

Załącznik nr 1D: Analiza statyczna dla istniejącej konstrukcji dachu budynku badawczego nr 2

ZAMAWIAJĄCY:	UNIwersYTET ZIELONOGÓRSKI 65-417 Zielona Góra, ul. Licealna 9
OBIEKTY:	BUDYNEK BADAWCZY NR 2
ADRES OBIEKTU:	66-002 Zielona Góra, Nowy Kisielin – Antoniego Wysockiego 13
INWESTYCJA:	Instalacja turbin wiatrowych na dachu budynku badawczego nr 2 Uniwersytetu Zielonogórskiego zlokalizowanego w Nowym Kisielinie

**Analiza statyczna dla istniejącej konstrukcji dachu budynku badawczego nr 2
Uniwersytetu Zielonogórskiego znajdującego się w Zielonej Górze 66-002,
Nowy Kisielin – Antoniego Wysockiego 13**



Jednostka opracowująca analizę:

	ARCUS-Consult Zielona Góra Sp. z o.o. ul. Chemiczna 5, 65-713 Zielona Góra tel./fax: 68 320 33 49, email: office@arcus-consult.pl
---	---

Zespół opracowujący:

ZAKRES OPRACOWANIA	TYTUŁ ZAWODOWY IMIĘ I NAZWISKO	FUNKCJA PROJEKTOWA
Konstrukcja	mgr inż. Damian Nowacki	Opracowujący
	mgr inż. Krzysztof Tomala	Sprawdzający



ARCUS

Consult Zielona Góra Sp. z o.o.

ul. Chemiczna 5, 65-713 Zielona Góra

www.arcus-consult.pl

UNIwersytet Zielonogórski

ul. Licealna 9,

65-417 Zielona Góra

strona 2 z 33

SPIS TREŚCI

1.	SPRAWY FORMALNO-PRAWNE	3
2.	CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	3
3.	PODSTAWOWE DANE CHARAKTERYSTYCZNE BUDYNKU BADAWCZEGO NR 2 UNIwersytetu Zielonogórskiego	5
4.	OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO - WIZJA LOKALNA WRAZ Z DOKUMENTACJĄ FOTOGRAFICZNĄ	7
5.	ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ STATYCZNYCH WIĄZARÓW DACHOWYCH BUDYNKU BADAWCZEGO NR 2	15
6.	WYNIKI ANALIZY STATYCZNEJ WIĄZARÓW DACHOWYCH	19
7.	ANALIZA WIĄZARÓW DACHOWYCH Z UWAGI NA DOCIĄŻENIE INSTALACJĄ TURBIN WIATROWYCH.....	29
8.	PODSUMOWANIE Z PRZEPROWADZONYCH ANALIZ	30
9.	UWAGI KOŃCOWE, ZALECENIA	32



ARCUS

Consult Zielona Góra Sp. z o.o.
ul. Chemiczna 5, 65-713 Zielona Góra
www.arcus-consult.pl

UNIwersytet Zielonogórski
UL. LICEALNA 9,
65-417 ZIELONA GÓRA

strona 3 z 33

1. SPRAWY FORMALNO-PRAWNE

1.1. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Dokumentacja archiwalna projektowa (projekt architektoniczno-budowlany, opracowany przez Arcus-Consult Zielona Góra Sp. z o.o. w październiku 2013r; projekt wykonawczy opracowany przez Arcus-Consult Zielona Góra Sp. z o.o. w listopadzie 2013r.) oraz wniosek materiałowy do wbudowania nr 5 z dnia 14.10.2014r dotyczący wiażara kratowego na budynki nr 1 i 2 wraz z załącznikami (obliczeniami statycznymi, widok konstrukcji wiażara) opracowany przez mgr inż. Mikołaja Łukasika upr. do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr ewid. WKP/0047/POOK/12.
- Wizje lokalna budynku nr 2 w zakresie konstrukcji dachu dokonana w czerwcu 2025r.;
- Materiały archiwalne biura ARCUS Consult Zielona Góra Sp. z o.o.;
- Normy branżowe:
 - PN-EN 1990 „Podstawy projektowania konstrukcji”
 - PN-EN 1991-1-1 „Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-1: Oddziaływania ogólne - Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.”
 - PN-EN 1991-1-3 „Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-3: Oddziaływania ogólne – Obciążenie śniegiem.”
 - PN-EN 1991-1-4 „Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-4: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania wiatru.”
 - PN-EN 1995-1-1 „Projektowanie konstrukcji drewnianych – Część 1-1: Postanowienia ogólne – Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.”

2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Wobec chęci montażu instalacji turbin wiatrowych na dachu budynku badawczego nr 2 Uniwersytetu Zielonogórskiego opracowano analizę statyczną istniejącej konstrukcji dachu budynku, której wyniki mają dać, informację o możliwości obciążenia wiażarów dachowych obciążeniem dodatkowym od instalacji turbin wiatrowych, ponad normowe obciążenia stałe, zmienne i klimatyczne. Informacja ta, stanowić będzie pomoc do podejmowania przez Inwestora decyzji o możliwości montażu instalacji turbin wiatrowych do istniejącej konstrukcji dachu budynku badawczego nr 2.

Przedmiotowa analiza uwzględnia stan istniejący konstrukcji dachu budynku badawczego nr 2 z dokumentacji archiwalnej projektowej, wniosku materiałowego nr 5 z dnia 14.10.2025r oraz wizji lokalnej, a także europejskie normy do projektowania konstrukcji (Eurokody – „PN-EN”), wykonano wizję lokalną wiażara dachowego.

Zakres obejmuje sporządzenie analizy statycznej konstrukcji dachu budynku badawczego nr 2 w programie do obliczeń statycznyno-wytrzymałościowych (Advance Design 2025). Analiza statyczna konstrukcji dachu wykonana została w układzie przestrzennym (3D).

Zasadniczy zakres opracowania stanowi:

- analizę dostępnej dokumentacji archiwalnej projektowej i wniosku materiałowego nr 5 z dnia 14.10.2025r na potrzeby niniejszego opracowania,
- dokonanie wizji lokalnej budynku,
- sprawdzenie schematu wykratowania wiażara dachowego wraz wymiarami przekrojów poprzecznych elementów składowych wiażara (pas dolny, górny, krzyżulce, słupki), celem potwierdzenia ich zgodności z posiadaną dokumentacją archiwalną projektową i wnioskiem materiałowym nr 5 z dnia 14.10.2014r,
- opracowanie modelu statycznego konstrukcji dachu budynku badawczego nr 2,



ARCUS

Consult Zielona Góra Sp. z o.o.

ul. Chemiczna 5, 65-713 Zielona Góra

www.arcus-consult.pl

UNIwersytet Zielonogórski

ul. Licealna 9,

65-417 Zielona Góra

strona 4 z 33

- określenie możliwości dociążenia wraz z podaniem lokalizacji instalacją turbin wiatrowych, stanowiących podstawę do obciążenia konstrukcji dachu budynku,
- opracowanie wniosków i zaleceń.

Analiza możliwości dociążenia dodatkowym obciążeniem od instalacji turbin wiatrowych zostanie opracowana w taki sposób, aby stany graniczne nośności i użytkowości elementów zostały spełnione bez ingerencji w rzeczywiste rozwiązania konstrukcji budynku.

Zakres analizy nie obejmuje:

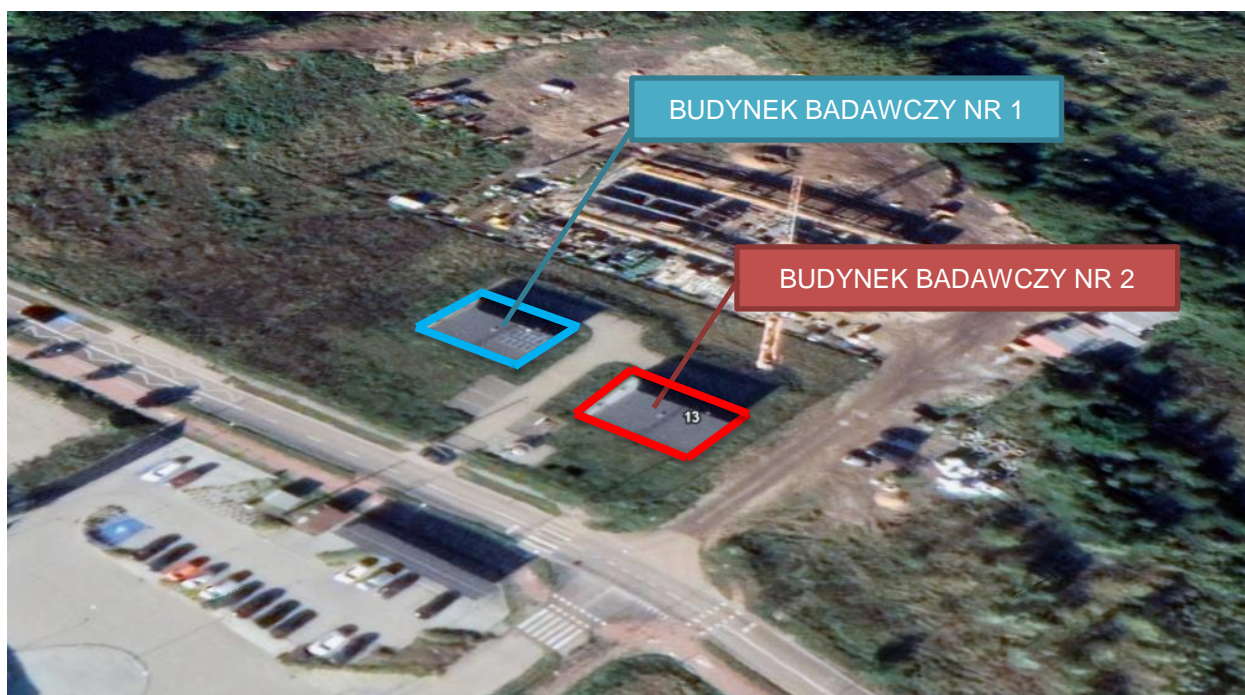
- badań materiałowych dla określenia gatunku i klasy drewna konstrukcji dachu, w tym również pokrycia dachowego,
- pomiarów inwentaryzacyjnych i geodezyjnych konstrukcji dachu budynku badawczego nr 2,
- obliczeń i sprawdzenia statycznego połączeń konstrukcyjnych głównych konstrukcji nośnych budynku, przede wszystkim połączeń wiązarów dachowych budynku.
- wykonania opracowań projektowych dla wzmocnień istniejącej konstrukcji - zakres ten stanowić będzie oddzielne opracowanie **(w razie potrzeby)**.

3. PODSTAWOWE DANE CHARAKTERYSTYCZNE BUDYNKU BADAWCZEGO NR 2 UNIwersYTETU ZIELONOGÓRSKIEGO

Obszar (działka nr 15/75), na której znajdują się przedmiotowy budynek jest terenem zagospodarowanym. Teren jest uzbity, częściowo utwardzony oraz znajdują się na nim dwa budynki badawcze:

- Budynek badawczy nr 1, wykonany w technologii tradycyjnej,
- Budynek badawczy nr 2, wykonany w technologii lekkiej, szkieletowej, drewnianej,

Do działki istnieje wjazd z działki nr 15/67.



Budynek badawczy nr 2 zlokalizowany jest na wschód od centrum Zielonej Góry, przy ulicy Nowy Kisielin – Antoniego Wysockiego. Otoczenie stanowi:

- od strony wschodniej – obecnie obszar domów jednorodzinnych,
- od strony zachodniej – teren niezagospodarowany pokryty niską roślinnością oraz drzewami,
- od strony północnej – obecnie budowa budynku biurowego,
- od strony południowej - obecnie siedziba firmy IT.

Sytuację obrazuje zdjęcie Mapy Google (kolorem czerwonym zaznaczono budynek objęty opracowaniem):



Podstawowe dane techniczne budynku badawczego nr 2:

- | | |
|----------------------------------|--|
| • ilość kondygnacji podziemnych: | → brak |
| • ilość kondygnacji nadziemnych: | → 1 |
| • wysokość całkowita budynku: | → ~ 6,13 m |
| • szerokość całkowita budynku: | → ~ 10,20 m |
| • długość całkowita budynku: | → ~ 13,70 m |
| • rodzaj dachu: | → dach dwuspadowy o różnym kącie nachylenia połaci 15° i 47° |

4. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO - WIZJA LOKALNA WRAZ Z DOKUMENTACJĄ FOTOGRAFICZNĄ

Wizję lokalną na potrzeby opracowania niniejszej analizy przeprowadzono w czerwcu 2025r.

Sporządzono ogólną dokumentację fotograficzną z wizji lokalnej obrazującą konstrukcję dachu budynku badawczego nr 2.

Pełna dokumentacja znajduje się w archiwum autorów niniejszej opinii.

4.1. DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA

1) Ogólna dokumentacja fotograficzna – budynek badawczy nr 2:



a.1 widok ogólny – elewacja południowa



a.2 widok ogólny – elewacja wschodnia



a.3 widok ogólny – elewacja zachodnia



a.4 widok ogólny – elewacja zachodnia

2) Dokumentacja fotograficzna więzara dachowego – budynek badawczy nr 2:



a.5 widok więźby dachowej – połąć pod kątem ok. 47°, strona północno-zachodnia



a.6 widok więźby dachowej – połąć pod kątem ok. 15°, strona południowo-zachodnia



a.7 widok więzara dachowego – połąć pod kątem ok. 15°, strona południowa



a.8 widok więzara dachowego – połąć pod kątem ok. 47°, strona północno-wschodnia



a.9 widok wiązara dachowego – wysokość pasa dolnego



a.10 widok wiązara dachowego – szerokość pasa dolnego



a.11 widok więzara dachowego – wysokość krzyżulca



a.12 widok więzara dachowego – szerokość krzyżulca



a.13 widok więzara dachowego – wysokość słupka



a.14 widok więzara dachowego – rozstaw więzarów dachowych

**ARCUS**

Consult Zielona Góra Sp. z o.o.

ul. Chemiczna 5, 65-713 Zielona Góra

www.arcus-consult.pl

UNIwersytet Zielonogórski

UL. LICEALNA 9,

65-417 ZIELONA GÓRA

strona 14 z 33

4.2. OGÓLNY OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO

CEL WIZJI LOKALNEJ:

Wizję lokalną przeprowadzono w czerwcu 2025r. Celem wizji było sprawdzenie wysokości, grubości oraz wykratowania wiązarów dachowych budynku badawczego nr 2, a także zebranie dokumentacji fotograficznej dokumentującej istniejący stan budynku w zakresie konstrukcji dachu.

Po analizie dokumentacji archiwalnej projektowej oraz wniosków materiałowych przedstawianych w trakcie budowy stwierdzono konieczność możliwie dokładnego zweryfikowania wiązarów dachowych – wiązało się to ze zmianą wiązarów dachowych zakładanych w dokumentacji projektowej, a wnioskami materiałowymi.

Zweryfikowano jeden ze środkowych wiązarów dachowych budynku badawczego nr 2 - w miejscu dostępnym (przygotowanym przez osoby zarządzające budynkiem). Zmierzono wysokość, grubość elementów składowych wiązara oraz określono ich schemat statyczny.

Nie przeprowadzano badań materiałowych – poza zakresem analizy (podczas wizji lokalnej nie zauważono nacechowania elementów składowych wiązara dachowego, co nie wyklucza, że takie oznaczenia są podane). Stan techniczny konstrukcji dachu na podstawie wizji lokalnej przyjęto jako dobry.

WNIOSKI Z WIZJI LOKALNEJ:

Po przeprowadzeniu wizji lokalnej stwierdzono bliską zgodność zastosowanego wiązara dachowego z wnioskiem materiałowym nr 5 z dnia 14.10.2014r. Poniżej przedstawiono zestawienie elementów składowych wiązara dachowego wynikających z dokumentacji projektowej, wniosku materiałowego nr 5 z dnia 14.10.2014r oraz wizji lokalnej.

ZESTAWIENIE ELEMENTÓW SKŁADOWYCH WIĄZARA DACHOWEGO			
ELEMENT	PA-B(PW)	Wniosek materiałowy	Wizja lokalna
Budynek badawczy nr 2 (przekroje podano w cm)			
Pas dolny	Podwójny przekrój 6x20, (drewno klasy C30)	6x16, (drewno klasy C24)	~5.6x15.5, (brak widocznego cechowania)
Słupki	6x10, (drewno klasy C30)	6x12, (drewno klasy C24)	~5.7x11.8, (brak widocznego cechowania)
Krzyżulce	6x10, (drewno klasy C30)	6x12, (drewno klasy C24)	~5.9x11.7, (brak widocznego cechowania)
Pas górny	Podwójny przekrój 6x20, (drewno klasy C30)	6x16, (drewno klasy C24)	~5.7x15.6, (brak widocznego cechowania)
Rozstaw wiązarów	83,0	83,0	~82,6

5. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ STATYCZNYCH WIAZARÓW DACHOWYCH BUDYNKU BADAWCZEGO NR 2

5.1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ DLA BUDYNKU (WYNIKAJĄCE Z DOKUMENTACJI ARCHIWALNEJ ORAZ Z WNIOSKU MATERIAŁOWEGO NR 5 Z DNIA 14.10.2014r)

✓ Ciężar własny wiazara dachowego:

Ciężar własny elementów konstrukcyjnych wiazara dachowego został automatycznie uwzględniony w programach obliczeniowych (dotyczy dokumentacji archiwalnej PA-B oraz PW opracowanej przez ARCUS-Consult Zielona Góra Sp. z o.o.), natomiast we wniosku materiałowym określono ciężar własny wiazara dachowego dla każdego z elementów (ozn. we wniosku, jako ciężar konstrukcji).

✓ Obciażenia stałe wynikające z Projektu Architektoniczno-Budowlanego oraz Wykonawczego (ARCUS-Consult Zielona Góra Sp. z o.o.):

l.p	Element konstrukcji (poziom)	Rodzaj obciążenia	Wartość	Suma	UWAGI
			[kN/m²]		
1.	Dach dwuspadowy drewniany (poziom +5,90)	• Dachówka płaska typu tegalit (wraz z uwzględnieniem ciężaru deskowań, łat itp.)	0,75	0,75	Całkowite obc. stałe połaci
		• Izolacja stropu z wełny skalnej gubości 2 × 20,0cm → 2 × 0,20m × 0,38kN/m³	0,15	0,40	Obciążenie tylko pasa dolnego wiazara drewnianego
		• Sufit podwieszony (profil nośny + system zamocowań + okładzina)	0,25		

✓ Obciażenia stałe wynikające z Wniosku materiałowego nr 5 z dnia 14.10.2014r:

l.p.	Element konstrukcji	Rodzaj obciążenia	Wartość	Suma	UWAGI
			[kN/m²]		
1	Pas górny L	-	0,75	0,75	-
2	Pas górny P	-	0,75	0,75	-
3	Pas dolny	-	0,40	0,40	-

✓ Obciażenia użytkowe wynikające z Projektu Architektoniczno-Budowlanego oraz Wykonawczego (ARCUS-Consult Zielona Góra Sp. z o.o.):

l.p.	Element konstrukcji	Rodzaj obciążenia	Wartość	Suma	UWAGI
			[kN/m ²] lub [kN]		
1.	Dach dwuspadowy drewniany (poziom +5,90)	<ul style="list-style-type: none">Dachy (bez dostępu, z wyjątkiem zwykłego utrzymania i napraw), kat. H	0,40 lub 1,00	0,40 lub 1,00	-

✓ **Obciążenia użytkowe wynikające z Wniosku materiałowego nr 5 z dnia 14.10.2014r:**

l.p.	Element konstrukcji	Rodzaj obciążenia	Wartość	Suma	UWAGI
			[kN]		
1	Pas górny L	• Człowiek na lewym pasie górnym	1,00	1,00	-
2	Pas górny P	• Człowiek na prawym pasie górnym	1,00	1,00	-
3	Pas górny	• Człowiek na wsporniku	1,00	1,00	-

✓ **Obciążenia zmienne wynikające z Projektu Architektoniczno-Budowlanego oraz Wykonawczego (ARCUS-Consult Zielona Góra Sp. z o.o.):**

l.p.	Element konstrukcji	Rodzaj obciążenia	Wartość	Suma	UWAGI
			[kN/m ²] lub [kN]		
1.	Dach dwuspadowy drewniany (poziom +5,90)	• Instalacje przymocowane do pasa dolnego więzara tj. oświetlenie, wentylacje urządzenia itp.	0,50	0,50	-
		• Instalacje PV i kolektorów słonecznych wraz z niezbędnym systemem montażowym	0,65	0,65	-

✓ **Obciążenia zmienne wynikające z Wniosku materiałowego nr 5 z dnia 14.10.2014r:**

l.p.	Element konstrukcji	Rodzaj obciążenia	Wartość	Suma	UWAGI
			[kN/m ²]		
1	Pas górny L	-	0,65	0,65	-
2	Pas górny P	-	0,65	0,65	-
3	Pas dolny	-	0,50	0,50	-

✓ **Obciążenia śniegiem wynikające z Projektu Architektoniczno-Budowlanego oraz Wykonawczego (ARCUS-Consult Zielona Góra Sp. z o.o.):**

l.p.	Element konstrukcji	Rodzaj obciążenia	Wartość	Suma	UWAGI
			[kN/m ²]		
1	Dach dwuspadowy drewniany (poziom +5,90)	• Obciążenie char. dachu śniegiem	0,56	0,56	Obciążenie równomierne
		• Obciążenie char. dachu śniegiem	0,56 i 0,25	0,56 i 0,25	Obciążenie nierównomierne

✓ **Obciążenia śniegiem wynikające z Wniosku materiałowego nr 5 z dnia 14.10.2014r:**

l.p.	Element konstrukcji	Rodzaj obciążenia	Wartość	Suma	UWAGI
			[kN/m ²]		
1	Dach	• Obciążenie char. dachu śniegiem	0,70	0,70	Wartość wyjściowa

✓ **Obciążenia wiatrem wynikające z Projektu Architektoniczno-Budowlanego oraz Wykonawczego (ARCUS-Consult Zielona Góra Sp. z o.o.):**

l.p.	Element konstrukcji	Rodzaj obciążenia	Wartość	Suma	UWAGI
			[kN/m ²]		
1	Dach dwuspadowy drewniany (poziom +5,90)	• Obc. Char. Pow. Dachy (pole F)	-0,55	-0,55	Wariant 1 – kierunek 0°
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole G)	-0,49	-0,49	
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole H)	-0,18	-0,18	
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole I)	-0,18	-0,18	
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole I)	+0,12	+0,12	
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole F)	+0,12	+0,12	Wariant 2 - kierunek 0°
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole G)	+0,12	+0,12	
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole H)	+0,12	+0,12	
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole I)	-0,18	-0,18	
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole I)	-0,12	-0,12	
2	Dach dwuspadowy drewniany (poziom +5,90)	• Obc. Char. Pow. Dachy (pole F)	+0,43	+0,43	kierunek 180°
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole G)	+0,43	+0,43	
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole H)	+0,37	+0,37	
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole I)	-0,18	-0,18	
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole I)	+0,12	+0,12	
3	Dach dwuspadowy drewniany (poziom +5,90)	• Obc. Char. Pow. Dachy (pole F)	-0,79	-0,79	kierunek 90° - nachylenie połaci 15°
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole G)	-0,79	-0,79	
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole H)	-0,37	-0,37	
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole I)	-0,31	-0,31	
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole F)	-0,67	-0,67	kierunek 90° - nachylenie połaci 47°
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole G)	-0,85	-0,85	
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole H)	-0,55	-0,55	
		• Obc. Char. Pow. Dachy (pole I)	-0,31	-0,31	

✓ **Obciążenia śniegiem wynikające z Wniosku materiałowego nr 5 z dnia 14.10.2014r:**

l.p.	Element konstrukcji	Rodzaj obciążenia	Wartość	Suma	UWAGI
			[kN/m ²]		
1	Dach	-	0,633	-	Wartość wyjściowa



ARCUS

Consult Zielona Góra Sp. z o.o.
ul. Chemiczna 5, 65-713 Zielona Góra
www.arcus-consult.pl

UNIwersytet Zielonogórski
UL. Licealna 9,
65-417 ZIELONA GÓRA

strona 18 z 33

5.2. SUMARYCZNE ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ DLA KONSTRUKCJI DACHU BUDYNKU BADAWCZEGO NR 2

Po wykonaniu analizy obciążeń wynikających z projektu architektoniczno-budowlanego oraz wykonawczego opracowanego przez Arcus-Consult Zielona Góra Sp. z o.o., a obciążeń wynikających z wniosku materiałowego nr 5 z dnia 14.10.2014r. można stwierdzić zbieżność w zestawieniu obciążeń stałych, zmiennych oraz częściowo użytkowych. Pozostałe obciążenia śniegiem oraz wiatrem znacznie się różnią od siebie. Porównywane opracowania w zakresie obciążeń (śnieg oraz wiatr) bazują na normie PN-EN 1991-1-3 (Obciążenie śniegiem) oraz PN-EN 1991-1-4 (Wiatr), jednakże wartości przedstawione we wniosku materiałowych nr 5 są podane w znacznym uproszczeniu oraz są przeszacowane.

W związku z tym, model obliczeniowy konstrukcji dachu budynku badawczego nr 2 został obciążony wartościami (dokładnymi) przedstawionymi w opracowaniu projektu architektoniczno-budowlanego oraz wykonawczego określonymi zgonie z obowiązującymi normami do obliczeń konstrukcji (Eurokody z załącznikiem krajowym PN-EN).

l.p.	Rodzaj obciążenia	Rodzaj obciążenia	Suma char.	Współczynnik	Suma obl.	UWAGI
			[kN/m ²]		[kN/m ²]	
1	Obciążenia stałe	• Warstwy dachu	0,75	1,35	1,01	-
		• Warstwy sufitu (tylko pas dolny)	0,40		0,54	
2	Użytkowe	Obciążenie użytkowe	0,400	1,50	0,600	Kat. H
3	Zmienne	• Instalacje przymocowane do pasa dolnego więzara tj. oświetlenie, wentylacje urządzenia itp.	0,50	1,50	0,75	-
		• Instalacje PV i kolektorów słonecznych wraz z niezbędnym systemem montazowym	0,65		0,98	
4	Śnieg	Obciążenie zmienne - równomierne	0,56	1,50	0,84	-
		Obciążenie zmienne - nierównomierne	0,56	1,50	0,84	-
			0,28		0,42	
5	Wiatr	Obciążenie zmienne	Wartości zgodnie z tabelą obciążenia wiatrem wynikające z Projektu A-B oraz PW Arcus-Consult Zielona Góra	1,50	Wartości z uwzględnieniem współczynnika	-

6. WYNIKI ANALIZY STATYCZNEJ WIĄZARÓW DACHOWYCH

6.1. PRZYJĘTY TOK ANALIZY STATYCZNEJ WIĄZARÓW DACHOWYCH

Analizę statyczną więzarów dachowych budynku badawczego nr 2 przeprowadzono dla wykratowania i schematu statycznego zawartego we wniosku materiałowym nr 5 z dnia 14.10.2014r.

Po zapoznaniu się z dokumentacją archiwalną (projekt architektoniczno-budowlany oraz wykonawczy) i wnioskiem materiałowym nr 5 z dnia 14.10.2014r zawierającym między innymi obliczenia statyczne oraz dobór przekrojów poprzecznych więzara dachowego, **stwierdzono istotną rozbieżność pomiędzy przyjętymi w dokumentacji projektowej, a wnioskiem materiałowym nr 5 schematami statycznymi, klasą drewna, sposobami połączeń, a także przekrojami poprzecznymi więzara dachowego (m.in. wysokości i szerokości przekrojów).**

Rozbieżność ta ma zasadniczy wpływ na rozkład sił wewnętrznych w analizowanych elementach konstrukcji dachu, co z kolei determinuje poziom ich wyteżenia.

W związku z powyższym przeprowadzono analizy dla więzara dachowego wg następującego schematu:

Analiza	Zakres	Cel
Nr 1	Przygotowanie modelu 3D i sprawdzenie obliczeń więzarów dachowych dla schematów statycznych <u>zgodnych z wnioskiem materiałowym nr 5 z dnia 14.10.2014r.</u>	Określenie wyteżeń elementów konstrukcyjnych więzara dachowego dla układu przestrzennego, bez dodatkowych obciążeń (określenie w stanie rzeczywistym)
Nr 2	Przygotowanie modelu 3D i sprawdzenie obliczeń więzarów dachowych dla schematów statycznych <u>zgodnych z wnioskiem materiałowym nr 5 z dnia 14.10.2014r. z uwzględnieniem ciężaru istniejących instalacji (bez PV oraz instalacji przyłożonych do pasa dolnego)</u>	Określenie wyteżeń elementów konstrukcyjnych więzara dachowego dla układu przestrzennego, z rzeczywistymi obciążeniami od instalacji (określenie w stanie rzeczywistym)
Nr 3	Przygotowanie modelu 3D i sprawdzenie obliczeń więzarów dachowych dla schematów statycznych <u>zgodnych z wnioskiem materiałowym nr 5 z dnia 14.10.2014r. wraz z dociążeniem instalacją turbiny wiatrowej o ciężarze 50 kg + wagę uchwytu montażowego + 50 kg</u>	Określenie wyteżeń elementów konstrukcyjnych więzara dachowego dla układu przestrzennego, z dodatkowym obciążeniem od turbin wiatrowych wraz z redukcją obciążenia od instalacji do 25 kg/m ² (określenie w stanie rzeczywistym)
Nr 3	Porównanie otrzymanych wyników w zakresie różnicy wyteżenia modeli obciążonych dodatkowo do modeli bez obciążenia.	Analiza możliwości zwiększenia dodatkowego obciążenia dla układu przestrzennego w stanie rzeczywistym.

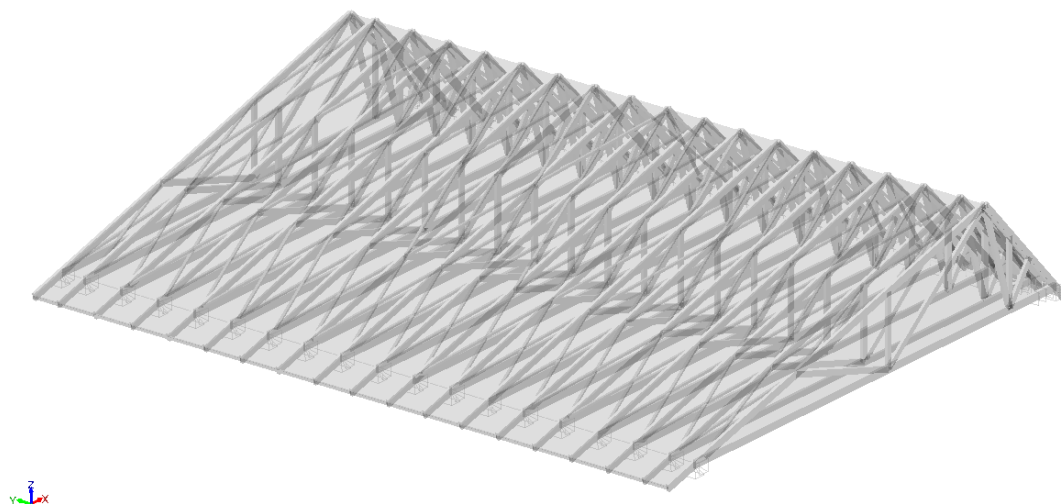
Analizy zostaną zakończone opracowaniem wniosków.

Analizę statyczną więzara dachowego przeprowadzono w programie Advance Design 2025.

Wersje elektroniczne opracowanych modeli (wierzarów dachowych) znajdują się w archiwum biura ARCUS. W niniejszym opracowaniu pokazano jedynie najważniejsze wyniki z dokonanych analiz, na podstawie, których sporządzono i opracowano wnioski końcowe.

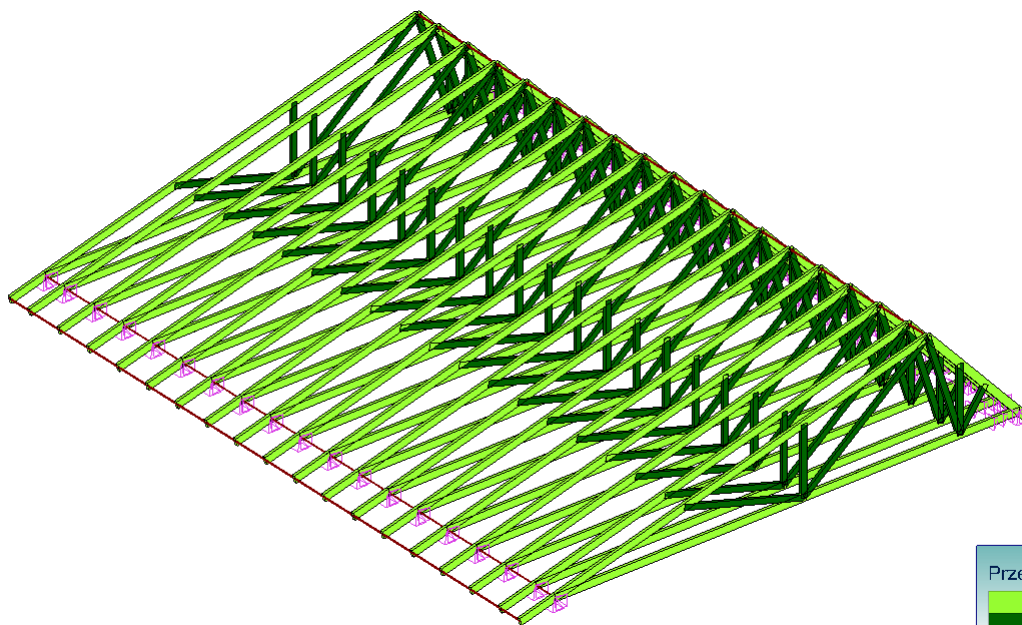
6.2. SCHEMAT STATYCZNY WIĄZARÓW DACHOWYCH

Widok UŻYTKOWNIKA



6.3. PRZEKROJE POPRZECZNE ELEMENTÓW WIĄZARÓW DACHOWYCH

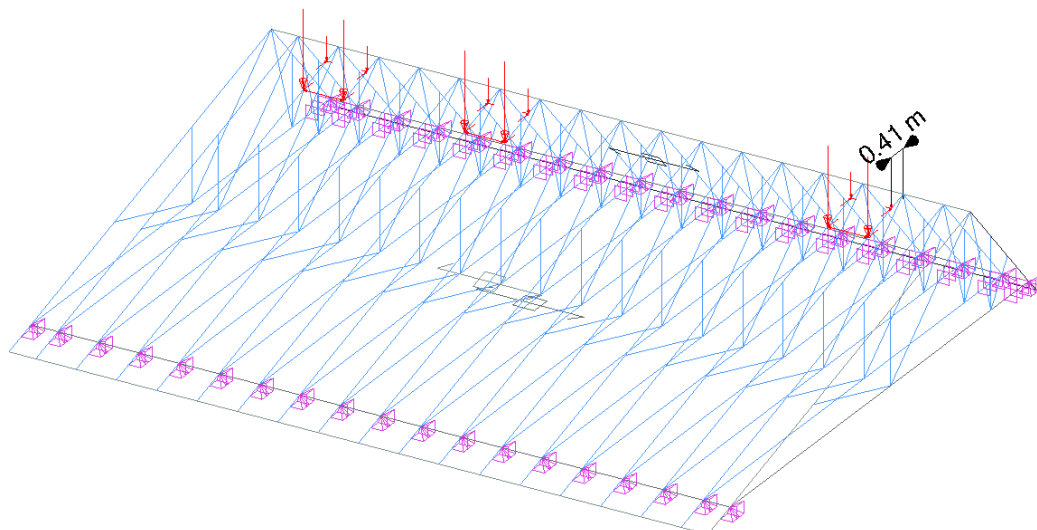
Widok UŻYTKOWNIKA
8.04 m 6.36 m 2.25 m



Przekrój
R6*16
R6*12

6.4. SCHAMAT STATYCZNY WRAZ Z LOKALIZACJĄ TURBIN WIATROWYCH

Widok UŻYTKOWNIKA
8.04 m 1.38 m 2.25 m

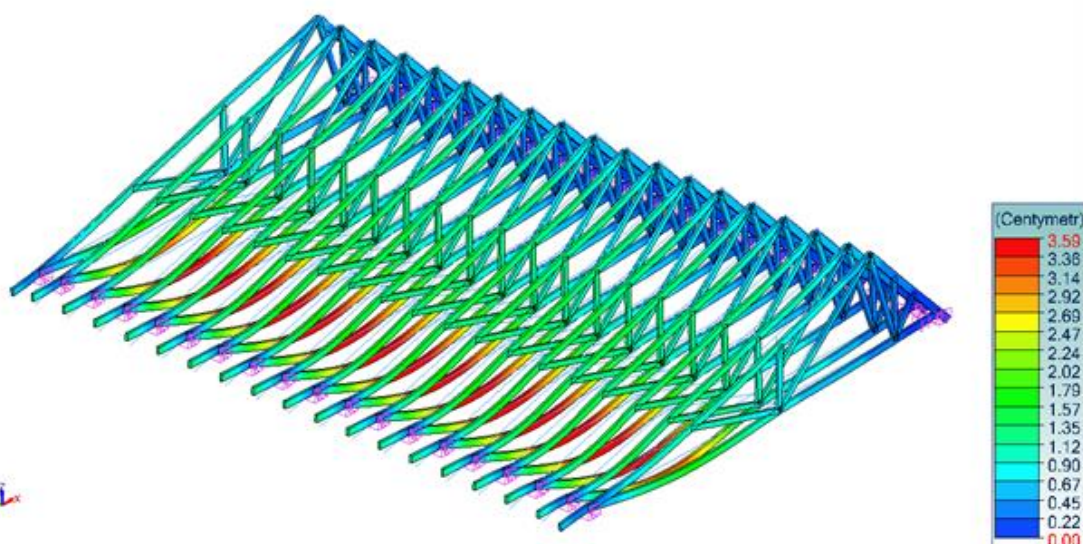


6.5. SZCZEGÓŁOWE WYNIKI OBLICZENIOWE WIĄZARA DACHOWEGO

a) Wiaźar dachowy – wersja projektowa z uwzględnieniem obciążeń z pkt 5.2

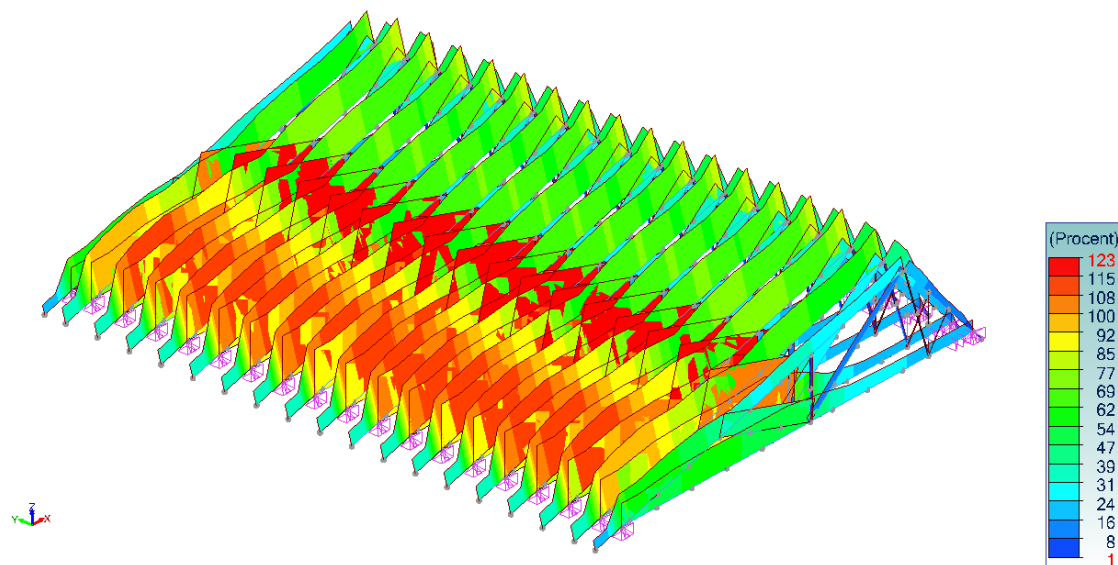
- Przemieszczenia ekstremalne

Widok UŻYTKOWNIKA
Analiza 1-10, 101-548 (Obwiednia graficzna - Max bezwzględne)
Element liniowy : D Element powierzchniowy : D
Ośie lokalne



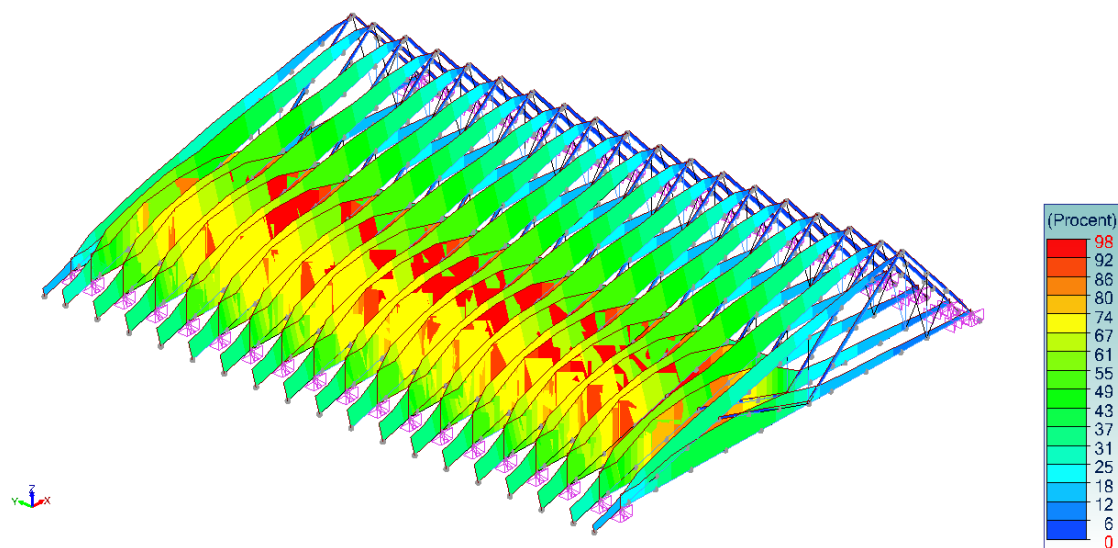
- Maksymalne wyężenie (w skład, którego wchodzi uęęcie, wytrzymałość, stateczność)

Widok UŻYTKOWNIKA
Wyężenie maksymalne
Element liniowy : Wyężenie maksymalne



- Maksymalne wyężenie – uęęcie

Widok UŻYTKOWNIKA
Wyężenie maksymalne
Element liniowy : Wyężenie SGU maksymalne - Uęęcie

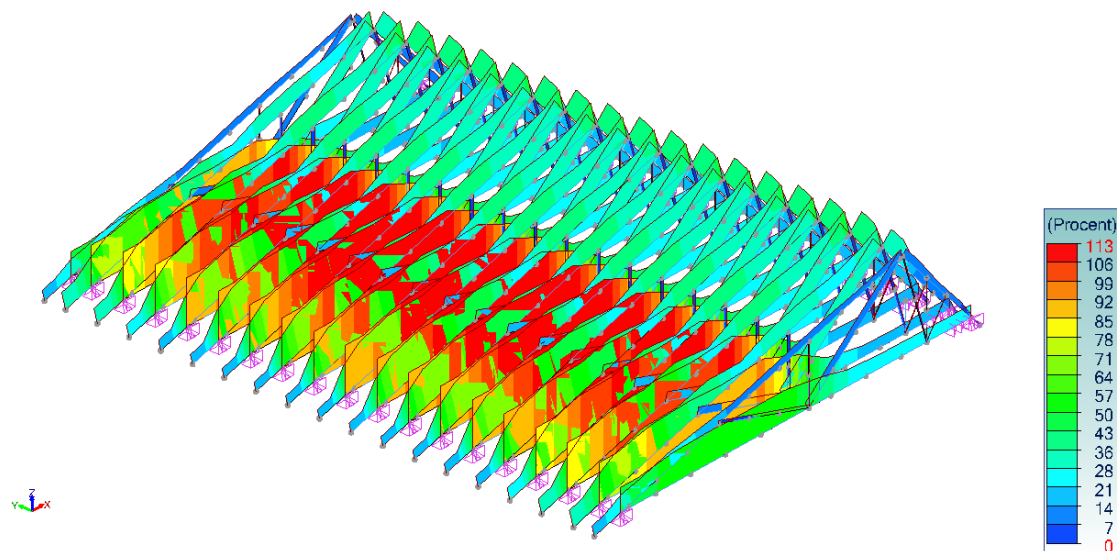


- Maksymalne wyężenie – wytrzymałość

Widok UŻYTKOWNIKA

Wyężenie maksymalne

Element liniowy : Wyężenie SGN maksymalne - Wytrzymałość

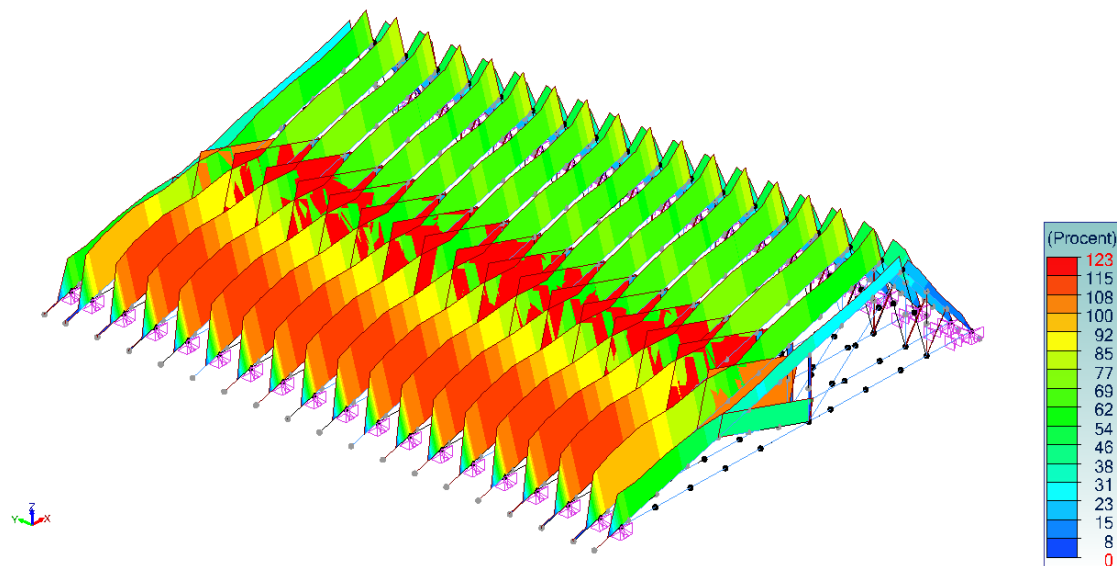


- Maksymalne wyężenie – stateczność

Widok UŻYTKOWNIKA

Wyężenie maksymalne

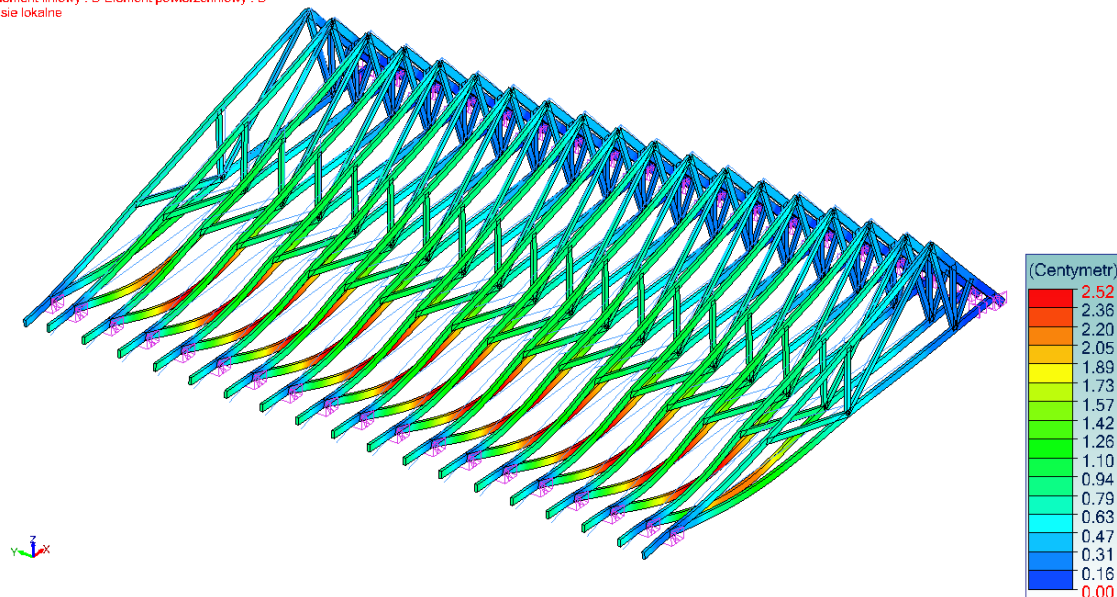
Element liniowy : Wyężenie SGN maksymalne - Stateczność



b) Wiązar dachowy – sytuacja aktualna bez obciążenia fotowoltaiką (PV) oraz zmiejszonym obciążeniem od instalacji do wartości $0,25 \text{ kN/m}^2$.

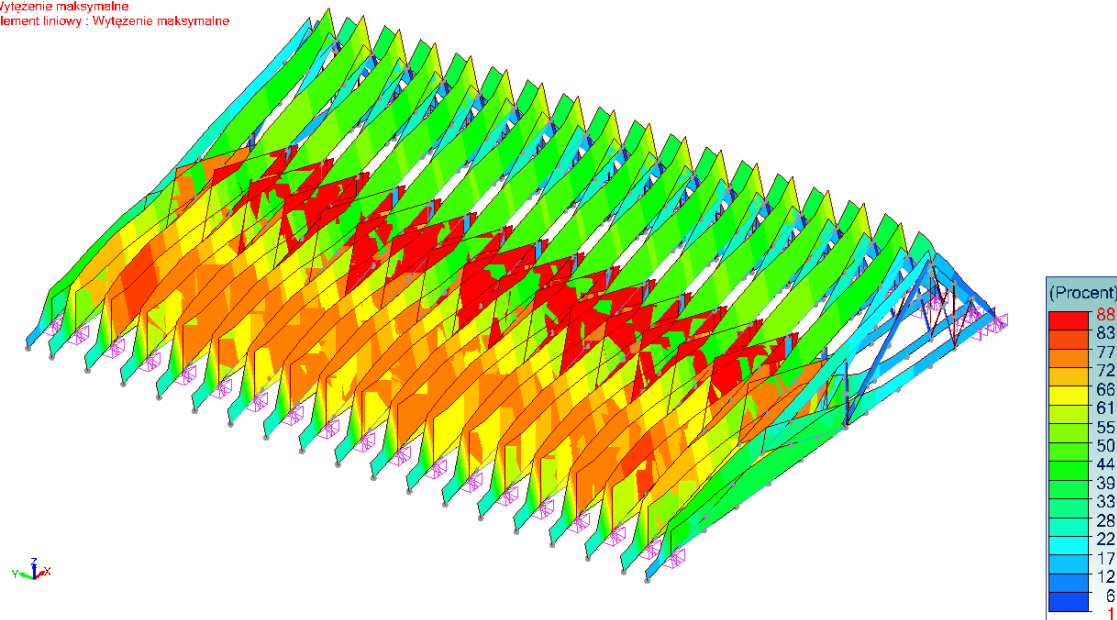
- Przemieszczenia ekstremalne

Widok UŻYTKOWNIKA
Analiza: 1-10, 101-548 (Obwiednia graficzna - Max bezwzględne)
Element liniowy : D Element powierzchniowy : D
Ośie lokalne



- Maksymalne wyężenie (w skład, którego wchodzi ugięcie, wytrzymałość, stateczność)

Widok UŻYTKOWNIKA
Wyężenie maksymalne
Element liniowy : Wyężenie maksymalne

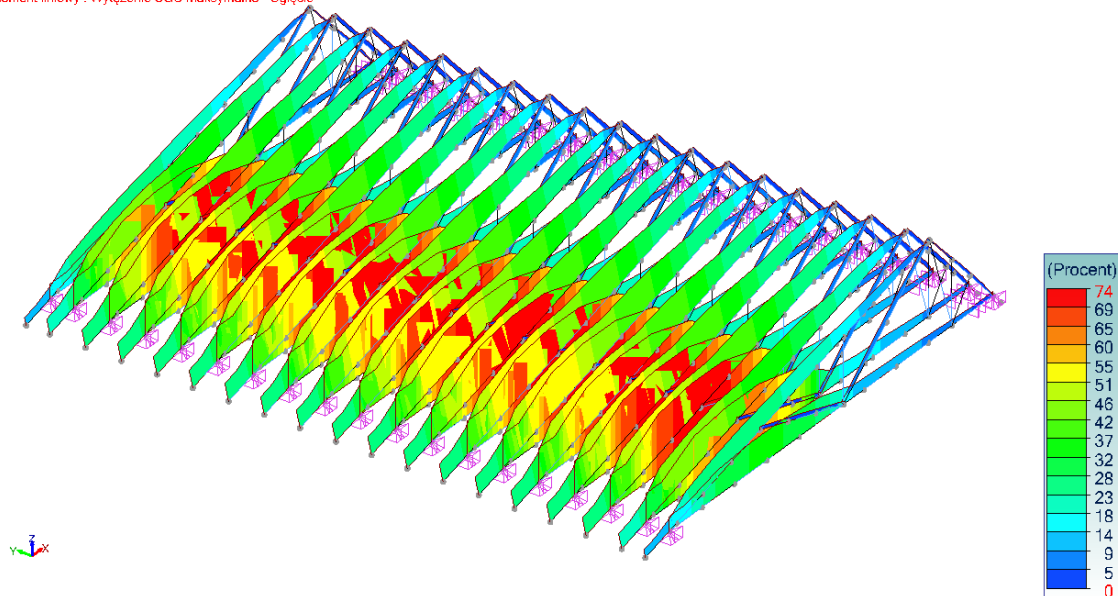


- Maksymalne wyężenie – uęęcie

Widok UŻYTKOWNIKA

Wyężenie maksymalne

Element liniowy : Wyężenie SGU maksymalne - Uęęcie

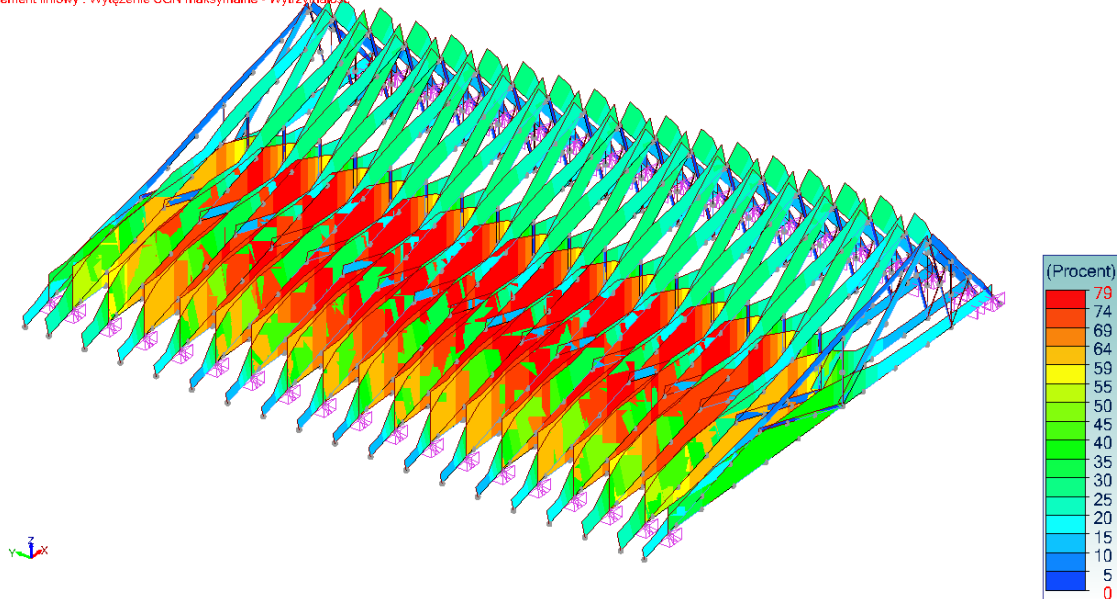


- Maksymalne wyężenie – wytrzymałość

Widok UŻYTKOWNIKA

Wyężenie maksymalne

Element liniowy : Wyężenie SGN maksymalne - Wytrzymałość

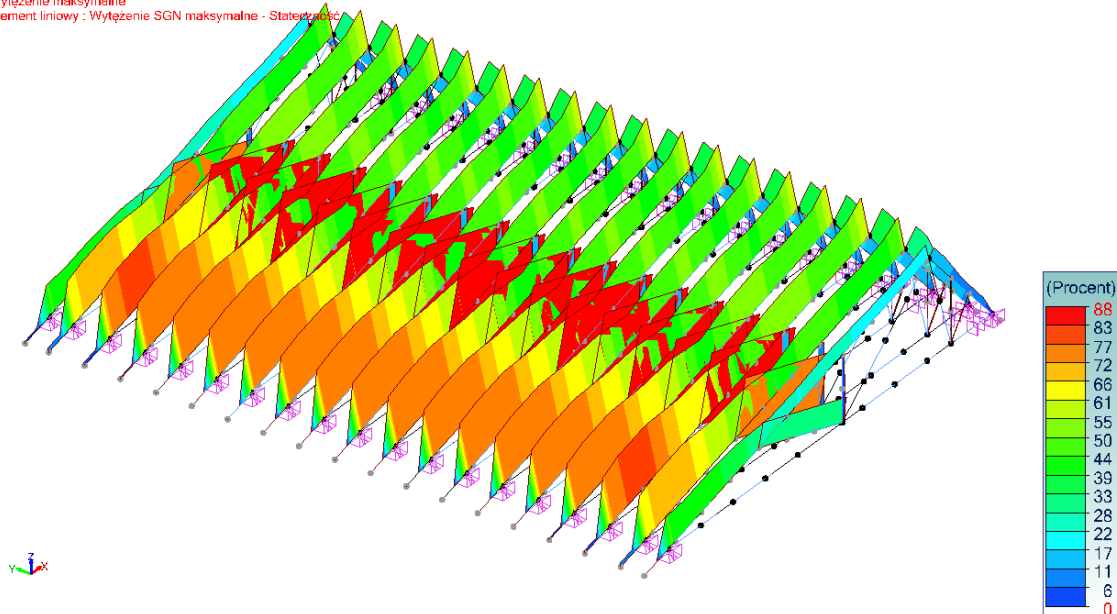


- Maksymalne wyężenie – stateczność

Widok UŻYTKOWNIKA

Wyężenie maksymalne

Element liniowy : Wyężenie SGN maksymalne - Stateczność



c) Więzar dachowy – sytuacja weryfikowana z turbinami wiatrowymi (maks. obciążenie 100kg) wraz ze zmniejszoną instalacją fotowoltaiczną oraz instalacjami do wartości 0,25 kN/m².

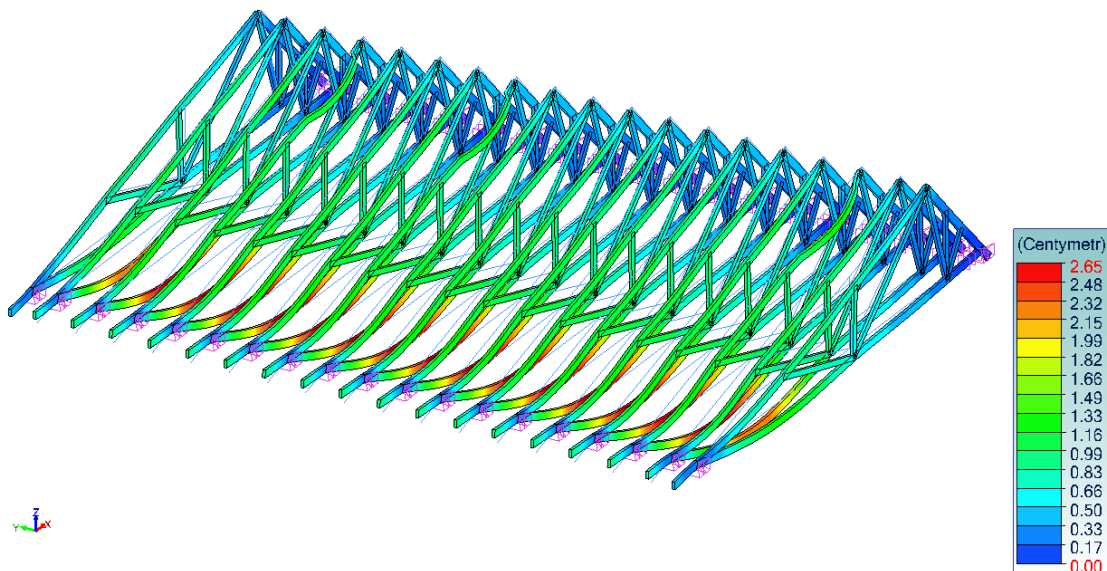
- Przemieszczenia ekstremalne

Widok UŻYTKOWNIKA

Analiza: 1-10, 101-548 (Obwiednia graficzna - Max bezwzględne)

Element liniowy : D Element powierzchniowy : D

Ośie lokalne

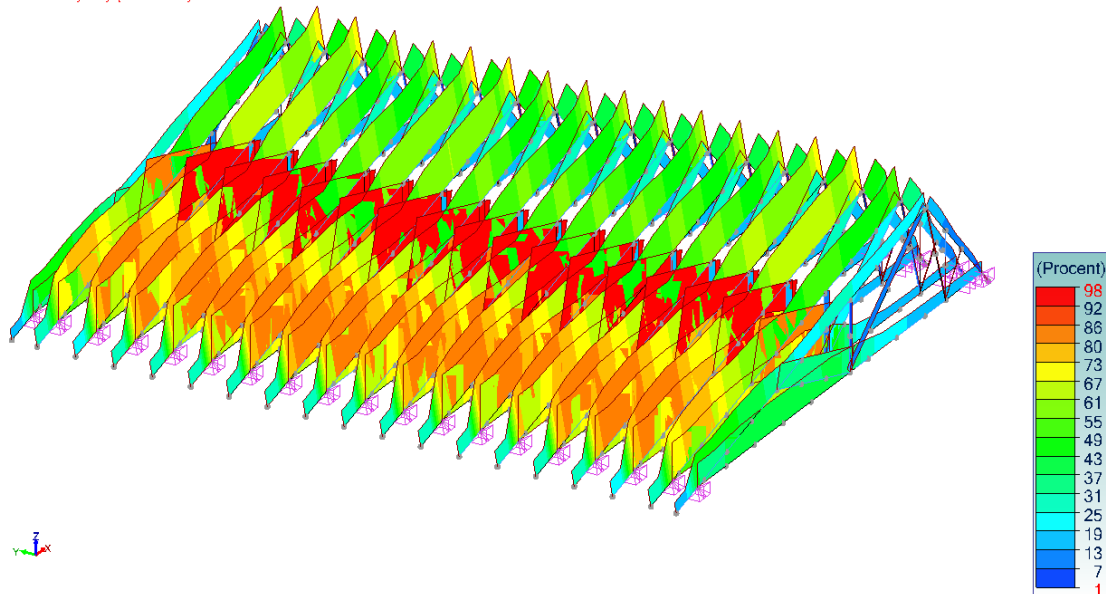


- Maksymalne wyężenie (w skład, którego wchodzi uęćie, wytrzymałość, stateczność)

Widok UŻYTKOWNIKA

Wyężenie maksymalne

Element liniowy : Wyężenie maksymalne

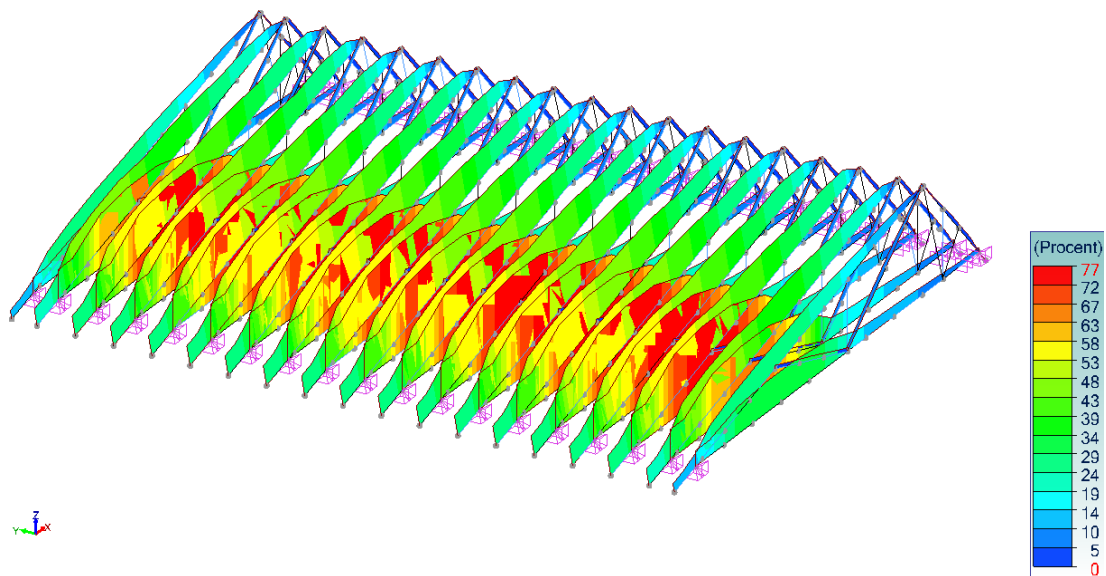


- Maksymalne wyężenie – uęćie

Widok UŻYTKOWNIKA

Wyężenie maksymalne

Element liniowy : Wyężenie SGU maksymalne - Uęćie

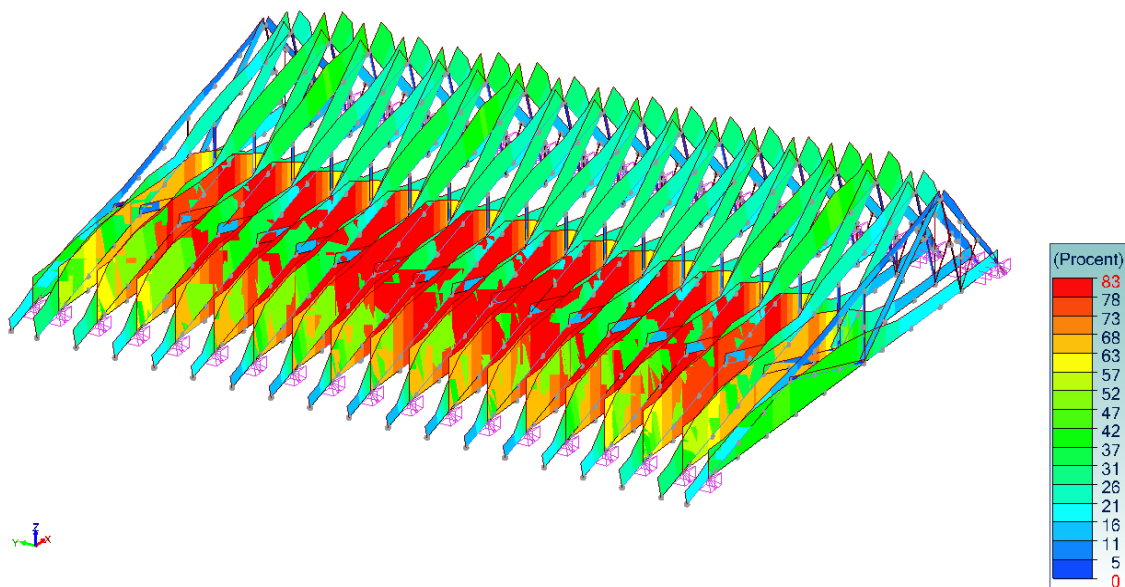


- Maksymalne wyężenie – wytrzymałość**

Widok UŻYTKOWNIKA

Wyężenie maksymalne

Element liniowy : Wyężenie SGN maksymalne - Wytrzymałość

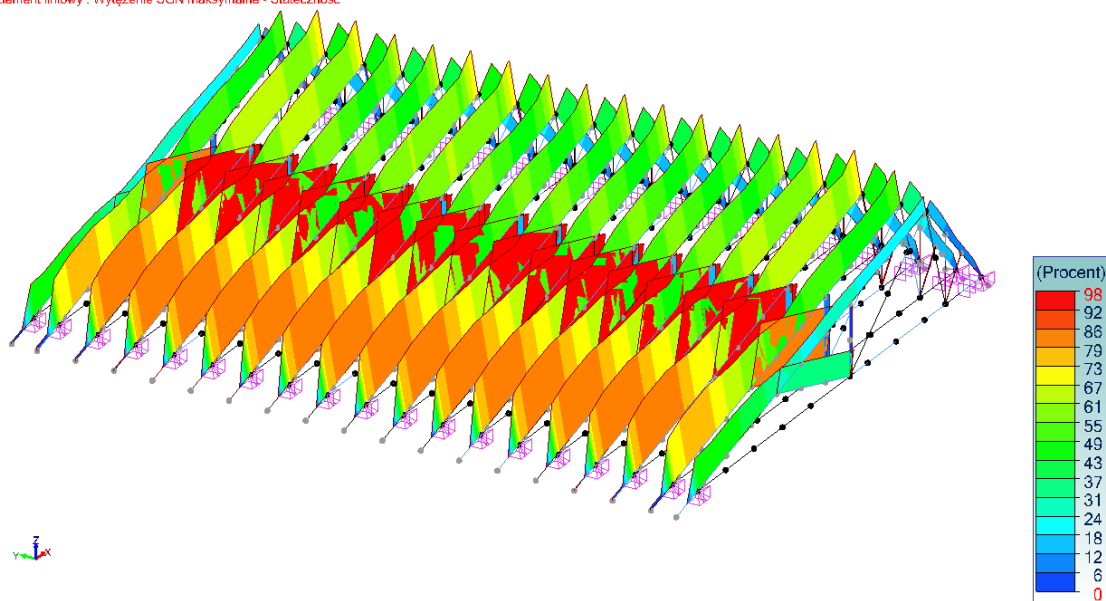


- Maksymalne wyężenie – stateczność**

Widok UŻYTKOWNIKA

Wyężenie maksymalne

Element liniowy : Wyężenie SGN maksymalne - Stateczność





7. ANALIZA WIĄZARÓW DACHOWYCH Z UWAGI NA DOCIĄŻENIE INSTALACJĄ TURBIN WIATROWYCH.

Na podstawie analizy dokumentacji archiwalnej (projektowej oraz wniosku materiałowego nr 5) wykonano sprawdzenie statyczno-wytrzymałościowe kratowego więzara dachowego. Archiwalna dokumentacja projektowa oraz dokumentacja dołączona do wniosku nr 5, została obliczona według aktualnych na norm do projektowania (Eurokodów).

Porównując obydwie dokumentacje (w zakresie założeń, schematów statycznych, obciążeń, obliczeń itd.) stwierdza się rozbieżność między dokumentacjami. Tym samym dokonano wizji lokalnej, w której stwierdzono zgodność (w zakresie wykratowania oraz przekrojów) więzara dachowego z dokumentacją z załącznika nr 5 z dnia 14.10.2014r.

Z tego względu przeanalizowano więzara dachowy z załącznika nr 5 do wniosku materiałowego zgodnie z aktualnie obowiązującymi normami do projektowania (Eurokodami) w sytuacjach:

- projektowanej (uwzględniając wszystkie obciążenia z dokumentacji projektowej),
- istniejącej (uwzględniając wszystkie obciążenia z dokumentacji projektowej oprócz obciążenia instalacjami – pominięto obciążenie od paneli fotowoltaicznych (w momencie wizji lokalnej stwierdzono brak ich występowania) oraz zredukowano obciążenie od instalacji przyłożonych do pasa dolnego więzara do 25 kg/m² (z 50 kg/m²).
- Dociążonej turbinami wiatrowymi (uwzględniając wszystkie obciążenia z dokumentacji projektowej z uwzględnieniem redukcji obciążeń od instalacji przyłożonych do pasa dolnego więzara oraz paneli fotowoltaicznych do 25 kg/m², wraz z dociążeniem trzema turbinami wiatrowymi (o masie jednej turiny z podstawą równej 100 kg).

Sytuacja projektowana:

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe elementów konstrukcyjnych więzara dachowego wykazują przekroczenie stanów granicznych nośności (maksymalne wyężenie ok. 123%) w porównaniu do obliczeń zawartych w załączniku do wniosku materiałowego nr 5 z dnia 14.10.2014r (maksymalne wyężenie ok. 100%). Przyczyną różnic w wynikach nośności może być:

- analiza więzarów w dwóch różnych programach obliczeniowych (aktualne obliczenia Advance Design, natomiast dołączona dokumentacja obliczeniowa do wniosku materiałowego wykonana została w programie TRUSSCON),
- różnica w modelach obliczeniowych (aktualne obliczenia w układzie przestrzennym, natomiast dokumentacja obliczeniowa załączona do wniosku nr 5 w układzie płaskim),
- ilości kombinacji obciążeń (aktualne obliczenia 448, natomiast z dokumentacji z wniosku materiałowego 18),
- uwzględnienie współczynnika redukcyjnego ξ w obciążeniach (w aktualnych obliczeniach nie uwzględniono, natomiast w dokumentacji dołączonej z wniosku materiałowego prawdopodobnie uwzględniono),
- różnica w obciążeniach śniegiem i wiatrem wskazane w pkt 5.1 niniejszego opracowania (w aktualnych obliczeniach zastosowano dokładnie obciążenia wynikające z norm wraz z ich dokładną lokalizacją),
- uwzględnienie płytek kolczastych w połączeniach (w aktualnym modelu przyjęto to połączenie jako przegubowe, natomiast w modelu uwzględniającym płytki kolczaste to połączenie może nie być uwzględniane jako czysto przegubowe),

Przedstawione powyżej różnice pomiędzy obydwo modelami w sposób znaczący wpływają na wynik końcowy, który może prowadzić do wskazanej różnicy nośności.

W sytuacji projektowej (archiwalnej oraz aktualnej projektowej), w której uwzględnione są wszystkie wymagane normowo obciążenia oraz wszystkie dodatkowe (instalacje PV) więzara dachowy w bardzo mocnym stopniu jest zoptymalizowany przez co **nie jest w stanie przenieść dodatkowego obciążenia od turbin wiatrowych, ponieważ wiąże się to z przekroczeniem normowych stanów granicznych.**

Sytuacja istniejąca:

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe elementów konstrukcyjnych więzara dachowego w sytuacji odzwierciedlającej stan istniejący (brak instalacji PV na dachu oraz mniejsze obciążenie od instalacji pasa dolnego) w wykazują spełnienie stanów granicznych nośności (maksymalne wyężenie ok. 88%)



ARCUS

Consult Zielona Góra Sp. z o.o.

ul. Chemiczna 5, 65-713 Zielona Góra

www.arcus-consult.pl

UNIwersytet Zielonogórski

ul. Licealna 9,

65-417 ZIELONA GÓRA

strona 30 z 33

i użyteczności (maksymalne wyężenie ok. 74%). Z uwagi na spełnienie z zapasem warunków nośności i użyteczności w sytuacji istniejącej, uznano iż można model obliczeniowy dociężać turbinami wiatrowymi.

Sytuacja dociężenia turbinami wiatrowymi:

W wyniku obliczeń statycznych sytuacji istniejącej wraz z dociężeniem trzema turbinami wiatrowymi (waga jednej turbiny wraz z podstawą wynosi 100 kg) i instalacją fotowoltaiczną (o maksymalnej wadze 25kg/m²) więzary dachowe są w stanie przenieść dodatkowe obciążenie od turbin wiatrowych. Maksymalne wyężenie elementów składowych więzara z uwagi na nośność wynosi 98%, natomiast z uwagi na warunek użyteczności 77%.

Uznano, iż więzar dachowy ze zredukowanym obciążeniem od instalacji przymocowanych do pasa dolnego oraz z instalacją fotowoltaiczną o maksymalnym ciężarze 25 kg/m² jest w stanie przenieść dodatkowe obciążenie od turbin wiatrowych.

8. PODSUMOWANIE Z PRZEPROWADZONYCH ANALIZ

Poniżej podsumowano zakres wszystkich prac wykonanych na etapie niniejszego opracowania.

Formując zalecenia końcowe wzięto pod uwagę:

- a) dokumentację archiwalną projektową i wniosek materiałowy nr 5 z dnia 14.10.2014r,
- b) analizę dokumentacji z wizji lokalnych, opracowanych na potrzeby niniejszej analizy,
- c) normy do projektowania,
- d) analizy komputerowe opracowane dla więzarów dachowych budynku badawczego nr 2 w układzie przestrzennym

PODSUMOWANIE Z PRZEPROWADZONYCH ANALIZ

8.1. Budynek badawczy nr 2

1. Na etapie realizacji nie odzwierciedlono założeń dokumentacji projektowej (opracowanej przez Arcus Consult Zielona Góra Sp. z o.o. w listopadzie 2013r) w zakresie przyjętego schematu statycznego, wielkości przekrojów poprzecznych elementów składowych więzara (Pas górny, Pas dolny, słupki, krzyżylce), a także połączeń.
2. We wniosku materiałowym nr 5 do wbudowania dotyczącym więzara dachowego przedstawiono obliczenia, z których wynika iż dokonano zmiany wykratowania więzara dachowego wraz ze zmianą przekrojów poprzecznych oraz klasy drewna. Z przedstawionych obliczeń wynika zastosowanie przez Projektanta skrajnej optymalizacji przekrojów więzara dachowego.
3. Na etapie realizacji przedstawiono wniosek materiałowy nr 5 do wbudowania dotyczący więzara dachowego. Wniosek został zaakceptowany z poniższym zastrzeżeniem, wskazującym już wtedy na możliwe problemy wynikające ze zmiany schematu więzara.

Informacja biura projektowego ARCUS Consult Zielona Góra do wniosku materiałowego nr 5 z dnia 14.10.2014r.

„Dokonując zmiany konstrukcji więzara należy uwzględnić jego wpływ w projekcie na wszystkie elementy dachu i budynku powstające w wyniku takiego rozwiązania (tj. zmiana poziomów kalenicy i okapu, sztywność przestrzenną dachu oraz skrajnych połaci, ławy kominiarskie, możliwość podwieszania sufitów, wykonanie projektowanego pokrycia i ocieplenia, możliwość przeprowadzenia instalacji w przestrzeni dachowej, itd.)”.

Uwzględnienie zmian projektowych wpływających na inne rozwiązania w budynku wynikające z zastosowania nowego schematu dźwigara leżą po stronie Wykonawcy.

Zastrzeżenie powyższe przekazano również na spotkaniu roboczym z wykonawcą oraz wysłano mailem w dniu 05.11.2014r.



ARCUS

Consult Zielona Góra Sp. z o.o.

ul. Chemiczna 5, 65-713 Zielona Góra

www.arcus-consult.pl

UNIwersytet Zielonogórski

ul. Licealna 9,

65-417 ZIELONA GÓRA

strona 31 z 33

4. Przeprowadzono analizę statyczną dla wiażara dachowego wynikającego z dokumentacji wniosku materialowego nr 5 z dnia 14.10.2014r. W wyniku skrajnej optymalizacji przekrojów zawartych we wniosku materialowym nr 5 wiażary dachowe z zakładanymi obciążeniami nie są w stanie przenieść dodatkowego obciążenia od turbin wiatrowych ze względu na graniczne wykorzystanie warunków nośności i użyteczności.
5. W wyniku analizy dokumentacji archiwalnej projektowej oraz wizji lokalnej wykonano sprawdzenie statyczno-wytrzymałościowe wiażara dachowego w stanie istniejącym. Na podstawie wizji lokalnej stwierdzono brak instalacji fotowoltaicznej oraz mniejsze obciążenie od instalacji przymocowane do pasa dolnego wiażara. Z tego względu, iż nie wszystkie obciążenia występują, prowadzi to do spełnienia stanów granicznych nośności wiażara dachowego bez dodatkowego obciążenia (od turbin wiatrowych).
6. W wyniku dociążenia trzema turbinami wiatrowymi oraz instalacją fotowoltaiczną (maks. waga 25 kg/m²) wiażarów dachowych w sytuacji istniejącej wraz uwzględnieniem obowiązujących norm, stwierdza się iż wiażary dachowe spełniają wszystkie warunki statyczno-wytrzymałościowe.
7. Wykonane wiażary dachowe (w zakresie przekrojów) w miejscach, dla których dokonano weryfikacji odpowiada temu, co zostało przyjęto w dołączonej dokumentacji do wniosku materialowego nr 5 z dnia 14.10.2014r..

**ARCUS**

Consult Zielona Góra Sp. z o.o.

ul. Chemiczna 5, 65-713 Zielona Góra

www.arcus-consult.pl

UNIwersytet Zielonogórski

UL. LICEALNA 9,

65-417 ZIELONA GÓRA

strona 32 z 33

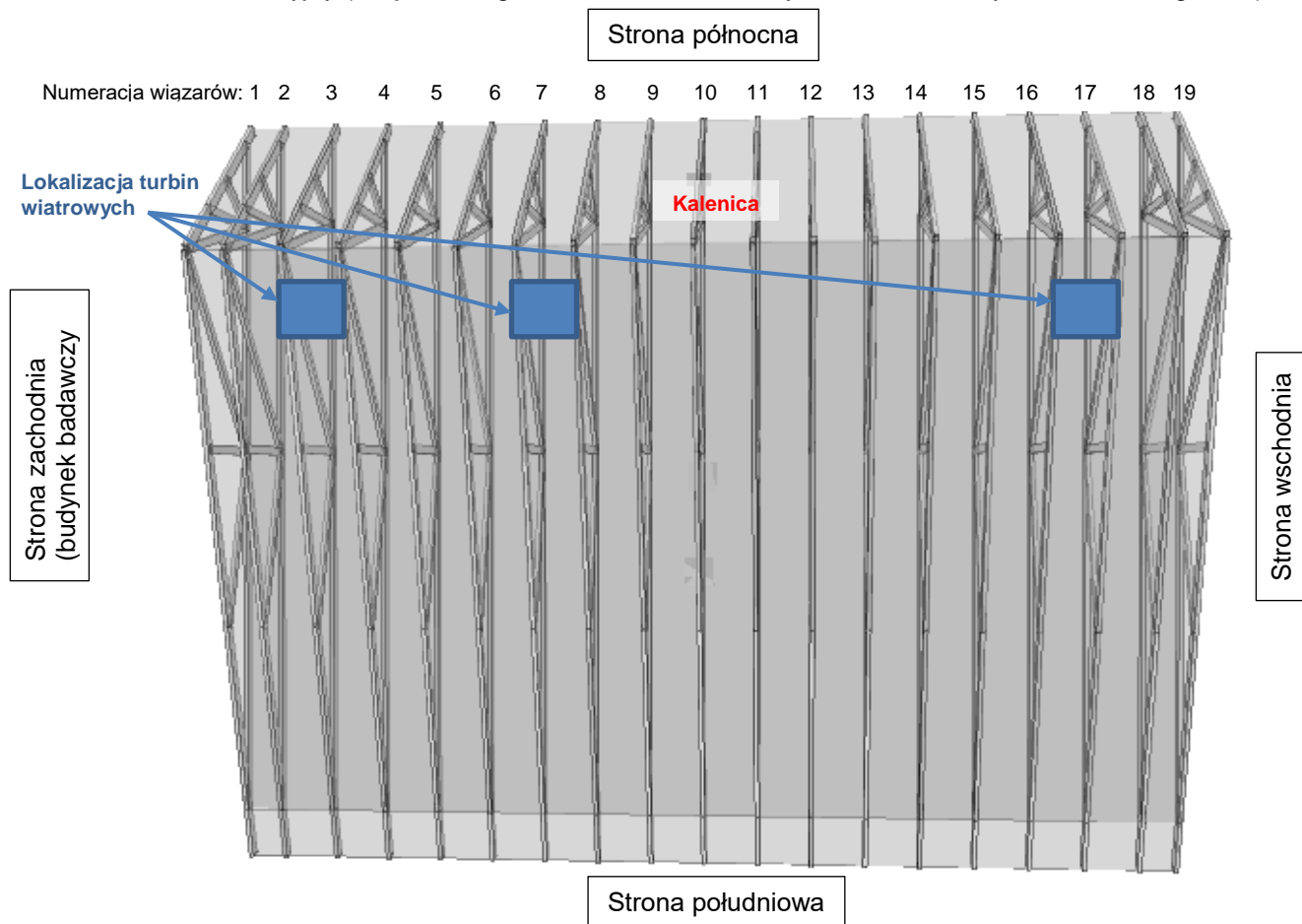
9. UWAGI KOŃCOWE, ZALECENIA

1. Stosownie do informacji zawartych w podsumowaniu z analizy **dopuszczalne jest warunkowe dociążenie wiązarów dachowych** turbiną wiatrową (o ciężarze własnym równym 50kg oraz ciężarem podstawy montażowej równej 50 kg – łącznie dociążenie od turbiny równe 100kg),
2. W związku z przyjętymi przez projektanta założeniami (Wniosek materiałowy nr 5 z dnia 14.10.2014r) dla konstrukcji wiązara dachowego budynku badawczego nr 2 i znaczącą optymalizacją (stany SGN oraz SGU spełnione na prawie 100%) możliwość dociążenia konstrukcji dachu może skutkować przekroczeniem stanów granicznych nośności i użyteczności, tym samym **nie dopuszcza się dociążenia istniejącego wiązara dachowego, przy pozostawieniu założeń dotyczących maksymalnych wartości obciążeń.**
3. Warunkowe dociążenie wiąże się z redukcją zakładanych możliwych maksymalnych obciążeń zmiennych (Instalacje przymocowane do pasa dolnego wiązara oraz instalacje PV, kolektorów słonecznych). W przypadku redukcji zakładanych obciążeń zmiennych oraz zamontowaniu turbiny wiatrowej (o łącznej masie 100kg) wszystkie warunki normowe są spełnione zgodnie z aktualnie obowiązującymi normami.

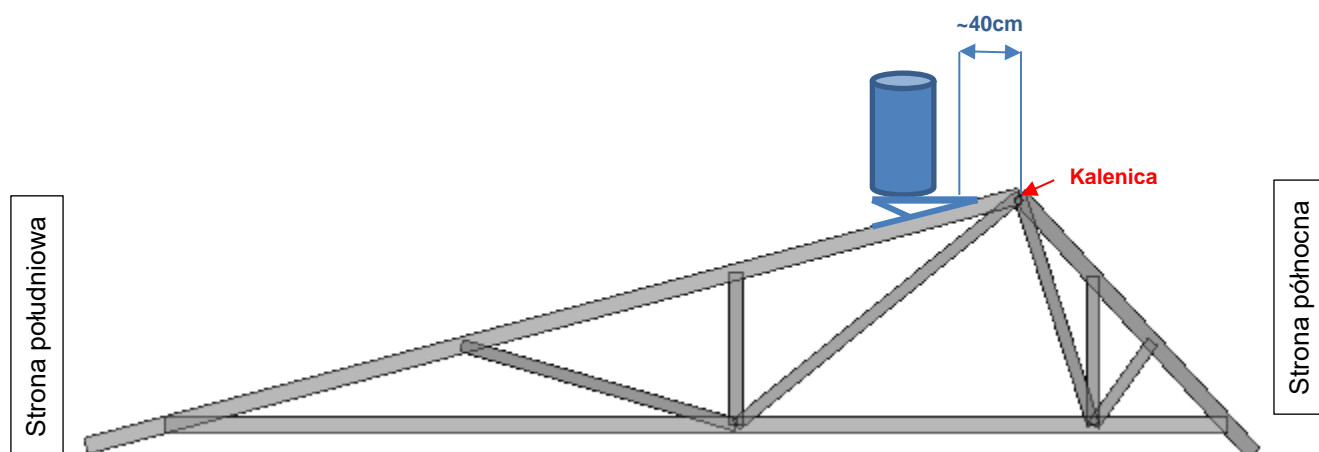
l.p.	Rodzaj obciążenia	Rodzaj obciążenia	Maksymalne obciążenie charakterystyczne wynikające z dokumentacji archiwalnej projektowej	Maksymalne obciążenie charakterystyczne w przypadku zamontowania turbiny wiatrowej (o całkowitej masie 100kg)
			[kN/m ²]	[kN/m ²]
3	Zmienne	• Instalacje przymocowane do pasa dolnego wiązara tj. oświetlenie, wentylacje urządzenia itp.	0,50	0,25
		• Instalacje PV i kolektorów słonecznych wraz z niezbędnym systemem montażowym	0,65	0,25 (tylko połąć południowa)

4. W opracowaniu nie przeanalizowano istniejących połączeń wykonanych z płytek kolczastych, z uwagi na utrudniony dostęp do ich weryfikacji na wizji lokalnej. Z uwagi na podobne wyężenie elementów konstrukcyjnych wiązara dachowego (w sytuacji dociążenia turbinami), zakłada się iż spełniają wymagania w zakresie nośności.
5. W przypadku montażu turbiny wiatrowej o masie większej lub instalacji cięższych od maksymalnych wartości zredukowanych (podanych powyżej w tabeli) może doprowadzić to do przekroczenia stanów granicznych konstrukcji dachu.
6. Mocowanie turbin wiatrowych możliwe do głównych wiązarów dachowych. Sposób i technologia montażu (m.in. łączniki) turbin wiatrowych po stronie producenta i wykonawcy oraz na ich odpowiedzialność.
7. Sposób montażu turbin wiatrowych na dachu oraz łączniki winny być wyznaczone przez uprawnionego projektanta konstrukcji. Połączenie z wiązrami dachowymi musi spełniać wszystkie aktualne normy (Eurokody).

8. Szkic lokalizacyjny (miejsce uwzględnienia turbin wiatrowych na dachu budynku badawczego nr 2)



s.1 Rzut dachu budynku badawczego nr 2 – rozstaw wiązarów dachowych z lokalizacją turbin wiatrowych



s.2 Przekrój dachu budynku badawczego nr 2 – przekrój poprzeczny z lokalizacją turbin wiatrowych

9. Ostateczna decyzja dotycząca montażu turbin wiatrowych należy do Inwestora.

KONIEC OPRACOWANIA