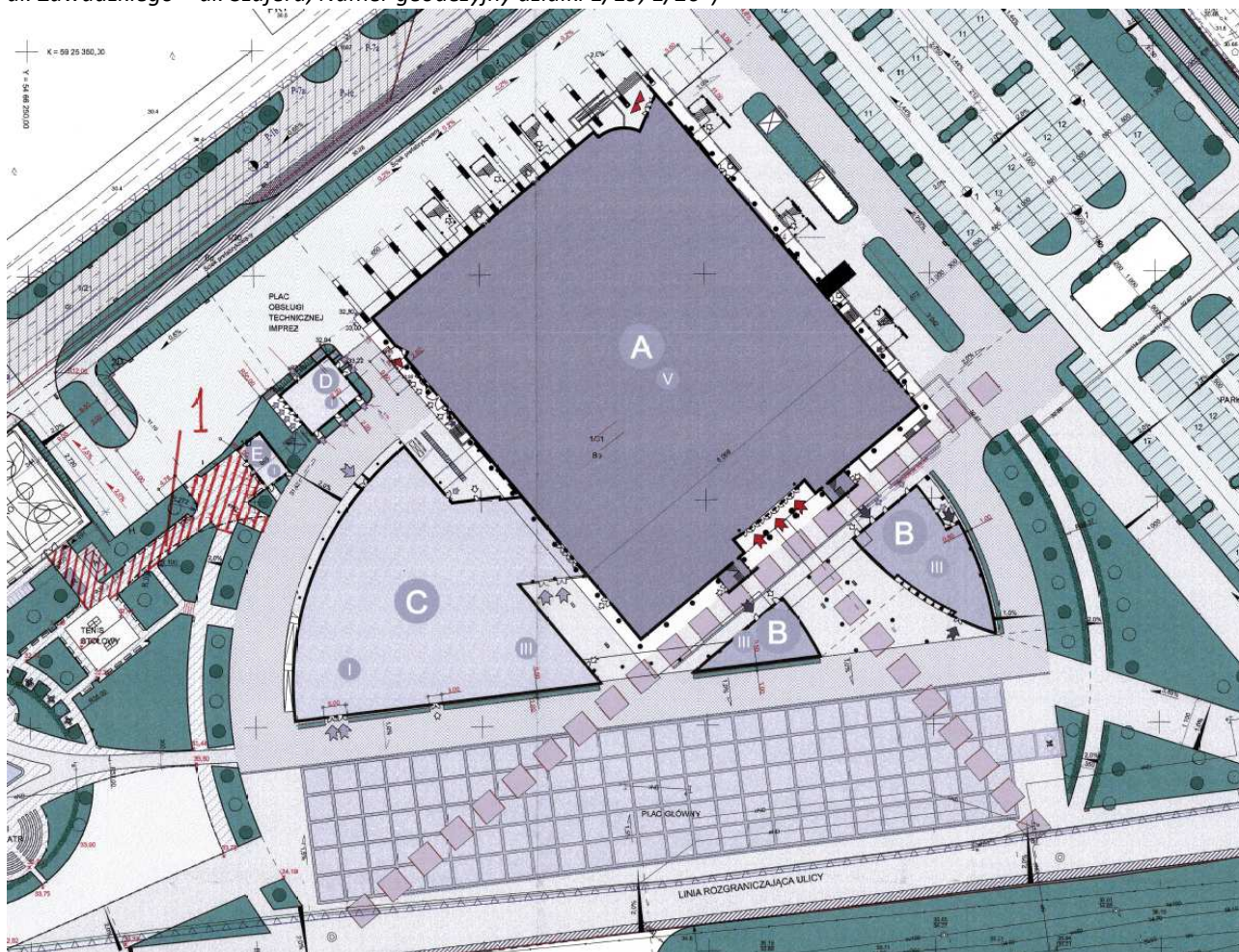
KONSTRUKTOR Sp. z o.o.

ul. Wincentego Pola 2/2, 71-342 Szczecin, mail: konstruktorspzo@gmail.com , tel. +48 509 644 117

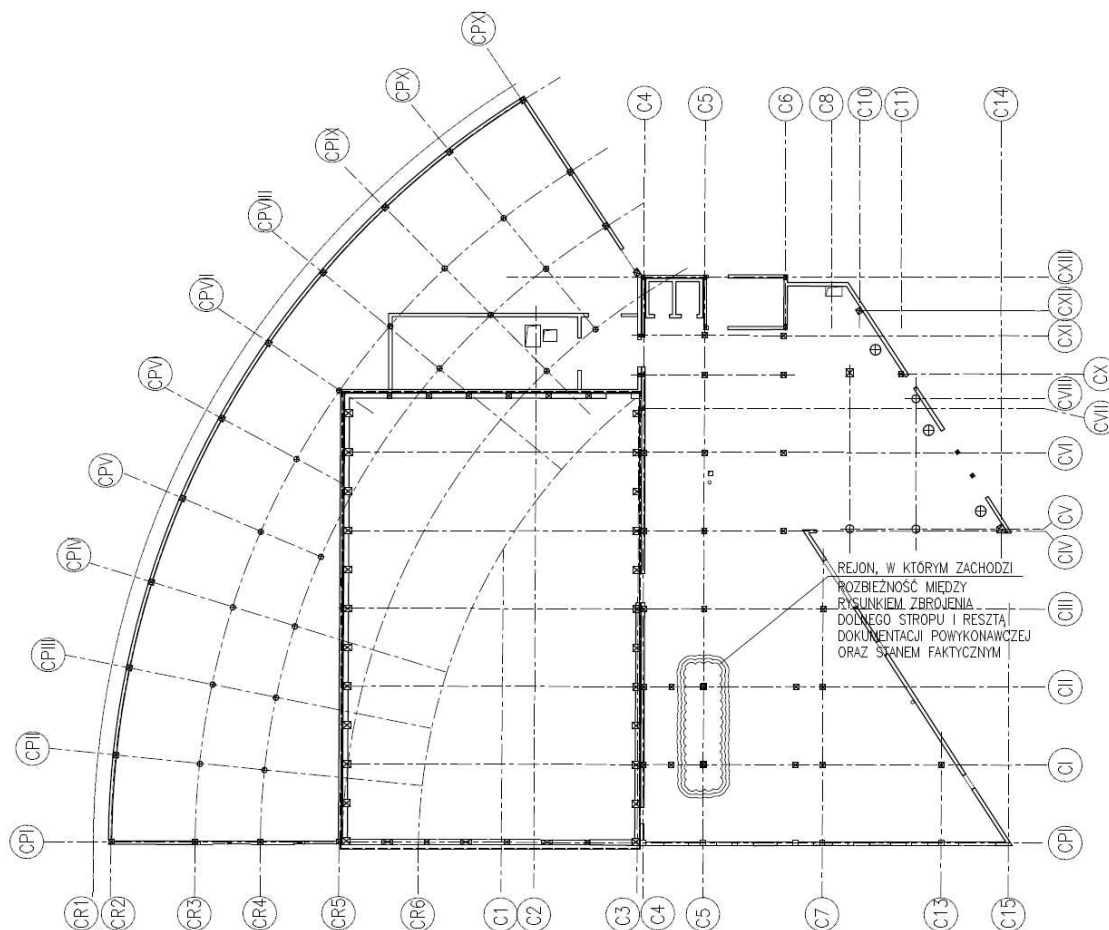
W budynku C na części stropodachu wykryto rozbieżność między projektem zbrojeniowym stropodachu a układem słupów na obowiązujących rzutach powykonawczych. Na rysunku zbrojeniowym stropu w przecięciu osi C5 z CI i CII widnieją słupy, których na obiekcie nie ma. Prawdopodobnie w trakcie budowy wprowadzono zmianę, której nie ujęto na rysunku zbrojeniowym. Z uwagi na brak aktualnego zbrojenia w tym rejonie wyłączono ten obszar dachu z analizy i możliwości instalacji paneli PV. Oznaczono go na rzucie dachu, zamyka się osiami C4-C7 i CPI-CIII.

WIDOK UKŁADU BUDYNKÓW

(na podstawie Projektu Zagospodarowania Terenu „Hala Widowiskowo – Sportowa, Szczecin, Al. Wojska Polskiego – ul. Zawadzkiego – ul. Szafera, Numer geodezyjny działki 1/19, 1/20”)



REJON, W KTÓRYM ZACHODZI ROZBIEŻNOŚĆ MIĘDZY PROJEKTEM ZBROJENIA PŁYTY STROPODACHU I RZUTAMI POWYKONAWCZYMI ORAZ STANEM FAKTYCZNYM



4 BUDYNEK B

4.1 CHARAKTERYSTYKA BUDYNKU

Budynek o przeznaczeniu biurowym. Konstrukcja budynku została zaprojektowana jako monolityczna słupowo – płytowa. Obiekt posiada dylatację poprzeczną. Budynek połączony jest łącznikiem z budynkiem C, a także poprzez kładkę stalową połączony z budynkiem A (hali sportowej).

Budynek wybudowany w latach 2011-2014, aktualnie użytkowany, w dobrym stanie technicznym.

4.2 KONSTRUKCJA BUDYNKU

FUNDAMENTY

Fundamenty żelbetowe wylewane w postaci ław i stóp żelbetowych, z betonu B30 (stopy, ściany podziemne) wodoszczelnego W-6 (C25/30), zbrojonych stalą A-IIIIN (B500SP) zbrojenie główne oraz A-I strzemiona. Ławy o zmiennej szerokości i wysokości 40 cm stopy o zmiennych wymiarach (od 1,6 m do 3,1 m) i wysokości 40 – 60cm. Słupy żelbetowe utwierdzone w stopach. Zbrojenie podłużne ław powiązane ze zbrojeniem stóp zlokalizowanych na wspólnych osiach oraz w miejscach skrzyżowań.

SŁUPY

Słupy żelbetowe wykonane z betonu klasy B30 (C25/30). Zbrojenie główne ze stali A-IIIIN - (B500SP), strzemiona ze stali A-I - St3S. Otulina zbrojenia 5 cm. Przekroje słupów żelbetowych o kształtach okrągłych, prostokątnych oraz kwadratowych. Ze względu na nietypową bryłę obiektu, słupy są rozmieszczone nieregularnie, lecz w odstępach nie większych od 10 m.

ŚCIANY

Ściany zewnętrzne budynku o gr. 25 cm murowane z cegły wapienno – piaskowej klasy 15 MPa na zaprawie cem.-wap. marki 5MPa, ocieplone.

NADPROŻA

Nadproża w ścianach murowanych prefabrykowane typu „L” lub żelbetowe wylewane na mokro.

STROPY

Stropy żelbetowe wszystkich poziomów łącznie ze stropodachem bez-żebrowe o grubości 30 cm z betonu klasy B37 (C30/37) zbrojonego stalą klasy A-IIIIN (B500SP).

Stropy po krawędziach są wieńczone belkami-wieńcami o wymiarach 25x30 cm. Strop na poziomie II piętra jest dodatkowo oparty na belce o wymiarach 60(25)x80(118) cm, w miejscach braku ściany murowanej. Belka zbrojona stalą klasy A-IIIIN oraz A-I -St3S, wyprowadzona 88 cm ponad wierzch stropu, pełniąc funkcję atyki.

Ze względu na występujące przypadki przebicia stropu przez słupy wykonano dodatkowe zbrojenie w części górnej stropu za pomocą dybli typu HALFEN.

Stropy opisano na podstawie przekazanej przez Zamawiającego dokumentacji powykonawczej. Z uwagi na ciągłe użytkowanie obiektu nie wykonywano odkrywek i badań szczegółowych stropodachu.

KONSTRUKTOR Sp. z o.o.

ul. Wincentego Pola 2/2, 71-342 Szczecin, mail: konstruktorspzoo@gmail.com , tel. +48 509 644 117

Górne poziomy stropów w stanie surowym są następujące:

- strop nad parterem: +3,950
- strop nad I piętrem : +8,010;
- stropodach nad II piętrem: +13,120.

SCHODY

Schody wewnętrzne żelbetowe monolityczne płytowe oparte na ścianach murowanych, wykonane z betonu B30 (C25/30), zbrojone stalą A-III (34GS) i A-I (StBS). Grubość płyt biegowych i spocznikowych 15 cm.

SZYBY WINDOWE

Ściany szybów windowych żelbetowe gr. 20 cm posadowione na fundamencie płytowym. Szyby oddylatowane są od stropów poszczególnych kondygnacji.

4.3 OCENA STANU TECHNICZNEGO

Budynek znajduje się w dobrym stanie technicznym – adekwatnym do wieku. Jest prawidłowo użytkowany i utrzymywany w należyty sposób. W elementach konstrukcyjnych na podstawie wybiórczych oględzin nie zaobserwowano cech przeciężenia i nieprawidłowości pracy konstrukcji.

Zakres planowanych prac związanych z montażem elementów elektrowni słonecznej – paneli fotowoltaicznych na stropodachu budynku nie wpłynie istotnie na elementy konstrukcyjne budynku, nie spowoduje przekroczenia dopuszczalnych wartości ugięcia stropodachu, nie będzie skutkować dociężeniem lub osiadaniem fundamentów oraz nie zagraża użytkowaniu budynku. Montaż elementów elektrowni słonecznej jest możliwy. **Panele PV należy instalować w układzie wielorzędowym – rozumie się przez to więcej niż cztery rzędy paneli.**

Dodatkowe obciążenie wynikające z montażu elementów elektrowni słonecznej wynosi 130 kg/m² (ciężar paneli z podkonstrukcją i balastem) i 105 kg/m² (obciążenie wiatrem), łącznie 235 kg/m² = 2,35 kN/m². Łączny ciężar stropu z warstwami, obciążeniem śniegiem, wiatrem i elementami elektrowni wynosi 11,5 kN/m². Ciężar własny stropu z warstwami i przyjętym w projekcie obciążeniem użytkowym 1,5 kN/m² oraz obciążeniem śniegiem wynosi 10,6 kN/m². Dodatkowe obciążenie w stosunku do przyjętego w projekcie stanowi przyrost o około 8,5%. Przeprowadzone obliczenia wykazały, że stan graniczny nośności stropu nie zostanie przekroczony.

Jeżeli w trakcie prowadzenia robót pojawią się wątpliwości co do zastanego stanu rzeczywistego danego elementu konstrukcyjnego – należy niezwłocznie powiadomić o tym Projektanta Konstrukcji.

Powierzchnia dachu możliwa do wykorzystania przy montażu elementów elektrowni słonecznej: 1293 m²

5 BUDYNEK C

5.1 CHARAKTERYSTYKA BUDYNKU

Budynek o przeznaczeniu handlowo – usługowym, z wydzieloną salą sportową, przekrytą dachem o konstrukcji drewnianej. Konstrukcja pozostałej części budynku została zaprojektowana jako monolityczna płytowo-słupowa. Dylatacje dzielą budynek na trzy części, część niższą tzw. dach zielony oraz część wyższą połączoną łącznikiem z budynkiem B oraz jednokondygnacyjną salą sportową.

Budynek wybudowany w latach 2011-2014, aktualnie użytkowany, w dobrym stanie technicznym.

5.2 KONSTRUKCJA BUDYNKU

FUNDAMENTY

Zaprojektowano fundamenty żelbetowe wylewane w postaci łąw i stóp żelbetowych, z betonu B30 (stopy, ściany podziemne) wodoszczelnego W-6 (C25/30), zbrojonych stalą A-IIIN (B500SP) – zbrojenie główne oraz A-I strzemiona. Ławy o zmiennej szerokości w zależności od obciążeń [1,2 m, 1,5 m, 2,0 m] i wysokości 40 cm, stopy o zmiennych wymiarach (od 1,6 m do 5,0 m) i wysokości 40 – 60 cm zaprojektowano pod słupy nośne. Słupy żelbetowe utwierdzone w stopach. Zbrojenie podłużne łąw powiązane ze zbrojeniem stóp zlokalizowanych na wspólnych osiach oraz w miejscach skrzyżowań.

SŁUPY

Słupy żelbetowe wykonane z betonu klasy B37 (B30/37). Zbrojenie główne ze stali A-IIIN (B500SP), strzemiona ze stali A-I - St3S. Otulina zbrojenia 5 cm. Przekroje słupów żelbetowych o kształtach okrągłych, prostokątnych oraz kwadratowych. Ze względu na nietypową bryłę obiektu, słupy są rozmieszczone nieregularnie, lecz w odstępach nie większych od 10 m.

ŚCIANY

Ściany zewnętrzne budynku o gr. 25 cm murowane z cegły wapienno – piaskowej klasy 15 MPa na zaprawie cem.-wap. marki 5MPa, ocieplone.

NADPROŻA

Nadproża w ścianach murowanych prefabrykowane typu „L” lub żelbetowe wylewane na mokro.

STROPY

Stropy żelbetowe wszystkich poziomów, także stropodachu bezżebrowe o grubości 30 cm (stropodach w osiach C3-CR5 i CVIII-CXII gr. 20cm), wykonane z betonu klasy B37 (C30/37) zbrojonego stalą klasy A-IIIN (B500SP).

Stropy po krawędziach są wieńczone belkami-wieńcami o wymiarach 25x30 cm. Stropodach nad wejściem głównym jest dodatkowo oparty na belkach o wymiarach 50x100 cm. Belki zbrojone stalą klasy A-III – 34GS, oraz A-I – St3S. Stropodach części niższej okala attyka wysokości 126 cm ponad wierzch stropu. Stropodach części wyższej okala attyka wysokości 88 cm ponad wierzch stropu.

Ze względu na występujące przypadki przebicia stropu przez słupy, wykonano dodatkowe zbrojenie w części górnej stropu w postaci prętów odgiętych w stropie części niższej i dybli typu HALFEN w części wyższej.

Z uwagi na ciągłe użytkowanie obiektu nie wykonywano odkrywek i badań szczegółowych stropodachu.

KONSTRUKTOR Sp. z o.o.

ul. Wincentego Pola 2/2, 71-342 Szczecin, mail: konstruktorspzoo@gmail.com , tel. +48 509 644 117

Górne poziomy stropów w stanie surowym są następujące:

- strop nad parterem: +3,950;
- strop dachu zielonego: +3,690;
- strop nad I piętrem: +8,010;
- strop nad II piętrem: +13,120

DACH NAD SALĄ SPORTOWĄ

W części nad salą sportową wykonano dach konstrukcji drewnianej z drewna klejonego warstwowo klasy GL36c. Konstrukcję główną stanowią dźwigary proste o przekroju 20x100cm, oparte na słupach żelbetowych za pomocą specjalnie wyprofilowanych okuć stalowych i łączone za pomocą marek stalowych i śrub. Wypełnieniem konstrukcji dachu są płatwie o przekroju 12x20cm, połączone z dźwigarami głównymi za pomocą okuć stalowych oraz śrub. W płaszczyźnie dachu sztywność zapewniają prętowe stężenia stalowe o średnicy 20mm. Elementy stalowe prefabrykowane ze stali klasy 18G2A.

SCHODY

Schody wewnętrzne żelbetowe monolityczne płytowe oparte na ścianach murowanych, wykonane z betonu B37(C30/37), stal A-IIIN (B500SP) i A-I (St3S). Grubość płyt biegowych i spocznikowych 15 cm.

SZYBY WINDOWE

Ściany szybów windowych żelbetowe gr. 20 cm posadowione na fundamencie płytowym. Szyby oddylatowane są od stropów poszczególnych kondygnacji.

5.3 OCENA STANU TECHNICZNEGO

Budynek znajduje się w dobrym stanie technicznym – adekwatnym do wieku. Jest prawidłowo użytkowany i utrzymywany w należyty sposób. W elementach konstrukcyjnych nie zaobserwowano cech przeciążenia i nieprawidłowości pracy.

W części niższej budynku zakres planowanych prac związanych z montażem elementów elektrowni słonecznej na stropie dachu zielonego nie wpłynie istotnie na elementy konstrukcyjne budynku, nie spowoduje przekroczenia dopuszczalnych wartości ugięcia stropodachu, nie będzie skutkować dociążeniem lub osiadaniem fundamentów oraz nie zagraża użytkowaniu budynku. Montaż elementów elektrowni słonecznej jest możliwy na wyznaczonym obszarze – zgodnie z poniższym rysunkiem.

W części budynku z salą sportową krytą dachem konstrukcji drewnianej z dźwigarami z drewna klejonego warstwowo montaż elementów elektrowni słonecznej na dachu **nie jest możliwy**. Dodatkowe obciążenie wynikające z montażu tych elementów spowoduje przeciążenie elementów konstrukcyjnych dachu oraz ich zwiększone ugięcie przekraczające w sposób znaczący dopuszczalne wartości normowe.

W części najwyższej budynku montaż elementów elektrowni słonecznej jest możliwy wyłącznie w części budynku między osiami C7-C15 i CPI-CIV. W części stropodachu między osiami C4-C14 i CIV-CXIII znajdują się instalacje uniemożliwiające montaż elementów elektrowni słonecznej. W części stropodachu między osiami C4-C7 i CPI-CIV montaż elementów elektrowni słonecznej **nie jest możliwy** ze względu na przeciążenie

KONSTRUKTOR Sp. z o.o.

ul. Wincentego Pola 2/2, 71-342 Szczecin, mail: konstruktorspzo@gmail.com , tel. +48 509 644 117

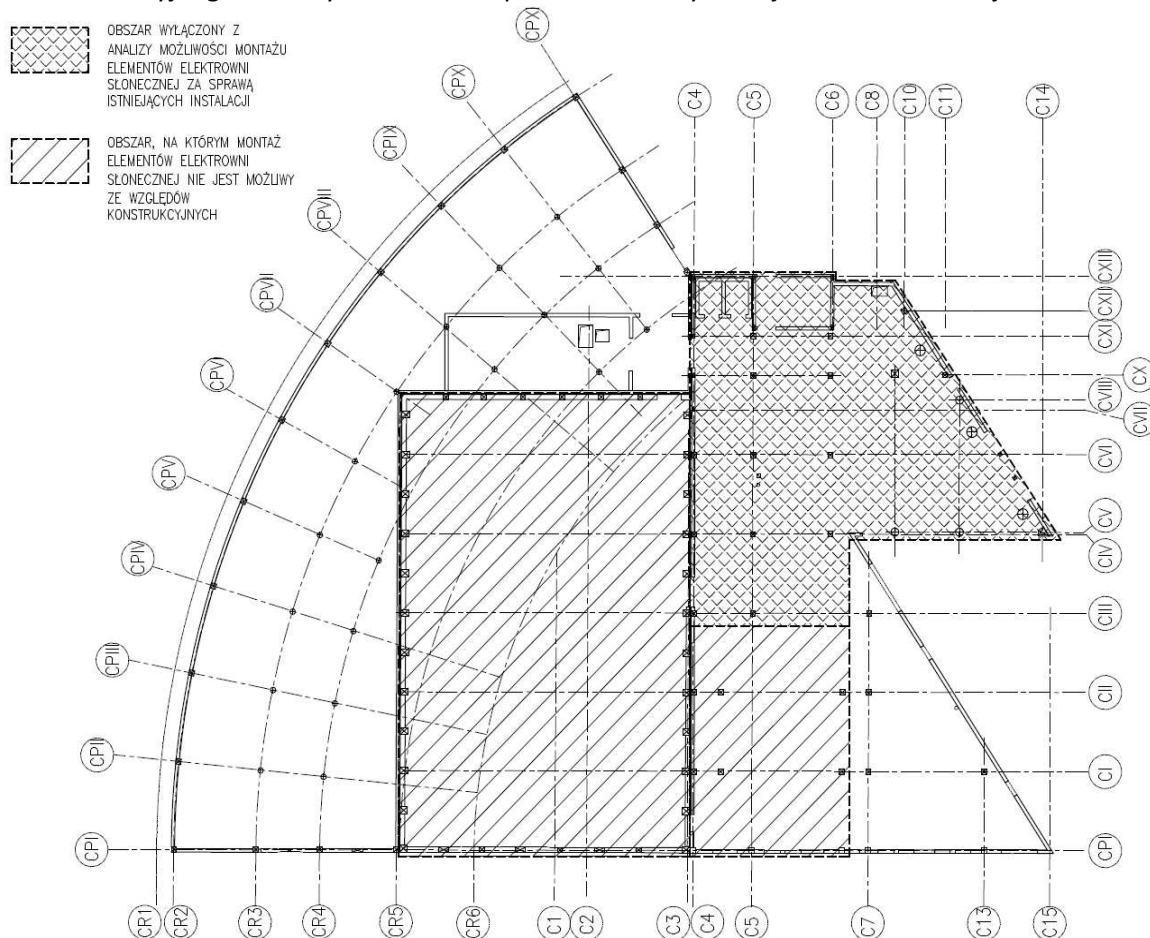
stropodachu wynikające z jego dodatkowego obciążenia oraz zwiększone ugięcie płyty. Jest to strefa dachu z rozbieżnością w dokumentacji dotyczącej braku słupów.

Dodatkowe obciążenie wynikające z montażu elementów elektrowni słonecznej wynosi 130 kg/m² (ciężar paneli z podkonstrukcją i balastem) i 90 kg/m² (obciążenie wiatrem), łącznie 220 kg/m² (w przybliżeniu 2,20 kN/m²).

W części niższej łączny ciężar stropu z warstwami, obciążeniem śniegiem, wiatrem i elementami elektrowni wynosi 13,0 kN/m². Ciężar własny stropu z warstwami i przyjętym w projekcie obciążeniem użytkowym 4,0 kN/m² oraz obciążeniem śniegiem wynosi 14,8 kN/m². Na wykonanym stropie istnieje jeszcze zapas nośności.

W części wyższej łączny ciężar stropu z warstwami, obciążeniem śniegiem, wiatrem i elementami elektrowni wynosi 11,3 kN/m². Ciężar własny stropu z warstwami i przyjętym w projekcie obciążeniem użytkowym 1,5 kN/m² oraz obciążeniem śniegiem wynosi 10,6 kN/m². Dodatkowe obciążenie w stosunku do przyjętego w projekcie stanowi przyrost o około 7%.

Jeżeli w trakcie prowadzenia robót pojawią się wątpliwości co do zastanego stanu rzeczywistego danego elementu konstrukcyjnego – należy niezwłocznie powiadomić o tym Projektanta Konstrukcji.



Powierzchnia dachu możliwa do wykorzystania przy montażu elementów elektrowni słonecznej: **1105 m²**

6 WYTYCZNE DO MONTAŻU ELEMENTÓW ELEKTROWNI SŁONECZNEJ

- Podczas montażu elementów elektrowni słonecznej należy nie dopuścić do uszkodzenia pokrycia dachów budynków B i C.
- Elementy elektrowni słonecznej należy ustawiać na przekładkach z tworzywa sztucznego elastycznego w celu zabezpieczenia przed uszkodzeniami membran kryjących powierzchnię dachów budynków B i C (tzw. montaż nieinwazyjny).
- Nie zaleca się mocowania elementów elektrowni za pomocą śrub kotwiących do płyty stropodachu z uwagi na potencjalnie dużą ilość koniecznych przebić pokrycia dachu. (może pojawić się problem uszczelnienia w dłuższym okresie użytkowania)
- Elementy elektrowni słonecznej należy dociążyć poprzez układanie na elementach podkonstrukcji paneli bloczków betonowych w celu zabezpieczenia przed obciążeniem wyrwywającym wiatru. Przyjęto ciężar balastu o wartości 105 kg/m² powierzchni dachu na budynkach B i C. Obliczenia wymaganego balastu zamieszczono w załączniku A.
- Zaleca się układanie ciągów paneli w większej liczbie rzędów, co zmniejsza średnie obciążenie wiatrowe przypadające na panele.

7 UWAGI

- W razie wątpliwości technicznych kontaktować się z autorem opracowania.
- W przypadku stwierdzenia warunków odmiennych od założonych w projekcie niezwłocznie powiadomić Projektanta.
- Wszystkie prace prowadzić zgodnie z przepisami BHP i obowiązującym prawem.

8 WNIOSKI

Dach budynku B nadaje się do zainstalowania elementów elektrowni w układzie wielorzędowym na całej swojej powierzchni. Przeprowadzona analiza wykazuje wzrost obciążeń o 8,5%, a po obliczeniach wytrzymałościowych stwierdza się, że nie ma to wpływu na bezpieczeństwo konstrukcji.

Dach budynku C nadaje się do zainstalowania elementów elektrowni w układzie wielorzędowym na oznaczonej powierzchni dachu wg szkicu z pkt 5.3. Przeprowadzona analiza wykazuje wzrost obciążeń o 7%, a po obliczeniach wytrzymałościowych stwierdza się, że nie ma to wpływu na bezpieczeństwo konstrukcji.

Łączna powierzchnia dachów budynku B i C możliwa do wykorzystania przy montażu elementów elektrowni słonecznej wynosi 2398 m².

Wpływ na posadowienie i podłoże gruntowe ocenia się jako nieistotny.

mgr inż. Krzysztof Walczak

KONSTRUKTOR Sp. z o.o.

ul. Wincentego Pola 2/2, 71-342 Szczecin, mail: konstruktorspzo@gmail.com , tel. +48 509 644 117

9 ZAŁĄCZNIK A – WYCIĄG Z OBLICZEŃ

Układ i grubości warstw dachowych przyjęto na podstawie przekrojów opisanych w Projekcie Architektonicznym przesłanym przez Zamawiającego. Nie wykonano odkrywki sprawdzającej na dachu istniejącym z uwagi na brak możliwości naprawy miejsca odkrywki. Przy montażu elementów elektrowni w miejscach przejść kablowych przez pokrycie należy potwierdzić zgodność grubości warstw dachowych z założonymi w obliczeniach.

Zestawienie obciążeń

Stropodach nad bud. C [BP3.0] - wyższy						
Nr	rodzaj obciążenia	grubość [m]	ciężar [kN/m ³]	g _k [kN/m ²]	gamma _f	g _d [kN/m ²]
1	membrana dachowa Sikaplan 1,5mm + folia			0,10	1,35	0,14
2	wełna mineralna 20cm	0,2	2	0,40	1,35	0,54
3	kliny z wełny mineralnej 5cm	0,05	2	0,10	1,35	0,14
4	sufit podwieszany			0,30	1,35	0,41
5	RAZEM bez c.w.stropu, obc.śniegiem i panelami			0,90	1,35	1,22
6	strop żelbetowy	0,3	25	7,50	1,35	10,13
7	śnieg			0,72	1,5	1,08
8	panele PV			1,30	1,35	1,76
9	RAZEM			10,42	1,36	14,18
Dach nad bud. C [BP3.4] – dźwigary z drewna klejonego						
Nr	rodzaj obciążenia	grubość [m]	ciężar [kN/m ³]	g _k [kN/m ²]	gamma _f	g _d [kN/m ²]
1	membrana dachowa Sikaplan 1,5mm + folia			0,10	1,35	0,14
2	wełna mineralna 20cm	0,2	2	0,40	1,35	0,54
3	blacha trapezowa TR50/260x0,75			0,10	1,35	0,14
4	steżenia			0,10	1,35	0,14
5	RAZEM bez obc.śniegiem i panelami			0,70	1,35	0,95
6	śnieg			0,72	1,5	1,08
7	panele PV			1,30	1,35	1,76
9	RAZEM			2,72	1,39	3,78
Stropodach nad bud. C [BP3.5] – niższy						
Nr	rodzaj obciążenia	grubość [m]	ciężar [kN/m ³]	g _k [kN/m ²]	gamma _f	g _d [kN/m ²]
1	kruszywo otoczkowe 8cm	0,08	21	1,68	1,35	2,27
2	folia PVC+ membrana + geowłóknina			0,10	1,35	0,14
3	wełna mineralna 20cm	0,2	2	0,40	1,35	0,54
4	kliny z wełny mineralnej 5cm	0,05	2	0,10	1,35	0,14
5	sufit podwieszany			0,30	1,35	0,41
6	RAZEM bez c.w.stropu, obc.śniegiem i panelami			2,58	1,35	3,48
7	strop żelbetowy	0,3	25	7,50	1,35	10,13
8	śnieg			0,72	1,5	1,08
9	panele PV			1,30	1,35	1,76
10	RAZEM			12,10	1,36	16,44
Stropodach nad bud. B [BP3.0]						
Nr	rodzaj obciążenia	grubość [m]	ciężar [kN/m ³]	g _k [kN/m ²]	gamma _f	g _k [kN/m ²]
1	membrana dachowa Sikaplan 1,5mm + folia			0,10	1,35	0,14
2	wełna mineralna 20cm	0,2	2	0,40	1,35	0,54
3	kliny z wełny mineralnej 5cm	0,05	2	0,10	1,35	0,14
4	sufit podwieszany			0,30	1,35	0,41
5	RAZEM bez c.w.stropu i obc. użytkowego			0,90	1,35	1,22
6	strop żelbetowy	0,3	25	7,50	1,35	10,13
7	śnieg			0,72	1,5	1,08
8	panele PV			1,30	1,35	1,76
10	RAZEM			10,42	1,36	14,18

Obliczenia ciężaru balastu dla ciągów paneli PV

Obciążenie wiatrem

Informacje ogólne
 Nazwa: Obciążenie wiatrem
 Typ: Wiatry jednospadowe
 Widok: Schemat obciążenia

Lokalizacja
 Strefa obciążenia wiatrem: 1 2 3
 Wysokość n.p.m. [m]: 30.0
 $v_{0,p} = 22.0$ m/s
 Oddziaływanie: niższy okap - środek pola

Wpływ ukształtowania terenu
 Kategoria terenu: 0 I II III IV
 $z_0 = 1.0$ m
 $h_{dis} = 0.84$
 Wysokość odniesienia inna niż całkowita wysokość budowli
 Wysokość odniesienia: z_e [m]: 13.0
 $c_e(z) = 0.63$
 Budowla na stoku

Współczynniki ciśnienia
 Wysokość budynku h [m]: 1.0
 Długość dachu d [m]: 1.6
 Szerokość dachu b [m]: 10.0
 Kąt nachylenia dachu α [°]: 30.0
 Wsp. ograniczenia przepływu ψ : 0.2
 $C_{p,net} = 2.2$

Opcje
 Wsp. konstrukcyjny $C_s C_d$: 1.0
 Znany kierunek wiatru
 Współczynnik sezonowy C_{season} : 1.0

Wyniki
 Schemat 1 Połacie dachu - pole A - parcie
 $v_m(z) = C_e(z) \cdot C_{pe}(z) \cdot C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{0,p} = 13.83$ m/s
 $I_v(z) = 1 / (C_e(z) \cdot \ln(z/z_0)) = 0.4$
 $q_b(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = 0.45$ kN/m²
 $F_w = C_s C_d \cdot q_b(z_e) \cdot C_{p,net} = 1.00$ kN/m²

Przyjmij wartość: Zalecana $\Rightarrow 1.000$ kN/m² \Rightarrow sprawdź do: Obc. powierzchniowe

KONSTRUKTOR Sp. z o.o.

ul. Wincentego Pola 2/2, 71-342 Szczecin, mail: konstruktorspzoo@gmail.com , tel. +48 509 644 117

Obciążenie wiatrem

Informacje ogólne

Nazwa: Obciążenie wiatrem

Typ: Wiatry jednospadowe

Widok: Schemat obciążenia

Lokalizacja

Strefa obciążenia wiatrem: 1 2 3

Wysokość n.p.m. [m]: 30.0

$v_{b,0} = 22.0$ m/s

Oddziaływanie: niższy okap - środek pola

Wpływ ukształtowania terenu

Kategoria terenu: 0 I II III IV

$z_0 = 1.0$ m

$h_{dis} = 0.84$

Wysokość odniesienia inna niż całkowita wysokość budynku

Wysokość odniesienia: z_e [m]: 13.0

$c_e(z) = 0.63$

Budowla na stoku

Współczynniki ciśnienia

Wysokość budynku h [m]: 1.0

Długość dachu d [m]: 1.6

Szerokość dachu b [m]: 10.0

Kąt nachylenia dachu α [*]: 30.0

Wsp. ograniczenia przepływu φ : 0.2

$C_{p,net} = -2.7$

Opcje

Wsp. konstrukcyjny $C_s C_d$: 1.0

Znany kierunek wiatru

Współczynnik sezonowy C_{season} : 1.0

Wyniki

Schemat 2 Połac dachu - pole A - ssanie

$v_m(z) = c_e(z) \cdot c_e(z) \cdot C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 13.83$ m/s

$i_v(z) = 1 / (C_e(z) \cdot \ln(z/z_0)) = 0.4$

$q_e(z) = [1 + 7 \cdot i_v(z)] \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = 0.45$ kN/m²

$F_w = C_s C_d \cdot q_e(z_e) \cdot C_{p,net} = -1.23$ kN/m²

Przyjmij wartość: Zalecana \Rightarrow -1.230 kN/m² \Rightarrow sprowadź do: Obc. powierzchniowe

Wartość charakterystyczna obciążenia odrywającego wiatru:

$$p_k = -1,23 \text{ kN/m}^2$$

Wartość obliczeniowa obciążenia odrywającego wiatru:

$$p_d = -1,23 \cdot 1,5 = -1,85 \text{ kN/m}^2 \sim 185 \text{ kg/m}^2$$

Ciężar panela PV z podkonstrukcją: 36,5 kg.

Przyjęto wymiary panela 1,0 x 1,6 m i kąt ustawienia panela w stosunku do powierzchni dachu równy 30 stopni.

Ciężar panela PV z podkonstrukcją na m2 powierzchni dachu:

$$Q_{PVk} = 36,5 / (1,0 \times 1,6 \times \cos 30) = 26,3 \text{ kg/m}^2.$$

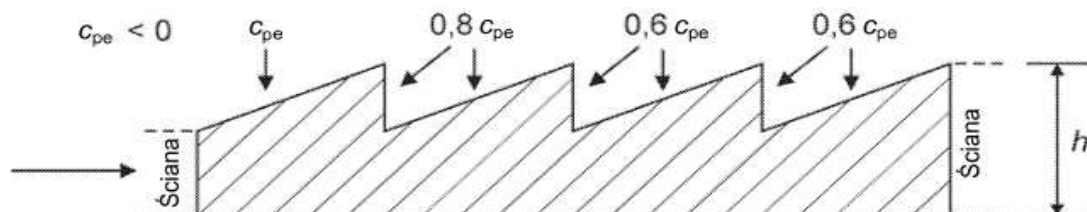
Obliczeniowy ciężar panela PV z podkonstrukcją:

$$Q_{PVd} = 0,9 \cdot Q_{PVk} = 0,9 \cdot 26,3 = 23,7 \text{ kg/m}^2$$

Ciężar balastu równoważący wartość obliczeniową obciążenia odrywającego wiatru pomniejszoną o ciężar panela PV z podkonstrukcją:

$$Q = p_d - Q_{PVd}$$

Ze względu na powtarzający się układ ciągów paneli, przyjęto zredukowane współczynniki ciśnienia zewnętrznego wiatru zgodnie z PN-EN 1991-1-4 2008:



Zgodnie z tym schematem przyjęto:

- obciążenie obliczeniowe odrywającego wiatru dla pierwszego rzędu paneli PV:

$$p_{d1} = 185 \text{ kg/m}^2$$

- obciążenie obliczeniowe odrywającego wiatru dla drugiego rzędu paneli PV:

$$p_{d2} = 0,8 \cdot 185 = 148 \text{ kg/m}^2$$

- obciążenie obliczeniowe odrywającego wiatru dla trzeciego i kolejnych rzędów paneli PV:

$$p_{d3} = 0,6 \cdot 185 = 111 \text{ kg/m}^2$$

Ciążar obliczeniowy balastu równoważący obciążenie odrywającego wiatru dla pierwszego rzędu paneli PV:

$$Q_1 = 185 - 23,7 = 161,3 \text{ kg/m}^2$$

Ciążar balastu równoważący obciążenie odrywającego wiatru dla drugiego rzędu paneli PV:

$$Q_2 = 148 - 23,7 = 124,3 \text{ kg/m}^2$$

Ciążar balastu równoważący obciążenie odrywającego wiatru dla trzeciego rzędu paneli PV:

$$Q_3 = 111 - 23,7 = 87,3 \text{ kg/m}^2$$

Zgodnie z Programem Funkcjonalno-Użytkowym "Rozwój i zwiększenie wykorzystania energii słonecznej w miejskich jednostkach organizacyjnych w Szczecinie – etap III Hala Azoty Arena, ul. Szafera 3/5/7, 71-245 Szczecin" przyjęto następującą liczbę rzędów paneli PV:

Budynek B – 2 rzędy paneli PV

Budynek C – 12 rzędów paneli PV

Z uwagi na wykazane w dalszej części obliczeń możliwe do pokrycia powierzchnie dachu należy przyjąć, że dach budynku B powinien mieć układ paneli PV wielorzędowy, podobnie jak dach budynku C.

Dla budynku B i C ze względu na położenie pierwszego rzędu paneli PV w niedalekiej odległości od attyki, co ma wpływ na zmniejszenie współczynnika ciśnienia zewnętrznego, oraz znikomy wpływ ciężaru pierwszego rzędu na ugięcie środka przęsła płyty stropodachu, przyjęto uśredniony współczynnik ciśnienia zewnętrznego dla wszystkich rzędów paneli PV o wartości $C_{pe} = 0,7$.

Stąd uśrednione obciążenie odrywającego wiatru dla wszystkich rzędów paneli PV jest równe:

$$p_{dc} = 0,7 \cdot 185 = 129,5 \text{ kg/m}^2$$

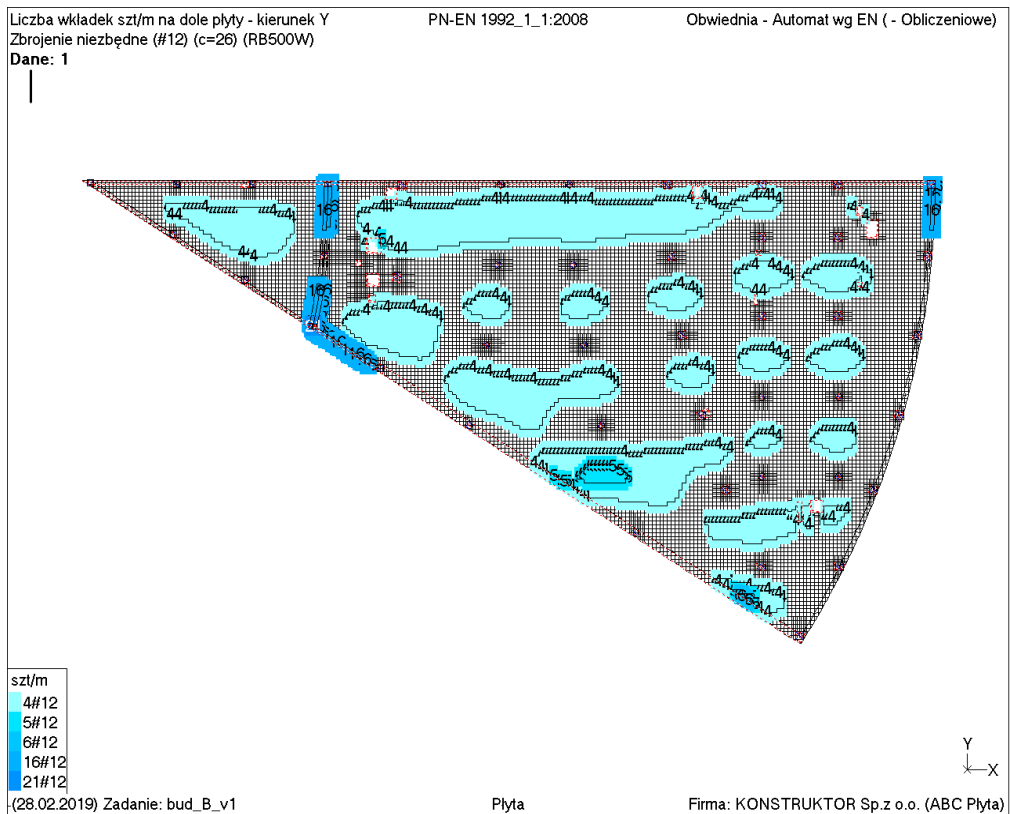
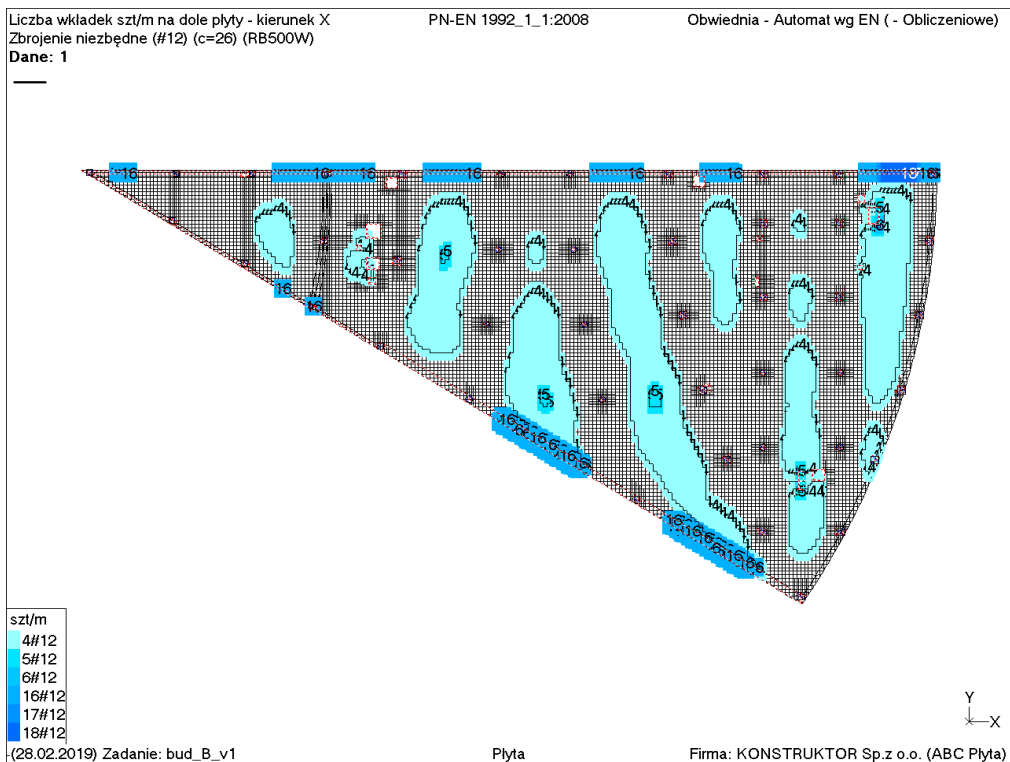
a ciężar balastu równoważący uśrednione obciążenie odrywającego wiatru jest równy:

$$Q_c = 129,5 - 23,7 = 105,8 \text{ kg/m}^2$$

KONSTRUKTOR Sp. z o.o.

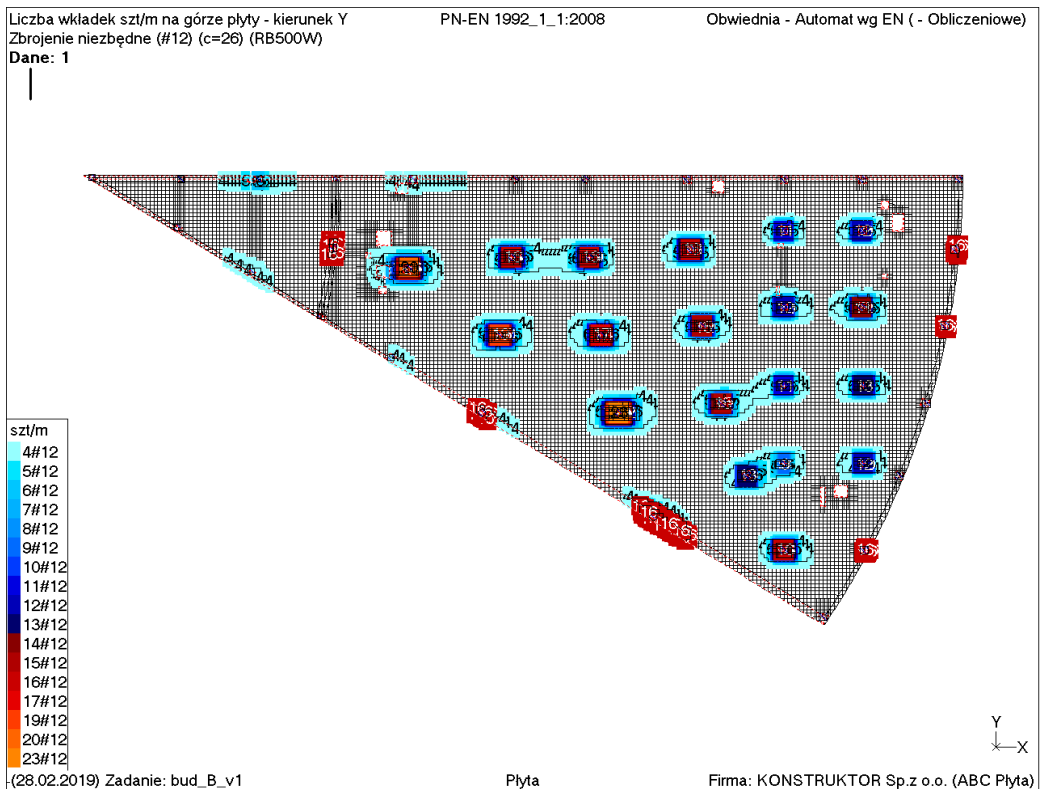
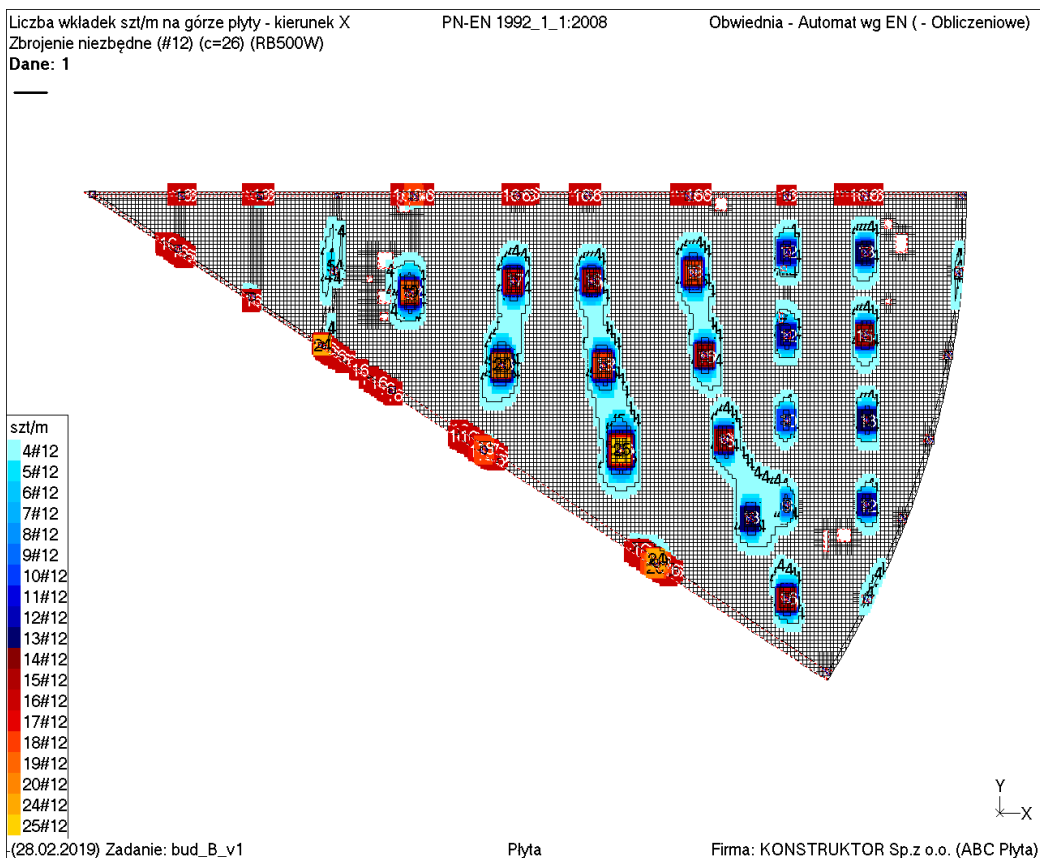
ul. Wincentego Pola 2/2, 71-342 Szczecin, mail: konstruktorspzo@gmail.com , tel. +48 509 644 117

Wyniki obliczeń płyt stropodachów BUDYNEK B



KONSTRUKTOR Sp. z o.o.

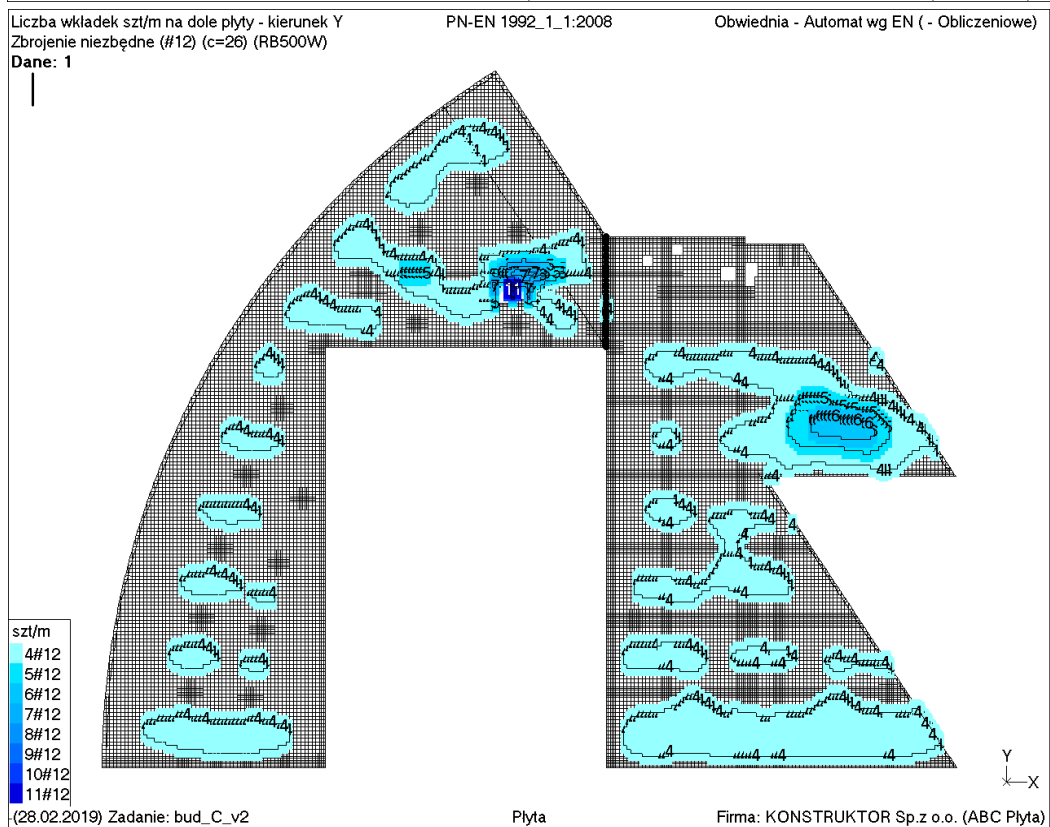
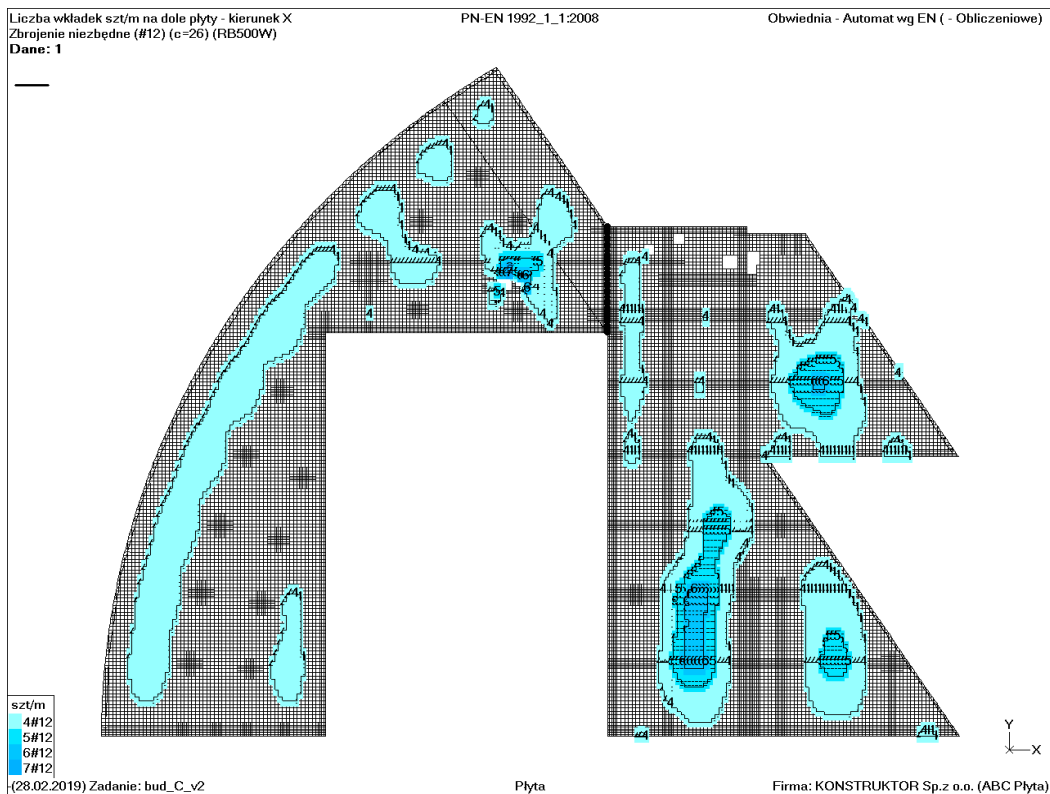
ul. Wincentego Pola 2/2, 71-342 Szczecin, mail: konstruktorspzo@gmail.com , tel. +48 509 644 117



KONSTRUKTOR Sp. z o.o.

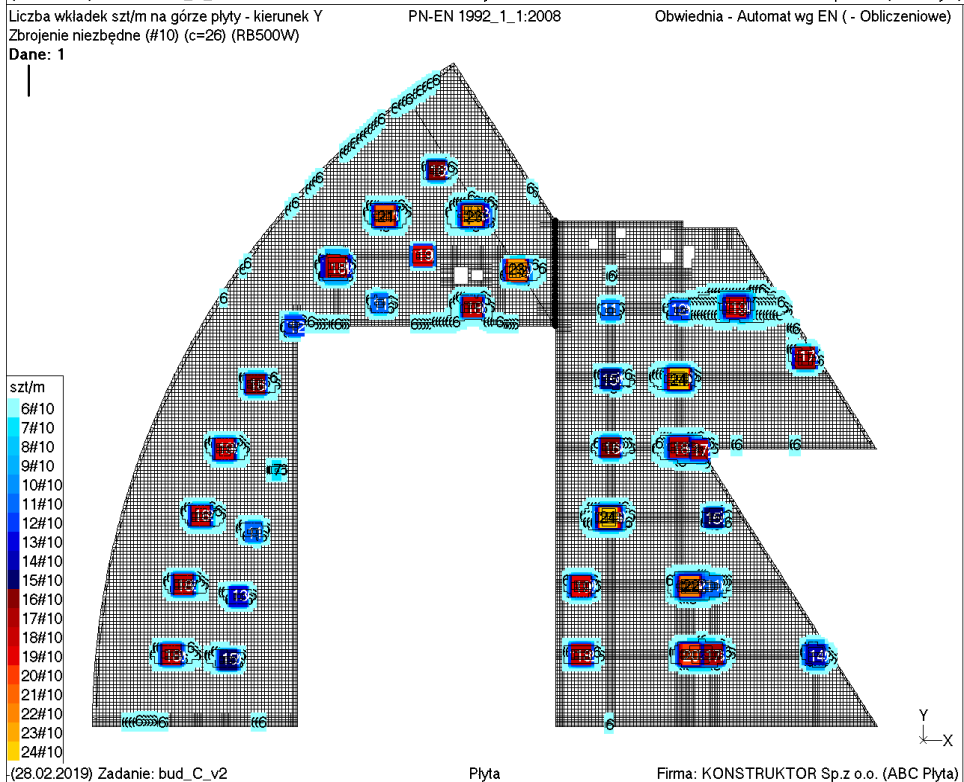
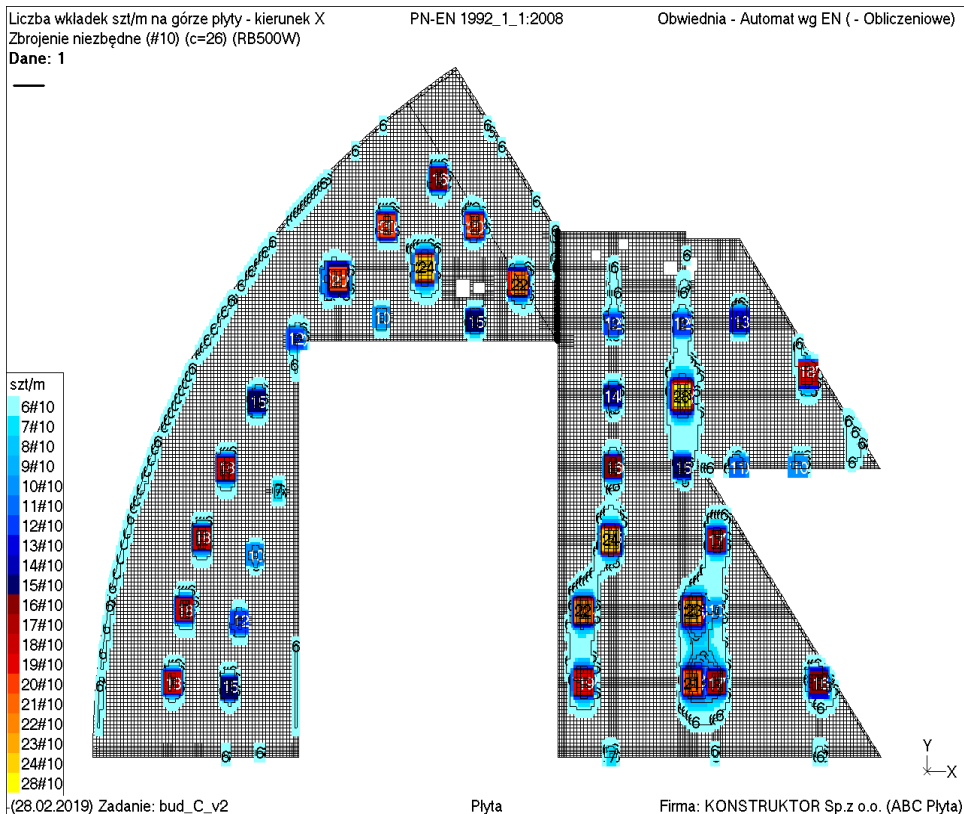
ul. Wincentego Pola 2/2, 71-342 Szczecin, mail: konstruktorspzoo@gmail.com , tel. +48 509 644 117

BUDYNEK C



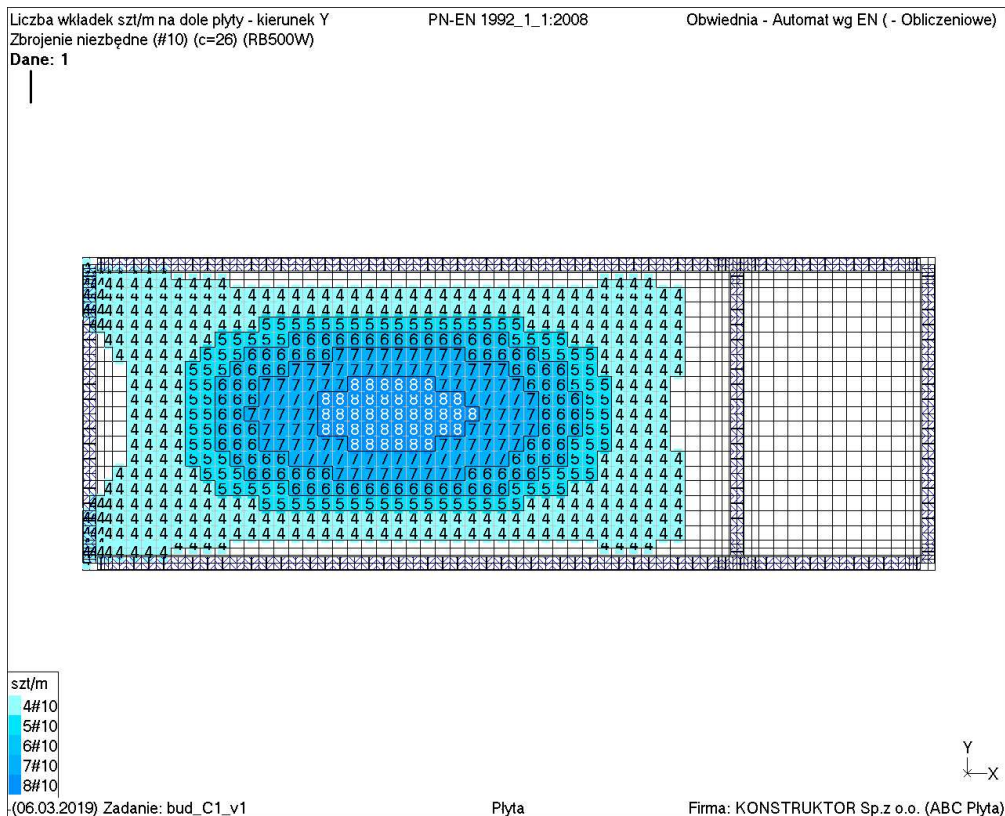
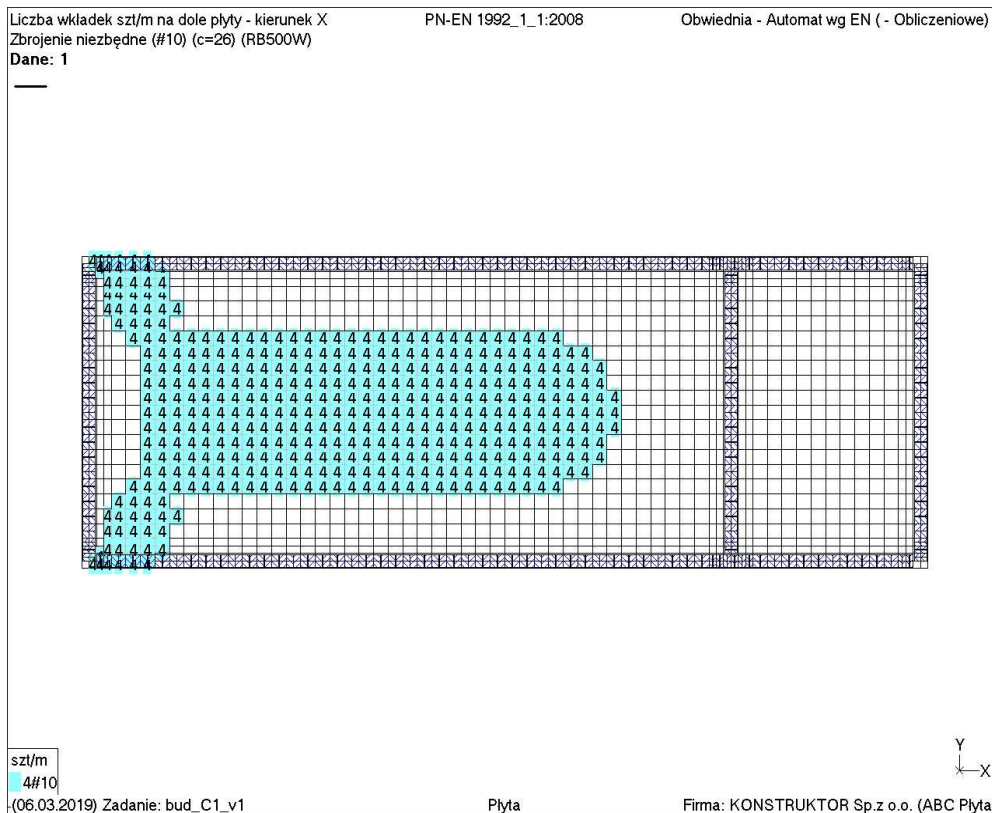
KONSTRUKTOR Sp. z o.o.

ul. Wincentego Pola 2/2, 71-342 Szczecin, mail: konstruktorspzo@gmail.com , tel. +48 509 644 117



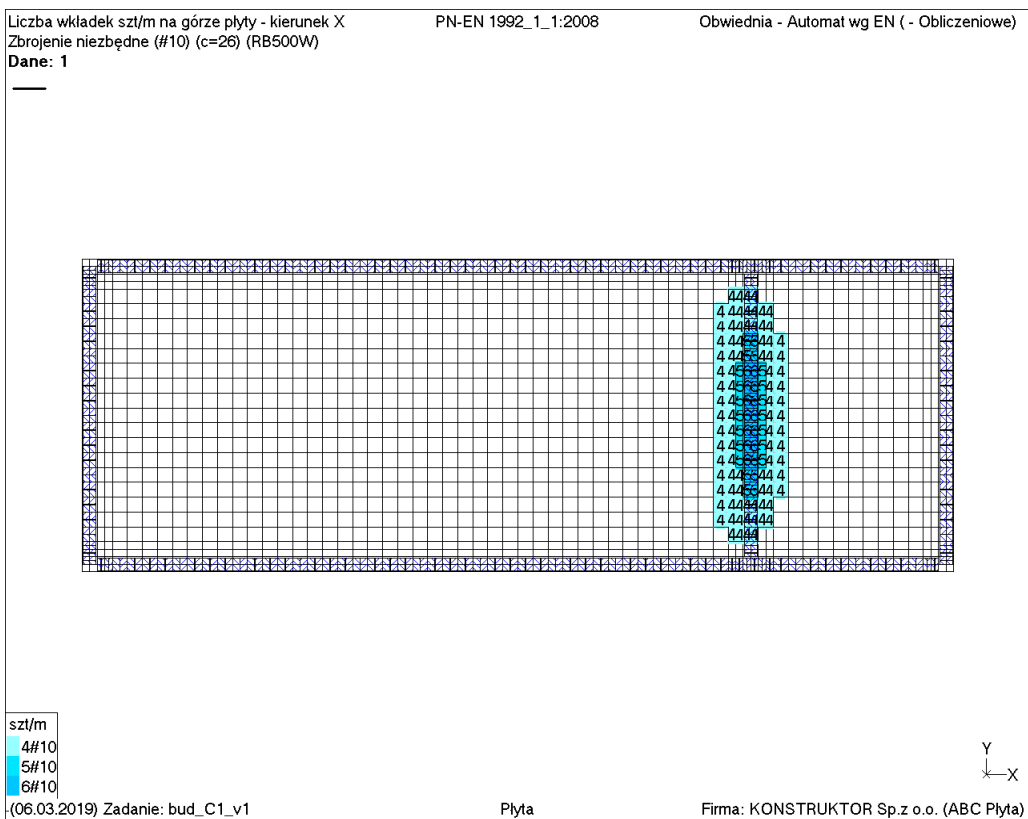
KONSTRUKTOR Sp. z o.o.

ul. Wincentego Pola 2/2, 71-342 Szczecin, mail: konstruktorspzo@gmail.com , tel. +48 509 644 117

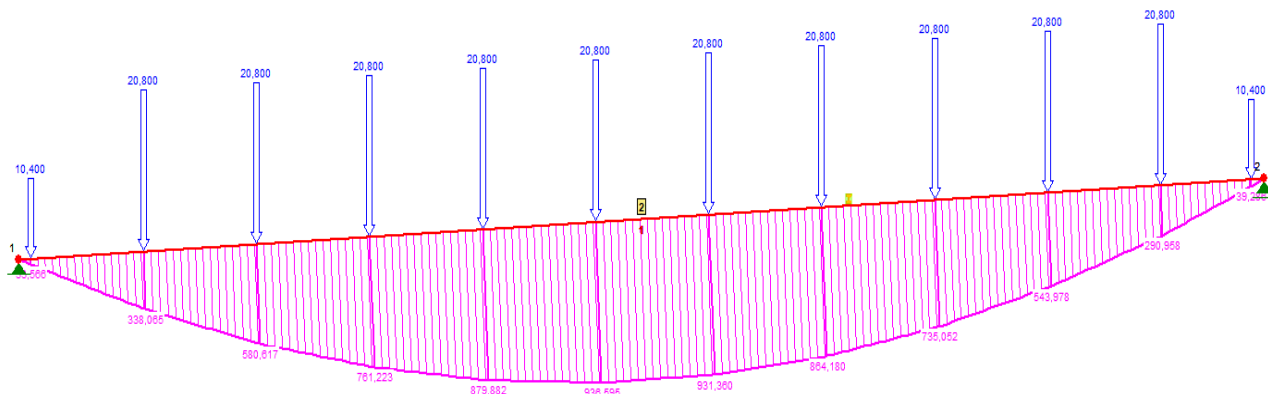


KONSTRUKTOR Sp. z o.o.

ul. Wincentego Pola 2/2, 71-342 Szczecin, mail: konstruktorspzo@gmail.com , tel. +48 509 644 117



Wyniki obliczeń dźwigara drewnianego



Wymiary przekroju:

$$h=1000,0 \text{ mm}$$

$$b=200,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=1666666,7;$$

$$J_{zg}=666666,7 \text{ cm}^4;$$

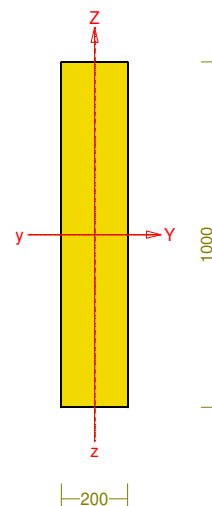
$$A=2000,00 \text{ cm}^2;$$

$$i_y=28,9;$$

$$i_z=5,8 \text{ cm};$$

$$W_y=33333,3;$$

$$W_z=6666,7 \text{ cm}^3.$$



Własności techniczne drewna:

Przyjęto 2 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 85% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Krótkotrwałe** (*mniej niż 1 tydzień, np. śnieg i wiatr*).

$$K_{mod} = 0,90$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno GL36c.**

$$f_{m,k} = 36,00$$

$$f_{m,d} = 24,92 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 22,50$$

$$f_{t,0,d} = 15,58 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,50$$

$$f_{t,90,d} = 0,35 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 29,00$$

$$f_{c,0,d} = 20,08 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 3,30$$

$$f_{c,90,d} = 2,28 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,80$$

$$f_{v,d} = 2,63 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 14700 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 460 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 11900 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 850 \text{ MPa}$$

KONSTRUKTOR Sp. z o.o.ul. Wincentego Pola 2/2, 71-342 Szczecin, mail: konstruktorspzoo@gmail.com , tel. +48 509 644 117

$$\rho_k = 430 \text{ kg/m}^3$$

$$E_{0,05} = 11900 \text{ MPa}$$

$$G_{\text{mean}} = 850 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 430 \text{ kg/m}^3$$

Nośność na rozciąganie:Wyniki dla $x_a=22,03 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$ Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 2000,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 8,640 / 2000,00 \times 10 = \mathbf{0,04} < \mathbf{15,58} = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=22,03 \text{ m}$

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 8,396 / 2000,00 \times 10 = \mathbf{0,04} < \mathbf{12,39} = 0,617 \times 20,08 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=10,20 \text{ m}$; $x_b=11,83 \text{ m}$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,01}{0,617 \times 20,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{24,92} + \frac{28,10}{24,92} = \mathbf{1,128} > \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,01}{0,718 \times 20,08} + \frac{0,00}{24,92} + 0,7 \times \frac{28,10}{24,92} = \mathbf{0,790} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:Wyniki dla $x_a=10,20 \text{ m}$; $x_b=11,83 \text{ m}$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 936,595 / 33333,33 \times 10^3 = \mathbf{28,10} > \mathbf{24,92} = 1,000 \times 24,92 = k_{\text{crit}} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=10,20 \text{ m}$; $x_b=11,83 \text{ m}$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{15,58} + \frac{28,10}{24,92} + 0,7 \times \frac{0,00}{24,92} = \mathbf{1,127} > \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{15,58} + 0,7 \times \frac{28,10}{24,92} + \frac{0,00}{24,92} = \mathbf{0,789} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=10,20 \text{ m}$; $x_b=11,83 \text{ m}$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,01^2}{20,08^2} + \frac{28,10}{24,92} + 0,7 \times \frac{0,00}{24,92} = \mathbf{1,127} > \mathbf{1}$$

KONSTRUKTOR Sp. z o.o.

ul. Wincentego Pola 2/2, 71-342 Szczecin, mail: konstruktorspzoo@gmail.com , tel. +48 509 644 117

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,01^2}{20,08^2} + 0,7 \times \frac{28,10}{24,92} + \frac{0,00}{24,92} = \mathbf{0,789 < 1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=22,03$ m; $x_b=0,00$ m

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{1,30^2 + 0,00^2} = \mathbf{1,30 < 2,63} = 1,000 \times 2,63 = k_{v,d} f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=10,95$ m; $x_b=11,08$ m

$$u_{z,fin} = -252,6 + 0,0 = \mathbf{252,6 > 110,1} = u_{net,fin}$$

mgr inż. Krzysztof Walczak