

EKSPERTYZA TECHICZNA
MOŻLIWOŚCI MONTAŻU INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ
NA POŁACI DACHOWEJ BUDYNKU AKPiA

BRANŻA: BUDOWLANA

INWESTOR: MIEJSKIE PRZEDSIĘBIORSTWO ENERGETYKI CIEPLNEJ SP. Z O. O.
UL. SŁONECZNA 46
10-710 OLSZTYN

**ADRES
INWESTYCJI:** UL. SŁONECZNA 46
10-710 OLSZTYN
ID: 286201_1.0113.6/2

PROJEKTANT: dr inż. Piotr Bogacz
ul. Poziomkowa 2
11-036 Sząbruk, gm. Gietrzwałd

upr. bud. nr **WAM/0051/PWOK/17**
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej



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



WAM.OKK.U.24.76.17.02

Olsztyn, 13 czerwca 2017 r.

D E C Y Z J A

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (tj. Dz. U. z 2016 r. poz. 1725), art. 12 ust. 2 i ust. 3, **art. 12 ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 2** ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tj. Dz. U. z 2016 r. poz. 290 ze zm.) oraz **§ 10 i § 12 ust. 1** rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r. poz. 1278) i art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (tj. Dz. U. z 2016 r., poz. 23 ze zm.), po ustaleniu, że spełnione zostały warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan PIOTR BOGACZ

doktor nauk technicznych w dyscyplinie budownictwo
ur. dnia 27 października 1977 r. w Kętrzynie

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

Nr ewid. WAM/0051/PWOK/17

DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA ROBOTAMI BUDOWLANYMI BEZ OGRANICZEŃ W SPECJALNOŚCI KONSTRUKCYJNO – BUDOWLANEJ

U Z A S A D N I E N I E

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
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

1. dr inż. Zenon Drabowicz
2. mgr inż. Elżbieta Lasmanowicz
3. mgr inż. Mariusz Iwanowicz

Pan Piotr Bogacz upoważniony jest:

I. Na podstawie art. 12 ust. 1 pkt 1-5, art. 13 ust. 3 i 4 ustawy Prawo budowlane, w specjalności konstrukcyjno-budowlanej, bez ograniczeń do:

- a) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
- b) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
- c) kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
- d) wykonywania nadzoru inwestorskiego,
- e) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

II. Na podstawie § 10 i § 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r. poz. 1278) uprawnienia niniejsze uprawniają do:

- 1) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności niniejszych uprawnień,
- 2) projektowania konstrukcji obiektu,
- 3) kierowania robotami budowlanymi w odniesieniu do konstrukcji oraz architektury obiektu.

**Skład orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:**

- 1. dr inż. Zenon Drabowicz
- 2. mgr inż. Elżbieta Lasmanowicz
- 3. mgr inż. Mariusz Iwanowicz

Otrzymuje:

- 1. Pan Piotr Bogacz
11-036 Sząbruk, ul. Poziomkowa 2
- 2. Okręgowa Rada Izby
- 3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
- 4. a/a



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:
WAM-I8I-3FJ-KMU *

Pan Piotr Bogacz o numerze ewidencyjnym WAM/BO/0114/17
adres zamieszkania ul. Poziomkowa 2, 11-036 Sząbruk
jest członkiem Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada
wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-09-01 do 2023-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-06-23 roku przez:

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

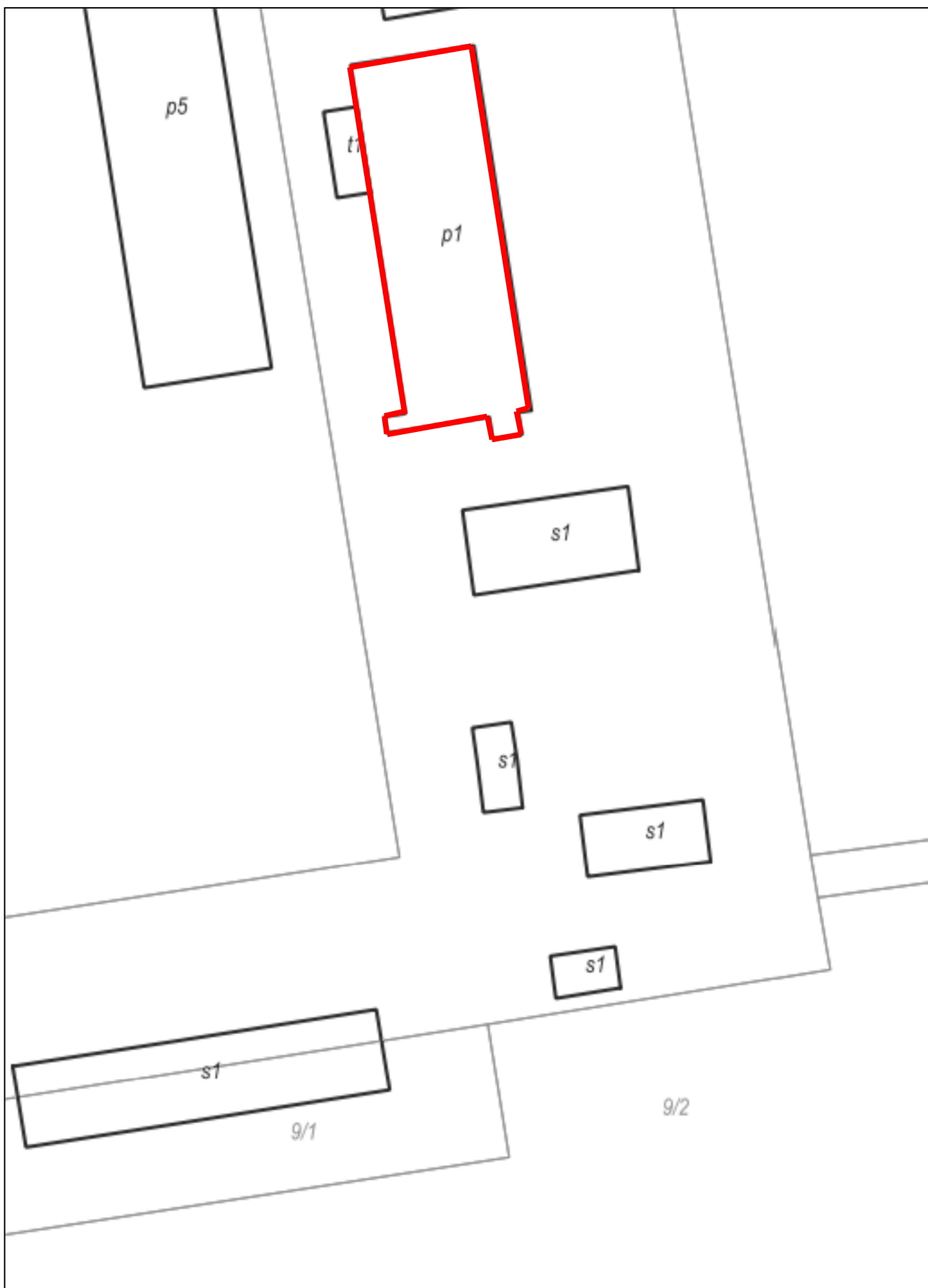
Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza 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.piiib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.





PRZEDMIOT OPRACOWANIA (SZKIC)

EKSPERTYZA TECHNICZNA
MOŻLIWOŚCI MONTAŻU PANELI FOTOWOLTAICZNYCH
NA POŁACH DACHOWEJ BUDYNKU AKPiA
DZ. NR 6/2 OBR. OLSZTYN 0113

1.0. DANE OGÓLNE.

1.1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA.

Przedmiotem opracowania jest ekspertyza stanu technicznego określająca możliwość montażu na połaci dachowej budynku AKPiA paneli systemu fotowoltaicznego.

1.2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA.

Celem opracowania jest szczegółowa kontrola stanu technicznego budynku pod kątem możliwości montażu systemu fotowoltaicznego na połaci dachowej. Zakres obejmował oględziny konstrukcji obiektu budowlanego wraz z badaniami nieniszczącymi ultradźwiękowym miernikiem grubości elementów stalowych. Na podstawie oględzin wykonano model 2D oraz wykonano obliczenia statyczno-wytrzymałościowe w układzie płaskim.

1.3. PODSTAWA OPRACOWANIA.

Podstawę opracowania stanowią:

- Zlecenie zamawiającego
- Wizja lokalna przeprowadzona w lipcu 2022 roku,
- Obowiązujące przepisy i normy, w szczególności:
 - PN-EN-1991-1-1
 - PN-EN-1991-1-3
 - PN-EN-1991-1-4
 - PN-EN-1993

2.0. OPIS STANU TECHNICZNEGO

2.1. LOKALIZACJA OBIEKTU

Obiekt znajduje się na działce dz. nr 6/2 obr. Olsztyn 0113, na wschód od budynku kotłowni (dz. nr 6/1 obr. Olsztyn 0113) oraz na północ od budynku magazynu sprzętu ciężkiego. Budynek AKPiA jest położony równolegle do budynku kotłowni.

2.2. OPIS TECHNICZNY

Jest to obiekt o konstrukcji stalowej, halowy, dwunawowy, o równych wysokościach – część wyższa (zachodnia) o $H_1=5,25\text{m}$ i szerokości $S_1=11,49\text{m}$; część niższa (wschodnia) o $H_2=3,25\text{m}$ i szerokości $S_2=6,07\text{m}$. Kąt nachylenia połaci dachowej (zachodniej i wschodniej) $\alpha_1=\alpha_2=6,5^\circ$. Szerokość zewnętrzna budynku $S=18,35\text{m}$. Długość zewnętrzna obiektu $L=54,35\text{m}$.

Konstrukcję nośną – słupy zewnętrzne części wyższej stanowią I340m o wysokości $h=4,16\text{m}$; rygle części wyższej wykonane z I300; słupy części niższej stanowią I240 o wysokości $h=3,36\text{m}$; rygle części niższej wykonane z I240. Słup środkowy wykonany jako HP340, stężony podłużny konstrukcją murową. Różnica wysokości od strony zewnętrznej między nawami wynosi $2,01\text{m}$. Średni podłużny rozstaw słupów w osiach wynosi $R=6,00\text{m}$.

Pokrycie dachowej od strony wewnętrznej stanowi blacha trapezowa T90 o zewnętrznej strony ocieplona wełną mineralną o gr. 20cm , kryta papą termozgrzewalną w 2 warstwach.

Nad częścią niższą blacha trapezowa układana bezpłatiowo.

W trakcie oględzin stwierdzono:

- konstrukcja stalowa obiektu jest w stanie ogólnym dobrym; elementy stalowe konstrukcji nie wykazują nadmiernego zużycia technicznego;
- połączenia w miejscach dostępnych do oględzin – stan dobry, bez oznak wyczerpania nośności oraz stateczności;
- stan pokrycia dachowego w stanie dostatecznym – papa wykazuje pierwsze oznaki zużycia technicznego – w dniu oględzin zauważalne były pęcherze gazowe, liczne mikrouszkodzenia – przed wykonaniem instalacji zaleca się wykonanie co najmniej remontu pokrycia dachowego z papy (zaleca się wymianę pokrycia).

2.3. BADANIA I OBLICZENIA

W trakcie oględzin dokonano badania:

- ultradźwiękowym miernikiem grubości elementów stalowych – PeakTech 5225 nr seryjny 2176448 – rok produkcji 12/2020;

Zakres pomiarowy – do 300mm .

Do pomiarów użyto głowicy o średnicy 6 i 10mm , prędkość fal 5900 m/s dla urządzeń stalowych.

Przed każdą serią pomiarów była wykonywana kalibracja głowicy na płytce wzorcowej $4,00\text{mm}$.

- pomiarów odległości przy użyciu dalmierza Bosch BOSCH GLM-120 nr seryjny 809047512, rok produkcji 09/2018 oraz dalmierza laserowego BOSCH GLM 50 C nr seryjny 024515179 – data produkcji 04/2020.

Karta charakterystyki:

3. Dane Techniczne

Measurement range:	1.00 to 300.0mm (Steel)
Accuracy:	$\pm(1\%H+0.1\text{mm})$; (H = meas. thickness)
Working frequency:	5MHz
Resolution:	0.01mm (1.00 bis 99.99mm) / 0.1mm (100 bis 300mm)
Min. Limit for tubes. (Steel):	Ø15*2.0mm (Ø 6mm transducer) Ø20*3.0mm (Ø 10mm transducer)
Sound Velocity:	1000 to 9999 m/s Thickness $\leq 20\text{mm}$, accuracy: $\pm 1\%$ Thickness $\geq 20\text{mm}$, accuracy: $\pm 1.5\%$
Operating environment:	0 to 40°C / <90% R.H.
Meas. Object Temp.:	<60°C
Operating voltage:	1.5V AAA * 3 pcs.
Battery consumption:	$\leq 35\text{mA}$ (with backlight)
Size:	72x29x146mm
Weight:	223g

7. Tabela prędkości dźwięku w poszczególnych materiałach:

Material	Velocity (m/s)	Material	Velocity (m/s)
Aluminum	6320	Acetate resin	2670
Zinc	4170	Phosphor bronze	3530
Silver	3600	Turpentine	4430
Glod	3240	Glass	5440
Tin	3230	Incoloy alloy	5720
Iron/Steel	5900	Magnesium	6310
Brass	4640	Monel alloy	6020
Copper	4700	Nickle	5630
SUS	5790	Steel 4330	5850
Acrylic resin	2730	Steel 330	5660
Water (20°C)	1480	Titanium	6070
Glycerinl	1920	Zirconium	4650
soluble glass	2350	Nylon	2620

**CERTIFICATE OF
FACTORY CALIBRATION
WERKSKALIBRIERSCHEIN**

Wir bestätigen hiermit, dass alle PeakTech-Messgeräte ab Werk kalibriert geliefert werden und die in der Bedienungsanleitung genannten Spezifikationen erfüllen.

We hereby certify that all of our devices are calibrated at the factory and meet all specifications listed in our documentation.

Prüfling / Device under Test	Ultrasonic Thickness Meter
Modell / Model	PeakTech 5225
Seriennummer / Serial - Number	SN:2176448
Datum der Kalibrierung / Calibration Date	01.12.2020
Temperatur / Environment Temperature	23.0°C ±0,5°C
Luftfeuchtigkeit /Humidity	35% ± 10% RH
Kalibriergeräte / Calibration Equipment	Ultrasonic thickness gauge standard thickness block
Kalibriert durch / Calibrated by:	YI CHEN

2.3.1. WYNIKI BADAŃ ULTRADŹWIEKOWYM MIERNIKIEM GRUBOŚCI

Z uwagi na ilość pomiarów poniżej zawarto średnią ważoną stanu zachowania elementów stalowych stanowiących konstrukcję wiaty stalowej w odniesieniu do wartości katalogowych.

Słupy I340 – stan zachowania 94,50% względem wartości pierwotnej (tabelarycznej) – stan **DOBRY**;

Słupy HP340 – stan zachowania 96,02% względem wartości pierwotnej (tabelarycznej) – stan **DOBRY**;

Słupy I240 – stan zachowania 97,50% względem wartości pierwotnej (tabelarycznej) – stan **DOBRY**;

Rygle I300 - stan zachowania 96,66% względem wartości pierwotnej (tabelarycznej) – stan **DOBRY**;

Rygle I240 - stan zachowania 94,43% względem wartości pierwotnej (tabelarycznej) – stan **DOBRY**;

Płatwie I200 - stan zachowania 94,24% względem wartości pierwotnej – stan **DOBRY**.

Na podstawie pomiarów należy przyjąć stan konstrukcji stalowej w miejscach pomiarowych jako dobry.

2.3.2. OBLICZENIA

Obliczenia wykonano na podstawie obowiązujących norm oraz zasad obliczania płaskich układów ramowych.

Obliczenia wykonano programem SPECBUD licencja nr 5BE0-53DB.

Dokonano weryfikacji stanu wyężenia konstrukcji po montażu systemu fotowoltaiki.

Do obliczeń przyjęto obciążenie wiatrem wg. PN-EN-1991-1-4 dla strefy I oraz śniegiem wg. PN-EN-1991-1-3 – strefa IV. Konstrukcja została obciążona warstwami dachowymi wg. PN-EN-1991-1-1. W obliczeniach zastosowano teorię I rzędu.

Obciążenie panelami PV z balastem:

1. Ciężar konstrukcji do mocowania paneli:

a. wartość charakterystyczna: $P_k=0,080 \text{ kN/m}^2$

- b. wsp. bezpieczeństwa: $\gamma_f=1,1$
- c. wartość obliczeniowa: $P=0,088 \text{ kN/m}^2$

2. Panel fotowoltaiczny:

- a. Waga panelu PV $\sim 25\text{kg}$; wymiar: $1,00 \times 1,65\text{m}$
 $P_k=0,25\text{kN} / 1,65\text{m}^2 = 0,15\text{kN/m}^2$
- b. wsp. bezpieczeństwa: $\gamma_f=1,1$
- c. wartość obliczeniowa: $P=0,165 \text{ kN/m}^2$

3. Balast – bloczki betonowe (2,5szt./moduł = 62kg)

- a. $P_k=0,62\text{kN}/1,65\text{m}^2=0,37\text{kN/m}^2$
- b. wsp. bezpieczeństwa: $\gamma_f=1,1$
- c. wartość obliczeniowa: $P=0,407 \text{ kN/m}^2$

$$\Sigma P_k=0,60\text{kN/m}^2$$

$$\Sigma P=0,66\text{kN/m}^2$$

Rozstaw osiowy ram: 6,00m

$$Q=3,96\text{kN/m}$$

Wyniki obliczeń oraz zestawienie obciążeń w dalszej części opracowania.

2.4. ORZECZENIE TECHNICZNE:

Na podstawie otrzymanych wyników obliczeń stwierdza się:

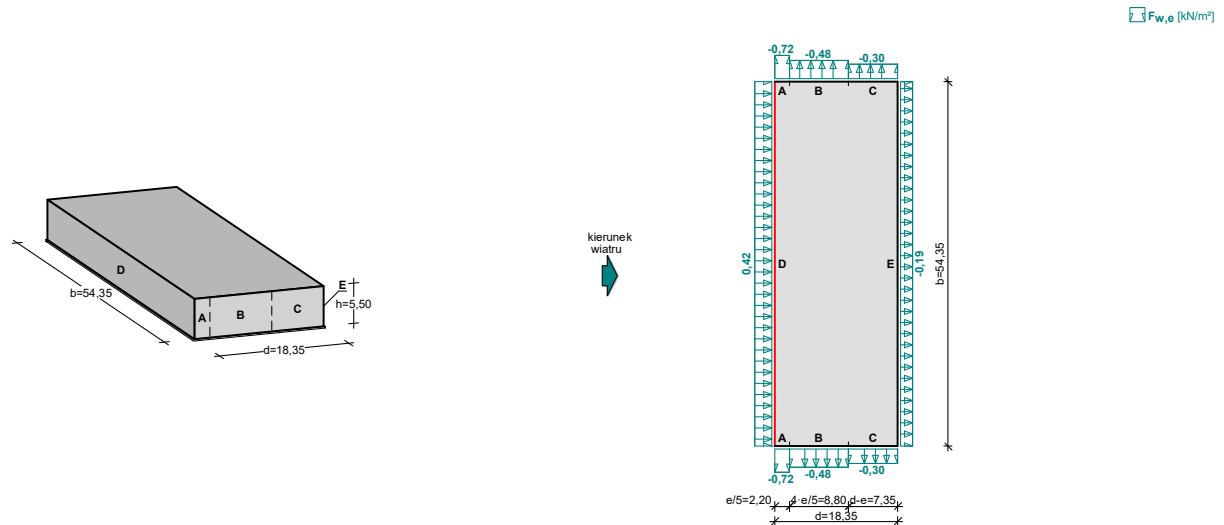
- możliwy jest montaż systemu PV stelażu w systemie balastowym na części wyższej warsztatu AKPiA; na części niższej nie zaleca się montażu systemu PV ze względu na bezpłatwiowy charakter konstrukcji;
- montaż instalacji możliwy jest (ze względu na układ systemu wentylacyjnego) w wybranych sekcjach – obliczenia wykonano dla sytuacji mniej korzystnej – obciążenia liniowego równomiernie rozłożonego na całej powierzchni;
- system montować przez wykwalifikowaną firmę,
- przed przystąpieniem do prac należy spełnić wszystkie wymagania wg. Prawa Budowlanego (Dz. U. 2022 poz. 88 – art. 29 pkt. 4, ppkt. 3c),
- zgodnie z PN-EN-60364-7-712 należy obiekt oznakować dla zapewnienia bezpieczeństwa ekip ratowniczo-gaśniczych,

dr inż. Piotr Bogacz
upr. bud. do projektowania i kierowania
robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
upr. bud. nr ew. WAM/0051/PWOK/17

Załącznik 1 - Obciążenia zmienne działające na konstrukcję:

Element 1

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Ściany pionowe budynków na rzucie prostokąta - ciśnienie zewnętrzne (7.2.2)



Ściana nawietrzna - pole D:

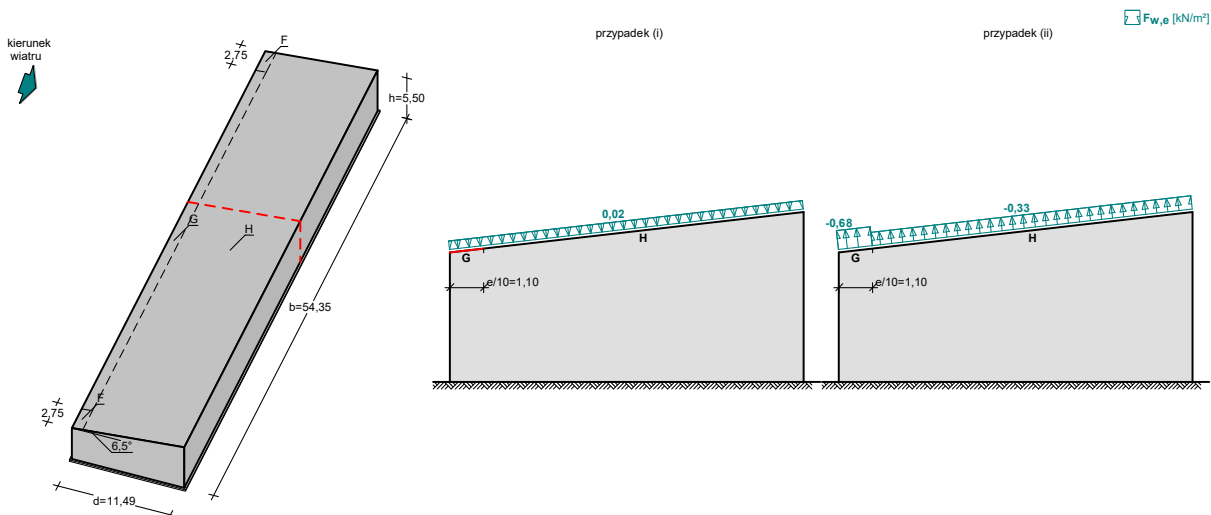
- Budynek o wymiarach: $d = 18,35 \text{ m}$, $b = 54,35 \text{ m}$, $h = 5,50 \text{ m}$
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 11,0 \text{ m}$
- Obliczany element: element konstrukcyjny
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:
Strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 100 \text{ m n.p.m.}$
 $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$ (wg załącznika krajowego)
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$
- Kategoria terenu II $\rightarrow z_0 = 0,05 \text{ m}$, $z_{min} = 2 \text{ m}$
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 5,50 \text{ m}$
- Współczynnik orografii: $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji: $k_t = 1,0$
- Współczynnik terenu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,190$
- Współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_e/z_0) = 0,190 \cdot \ln(5,50/0,05) = 0,89$ (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 19,65 \text{ m/s}$
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_t / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_e/z_0)) = 0,213$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Szczytowe ciśnienie prędkości: $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 600,6 \text{ Pa} = 0,601 \text{ kPa}$
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_{sCd} = 1,000$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = +0,707$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,601 \cdot 0,707 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

Element 1

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy jednospadowe - ciśnienie zewnętrzne (7.2.4)



Połąć w przekroju $x/b = 0,60$ - pole G - parcie:

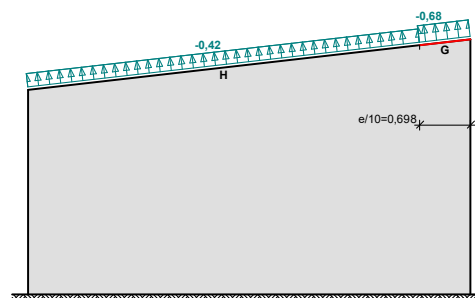
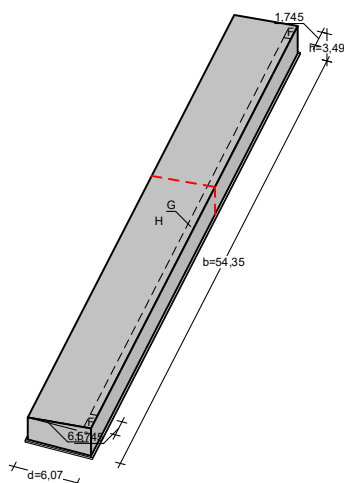
- Dach jednospadowy o wymiarach: $b = 54,35$ m, $d = 11,49$ m, kąt nachylenia połaci $\alpha = 6,5^\circ$
- Budynek o wysokości $h = 5,50$ m
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 11,0$ m
- Wiatr wiejący na ścianę boczną niższą ($\theta = 0^\circ$)
- Obliczany element: element konstrukcyjny
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:
Strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 100$ m n.p.m.
 $v_{b,0} = 22$ m/s (wg załącznika krajowego)
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00$ m/s
- Kategoria terenu II $\rightarrow z_0 = 0,05$ m, $z_{min} = 2$ m
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 5,50$ m
- Współczynnik orografii: $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji: $k_l = 1,0$
- Współczynnik terenu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,190$
- Współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_e/z_0) = 0,190 \cdot \ln(5,50/0,05) = 0,89$ (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 19,65$ m/s
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_l / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_e/z_0)) = 0,213$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25$ kg/m³
- Szczytowe ciśnienie prędkości: $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 600,6$ Pa = 0,601 kPa
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_{sCd} = 1,000$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,030$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,601 \cdot 0,030 = \mathbf{0,02 \text{ kN/m}^2}$$

Element 1

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy jednospadowe - ciśnienie zewnętrzne (7.2.4)



Połąć w przekroju $x/b = 0,60$ - pole G:

- Dach jednospadowy o wymiarach: $b = 54,35$ m, $d = 6,07$ m, kąt nachylenia połaci $\alpha = 6,5^\circ$
- Budynek o wysokości $h = 3,49$ m
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 7,0$ m
- Wiatr wiejący na ścianę boczną wyższą ($\theta = 180^\circ$)
- Obliczany element: element konstrukcyjny
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:
Strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 100$ m n.p.m.
 $v_{b,0} = 22$ m/s (wg załącznika krajowego)
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00$ m/s
- Kategoria terenu II $\rightarrow z_0 = 0,05$ m, $z_{min} = 2$ m
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 3,49$ m
- Współczynnik orografii: $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji: $k_l = 1,0$
- Współczynnik terenu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,190$
- Współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_e/z_0) = 0,190 \cdot \ln(3,49/0,05) = 0,81$ (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 17,75$ m/s
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_l / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_e/z_0)) = 0,236$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25$ kg/m³
- Szczytowe ciśnienie prędkości: $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 521,4$ Pa = 0,521 kPa
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_{sCd} = 1,000$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,3$

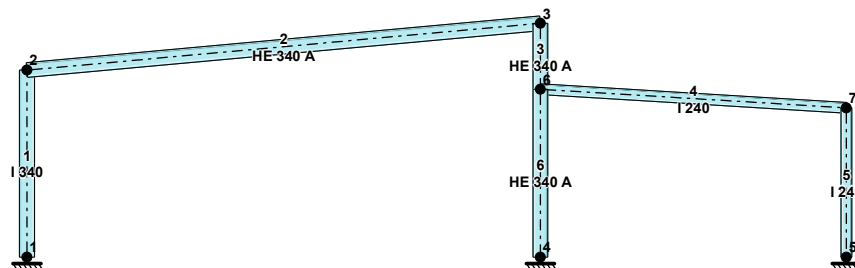
Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,521 \cdot (-1,3) = -0,68 \text{ kN/m}^2$$

Załącznik 2 - obliczenia statyczne dla systemu balastowego – na pości wyższej:

Rama 1

SCHEMAT RAMY



Węzły i podpory:

nr węzła	x [m]	z [m]	typ podpory	kąt obrotu [°]
1	0,000	0,000	utwierdzenie	0,0
2	0,000	4,200		
3	11,500	5,250		
4	11,500	0,000	utwierdzenie	0,0
5	18,350	0,000	utwierdzenie	0,0
6	11,500	3,770		
7	18,350	3,350		

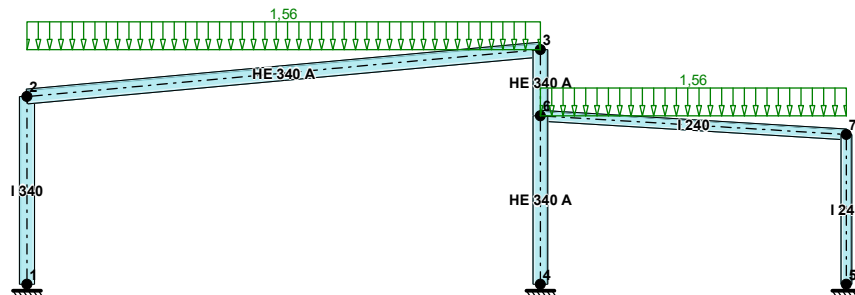
Prety:

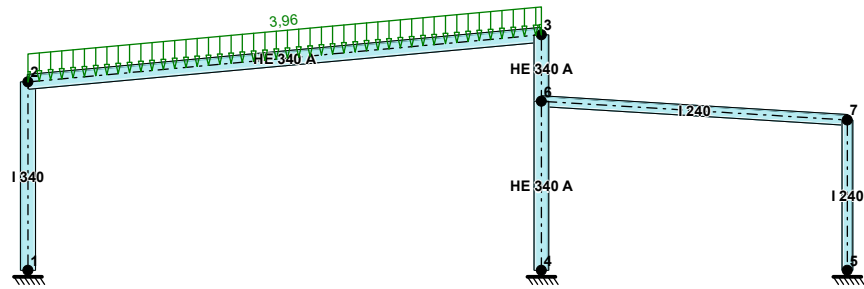
nr pręta	węzeł początkowy	węzeł końcowy	typ przekroju	rodzaj pręta	połączenie początek	połączenie koniec	mimośród e ₁ (początek) [mm]	mimośród e ₂ (koniec) [mm]
1	1	2	I 340	pręt	sztynne	sztynne	0,0	0,0
2	2	3	HE 340 A	pręt	sztynne	sztynne	0,0	0,0
3	3	6	HE 340 A	pręt	sztynne	sztynne	0,0	0,0
4	6	7	I 240	pręt	sztynne	sztynne	0,0	0,0
5	7	5	I 240	pręt	sztynne	sztynne	0,0	0,0
6	6	4	HE 340 A	pręt	sztynne	sztynne	0,0	0,0

Typy przekrojów prętowych:

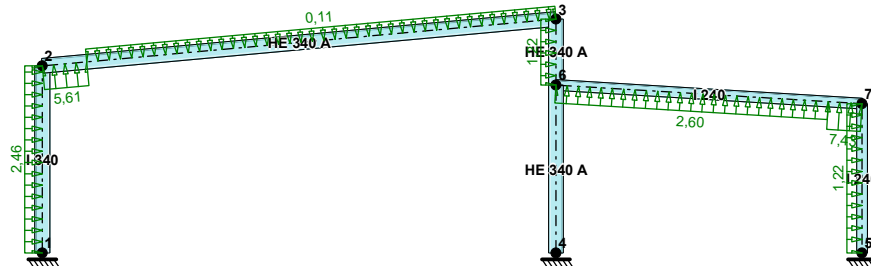
nazwa przekroju	A [cm ²]	J _y [cm ⁴]	h [mm]	m [kg/mb]	nazwa materiału	E [GPa]	α _t [10 ⁻⁶ /°C]
pręt	1,00	1,00	100	0,0	Stal	210,0	12,0
I 340	86,68	15669,50	340	68,0	Stal S235	210,0	12,0
I 300	69,00	9785,10	300	54,2	Stal S235	210,0	12,0
I 240	46,08	4239,20	240	36,2	Stal S235	210,0	12,0
HE 340 A	133,47	27693,12	330	104,8	Stal S235	210,0	12,0

OBCIĄŻENIA: (wartości charakterystyczne)
Przypadek **G1**: Przypadek 1 (stałe (stałe max.))

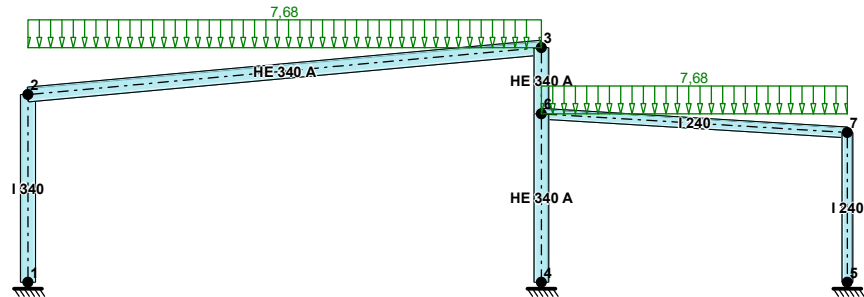
Przypadek **G2**: Przypadek 2 (stałe (stałe max.))



Przypadek **Q1**: Przypadek 3 (zmiennie (wiatr, $\psi_0 = 0,60$, $\psi_1 = 0,20$, $\psi_2 = 0,00$))



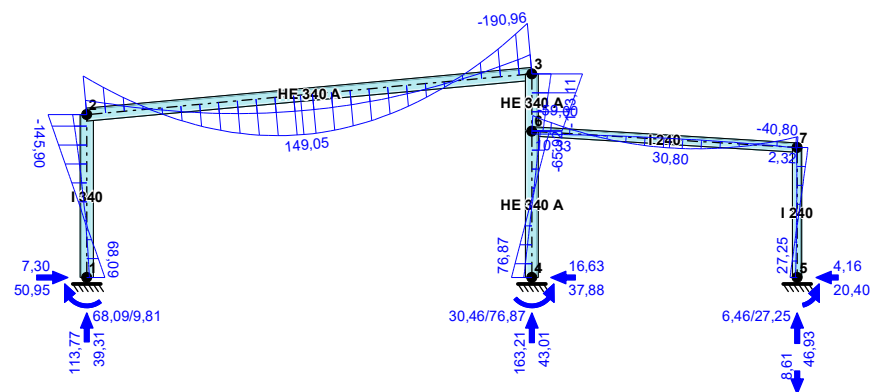
Przypadek **Q2**: Przypadek 4 (zmiennie (śnieg ($H \leq 1000$ m n.p.m.), $\psi_0 = 0,50$, $\psi_1 = 0,20$, $\psi_2 = 0,00$))



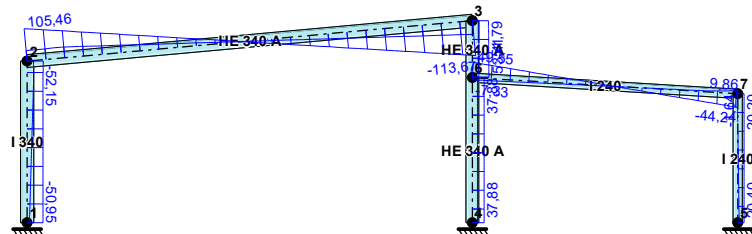
WYNIKI:

OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGN podstawowa STR

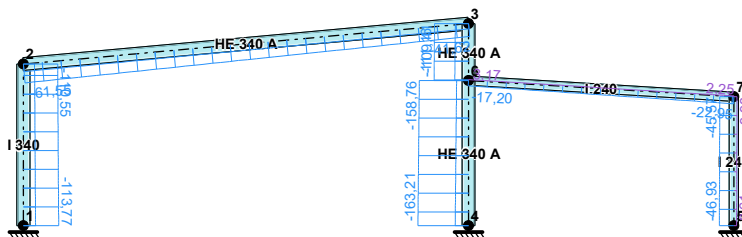
Obwiednia momentów zginających:



Obwiednia sił poprzecznych:



Obwiednia sił osiowych:



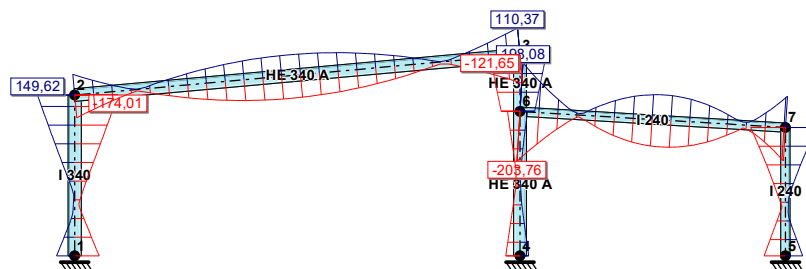
Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	R_z [kN]	R_x [kN]	M [kNm]	przypadek/kombinacja
1 (A)	113,77 39,31	50,95 7,30	-68,09 -9,81	K8: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4 K6: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 3
4 (B)	163,21 43,01 56,35 155,20	-30,75 -28,51 -16,63 -37,88	62,07 55,12 30,46 76,87	K8: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4 K6: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 3 K5: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2 K9: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4+1,5·0,6·Przypadek 3
5 (C)	46,93 -8,61 8,88 36,44	-20,20 -4,49 -4,16 -20,40	26,88 7,08 6,46 27,25	K8: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4 K6: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 3 K5: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2 K9: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4+1,5·0,6·Przypadek 3

Ekstremalne siły wewnętrzne:

pręt	x [m]	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	przypadek/kombinacja
1	0,000 4,200 4,200	68,09 -145,90 -142,57	-113,77 -110,55 -105,76	-50,95 -50,95 -52,15	K8: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4 K8: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4 K9: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4+1,5·0,6·Przypadek 3
2	5,543 11,548 0,000 0,000	149,05 -190,96 -142,57 -145,90	-51,99 -41,62 -61,55 -60,79	0,42 -113,67 100,58 105,46	K9: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4+1,5·0,6·Przypadek 3 K9: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4+1,5·0,6·Przypadek 3 K9: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4+1,5·0,6·Przypadek 3 K8: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4
3	0,000 1,480	-190,96 -113,11	-109,41 -111,16	51,79 53,41	K9: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4+1,5·0,6·Przypadek 3 K9: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4+1,5·0,6·Przypadek 3
4	3,569 0,000 6,863 0,000	30,80 -59,00 -40,80 10,33	-20,19 -17,20 -22,95 3,17	0,78 49,55 -44,24 -7,33	K8: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4 K8: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4 K8: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4 K6: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 3
5	3,350 0,000 3,350 0,000	27,25 -40,80 26,88 2,32	-36,44 -45,57 -46,93 9,98	20,40 20,20 20,20 -1,64	K9: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4+1,5·0,6·Przypadek 3 K8: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4 K8: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4 K6: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 3
6	3,770 0,000 3,770	76,87 -65,92 62,07	-155,20 -150,76 -163,21	37,88 37,88 30,75	K9: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4+1,5·0,6·Przypadek 3 K9: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4+1,5·0,6·Przypadek 3 K8: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4

Obwiednia naprężeń:

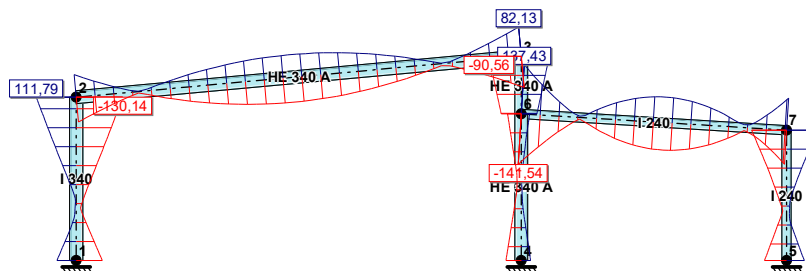


Napężenia ekstremalne dla poszczególnych przekrojów:

przekrój	pręt	x [m]	$\sigma_{t,max}$ [MPa]	$\sigma_{c,min}$ [MPa]	przypadek/kombinacja
I 340	1	4,200	149,62	--	K9: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4+1,5·0,6·Przypadek 3 K9: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4+1,5·0,6·Przypadek 3
	1	4,200	--	-174,01	
I 240	4	0,000	198,08	--	K9: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4+1,5·0,6·Przypadek 3 K9: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4+1,5·0,6·Przypadek 3
	4	0,000	--	-203,76	
HE 340 A	3	0,000	--	-121,65	K9: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4+1,5·0,6·Przypadek 3 K9: 0,85·1,35·Przypadek 1+0,85·1,35·Przypadek 2+1,5·Przypadek 4+1,5·0,6·Przypadek 3
	2	11,548	110,37	--	

OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGU charakterystyczna

Obwiednia naprężeń:



Napężenia ekstremalne dla poszczególnych przekrojów:

przekrój	pręt	x [m]	$\sigma_{t,max}$ [MPa]	$\sigma_{c,min}$ [MPa]	przypadek/kombinacja
I 340	1	4,200	111,79	--	K14: Przypadek 1+Przypadek 2+Przypadek 4+0,6·Przypadek 3 K14: Przypadek 1+Przypadek 2+Przypadek 4+0,6·Przypadek 3
	1	4,200	--	-130,14	
I 240	4	0,000	137,43	--	K14: Przypadek 1+Przypadek 2+Przypadek 4+0,6·Przypadek 3 K14: Przypadek 1+Przypadek 2+Przypadek 4+0,6·Przypadek 3
	4	0,000	--	-141,54	
HE 340 A	3	0,000	--	-90,56	K14: Przypadek 1+Przypadek 2+Przypadek 4+0,6·Przypadek 3 K14: Przypadek 1+Przypadek 2+Przypadek 4+0,6·Przypadek 3
	2	11,548	82,13	--	

Załącznik 3 – dokumentacja fotograficzna:



Fot. 1. Widok połaci z lotu ptaka.



Fot. 2. Połąć dachowa z budynku sąsiedniego (warsztat – na północ od AKPiA)





Fot. 3. Konstrukcja części niższej



Fot. 4. Konstrukcja części wyższej

*****NA TYM ZAKOŃCZONO*****