

OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE WYTRZYMAŁOŚĆ
KONSTRUKCYJNĄ I STATECZNOŚĆ SZTUCZNEJ ŚCIANKI
WSPINACZKOWEJ

PRZEDMIOT OPRACOWANIA: Interaktywna sztuczna ścianka wspinaczkowa o wysokości 6,00m wg specyfikacji produktowej

INWESTOR: ELCAP ROBOTICS Prosta Spółka Akcyjna
ul. Fryderyka Chopina 41/2
20-023 Lublin

JEDNOSTKA PROJEKTOWA: Jacek Krzyśpiak
ul. Darwina 9A/75
03-484 Warszawa

OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE

KONSTRUKCJA

ZESPÓŁ PROJEKTOWY BRANŻOWY:	
AUTOR:	DATA 29.08.2025
inż. Jacek Krzyśpiak Specjalność konstrukcyjno-budowlana do projektowania bez ograniczeń nr WAM/0082/POOK/11	PODPIS inż. Jacek Krzyśpiak upr. bud. bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej do kierowania robotami budowlanymi nr WAM/0128/OWOK/07 oraz do projektowania nr WAM/0082/POOK/11

WARSZAWA, SIERPIEŃ 2025

1.0. Wstęp	3
1.1. Przedmiot opracowania	3
1.2. Podstawa opracowania	3
2.0. Ogólna charakterystyka ścianki.....	3
3.0. Obliczenia statyczne	4
3.1. Założenia przyjęte do obliczeń	4
3.2. Obciążenia.....	5
3.2.1. Obciążenia stałe	5
3.2.1.1. Ciężar własny konstrukcji	5
3.2.1.2. Ciężar obudowy	5
3.2.1.3. Ciężar modułów	5
3.2.2. Obciążenia zmienne w fazie eksploatacji	5
3.2.3. Obciążenia zmienne w fazie montażu	5
3.3. Kombinacje obciążeń	6
3.3.1. Kombinacja obciążeń w warunkach eksploatacji	6
3.3.2. Kombinacja obciążeń w warunkach montażu	6
3.4. Wymiarowanie konstrukcji w fazie eksploatacji	6
3.4.1. Schemat statyczny głównej konstrukcji i zastosowane przekroje	6
3.4.2. Konstrukcja podstawy	7
3.4.3. Obciążenie obudową ze płyty	7
3.4.4. Obciążenia modułami	8
3.4.5. Dociążenie konstrukcji podstawy	8
3.4.6. Obciążenia wspinaczem odpadającym.....	10
3.4.7. Numery przypadków obciążeń	11
3.4.8. Wartości obciążeń	12
3.4.9. Wyniki obliczeń.....	12
3.4.9.1. Obwiednia reakcji podporowych	12
3.4.9.2. Przemieszczenia konstrukcji w stanie SGU	13
3.4.9.3. Wytyczenie poszczególnych elementów pokazane graficznie.....	13
4.0. Podsumowanie	13
5.0. Uprawnienia i zaświadczenia projektanta.....	14

1.0. Wstęp

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania są obliczenia statyczno-wytrzymałościowe ramy konstrukcyjnej wolnostojącej sztucznej ścianki wspinaczkowej o wysokości w specyfikacji produktowej 6,00m. Zakres opracowania obejmuje opis techniczny oraz obliczenia statyczno-wytrzymałościowe elementów w fazie eksploatacji i montażu.

1.2. Podstawa opracowania

- Oględziny konstrukcji
- Rysunki warsztatowe konstrukcji ścianki i jej podstawy
- Wytyczne i uzgodnienia z Inwestorem
- Obowiązujące normy i przepisy budowlane a w szczególności:
 - **PN-EN 12572-1 – Sztuczne ścianki wspinaczkowe**
 - PN-EN 1990 – Podstawy projektowania konstrukcji
 - PN-EN 1991 – Oddziaływania na konstrukcje
 - PN-EN 1992 – Projektowanie konstrukcji z betonu
 - PN-EN 1993 – Projektowanie konstrukcji ze stali
 - PN-EN 1995 – Projektowanie konstrukcji drewnianych
 - PN-EN 1996 – Projektowanie konstrukcji murowych
 - PN-EN 1997 – Projektowanie geotechniczne

2.0. Ogólna charakterystyka ścianki

Sztuczna ścianka wspinaczkowa będąca przedmiotem niniejszego opracowania jest interaktywną ścianką przeznaczoną dla dzieci i dorosłych łączącą w sobie element gry komputerowej oraz aktywności fizycznej polegającej na wspinaniu się na konstrukcję. Ścianka przeznaczona jest dla jednego użytkownika. Wyposażona jest w jeden indywidualny górny punkt asekuracyjny. Konstrukcja ścianki składa się z czterech ustawionych na sobie połączonych ram stalowych wykonanych z kształtowników zamkniętych (rur kwadratowych RK80x80x4 oraz prostokątnych RP80x40x4). Dolna rama ma wysokości całkowitą 33cm i jest ustawiona i przykręcona do konstrukcji podstawy za pomocą sześciu śrub M12. Na dolnej ramie są ustawione kolejne trzy o wysokości 192cm każda. Ramy są ze sobą skręcone śrubami M16 – po sześć sztuk na każde połączenie. Do wierzchu górnej ramy przykręcona jest konstrukcja z rur prostokątnych RP100x80x6 przeznaczona do montażu górnego punktu asekuracyjnego. Wysięg części wspornikowej umożliwia montaż punktu asekuracyjnego w odległości 50cm od łoża ściany. Stateczność całej konstrukcji zapewnia indywidualnie zaprojektowana konstrukcja podstawy wraz z dociążeniem rozłożonym w taki sposób, aby nie nastąpiło odrywanie konstrukcji od podłoża. Ściany boczne oraz tylna a także wierzch konstrukcji są obudowane płytą osłonową przykręcaną do konstrukcji. Górna obudowa na wierzchu konstrukcji pełni jednocześnie funkcję usztywniającą. Ścianka przeznaczona do montażu wewnątrz budynku. Konstrukcja ramowa tworzy gniazda do instalacji modułów chwytów. Moduły są zespołami mechanizmów, które pozwalają na przemieszczanie chwytów służących do wspinaczki za pomocą oprogramowania sterującego.

Fotografia poniżej przedstawia górny fragment ścianki bez obudów bocznych, górnej i tylnej.



3.0. Obliczenia statyczne

3.1. Założenia przyjęte do obliczeń

Obliczenia statyczne i wymiarowanie wykonano na podstawie obowiązujących norm PN-EN metodą stanów granicznych (nośności i użytkowości) stosując obciążenia i częściowe współczynniki bezpieczeństwa dla obciążeń stałych (1,35) i zmiennych (1,50) oraz współczynniki redukcyjne zgodnie z PN-EN 12572-1.

Do wykonania obliczeń wykorzystano programy:

- Autodesk Robot Structural Analysis firmy Autodesk
- Autorskie arkusze kalkulacyjne

W obliczeniach przyjęto następującą kolejność montażu:

- Ustawienie, wypoziomowanie oraz dociążenie konstrukcji podstawy
- Ustawienie i przykręcenie ramy dolnej do konstrukcji podstawy za pomocą sześciu śrub M12kl.10.9
- Montaż kolejnych ram, po montażu każdej kolejnej ramy należy ją skrócić z ustawioną wcześniej za pomocą sześciu śrub M16kl. 8.8.
- Montaż ramy górnej z belką wspornikową. Ramę górną skrócić z pozostałą konstrukcją przy użyciu sześciu śrub M16kl. 8.8
- Montaż kolejnych modułów zaczynając od najniższego. Montaż przy użyciu wciągarki i górnego punktu asekuracyjnego

- Wykonanie obudowy (ściany boczne, tylna oraz wierzch konstrukcji) płytą osłonową przykręcaną obwodowo do konstrukcji. Obudowę można wykonać jednocześnie z montażem modułów.
- Przekazanie ścianki do użytkowania

3.2. Obciążenia

3.2.1. Obciążenia stałe

3.2.1.1. Ciężar własny konstrukcji

Ciężar własny konstrukcji został automatycznie uwzględniony w programie obliczeniowym.

3.2.1.2. Ciężar obudowy

Płyta gr. 3mm - 0,04kN/m²

Obciążenie przyjęto jako powierzchniowe przyłożone do ścian bocznych, tylnej oraz na wierzchu konstrukcji.

3.2.1.3. Ciężar modułów

Waga jednego modułu – 70kg

Ilość modułów dla całej ścianki – 17kpl.

W modelu obliczeniowym obciążenie modułami przyjęto jako siły skupione o wartości 35kg przyłożone do belek poziomych konstrukcji w odległości 18cm od ściany frontowej

3.2.2. Obciążenia zmienne w fazie eksploatacji

Obciążenia przyjęto zgodnie z tabelą A.1 załącznika A normy PN-EN 12572-1.

Table A.1 — Loads

Dimensions in Kilonewton

	Proof test load	Characteristic load	Breaking load
Load of a climber	—	0,8	—
Load produced by falling climber on a protection point *	6,6	6,6	20,0
NOTE The proof testing only acts as a verification of good installation practice and cannot replace the calculations.			
* Based on experiments it is impossible to have two or more climbers create a peak impact force simultaneously due to a fall.			

Miarodajnym obciążeniem dla obliczeń statyczno-wytrzymałościowych konstrukcji jest obciążenie od wspinacza odpadającego o wartości zgodnie z powyższą tabelą:

$$Q_k = 6,60 \text{ kN}$$

Obciążenie przyłożono w miejscu stałego punktu asekuracyjnego na górze konstrukcji w miejscu możliwie najdalej oddalonym od ściany.

Założono, zgodnie z w/w normą, że obciążenie to może być odchylone od pionu pod kątem 12,5 stopnia w każdym kierunku.

3.2.3. Obciążenia zmienne w fazie montażu

Przyjęto obciążenia od dwóch montażystów w postaci dwóch sił skupionych przyłożonych do bocznych belek poziomych o wartości $Q_{M1} = 1,50 \text{ kN}$ każda.

Dodatkowo przyjęto obciążenie górnego punktu asekuracyjnego od podnoszonych modułów o wartości $Q_{M2} = 1,50 \text{ kN}$

3.3. Kombinacje obciążeń

3.3.1. Kombinacja obciążeń w warunkach eksploatacji

Kombinację obciążeń w warunkach eksploatacji przyjęto zgodnie z wytycznymi załącznika B normy PN-EN 12572-1 na podstawie wzoru:

$$\gamma_G G_k + \gamma_Q Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_i \gamma_Q Q_{k,i}$$

Dla obciążeń stałych współczynnik $\gamma_G = 1,35$ lub $1,0$

Dla obciążeń zmiennych współczynnik $\gamma_Q = 1,50$ lub $1,0$

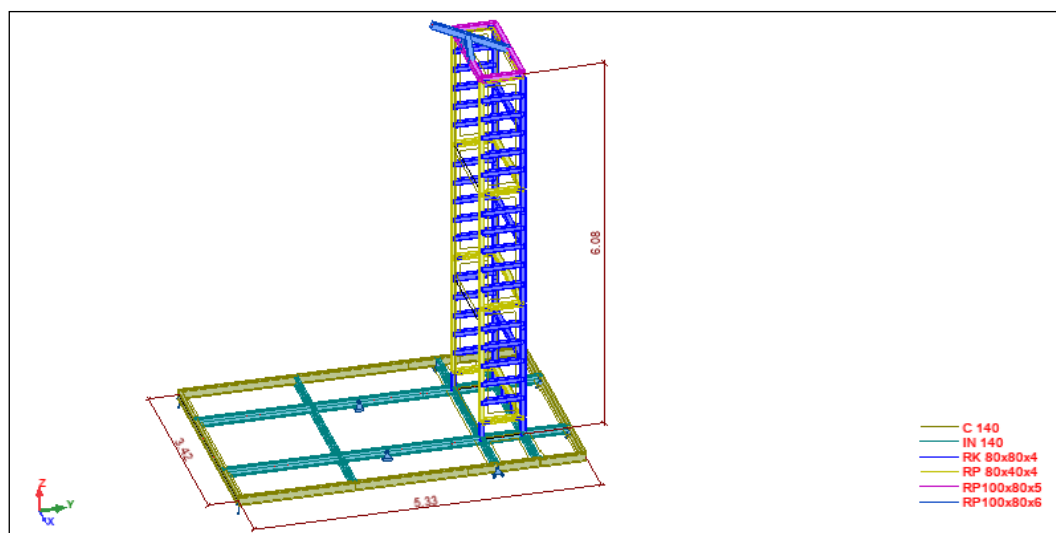
Współczynnik kombinacyjny ψ nie ma zastosowania, z uwagi, że jest tylko jedno obciążenie zmienne.

3.3.2. Kombinacja obciążeń w warunkach montażu

W kombinacji obciążeń zastosowano współczynniki zgodnie z pkt.3.3. Założono, że obciążenia od monterów mogą występować niezależnie od siebie oraz niezależnie od obciążenia górnego punktu asekuracyjnego a także niezależnie od obciążenia modułami.

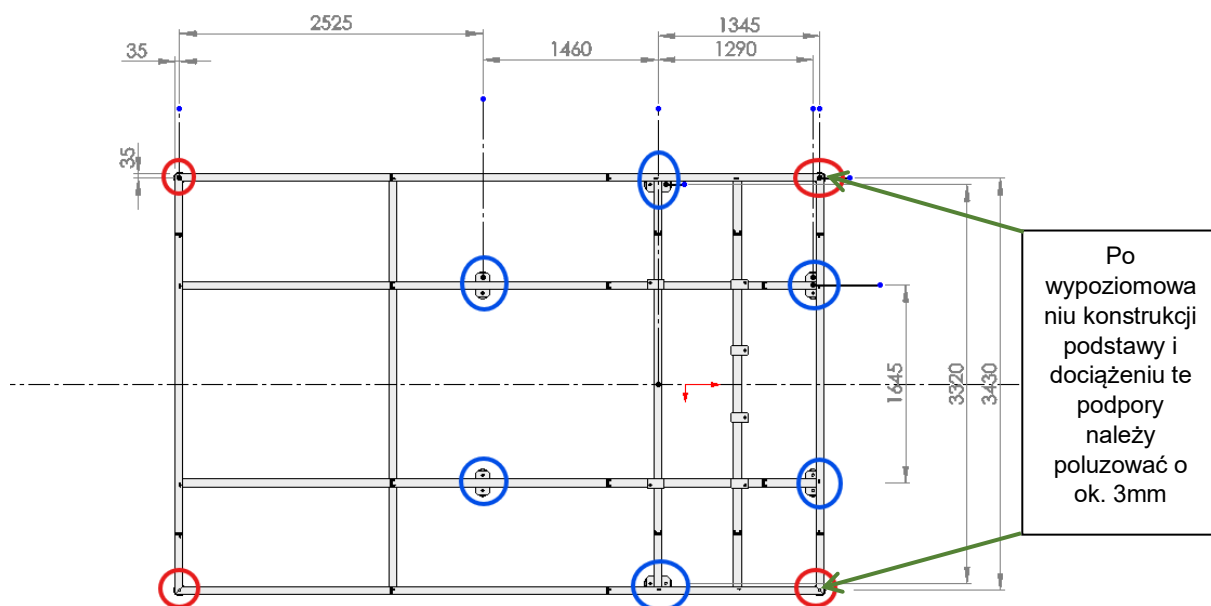
3.4. Wymiarowanie konstrukcji w fazie eksploatacji

3.4.1. Schemat statyczny głównej konstrukcji i zastosowane przekroje

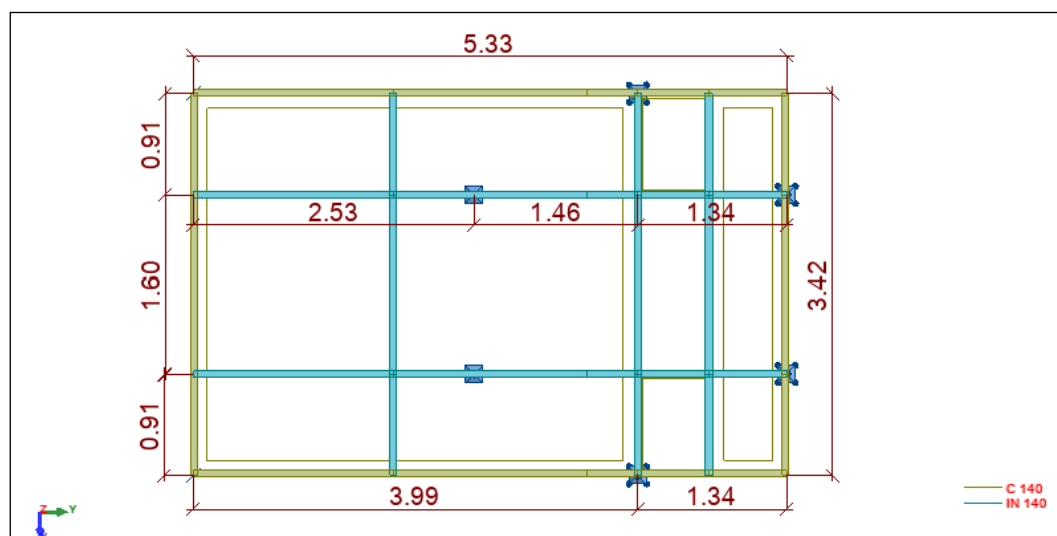


3.4.2. Konstrukcja podstawy

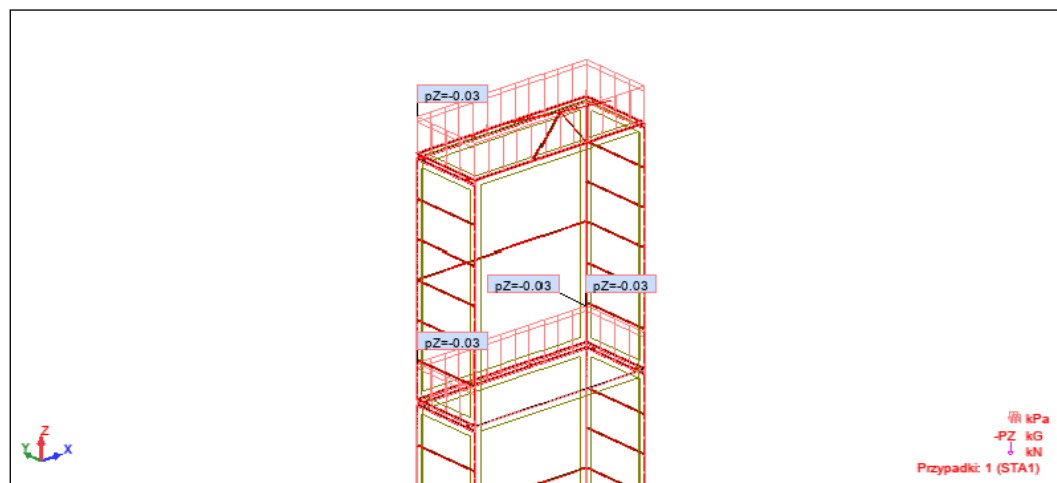
Rzeczywiste wymiary



Przyjęto w modelu obliczeniowym

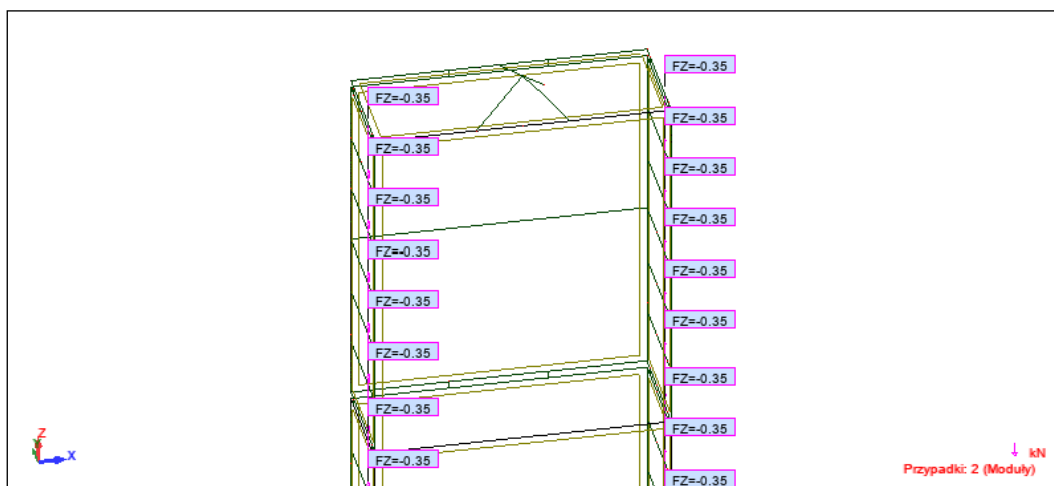


3.4.3. Obciążenie obudową ze płyty



3.4.4. Obciążenia modułami

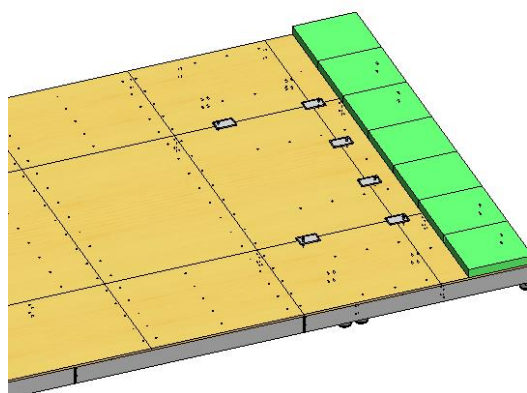
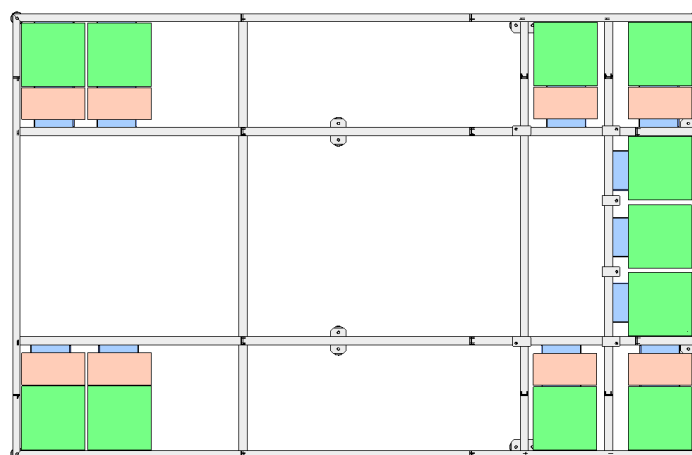
Ilustracja poniżej przedstawia fragment konstrukcji z obciążeniem modułami. Analogiczne obciążenia są przyłożone na całej wysokości konstrukcji



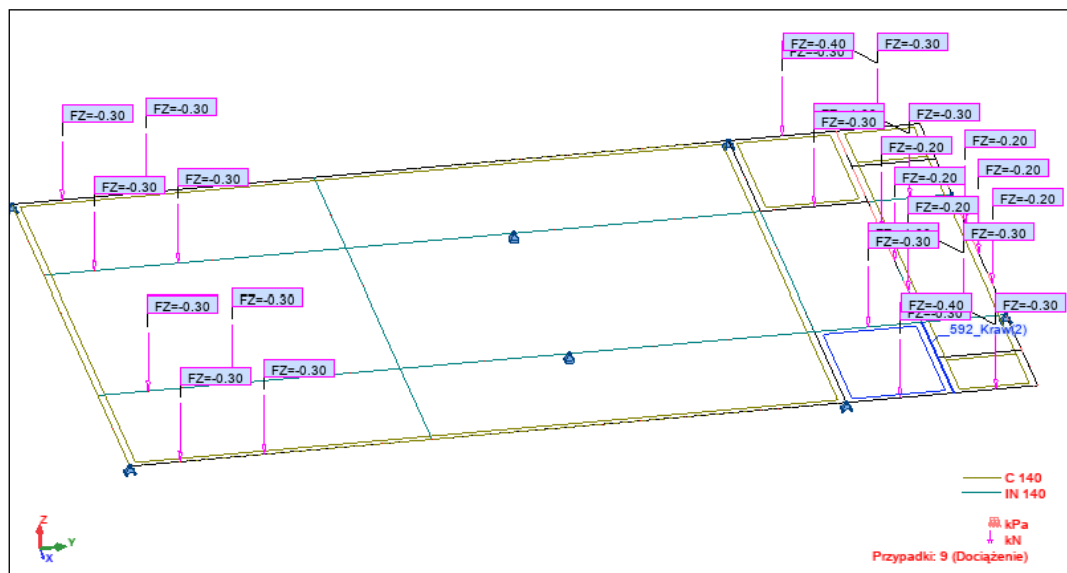
3.4.5. Dociążenie konstrukcji podstawy

Rozkład elementów dociążających

- kolor zielony – płyty o wadze 40kg
- kolor pomarańczowy – płyty o wadze 20kg

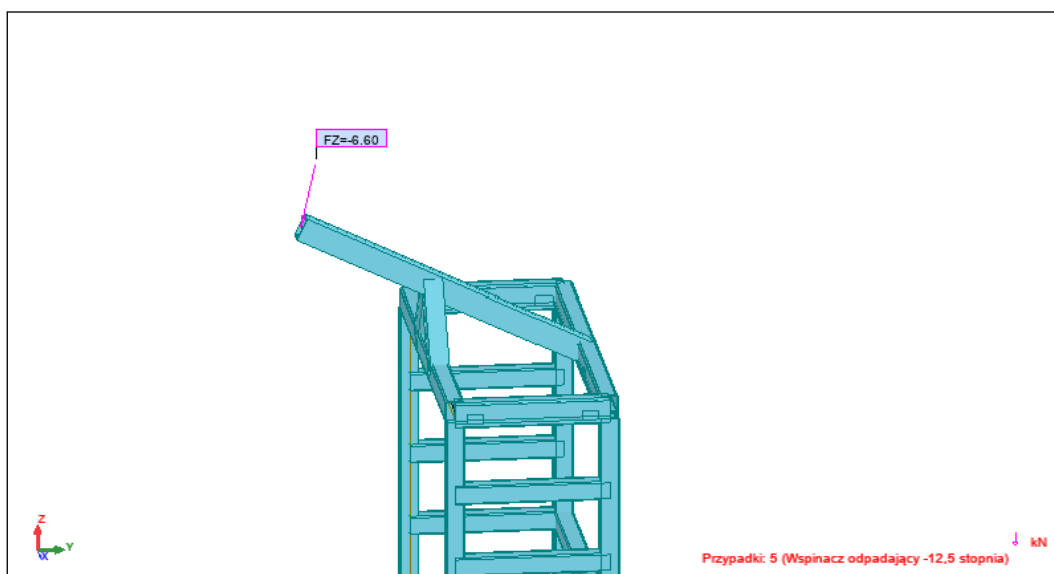
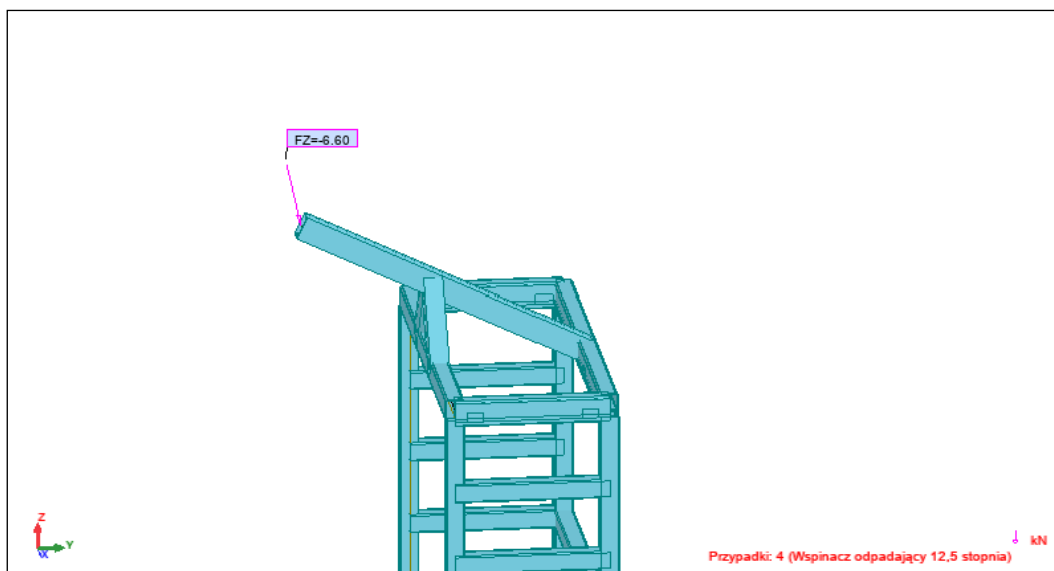
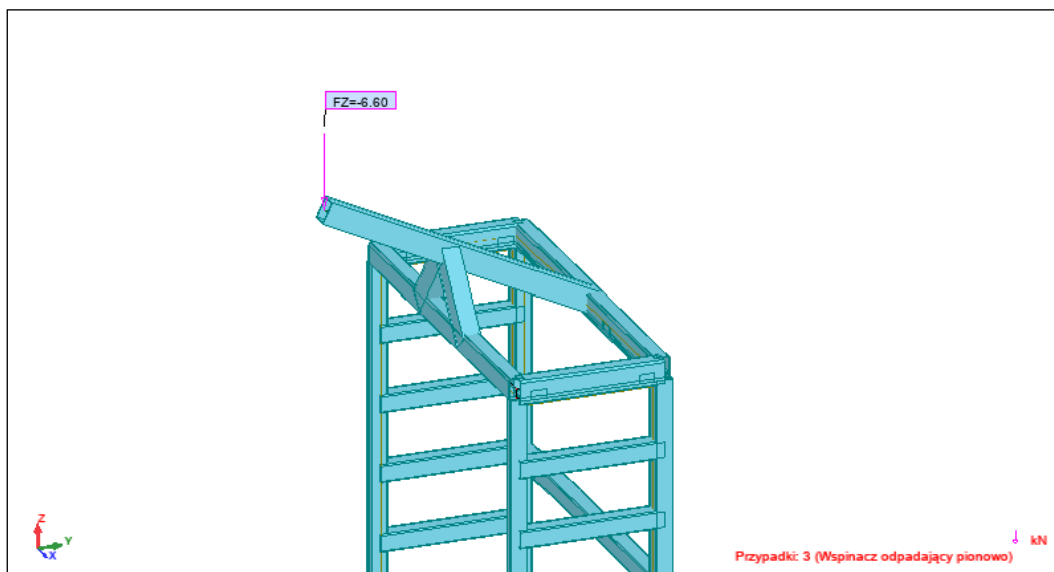


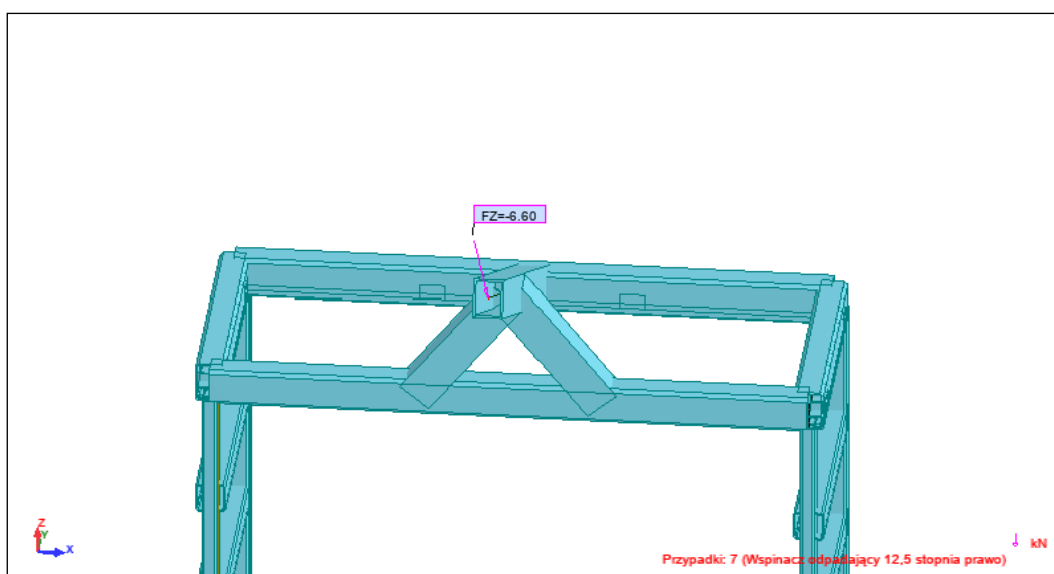
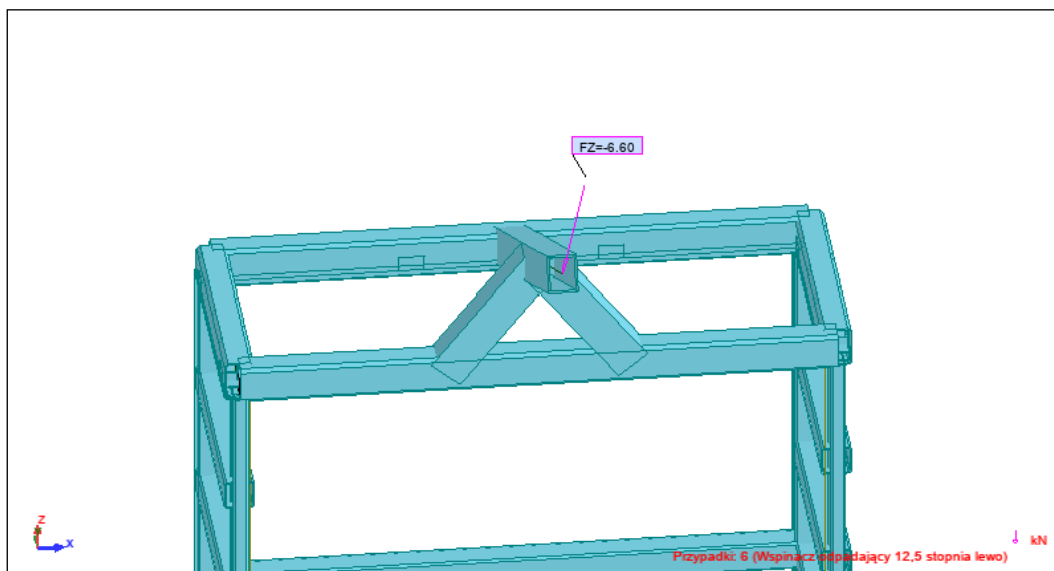
Schemat obciążeń na podstawie powyższych grafik ujęty w programie obliczeniowym



3.4.6. Obciążenia wspinaczem odpadającym

Poniżej pokazane obciążenia nie mogą występować jednocześnie.





3.4.7. Numery przypadków obciążeń

Przypadek	Etykieta	Nazwa przypadku	Natura	Typ analizy
1	STA1	STA1	Konstrukcyjne	Statyka liniowa
2	STA11	Moduły	Konstrukcyjne	Statyka liniowa
3	EKSP2	Wspinacz odpadający pionowo	stała	Statyka liniowa
4	EKSP21	Wspinacz odpadający 12,5 stopnia	stała	Statyka liniowa
5	EKSP3	Wspinacz odpadający -12,5 stopnia	stała	Statyka liniowa
6	EKSP4	Wspinacz odpadający 12,5 stopnia lewo	stała	Statyka liniowa
7	EKSP41	Wspinacz odpadający 12,5 stopnia prawo	stała	Statyka liniowa
8	Użytk	Użytk	Kategoria B	Statyka liniowa
9	STA12	Dociążenie	Konstrukcyjne	Statyka liniowa
10		SGN		Statyka liniowa
11		SGN+		Statyka liniowa
12		SGN-		Statyka liniowa
13		SGU		Statyka liniowa
14		SGU+		Statyka liniowa
15		SGU-		Statyka liniowa
16		SGU:CHR		Statyka liniowa
17		SGU:CHR+		Statyka liniowa
18		SGU:CHR-		Statyka liniowa
19		SGU:FRE		Statyka liniowa
20		SGU:FRE+		Statyka liniowa
21		SGU:FRE-		Statyka liniowa
22		SGU:QPR		Statyka liniowa
23		SGU:QPR+		Statyka liniowa
24		SGU:QPR-		Statyka liniowa
25		SPEC		Statyka liniowa

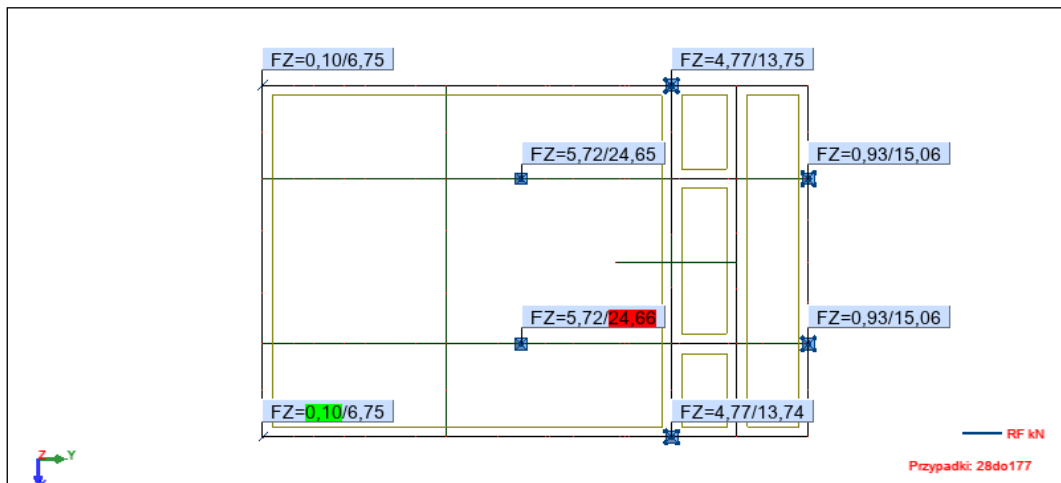
26		SPEC+	Statyka liniowa
27		SPEC-	Statyka liniowa

3.4.8. Wartości obciążeń

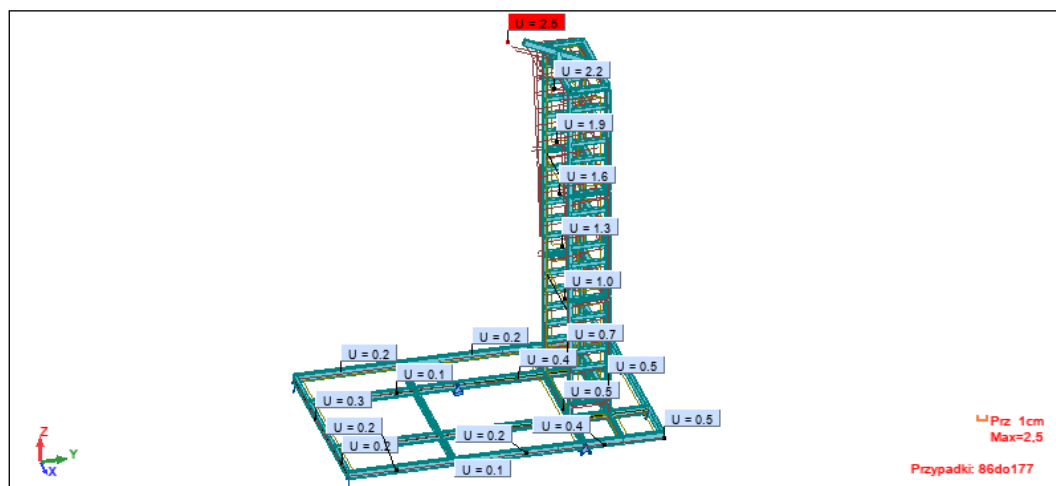
#	Przypadek	Typ obciążenia	Lista	Wartość obciążenia
1	1	ciężar własny	1do28 30do41 45do55 79do85 485do491 494do505 536do546 549do562 567do572 578do580 582do584 43 575 586 590do635	PZ Minus Wsp=1,00
62	1	(ES) jednorodne	567do572 575 578do580 621do623	PZ=-0,07(kN/m2)
135	1	(ES) jednorodne	591do594	PZ=-0,13(kN/m2)
243	1	siła węzłowa	69 74	FZ=-0,60(kN)
33	2	siła prętowa	485 540 600	FZ=-0,55(kN) X=0,46(m)
34	2	siła prętowa	496do505 551do560 609do618	FZ=-0,55(kN) X=0,18(m)
35	2	siła prętowa		FZ=-0,55(kN) X=0,46(m)
36	2	siła prętowa		FZ=-0,55(kN) X=0,46(m)
37	2	siła prętowa	487 542 602	FZ=-0,55(kN) X=0,46(m)
2	3	siła węzłowa	805	FZ=-6,60(kN)
29	4	siła węzłowa	805	FZ=-6,60(kN) Gamma=12,5(Deg)
30	5	siła węzłowa	805	FZ=-6,60(kN) Gamma=-12,5(Deg)
31	6	siła węzłowa	805	FZ=-6,60(kN) Beta=12,5(Deg)
32	7	siła węzłowa	805	FZ=-6,60(kN) Beta=-12,5(Deg)
38	8	(ES) jednorodne	591	PZ=-2,00(kN/m2)
298	9	siła węzłowa	806 807	
299	9	siła węzłowa	808 809	
300	9	(ES) jednorodne	593	
307	9	siła prętowa	37 38 40 45	FZ=-0,30(kN) X=0,50 względne
308	9	siła prętowa	30 33 41 46	FZ=-0,30(kN) X=0,50 względne
309	9	siła węzłowa	944do949	FZ=-0,20(kN)
310	9	siła węzłowa	950do957	FZ=-0,30(kN)
333	9	siła prętowa	46	FZ=-0,40(kN) X=0,50 względne
334	9	siła prętowa	33	FZ=-0,40(kN) X=0,50 względne
335	9	siła prętowa	40	FZ=-1,00(kN) X=0,50 względne
336	9	siła prętowa	37	FZ=-1,00(kN) X=0,50 względne

3.4.9. Wyniki obliczeń

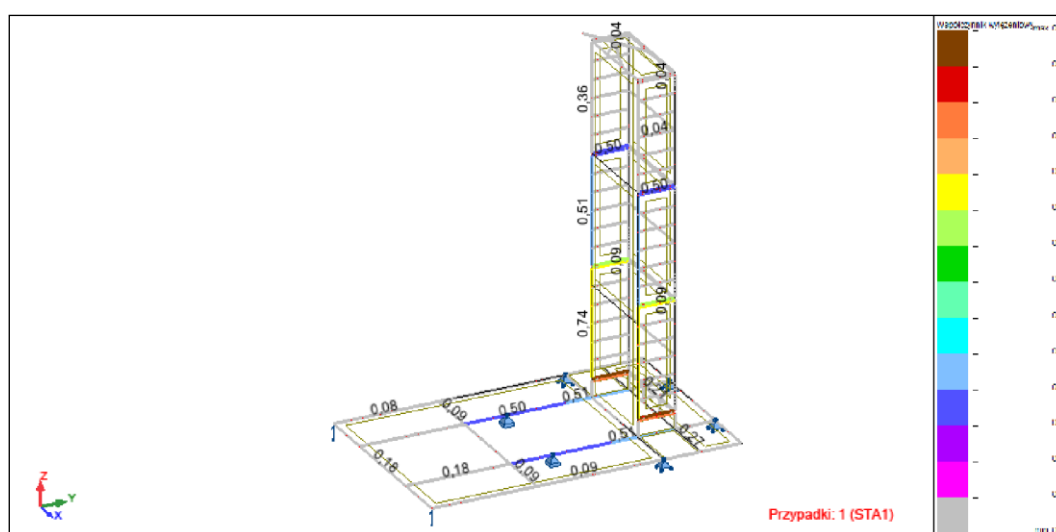
3.4.9.1. Obwiednia reakcji podporowych



3.4.9.2. Przemieszczenia konstrukcji w stanie SGU



3.4.9.3. Wytężenie poszczególnych elementów pokazane graficznie



4.0. Podsumowanie

Powyższe obliczenia potwierdziły, że konstrukcja spełnia wymagania norm wyszczególnionych w pkt.1.2 w fazie eksploatacji i montażu, a więc może być bezpiecznie użytkowana zgodnie ze swoim przeznaczeniem.

Konstrukcja – projektował

inż. Jacek Krzyśpiak

upr. bud. nr WAM/0082/POOK/11

inż. Jacek Krzyśpiak
upr. bud. bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej do kierowania
robotami budowlanymi nr WAM/0128/OWOK/07
oraz do projektowania nr WAM/0082/POOK/11

5.0. Uprawnienia i zaświadczenia projektanta



WARMIŃSKO-MAZURSKA
OKRĘGOWA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA
OKRĘGOWA KOMISJA KWALIFIKACYJNA
10-532 Olsztyn, Plac Konsulatu Polskiego 1



WAM/OKK/U/98/11

Olsztyn, dnia 12 grudnia 2011 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów /Dz. U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42, ze zm./, w związku z art. 5 ustawy z dnia 28 lipca 2005 r. o zmianie ustawy-Prawo budowlane oraz o zmianie niektórych innych ustaw /Dz. U. z 2005 r. Nr 163 poz. 1364/, art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo budowlane /t.j. Dz. U. z 2003 r. Nr 207, poz. 2016 ze zm./, § 3 ust. 1, § 12 pkt 1 i § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2005 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz. U. z 2005 r. Nr 96 poz. 817/ oraz art. 104 Kodeksu postępowania administracyjnego /t.j. Dz.U. z 2000 r. Nr 98, poz.1071 ze zm./

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
nadaje

Panu JACKOWI HUBERTOWI KRZYŚPIAKOWI

inżynierowi budownictwa
ur. dnia 21 stycznia 1980 r. w Ostrołęce

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

Nr ewid. WAM/ 0082 /POOK/11

DO PROJEKTOWANIA
BEZ OGRANICZEŃ
W SPECJALNOŚCI KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANEJ

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.

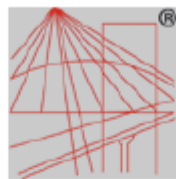
Pouczenie :

1. Zgodnie z art. 12 ust. 7 w/w ustawy Prawo budowlane – podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis, w drodze decyzji, do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego, potwierdzony zaświadczeniem wydanym przez tę izbę, z określonym w nim terminem ważności.
2. Od decyzji niniejszej służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Olsztynie, w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.



Skład orzekający OKK:

1. mgr inż. Zdzisław Binerowski
2. inż. Janusz Palmowski
3. mgr inż. Elżbieta Lasmanowicz



P O L S K A
I Z B A
I N Ż Y N I E R Ó W
B U D O W N I C T W A

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

WAM-522-1L6-NXM *

Pan Jacek Hubert Krzyśpiak o numerze ewidencyjnym WAM/BO/0031/08
adres zamieszkania ul. Karola Darwina 9 A / 75, 03-484 Warszawa
jest członkiem Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada
wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2025-01-01 do 2025-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-12-16 roku przez:

Jarosław Kukliński, Przewodniczący Rady Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



Weryfikacja poprawności danych