

EKSPERTYZA TECHNICZNA



OBIEKT:	Budynek kompostowni: <ul style="list-style-type: none">– Hala przyjęcia odpadów: 409A (PL4738)– Hala –łącznik operacyjny: 409B (PL4743)
ADRES:	ul. Jabłoniowa 55, 80-180 Gdańsk działka nr 209; 210 obręb nr 0048 Szadółki
ZLECENIODAWCA:	Zakład Utylizacji Gdańsk Sp. z o.o. ul. Jabłoniowa 55 80-180 Gdańsk

AUTORZY OPRACOWANIA	NR UPRAWNIENÍ	PODPIS
mgr inż. Adam Żuk	WAM/0005/PWOK/12 uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej	
mgr inż. Tomasz Sokołowski	POM/0071/PBKb/17 uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej	
mgr inż. Linda Weber	POM/0368/POOK/09 uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej	

SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA

I.	CZĘŚĆ FORMALNA.....	3
1.	DANE OGÓLNE.....	3
2.	ZAKRES I CEL OPRACOWANIA.....	3
2.1.	Zakres opracowania.....	3
2.2.	Cel opracowania	4
3.	PODSTAWA OPRACOWANIA	4
4.	WYKAZ LITERATURY, NORM I PRZEPISÓW	4
5.	INFORMACJE O OBIEKCIE	5
5.1.	Lokalizacja obiektu	5
5.2.	Dane liczbowe.....	6
5.3.	Ogólna charakterystyka obiektu.....	6
5.3.1.	Hala przyjęcia odpadów (wsadu): 409A (PL4738)	6
5.3.2.	Hala –łącznik operacyjny: 409B (PL4743)	7
II.	OCENA STANU TECHNICZNEGO KONSTRUKCJI.....	7
1.	OPIS PROCESU TECHNOLOGICZNEGO –PROCES KOMPOSTOWANIA.....	7
2.	OPIS ŚRODOWISKA KOROZYJNEGO	8
3.	OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO I JEGO OCENA.....	8
4.	WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH.....	11
5.	PODSUMOWANIE	11
6.	WNIOSKI	12
7.	ZALECENIA I UWAGI.....	13
7.1.	Zalecenia.....	13
7.2.	Uwagi końcowe	13
III.	OŚWIADCZENIE O PRZYNALEŻNOŚCI DO SAMORZĄDU ZAWODOWEGO.....	14
IV.	DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA	15
V.	ZAŁĄCZNIK NR 1 OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE	23

I. CZĘŚĆ FORMALNA

1. DANE OGÓLNE

1.1. Dane ogólne

obiekt: Budynek kompostowni:
– Hala przyjęcia odpadów: 409A (PL4738)
– Hala –łącznik operacyjny: 409B (PL4743)

autorzy ekspertyzy: mgr inż. Adam Żuk
upr. nr WAM/0005/PWOK/12

mgr inż. Tomasz Sokołowski
upr. nr POM/0071/PBKb/17

mgr inż. Linda Weber
upr. nr POM/0368/POOK/09

2. ZAKRES I CEL OPRACOWANIA

2.1. Zakres opracowania

Opracowanie swoim zakresem obejmuje konstrukcje stalowe dwóch budynków halowych:

- hala przyjęcia odpadów: 409A (PL4738)
- hala –łącznik operacyjny: 409B (PL4743),

które wchodzi w skład większego kompleksu budynków, funkcjonalnie ze sobą powiązanych. Ekspertyza techniczna opracowywana jest z powodu utraty powłok antykorozyjnych konstrukcji stalowych i ich rozległej korozji.



zakres opracowania niniejszej ekspertyzy

2.2. Cel opracowania

- 1) Rozpoznanie konstrukcji budynków halowych i ich uszkodzeń, w zakresie wystarczającym do wydania opinii, dotyczącej ich stanu technicznego.
- 2) Analiza statyczno-wytrzymałościowa elementów konstrukcyjnych, w niezbędnym zakresie.
- 3) Przedstawienie wniosków i zaleceń końcowych.

3. PODSTAWA OPRACOWANIA

- 1) Zlecenie na wykonanie ekspertyzy technicznej.
Zleceniodawca: Zakład Utylizacji Gdańsk Sp. z o.o.
ul. Jabłoniowa 55
80-180 Gdańsk
- 2) Archiwalna dokumentacja
 - „Dokumentacja powykonawcza hal o konstrukcji stalowej w lekkiej obudowie z blach trapezowych i płyt warstwowych. Część konstrukcyjna”
branża: konstrukcja,
autor: Lentab Sp. z o.o. Gdańsk, ul. Budowlanych 8
 - „Dokumentacja powykonawcza budowy hermetycznej instalacji, jako uzupełnienie istniejącego systemu kompostowania w zakładzie utylizacyjnym w Gdańsku”
branża: architektura,
autor: bs architekci bajer i partnerzy, Poznań; ul. Złota 17
- 3) Wizja lokalna odbyta w dniu: 3 lipca 2024 roku
- 4) Sporządzona dokumentacja fotograficzna
- 5) Normy i przepisy
- 6) Wiedza techniczna
- 7) Wywiad z pracownikami
- 8) Ogólnie dostępne materiały z Internetu
- 9) Wyciąg z obliczeń statyczno-wytrzymałościowych. autor: mgr inż. Piotr Chudoba

4. WYKAZ LITERATURY, NORM I PRZEPISÓW

- a) przepisy:
 - Ustawa Prawo Budowlane.
 - Rozporządzenie ministra infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
 - Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (tekst jedn. Dz.U 2003 nr 169 poz. 1650).
 - Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane z późniejszymi zmianami.
- b) literatura:
 - J. Kobiak, W. Stachurski, Konstrukcje Żelbetowe, Arkady 1973
 - Nowy poradnik majstra budowlanego, Arkady, 2011.
 - Budownictwo Ogólne tom 1, 2, 3, Arkady 2010.
 - L. Runkiewicz, Diagnostyka obiektów budowlanych. Zasady wykonywania ekspertyz, PWN 2022.
 - L. Runkiewicz, Diagnostyka obiektów budowlanych Część 2, PWN 2022.
 - T. Krzyśpiak, Konstrukcje stalowe hal

c) normy:

- PN-EN 1990:2004 Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji.
- PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
- PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne. Obciążenia śniegiem.
- PN-EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Obciążenia wiatrem.
- PN-EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- PN-EN 1993-1-1:2005 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych –Część 1-1: Reguły ogólne dla budynków.
- PN-EN ISO 9223: 2012. Korozja metali i stopów. Korozyjność atmosfer. Klasyfikacja, określanie i ocena.
- EN ISO 12944-3:2017 „Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochrony systemów malarskich. Część 1: Ogólne wprowadzenie”
- EN ISO 12944-3:2017 „Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochrony systemów malarskich. Część 2: Klasyfikacja środowisk”
- EN ISO 12944-3:2017 „Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochrony systemów malarskich. Część 3: Zasady projektowania”
- PN-EN 10346:2009
- PN-EN ISO 9224:2012 Korozja metali i stopów. Korozyjność atmosfer. Ilościowe charakterystyki kategorii korozyjności

5. INFORMACJE O OBIEKCIE

5.1. Lokalizacja obiektu



Budynek kompostowni zlokalizowany jest w Gdańsku przy ul. Jabłoniowej 55. Obiekt znajduje się na działkach 209 i 210 obręb 0048 Szadółki.

5.2. Dane liczbowe

Budynki wzniesione na planie prostokąta, którego wymiary to:

- Hala przyjęcia odpadów (wsadu): 409A (PL4738)
 - długość: ~22,575 m
 - szerokość: ~60,400 m
 - wysokość: 6,900 m –do spodu więźarów (mierzona od zera konstr. budynków)
 - 8,120 m –wymiar zewnętrzny mierzona do okapu (od zera konstr. budynków)
 - 9,250 m –wymiar zewnętrzny mierzony do kalenicy (od zera konstr. budynków)
- Hala –łącznik operacyjny: 409B (PL4743),
 - długość: ~57,560 m
 - szerokość: ~16,700 m
 - wysokość: 6,300 m –do spodu więźarów (mierzona od zera konstr. budynków)
 - 7,210 m –wymiar zewnętrzny mierzona do okapu (od zera konstr. budynków)
 - 8,050 m –wymiar zewnętrzny mierzony do kalenicy (od zera konstr. budynków)

5.3. Ogólna charakterystyka obiektu

Budynki objęte zakresem niniejszego opracowania to hala przyjęcia odpadów i łącznik operacyjny. Stanowią one część większego kompleksu budynków, połączonych wzajemnie funkcjonalno-użytkowo, jako kompostownia. Całość zamierzenia wzniesiono w konstrukcji mieszanej: konstrukcje żelbetowe, stalowe i murowane. Procesy technologiczne, jakie miały zachodzić wewnątrz budynków, determinowały wykonanie hal, jako obiektów szczelnych, z wymuszonym obiegiem powietrza, ze stale utrzymywanym podciśnieniem wynoszącym ~50Pa. Rozpatrywane budynki (hala wsadu i łącznik) posadowiono na konstrukcji żelbetowej w postaci ław, stóp fundamentowych, czy oczepów. Elementy te, zostały wykonane na palach fundamentowych, stanowiąc pośrednie posadowienie budynków. Na elementach żelbetowych wykonano konstrukcję stalową hal.

5.3.1. Hala przyjęcia odpadów (wsadu): 409A (PL4738)

Jest to hala stalowa wykonana, jako obiekt parterowy, jednonawowy z dachem dwuspadowym o nachyleniu połaci 1/10 (~6°). W kalenicy dachu zlokalizowano pasmo świetlne o wymiarach 2,50x52,3 m. Konstrukcję nośną hali stanowią poprzeczne ramy stalowe jednonawowe, z rygłem stalowym, kratowym, dwuspadowym, o nachyleniu pasa górnego 6° i poziomym pasie dolnym. Słupy ram połączone węzłami sztywnymi z rygłem oraz przegubowo z fundamentem. Rozpiętość osiowa ram 22,125 m, a ich rozstaw osiowy 8 x 6,000 m. Słupy ram wykonane z profili giętych na zimno C250x4 (w osi 1;11), C250x5 (w osi 2-7;10), C250x145x6 (w osi 8-9) [mm]. Rygiel kratowy wysokości 0.9 m przy okapie. Pasy rygli z profili giętych na zimno H112x120x5. Krzyżulce rygli z profili giętych na zimno C100x53x3, C100x77x3, C100x82x4, C100x85x5 [mm]. Elementy konstrukcyjne to profile gięte na zimno, wykonane ze stali S350GD ($F_y=350\text{N/mm}^2$, $F_u=420\text{N/mm}^2$), HX420LAD ($F_y=420\text{N/mm}^2$, $F_u=480\text{N/mm}^2$) i HX500LAD ($F_y=500\text{N/mm}^2$, $F_u=550\text{N/mm}^2$) wg PN-EN 10027-1. Wszystkie połączenia elementów konstrukcyjnych wykonano za pomocą śrub stalowych ocynkowanych M12 klasy 8.8. Jako zabezpieczenie antykorozyjne, głównych elementów konstrukcyjnych, zastosowano cynkowanie ogniowe blachy stalowej, z jakiej wykonano profile -Z 450 (dla elementów o grubości ≥ 3 mm) i Z 275 (dla elementów drugorzędnych, o grubości < 3 mm) wg PN-EN 10346. Krawędzie elementów po cięciu, wybijaniu otworów i wierceniu nie zostały zabezpieczone. Stateczność poprzeczną hali zapewniono stężeniami ściennymi z płaskowników 42x4 mm zamontowanych krzyżowo. Poszycie dachu wykonano, jako bezpłatiwowe. Rolę stężeń połaciowych pełni blacha poszycia dachu. Siły poziome podłużne, działające na budynek przejmowane są przez blachę wysokoprofilową i przekazywane na stężenia pionowe w ścianach podłużnych. Konstrukcję ścian szczytowych stanowią słupy stalowe z ceowników giętych na zimno C250x4 mm oraz belka szczytowa C170x3mm. Ściany zewnętrzne wykonano z płyt warstwowych w układzie poziomym, zamocowanych do słupów przy pomocy nierdzewnych wkretów samowiercących. Izolację termiczną stanowi rdzeń poliuretanowy PIR o grubości 100 mm, co zapewnia współczynnik przenikania ciepła $U_c=0.22$ W/m²K. Dach z blachy stalowej trapezowej o grubości 0.7-1 mm, zamocowanej do ram, przy pomocy kołków wstrzeliwanych lub wkretów stalowych ocynkowanych. Izolację termiczną dachu stanowi warstwa wełny mineralnej o grubości 160 mm, co zapewnia

współczynnik przenikania ciepła $U_c=0.24 \text{ W/m}^2\text{K}$. Od strony zewnętrznej izolacji termicznej, jako warstwa wykończeniowa połaci dachu - membrana/folia PVC.

5.3.2. Hala –łącznik operacyjny: 409B (PL4743)

Jest to hala stalowa wykonana, jako obiekt parterowy, jednonawowy z dachem dwuspadowym o nachyleniu połaci 1/10 ($\sim 6^\circ$). W kalenicy dachu zlokalizowano pasmo świetlne o wymiarach 3,00x43,6 [m]. Konstrukcję nośną hali stanowią poprzeczne ramy stalowe, jednonawowe, z ryglem stalowym, kratowym, dwuspadowym, o nachyleniu pasa górnego 1/10 ($\sim 6^\circ$) i poziomym pasie dolnym. Słupy ram połączone węzłami sztywnymi z ryglem oraz przegubowo z fundamentem. Rozpiętość ram w osiach słupów stalowych 16,250 m, a rozstaw osiowy ram 6,740 + 7,250 x 2 + 7,150 + 0,470 + 7,150 + 7,250 x 2 + 6,690 [m]. Słupy ram wykonane z profili giętych na zimno C250x100x4 [mm]. Rygiel kratowy wysokości 0,7 m przy okapie. Pasy rygli z profili giętych na zimno H112x120x5 [mm]. Krzyżulce rygli z profili giętych na zimno C100x53x3, C100x77x3, C100x82x4 [mm]. Elementy konstrukcyjne gięte na zimno wykonane ze stali S350GD ($F_y=350\text{N/mm}^2$, $F_u=420\text{N/mm}^2$), HX420LAD ($F_y=420\text{N/mm}^2$, $F_u=480\text{N/mm}^2$) i HX500LAD ($F_y=500\text{N/mm}^2$, $F_u=550\text{N/mm}^2$) wg PN-EN 10027-1. Wszystkie połączenia elementów konstrukcyjnych wykonane są za pomocą śrub stalowych ocynkowanych M12 klasy 8.8. Jako zabezpieczenie antykorozyjne, głównych elementów konstrukcyjnych, zastosowano cynkowanie ogniowe blachy stalowej, z jakiej wykonano profile- Z 450 (dla elementów o grubości $\geq 3 \text{ mm}$) i Z 275 (dla elementów drugorzędnych, o grubości $< 3 \text{ mm}$) wg PN-EN 10346. Krawędzie elementów po cięciu, wybijaniu otworów i wierceniu nie zostały zabezpieczone. Stateczność poprzeczną hali zapewniono stężeniami ściennymi z płaskowników 42x4 mm zamontowanych krzyżowo. Poszycie dachu zaprojektowano, jako bezpłatwowe. Rolę stężeń połaciowych pełni blacha poszycia dachu. Siły poziome, podłużne, działające na budynek są przejmowane przez blachę dachową stanowiącą tarczę dachu i przekazywane na stężenia pionowe w ścianach podłużnych. Ściany zewnętrzne wykonano z płyt warstwowych w układzie poziomym, zamocowanych do słupów blachowkrętami. Izolację termiczną stanowi rdzeń PIR o grubości 100 mm, co zapewnia współczynnik przenikania ciepła $U_c=0.23\text{W/m}^2\text{K}$. Dach z blachy stalowej ocynkowanej trapezowej, o grubości 0.7-0.88 mm, zamocowanej do ram gwoździami ocynkowanymi. Izolację termiczną dachu stanowi warstwa wełny mineralnej o grubości 160 mm, co zapewnia współczynnik przenikania ciepła $U_c=0.24\text{W/m}^2\text{K}$. Od strony zewnętrznej izolacji termicznej, jako warstwa wykończeniowa połaci dachu –membrana/folia PVC.

II. OCENA STANU TECHNICZNEGO KONSTRUKCJI

1. OPIS PROCESU TECHNOLOGICZNEGO –PROCES KOMPOSTOWANIA

Cały proces kompostowania zaprojektowano, jako hermetyczny –zamknięty wewnątrz zespołu obiektów kompostowni. Hermetyczność ta, realizowana jest przez szczelność obiektów oraz wyposażenie ich w specjalistyczne instalacje sanitarne. Jedną z nich jest instalacja wentylacji wymuszonej, która między innymi reguluje kierunek przepływu powietrza w obiektach, utrzymując stałe podciśnienie (-50Pa) w ich wnętrzach. Nawiew realizowany jest w hali przyjęć odpadów (hala wsadu 409A (PL4738)) i w hali dojrzwania, zaś wywiew przez komory intensywnego kompostowania, do instalacji oczyszczania powietrza.

- Proces kompostowania rozpoczyna się w hali przyjęć odpadów (hala wsadu 409A (PL4738)), w której odpady mieszane są tzw. materiałem strukturalnym (rozdrobione gałęzie, liście itp.).
- Poprzez łącznik operacyjny (hala 409B (PL4743)), przygotowane wcześniej odpady trafiają do komór intensywnego kompostowania (bioreaktorów). Takich komór jest 16. W każdej z nich, w ciemności, w temperaturze ok $60\text{-}70^\circ\text{C}$ i w odpowiedniej wilgotności, dzięki pracy tlenowych mikroorganizmów, odpady bio w ciągu pięciu tygodni przekształcają się w kompost. Biokomory wyposażono w system nawadniania, a w posadzkach komór zamontowano dysze napowietrzające pryzmę. W celu uzyskania najbardziej optymalnych warunków kompostowania, monitoruje się biokomory, sterując m.in. dawkowaniem powietrza i wody. Raz w tygodniu odpady przemieszczane są z boksu do boks, co pozwala je przemieszczać i dodatkowo napowietrzyć.
- Następnie kompost trafia na trzy tygodnie do hali dojrzwania. Na zakończenie procesu odbywa się tu czyszczenie kompostu na specjalnym sicie. Usunięcie zanieczyszczeń jest bardzo ważne, by kompost mógł stać się pełnowartościowym produktem. Z tej hali, gotowy już kompost, trafia na plac przed obiektem.

2. OPIS ŚRODOWISKA KOROZYJNEGO

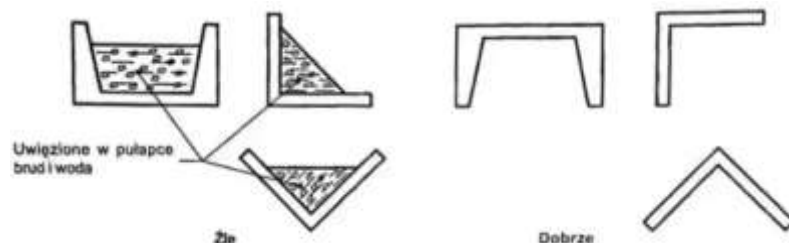
Technologia przeprowadzanych procesów kompostowania, bezpośrednio wpływa na warunki panujące wewnątrz budynków. Do czynników wynikających z właściwości środowiska korozyjnego należą:

- 1) czynniki atmosferyczne:
 - temperatura: proces kompostowania przebiegający w komorach intensywnego kompostowania zachodzi w temperaturze $\sim 70^{\circ}\text{C}$. Temperatura w obiektach (halach stalowych) znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie biokomór, uzależniona jest od nich. Podczas wizji lokalnej w budynku wsadu panowała temperatura wynosząca 27°C .
 - wilgotność względna powietrza w całym okresie eksploatacji obiektu wynosi 75-95%.
 - częstość zmian temperatury: w zależności od pory roku, ilości pracy komór w jednym czasie, ich otwierania i zamykania, przewożenia surowca itp. występują wahania temperatury w ciągu roku.
 - kierunek i prędkość przepływu powietrza: obiekty wyposażone są w wentylację mechaniczną, która wymusza kierunek i prędkość jego przepływu. W obiektach zaprojektowano wentylację, która przez stałe podciśnienie (-50Pa) zapobiega wydostawaniu się nieprzyjemnego zapachu na zewnątrz. Nawiew realizowany jest w sąsiednich (skrajnych) budynkach, natomiast wywiew przez komory intensywnego kompostowania, przez system filtrów oczyszczania powietrza, na zewnątrz.
- 2) jakościowy i ilościowy skład chemiczny środowiska korozyjnego oddziałującego na powłoki metalowe, ze szczególnym uwzględnieniem rodzajów i ilości zanieczyszczeń występujących stale lub przypadkowo w danym środowisku korozyjnym. Odcieki procesów technologicznych kompostowania odpadów charakteryzują się występowaniem dużych ilości amoniaku i kwasów organicznych.
- 3) obecność na powierzchni powłok zanieczyszczeń: na elementach konstrukcji stalowej hal występują zanieczyszczenia w postaci osadów powstałych z zawilgocenia pyłów wykraplającą się parą wodną. W budynku wsadu, podajnik taśmowy materiału do kompostowania, zanieczyszcza surowcem dźwigary dachowe, będące w jego bezpośrednim sąsiedztwie.
- 4) naprężenia pochodzące od sił zewnętrznych: stalowa konstrukcja szkieletowa (prętowa) charakteryzuje się zróżnicowanym wyężeniem i sposobem pracy każdego z jej prętów składowych.
- 5) bezpośrednie zetknięcie z innymi tworzywami: zakładkowe połączenia śrubowe, styk blacha trapez.-profil stalowy. W hali wsadu płyty warstwowe łączone do stalowej konstrukcji hali, przy użyciu wkrętów samowiercących ze stali nierdzewnej.

3. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO I JEGO OCENA

Podczas wizji lokalnej dokonano oględzin konstrukcji stalowej oraz poszycia dachu hali wsadu i łącznika operacyjnego. Nie stwierdzono wówczas mechanicznych uszkodzeń profili stalowych polegających na ich wyboczeniu, skręceniu, czy zmiędźnieniu. Stwierdzono za to powierzchnię korozję całej konstrukcji stalowej, która wraz z wysokością obiektów i bliskością komór intensywnego kompostowania się intensyfikuje. Korozja dotyczy również spodu blachy trapezowej, która w konstrukcji omawianych hal stalowych, pełni funkcję stężeń połaciowych. Duża wilgotność panująca wewnątrz obiektu, w połączeniu z podwyższoną procesami technologicznymi temperaturą, powoduje wykraplanie się zanieczyszczonej cieczy na pasach świetlnych, blasze trapezowej i konstrukcji stalowej. W okolicach pasm świetlnych dostrzec można nacieki korozyjne, zwisające z elementów konstrukcyjnych. Z racji intensyfikacji w hali łącznika, niekorzystnych warunków klimatycznych panujących w budynkach, występuje tam silniejsza korozja elementów stalowych. Stwierdzono, szczególnie na dźwigarach, zużycie powłok antykorozyjnych w postaci odspojonych powłok cynkowych i występowanie rdzy na powierzchni profili stalowych.

Każdą z opisywanych hal zaprojektowano i wzniesiono z cienkościennych elementów zimnogiętych, otwartych. Dzięki odpowiedniemu doborowi geometrii przekrojów poprzecznych poszczególnych prętów i przy zastosowaniu połączeń śrubowych, wykonano główną konstrukcją nośną hal. Na przykład w dźwigarach, jako pas górny i dolny zastosowano przekroje kapeluszowe, a wykratowanie wykonano z ceowników, które w nie wchodzi. Tym sposobem z pasa dolnego i niektórych krzyżulców, uzyskano rynnę, w której gromadzą się zanieczyszczenia w postaci, osadów, skroplin itp. W załączniku D do normy EN ISO 12944-3:2017 znajdują się zasady projektowania konstrukcji – dobre praktyki, jakie można stosować, w celu minimalizowania miejsc szczególnie narażonych na korozję. Zaleca się tam m.in. odpowiednie lokalizowanie przekrojów poprzecznych w konstrukcji, aby zapobiec gromadzeniu się w nich osadów lub zatrzymywaniu wody. Niestety, w tym przypadku tych zaleceń nie uwzględniono. Dodatkowo



stwierdzono, że w hali wsadu, materiał podawany podajnikiem taśmowym przez ścianę zewnętrzną budynku, rozrzuca go, zanieczyszczając dźwigary będące w jego bezpośrednim sąsiedztwie. Materiał biologiczny, z którego docelowo ma powstać kompost, rozkłada się w rynnach, zakątkach i szczelinach profili stalowych konstrukcji („pułapka profilowa”).

W opisie technicznym, do projektu konstrukcji stalowej, znajdują się informacje o przyjętej kategorii korozyjności atmosfery, w jakiej będzie pracowała konstrukcja oraz o sposobie jej zabezpieczenia. Przyjęto tam:

- kategorię korozyjności atmosfery: C4
- zabezpieczenie antykorozyjne:
 - głównych elementów konstr.: ocynk ogniowy Z450 (dla profili o grubości ścianki $\geq 3\text{mm}$)
 - drugorzędnych elementów konstr.: ocynk ogniowy Z275 (dla profili o grubości ścianki $< 3\text{mm}$)

We wspomnianym opracowaniu stwierdzono, że „powłoka cynkowa gwarantuje pełną ochronę głównych elementów konstrukcyjnych w środowisku C4 przez okres co najmniej 5 lat. Po tym okresie należy sprawdzić jakość powłoki i ewentualnie odnowić zabezpieczenie antykorozyjne”. Ponadto, „krawędzie elementów po cięciu, wybijaniu otworów i wierceniu nie są zabezpieczone”. Stan zachowania konstrukcji, pod względem antykorozyjnym, dobitnie wskazuje, że zastosowane zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji stalowej, nie spełnia swojej funkcji. Orientacyjna wartość grubości powłoki cynkowej (ocynku ogniowego), dla oznaczenia powłoki:

- Z450 to $32\text{ }\mu\text{m}$, co zapewnia minimalną całkowitą masę powłoki 450 g/m^3
- Z275 to $20\text{ }\mu\text{m}$, co zapewnia minimalną całkowitą masę powłoki 275 g/m^3

Oznaczenie powłoki	Minimalna całkowita masa powłoki g/m^3	Orientacyjna wartość grubości powłoki, typowo (μm)
Z80	80	5,5
Z100	100	7
Z140	140	10
Z180	180	13
Z200	200	14
Z225	225	16
Z275	275	20
Z350	350	25
Z450	450	32
Z600	600	42

Orientacyjną grubość powłoki cynkowej zgodnie z normą PN-EN 10346:2009

Powłoka cynkowa na stali, oddzielając powierzchnie zabezpieczanej stali od agresywnego otoczenia, wywołuje efekt barierowy. Oddziela stal od środowiska korozyjnego, a w przypadku jego utraty (pojawienia się nieszczelności w powłoce) tworzy z podłożem ogniwo galwaniczne (ocynk – anoda, stal – katoda). Dzięki temu hamuje lub całkowicie eliminuje procesy korozyjne stali. Powłoka cynkowa, w fazie zabezpieczenia galwanicznego stali, staje się anodą i stopniowo koroduje. Zabezpieczona powierzchniowo konstrukcja stalowa hal, posiadała niezabezpieczone krawędzie cięcia i otworów profili stalowych, które były chronione wytworzonym ogniwem galwanicznym. Hala użytkowana jest od stycznia 2020 roku, a więc obecnie znajduje się w 5 roku eksploatacji. W założonej kategorii korozyjności atmosfery C4, maksymalna wartość ubytku korozyjnego powłoki cynkowej, po 5 latach jej eksploatacji, wynosi $15,5\text{ }\mu\text{m}$. Każdy profil stalowy konstrukcji hal, w przyjętej kategorii korozyjności atmosfery, byłby

jeszcze zabezpieczony antykorozyjnie. Brak powłoki cynkowej na większości powierzchni np. dźwigarów hali łącznika i znaczne jej ubytki na dźwigarach hali wsadu, jednoznacznie wskazuje, że błędnie została założona klasa korozyjności atmosfery: C4. Uszkodzenia powłok profili stalowych istniejącej konstrukcji stalowej, dają podstawy do przyjęcia jej na poziomie C5 +CX (maksymalna wartość ubytku korozyjnego powłoki cynkowej: 31,1÷93,0 [µm]).

Metal	Kategoria korozyjności	Okres eksploatacji (lata)					
		1	2	5	10	15	20
Stal węglowa	C1	1,3	1,9	3,0	4,3	5,4	6,2
	C2	25	36	58	83	103	120
	C3	50	72	116	167	206	240
	C4	80	115	186	267	330	383
	C5	200	287	464	667	824	958
	CX	700	1006	1624	2334	2885	3354
Cynk	C1	0,1	0,2	0,4	0,6	0,9	1,1
	C2	0,7	1,2	2,6	4,5	6,3	8,0
	C3	2,1	3,7	7,8	13,6	19,0	24,0
	C4	4,2	7,4	15,5	27,3	38,0	48,0
	C5	8,4	14,3	31,1	54,6	75,9	95,9
	CX	25	44	93	162	226	286

Maksymalna wartość ubytku korozyjnego przy dłuższym narażeniu dla różnych kategorii korozyjności wg. PN-EN-ISO-9224:2012E w [µm]

Agresywne środowisko panujące wewnątrz obiektów, ma także negatywny wpływ na zabezpieczenie antykorozyjne łączników. Istniejąca konstrukcja zmontowana została przy użyciu śrub zabezpieczonych metoda cynkowania galwanicznego. Jest to najbardziej popularna metoda ochrony elementów złącznych. Warstwa galwaniczna posiada grubość około 8-12 [µm]. Tego typu zabezpieczenie antykorozyjne stosowane jest w elementach, które nie są narażone na kontakt z wilgocią w sposób ciągły. Jeśli planowane jest takie środowisko, np. dodatkowo zabezpiecza się je powłokami malarskimi. Podczas wizji lokalnej stwierdzono, na niektórych łącznikach, brak powłoki antykorozyjnej i powierzchniową korozję śrub. Pokrywa się ona z uszkodzeniami powłok cynkowych profili stalowych konstrukcji. Obecnie nie stwierdzono uszkodzeń łączników w stopniu zagrażającym bezpieczeństwu konstrukcji. Podobnie jak konstrukcja stalowa obiektu, zabezpieczane one są galwanicznie, resztkami powłok cynkowych, które pozostały na profilach stalowych i samych śrubach. Pozostawienie ich w aktualnym stanie spowoduje szybkie ich uszkodzenie.

Dość istotnym miejscem w konstrukcji obiektu jest blacha trapezowa. Choć posiada miejscową korozję powierzchniową, która obecnie nie wpływa znacząco na jej nośność, stanowi element stężający dach. By siły z konstrukcji stalowej mogły zostać na nią przekazane, pasy górne dźwigarów łączone są z nią przy użyciu dedykowanych łączników. Posiadają one znacznie mniejsze średnice niż stosowane w konstrukcji śruby. Zaistniała w tym miejscu korozja, na styku łącznika i blachy trapezowej spowoduje wyoblenie otworów w blasze oraz zmniejszenie średnicy jej łączników. Skutkować to będzie tym, że stalowa konstrukcja hali pozbawiona zostanie stężeń dachowych, co może doprowadzić do awarii, czy katastrofy budowlanej budynków. Niestety jest to ciężkie do sprawdzenia. Choć przekrój kapeluszowy pasa górnego jest od wierzchniej strony skorodowany, to od wewnątrz nie. Występuje na nim powłoka cynkowa, która nadal w pewnym stopniu stanowi anodę, zabezpieczając profil i łącznik pasa górnego z blachą trapezową. Konstrukcje hal, w chwili obecnej, nie sygnalizują problemów związanych ze statecznością obiektu, związanego ze stężeniem połaci dachowej. Odkładanie w czasie robót przywracających sprawną ochronę antykorozyjną całej konstrukcji hal, doprowadzi do pogłębienia się tych zjawisk korozyjnych.

Ogłędziny połaci dachowej ujawniły pewne nieprawidłowości. Stwierdzono uszkodzenia zwodów instalacji odgromowej, miejscowe braki ich uchwyty i uszkodzone złącza. Ponadto na ścianach szczytowych pasów świetlnych stwierdzono wycieki i zacieki korozyjne z wnętrza hali, które widoczne są również na połaciach dachowych budynków. Są to wykropliny zanieczyszczeń i rdzy, na wewnętrznej stronie ściany szczytowej pasma świetlnego, które wydostają się na zewnątrz dachu. Jest to lokalne

zanieczyszczenie w obrębie szczytu świetlika i połaci dachowej. Nie stwierdzono nieszczelności poszycia dachowego omawianych budynków halowych.

4. WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

Przeprowadzono analizę obliczeniową głównych elementów nośnych hal – ich ram. Obliczeń dokonano w trzech wariantach:

- **wariant I** – stan projektowany. W wariantcie tym, do obliczeń przyjęto schematy statyczne, profile i obciążenia, które założono w projekcie (zgodnie z dokumentacją powykonawczą).
- **wariant II** – stan projektowany z uszkodzonymi profilami. W tym wariantcie, do obliczeń przyjęto schematy i obciążenia założone w dokumentacji projektowej, lecz o innych przekrojach poprzecznych. Pomniejszono grubość ścianek profili o 1,0 mm, symulując tym samym ubytek korozyjny, założony do obliczeń.
- **wariant III** – stan istniejący. W wariantcie tym przyjęto schemat statyczny założony w dokumentacji projektowanej. Jako przekroje poprzeczne założono profile stalowe z pomniejszonymi o 1,0 mm grubościami ścianek, jak w wariantcie II oraz urealniono obciążenia technologiczne.

Zgodnie z dokumentacją powykonawczą, pierwotnie w projekcie przyjęto obciążenie technologiczne o wartości 0,36 kPa. Było to obciążenie uwzględniające mogące wystąpić instalacje, zarówno na połaci dachowej, jak i te podwieszone do niej od spodu. W dokumentacji powykonawczej znajdują się rysunki z zaznaczonymi zakresami dopuszczalnych obciążeń połaci dachu. Zostały one tam pomniejszone o wartość podwieszonych realnie instalacji. Zapas obciążenia technologicznego przewidziany był na montaż paneli fotowoltaicznych.

W wyniku przeprowadzonych obliczeń uzyskano wyniki:

Wariant I (stan projektowany)

- hala wsadu 409A – maksymalne wyężenie jednego z analizowanych przekrojów wynosi 95,0%.
- hala łącznika 409B – maksymalne wyężenie jednego z analizowanych przekrojów wynosi 91,4%.

Wariant II (stan projektowany z uszkodzonymi profilami- grubość ścianek pomniejszona o 1,0 mm)

- hala wsadu 409A – maksymalne wyężenie jednego z analizowanych przekrojów wynosi 116,1%.
- hala łącznika 409B – maksymalne wyężenie jednego z analizowanych przekrojów wynosi 133,6%.

Wariant III (stan istniejący)

- hala wsadu 409A – maksymalne wyężenie jednego z analizowanych przekrojów wynosi 96,9%.
- hala łącznika 409B – maksymalne wyężenie jednego z analizowanych przekrojów wynosi 92,0%.

Przeanalizowano także stan graniczny użytkowania, pod kątem ugięcia rygli ram (dźwigarów kratowych).

UGIĘCIA (SGU) [mm]					
	WARIANT I	WARIANT II	WARIANT III	ZNAK	DOPUSZCZALNE
HALA PRZYJĘCIA ODPADÓW: 409A (PL4738)	62,0	76,5	63,7	<	88,5
HALA ŁĄCZNIK OPERACYJNY: 409B (PL4743)	21,8	27,4	22,4	<	65,0

5. PODSUMOWANIE

Na podstawie odbytej wizji lokalnej, wykonanych odkrywek budowlanych, przeprowadzonych obliczeń sprawdzających oraz analiz, stwierdzono:

- 1) Zużycie powłok antykorozyjnych i korozję powierzchniową istniejącej konstrukcji stalowej.
- 2) Korozja elementów konstrukcji stalowej hal intensyfikuje się wraz z wysokością budynku i bliskością wrót komór intensywnego kompostowania oraz miejscami wykrapłania się pary wodnej na konstrukcji. Bardziej skorodowana jest konstrukcja hali łącznika niż przyjęcia odpadów.
- 3) Konstrukcje stalowe hal przyjęcia odpadów i łącznika operacyjnego zostały zmontowane zgodnie z projektem.
- 4) Nie stwierdzono uszkodzeń konstrukcji stalowej, sugerujących zbliżanie się lub

- przekroczenie jej stanów granicznych nośności, czy użytkowania.
- 5) W analizowanych budynkach popełniono błędy w założeniach do projektowania. Ma się tu na uwadze przede wszystkim koncepcję, która powinna zakładać pełne odizolowanie konstrukcji stalowych, od korozyjnej atmosfery wnętrza hal. Takie rozwiązanie mogłoby być zrealizowane np. przez szczelnie ułożone płyty warstwowe, mocowane do łoża wewnętrznego słupów i spodów pasów dolnych dźwigarów dachowych. Uzyskana wówczas wewnętrzna powierzchnia ścian i sufitów byłaby szczelna, równa i łatwa w utrzymaniu (łącznie z jej wymianą –w razie konieczności). Konstrukcja stalowa dachu posiadałaby przestrzeń serwisową, zapewniającą możliwość kontroli konstrukcji w czasie eksploatacji budynku.
 - 6) Błędy w założeniach projektowych do wybranej koncepcji.
 - Konstrukcja stalowa hal została zaprojektowana z elementów zimnogiętych. Przy wysokiej klasie korozyjności, która może powodować znaczny ubytek ścianki przekroju danego pręta, przekroje zimnogięte w porównaniu do przekrojów walcowanych, posiadają dużą wrażliwość na imperfekcje geometryczne. Mają również większą skłonność do niestateczności miejscowej i dystorsyjnej.
 - Układ, lokalizacja profili otwartych w przestrzeni hali, powoduje gromadzenie się osadów i skroplin wewnątrz profili. Zanieczyszczenie profili stalowych sprzyja ich zjawiskom korozyjnym.
 - Dobór klasy korozyjności atmosfery, jako C4. Porównanie maksymalnych ubytków korozyjnych w powłokach cynkowych i zabezpieczanej stali wskazują, że przyjęta klasa korozyjności atmosfery powinna wynosić co najmniej C5. Zastosowane obecnie zabezpieczenie antykorozyjne w pełni spełniało swoje zadanie w okresie do 2-3 lat eksploatacji budynku. Do tego okresu nie wystąpiła korozja stali, a jedynie uszkodzeniu uległa większa część grubości powłoki cynkowej. Po tym okresie należało ponownie zabezpieczyć antykorozyjnie konstrukcję stalową hal.
 - 7) Poszycie dachu pozostaje szczelne, wolne od uszkodzeń.
 - 8) Na dachu stwierdzono uszkodzenia zwodów instalacji odgromowej, miejscowe braki uchwyty, uszkodzone złącza. Ponadto na ścianach szczytowych pasów świetlnych stwierdzono wycieki i zacieki korozyjne z wnętrza hali, które widoczne są również na połaciach dachowych budynków.

6. WNIOSKI

1. Na dzień sporządzania niniejszej ekspertyzy technicznej, ogólny stan techniczny budynków hali przyjęcia odpadów (hala wsadu: 409A (PL4738)) i hali łącznika operacyjnego (409B (PL4743)), uznaje się za **średni*, nie stanowiący zagrożenia dla zdrowia i życia osób w nim przebywających.**
2. Należy wykonać nowe zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji stalowej (wraz z blachą trapezową). Dobór sposobu zabezpieczenia elementów stalowych wykonać na podstawie zebranych danych, dotyczących środowiska korozyjnego, takich jak: wilgotność powietrza, temperatura, stężenie składników korozyjnych ustalonych np. z badania odcieków procesów technologicznych kompostowania odpadów. Sugerowaną klasą korozyjności atmosfery jest klasa: CX. **Nowe zabezpieczenie antykorozyjne należy wykonać do lipca 2025 roku.**
3. W chwili obecnej nie dopuszcza się dociążania istniejącej konstrukcji hal, np. instalacją fotowoltaiczną.
4. Należy doprowadzić do pełnej sprawności instalację odgromową na budynkach kompostowni. Termin wykonania robót: **grudzień 2024 rok.**
5. W przypadku braku możliwości dotrzymania terminu wykonania nowego zabezpieczenia antykorozyjnego, dopuszcza się jego wydłużenie pod warunkiem opracowania i wdrożenia planu monitoringu konstrukcji stalowej obiektów.

** średni stan techniczny budynku charakteryzuje się 31÷50% zużyciem. W elementach budynku występują niewielkie uszkodzenia i ubytki niezagrożające bezpieczeństwu użytkowania. Celowy jest częściowy remont kapitalny.*

7. ZALECENIA I UWAGI

7.1. Zalecenia

1. Ze względu na minimalizowanie przestojów działalności poszczególnych obiektów, roboty remontowe należy zaplanować, przeorganizowując działalność kompostowni. Należy brać pod uwagę konieczność wyłączenia z użytkowania, na czas remontu, poszczególnych budynków lub ich części.
2. Zweryfikować sprawność instalacji wentylacji.
3. Należy stosować się do instrukcji odśnieżania dachu przekazanej inwestorowi wraz z dokumentacją powykonawczą.
4. Oczyszczyć konstrukcję stalową (głównie dźwigary) w obrębie podajnika taśmowego w hali przyjęcia odpadów oraz zabezpieczyć ją np. kurtynami wykonanymi z tworzywa sztucznego, folii itp.
5. Po oczyszczeniu konstrukcji stalowej, a przed ułożeniem nowych powłok antykorozyjnych, należy dokonać pomiaru grubości ścianek profili stalowych. Z pomiarów powinna zostać sporządzona dokumentacja.

7.2. Uwagi końcowe

- 1) Niniejsza Ekspertyza Techniczna nie stanowi projektu budowlanego.
- 2) Niniejsze Ekspertyza Techniczna określa stan na dzień 30.07.2024 r.
- 3) Niniejsze opracowanie sporządzono zgodnie z przepisami prawa budowlanego i standardami zawodowymi. Opracowanie może być wykorzystywane przez Zamawiającego bez żadnych ograniczeń. Opracowanie nie może być modyfikowane i wykorzystane przez inne podmioty i do innych celów bez zgody autora opracowania. Dokument ten nie może być publikowany w całości ani w częściach, bez uzgodnienia z autorami opracowania. Wyłącza się odpowiedzialność autora niniejszego opracowania za ewentualne ukryte wady prawne, których nie można było zidentyfikować na podstawie informacji przekazanych przez Zamawiającego oraz z przekazanej dokumentacji.

Opracowali:

mgr inż. Adam Żuk

upr. nr WAM/0005/PWOK/12

mgr inż. Tomasz Sokołowski

upr. nr POM/0071/PBKb/17

mgr inż. Linda Weber

upr. nr POM/0368/POOK/09

III. OŚWIADCZENIE O PRZYNALEŻNOŚCI DO SAMORZĄDU ZAWODOWEGO

Gdynia, 30.07.2024 r.

OŚWIADCZENIE O PRZYNALEŻNOŚCI DO SAMORZĄDU ZAWODOWEGO

Zgodnie z przepisami oświadczam, że znalazłam/-em się w systemie e-CRUB i zostałam/-em zwolniona/-y z dołączania do projektu kopii decyzji o nadaniu projektantowi uprawnień budowlanych oraz kopii aktualnego zaświadczenia o przynależności do samorządu zawodowego. Podstawa prawna: art. 12 ust. 5h ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo Budowlane.

mgr inż. Adam Żuk
uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania
robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
WAM/0005/PWOK/12

mgr inż. Tomasz Sokołowski
uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
POM/0071/PBKb/17

mgr inż. Linda Weber
uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
POM/0226/POOK/07

IV. DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA



Fot. 1. Hala przyjęcia odpadów: 409A (PL4738) –Stan zachowania dźwigara stalowego i blachy trapezowej.



Fot. 2. Hala przyjęcia odpadów: 409A (PL4738) –Zanieczyszczona konstrukcja stalowa materiałem organicznym, z widocznego na zdjęciu, przenośnika taśmowego (zlokalizowanego w ścianie hali).



Fot. 3. Hala przyjęcia odpadów: 409A (PL4738) –Stan zachowania konstrukcji w okolicy kalenicy, pasa świetlnego. Na zdjęciu widoczne zaschnięte wykropliny i zacieki. Skorodowane miejsca konstrukcji stalowej pokrywają się z miejscami zacieków, wykroplin.



Fot. 4. Hala przyjęcia odpadów: 409A (PL4738) –Stan zachowania blachy trapezowej, pasa górnego dźwigara kratowego oraz jego wykratowania.



Fot. 5. Hala przyjęcia odpadów: 409A (PL4738) –Stan zachowania połączenia pasa dolnego dźwigara kratowego, w środku jego rozpiętości.



Fot. 6. Hala –łącznik operacyjny: 409B (PL4743) –Skrajny dźwigar stalowy i brama przejazdowa do hali przyjęcia odpadów. Na zdjęciu widoczne zużyte powłoki antykorozyjne oraz powierzchniowa korozja elementów stalowych.



Fot. 7. Hala –łącznik operacyjny: 409B (PL4743) –Widok na pokryte korozją powierzchniową dźwigary stalowe hali.



Fot. 8. Hala –łącznik operacyjny: 409B (PL4743) –Belka po której poruszają się wrota do komory intensywnego kompostowania. W miejscu otworu wentylacyjnego, gdzie występuje wzmożony przepływ zanieczyszczonego powietrza, półka dolna dwuteownika pokryta jest korozją.



Fot. 9. Hala –łącznik operacyjny: 409B (PL4743) –Głowica podporowa, do której mocowany jest dźwigar dachowy. Element pozbawiony powłok antykorozyjnych, pozostający w stanie korozji powierzchniowej.



Fot. 10. Hala –łącznik operacyjny: 409B (PL4743) –Dźwigar dachowy wraz z elementem stabilizującym jego pas dolny, mocowany do blachy trapezowej. Na zdjęciu widoczna korozja konstrukcji stalowej oraz blachy trapezowej.



Fot. 11. Hala –łącznik operacyjny: 409B (PL4743) -Połączenie krzyżulców z pasem dolnym dźwigara stalowego. Na zdjęciu widoczne skorodowane powłoki antykorozyjne i elementy stalowe konstrukcji. Układ profili stalowych dźwigara sprzyja gromadzeniu się zanieczyszczeń.



Fot. 12. Hala –łącznik operacyjny: 409B (PL4743) –Połączenie pasa dolnego w środku rozpiętości dźwigara. Widoczne uszkodzenia korozyjne powłok antykorozyjnych oraz elementów stalowych.



Fot. 13. Hala –łącznik operacyjny: 409B (PL4743) –Połączenie pasa dolnego w środku rozpiętości dźwigara –widok z góry. Element stalowy pozbawiony powłok antykorozyjnych, występuje korozja powierzchniowa elementu stalowego.



Fot. 14. Hala –łącznik operacyjny: 409B (PL4743) –krawędź ściany pasma świetlnego i blachy trapezowej. Widoczne zaschnięte wykropliny zanieczyszczeń i rdzy oraz stan zachowania elementów stalowych.



Fot. 15. Hala –łącznik operacyjny: 409B (PL4743) –Wykropliny zanieczyszczeń i rdzy, które po wewnętrznej stronie ściany szczytowej pasma świetlnego, wydostają się na zewnątrz dachu. Zanieczyszczenie w obrębie szczytu świetlika i połaci dachowej (lokalnie).



Fot. 16. Hala –łącznik operacyjny: 409B (PL4743) –Uszkodzenia instalacji odgromowej w postaci: odpiętych zwodów, miejscowe braki uchwytów, uszkodzone złącza.

V. ZAŁĄCZNIK NR 1 OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Obliczenie statyczne

Hala stalowa o lekkiej obudowie z profili zimnogiętych

Hala - Wsad 409A, Łącznik 409B

ul. Jabłoniowa 55, 80-180 Gdańsk, dz. nr 209, 210, 211, 242/2, obręb 0048

POZ. 1. Hala 409A

POZ. 1.1. OPIS OGÓLNY

Hala 409A jest obiektem parterowym, jednonawowym z dachem dwuspadowym. Główne dźwigary nośne wykonano z kratownic o rozpiętości ok. 22 m w rozstawie co 6 m. Kratownice wykonano z profili skręcanych. Przekrycie dachowe wykonano z blachy trapezowej, która stanowi usztywnienie pasa górnego kratownicy.

POZ. 1.2. ZEBRANIE OBCIĄŻEN

Zebrań obciążeń na 1m² połaci.

	g_k [kN/m ²]	γ	g_o [kN/m ²]
membrana	0,02	1,35	0,03
wełna mineralna gr. 16cm	0,16	1,35	0,22
blacha trapezowa	0,10	1,35	0,14
	0,28	1,35	0,38

Obciążenie śniegiem - (III strefa śniegowa)

$\alpha=$	6	$\mu=$	0,80		
$C_e=$	1,00	$C_t=$	1,00		
$S_k=$	1,20	kN/m ²	$\gamma=$	1,50	
$s_k=\mu C_e C_t S_k=$	0,96	kN/m ²	$s_o=$	1,44	kN/m ²

Obciążenie wiatrem - (II strefa wiatrowa)

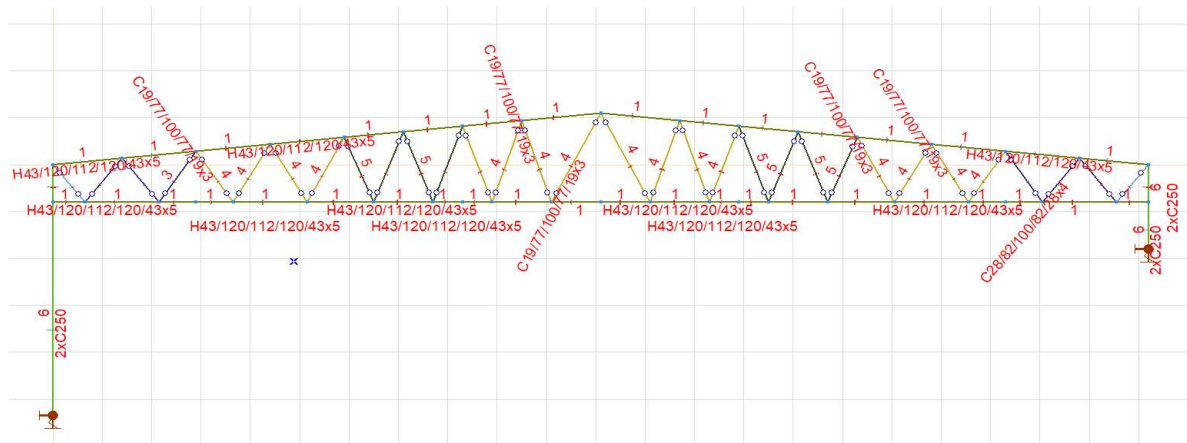
$q_k =$	0,42	kN/m ²	$\gamma =$	1,50
$q_{p,ze} =$	0,78	kN/m ²		

Zebrań obciążeń na 1m².

		obciążenie	pasmo a	obc. ch.	γ	obc. obl.
		[kN/m ²]	[m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
obciążenie stałe	q_k =	0,28	6,00	1,68	1,35	2,27
obc. śniegiem	s_k =	0,96	6,00	5,76	1,5	8,64
obc. technologiczne	w_{sk} =	0,36	6,00	2,16	1,5	3,24

POZ. 1.3. SCHEMAT STATYCZNY

Założono przegubowe połączenie z fundamentem oraz sztywne połączenie z pasami kratownic.
Przekroje wg rysunku, stal S350GD.



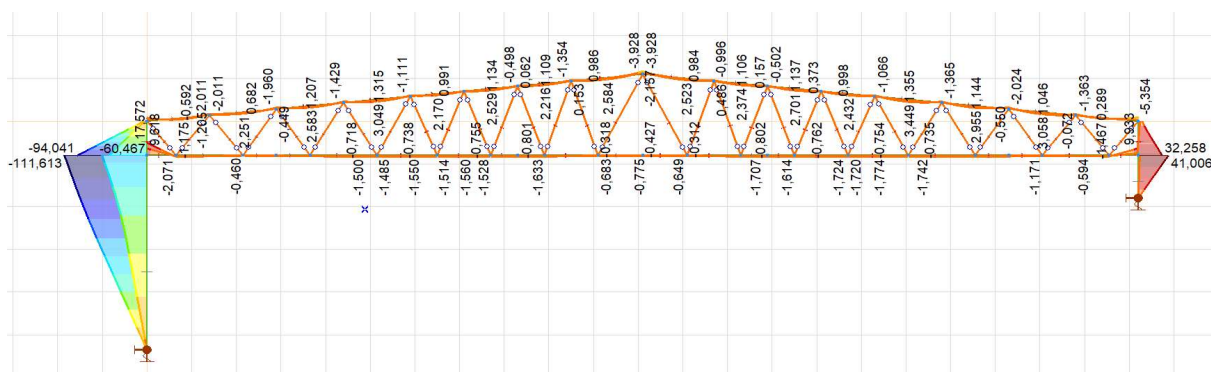
Przekroje prętów

	Nazwa	Rysunek	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	Ax [mm ²]	Iy [mm ⁴]	Iz [mm ⁴]	W _{1,pl} [mm ³]	W _{2,pl} [mm ³]
1	H43/120/112/120/43x5		112,0	120,0	5,0	5,0	2076,26	4309481,0	4272472,0	85936,5	88607,6
2	C33/85/100/85/33x5		100,0	85,0	5,0	5,0	1566,26	1627969,0	2477556,0	58505,1	45970,9
3	C28/82/100/82/28x4		100,0	82,0	4,0	4,0	1202,26	1158782,0	1969878,0	45805,1	33764,5
4	C19/77/100/77/19x3		100,0	77,0	3,0	3,0	827,11	670394,2	1411525,0	32143,3	20952,3
5	C19/53/100/53/19x3		100,0	53,0	3,0	3,0	683,11	270765,1	1072693,0	25159,3	11887,2
6	2xC250		250,0	232,2	5,0	5,0	5080,00	4,9E+07	2E+07	459040,0	254000,0

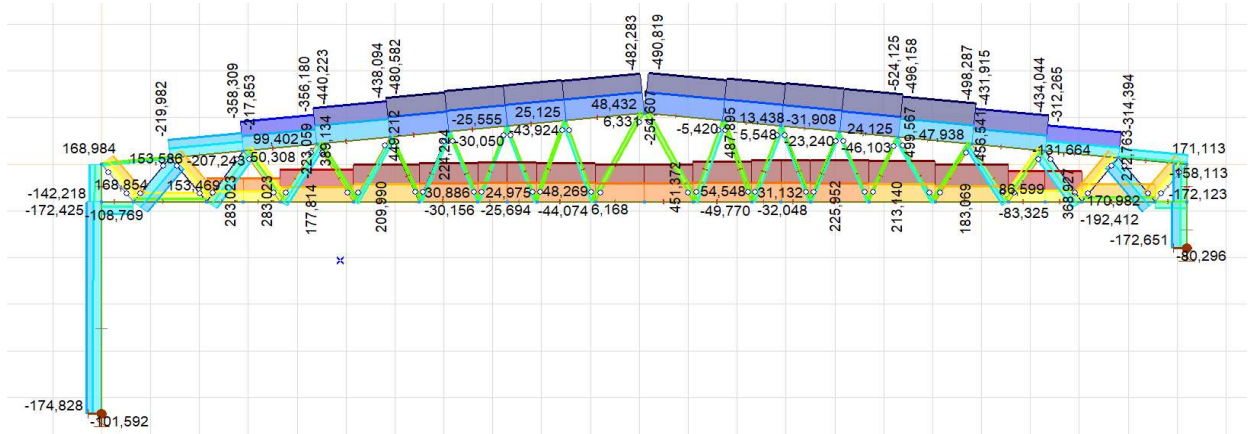
POZ. 1.4. SIŁY WEWNĘTRZNE

Poniżej podano obwiednie sił wewnętrznych.

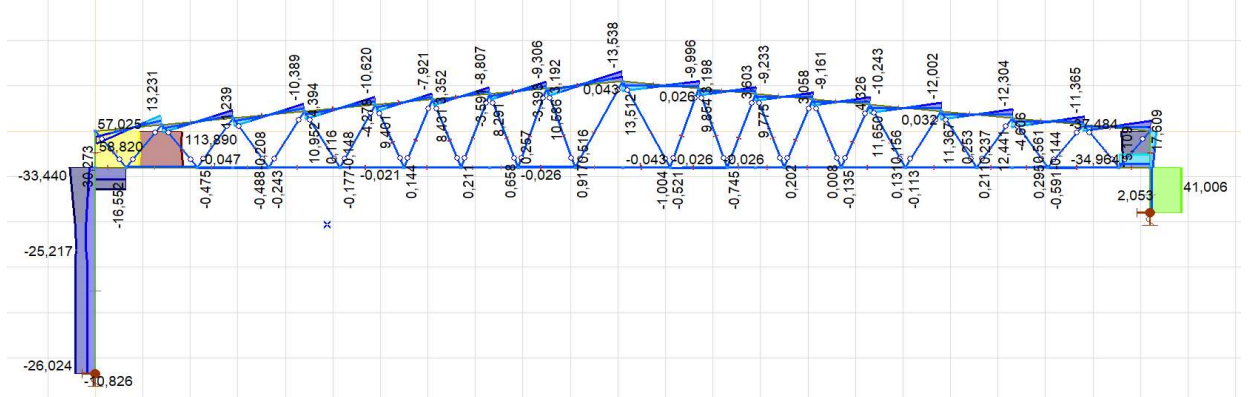
Moment zginający [kNm]



Siła normalna [kN]



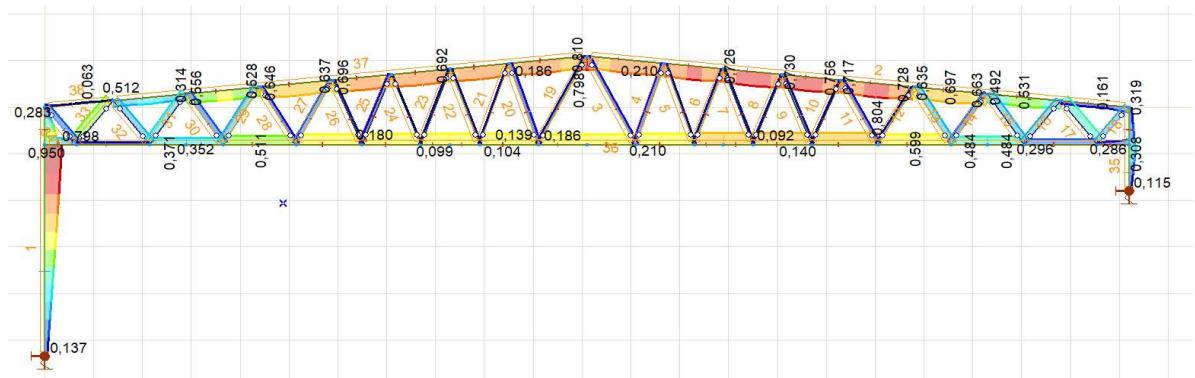
Siła tnąca [kN]



POZ. 1.5. WYMIAROWANIE ELEMENTÓW STAŁYCH

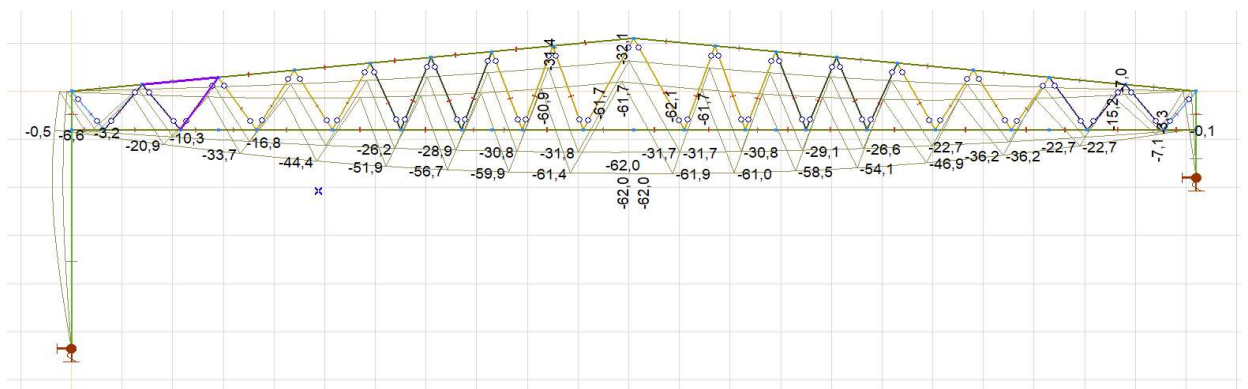
Wymiarowanie elementów stalowych przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN 1993-1-1

Wykres wyężenia elementów.

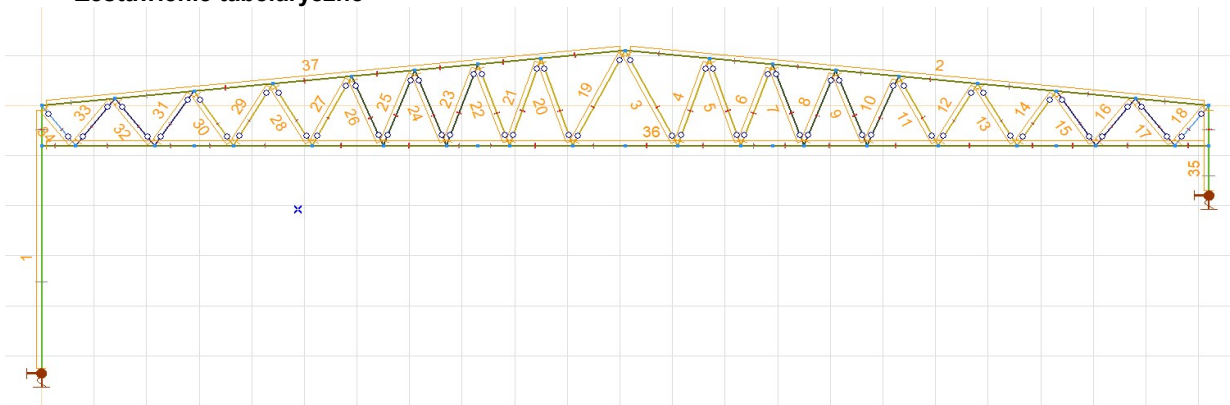


Wartość wyężenia <1,0 oznacza spełnienie warunków stanów granicznych nośności.

Przemieszczenia pionowe [mm]



Zestawienie tabelaryczne



Element wymiarowany ▲	Sprawdzenie	Max.		Nx [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Przypadek
1(41-1)	N-M-wyoboczenie ...	0,950 (*)		-170,891	-33,440	-111,613	Komb #5
2(2-4)	N-M-wyoboczenie	0,820		-525,915	0,331	2,701	Komb #6
3(2-38)	N-M-V	0,188		54,711	0,043	0	Komb #18
4(37-38)	N-M-wyoboczenie	0,259		-49,710	-0,005	-0,011	Komb #18
5(36-37)	N-M-V	0,107		31,282	0,026	0	Komb #18
6(35-36)	N-M-wyoboczenie	0,161		-31,992	-0,005	-0,011	Komb #18
7(34-35)	N-M-wyoboczenie	0,112		-14,265	-0,004	-0,009	Komb #7
8(33-34)	N-M-wyoboczenie	0,095		-12,908	-0,004	-0,008	Komb #18
9(32-33)	N-M-wyoboczenie	0,171		-23,304	-0,004	-0,008	Komb #7
10(31-32)	N-M-V	0,097		24,125	0,021	0	Komb #7
11(30-31)	N-M-wyoboczenie	0,220		-46,175	-0,006	-0,012	Komb #5
12(29-30)	N-M-V	0,164		47,938	0,032	0	Komb #5
13(28-29)	N-M-wyoboczenie	0,380		-83,283	-0,006	-0,011	Komb #5
14(27-28)	N-M-V	0,297		86,693	0,032	0	Komb #5
15(26-27)	N-M-wyoboczenie	0,337		-131,746	-0,009	-0,015	Komb #5
16(25-26)	N-M-V	0,296		140,471	0,047	0	Komb #5
17(24-25)	N-M-wyoboczenie	0,476		-192,365	-0,009	-0,014	Komb #5
18(4-24)	N-M-V	0,286		171,113	0,053	0	Komb #5
19(2-23)	N-M-V	0,166		48,432	0,043	0	Komb #7
20(22-23)	N-M-wyoboczenie	0,230		-44,014	-0,005	-0,011	Komb #7
21(21-22)	N-M-V	0,086		25,125	0,026	0	Komb #7
22(19-21)	N-M-wyoboczenie	0,129		-25,638	-0,005	-0,011	Komb #7
23(18-19)	N-M-wyoboczenie	0,122		-15,458	-0,004	-0,009	Komb #18
24(17-18)	N-M-V	0,064		16,069	0,021	0	Komb #18
25(16-17)	N-M-wyoboczenie	0,221		-30,114	-0,004	-0,008	Komb #18
26(15-16)	N-M-V	0,124		30,985	0,021	0	Komb #18
27(14-15)	N-M-wyoboczenie	0,282		-59,279	-0,006	-0,012	Komb #6
28(13-14)	N-M-V	0,211		61,453	0,032	0	Komb #6
29(12-13)	N-M-wyoboczenie	0,437		-95,818	-0,006	-0,011	Komb #6
30(10-12)	N-M-V	0,341		99,402	0,032	0	Komb #6
31(9-10)	N-M-wyoboczenie	0,366		-143,006	-0,009	-0,015	Komb #6
32(8-9)	N-M-V	0,324		153,586	0,047	0	Komb #6
33(6-8)	N-M-wyoboczenie	0,513		-207,314	-0,009	-0,014	Komb #6
34(1-6)	N-M-V	0,283		168,984	0,053	0	Komb #6
35(42-4)	N-M-wyoboczenie ...	0,392 (*)		-172,123	39,121	39,121	Komb #5
36(3-5)	N-M-V	0,669		509,969	-0,218	-1,614	Komb #6
37(1-2)	N-M-wyoboczenie	0,798		-482,283	-13,538	-3,904	Komb #6
1(41-1)	N-M-wyoboczenie ...	0,950 (*)		-170,891	-33,440	-111,613	Komb #5

POZ. 2. Łącznik 409B

POZ. 2.1. OPIS OGÓLNY

Łącznik 409B jest obiektem parterowym, jednonawowym z dachem dwuspadowym. Główne dźwigary nośny wykonane z kratownic o rozpiętości ok. 16 m w rozstawie co 7,25 m. Kratownice wykonane z profili skręcanych. Przekrycie dachowe wykonane z blachy trapezowej, która stanowi usztywnienie pasa górnego kratownicy.

POZ. 2.2. ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ

Zebranie obciążeń na 1m² połaci.

	g_k [kN/m ²]	γ	g_o [kN/m ²]
membrana	0,02	1,35	0,03
wełna mineralna gr. 16cm	0,16	1,35	0,22
blacha trapezowa	0,10	1,35	0,14
	0,28	1,35	0,38

Obciążenie śniegiem - (III strefa śniegowa)

$\alpha=$	6	$\mu=$	0,80		
$C_e=$	1,00	$C_t=$	1,00		
$S_k=$	1,20	kN/m ²	$\gamma=$	1,50	
$s_k=\mu C_e C_t S_k=$	0,96	kN/m ²	$s_o=$	1,44	kN/m ²

Obciążenie wiatrem - (II strefa wiatrowa)

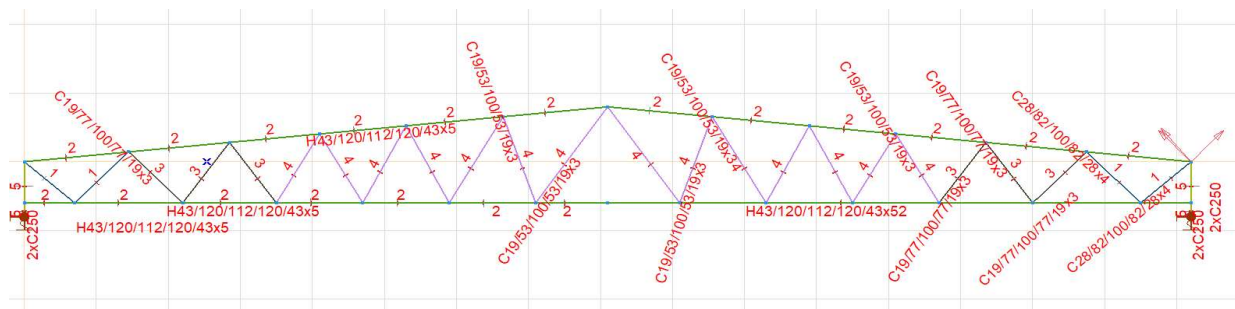
$q_k=$	0,42	kN/m ²	$\gamma=$	1,50
$q_{p,ze}=$	0,78	kN/m ²		

Zebranie obciążeń na 1m².

		obciążenie	pasma a	obc. ch.	γ	obc. obl.
		[kN/m ²]	[m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
obciążenie stałe	$q_k=$	0,28	7,25	2,03	1,35	2,74
obc. śniegiem	$s_k=$	0,96	7,25	6,96	1,5	10,44
obc. technologiczne	$w_{sk}=$	0,36	7,25	2,61	1,5	3,92

POZ. 2.3. SCHEMAT STATYCZNY

Założono przegubowe połączenie z fundamentem oraz sztywne połączenie z pasami kratownic.
Przekroje wg rysunku, stal S350GD.



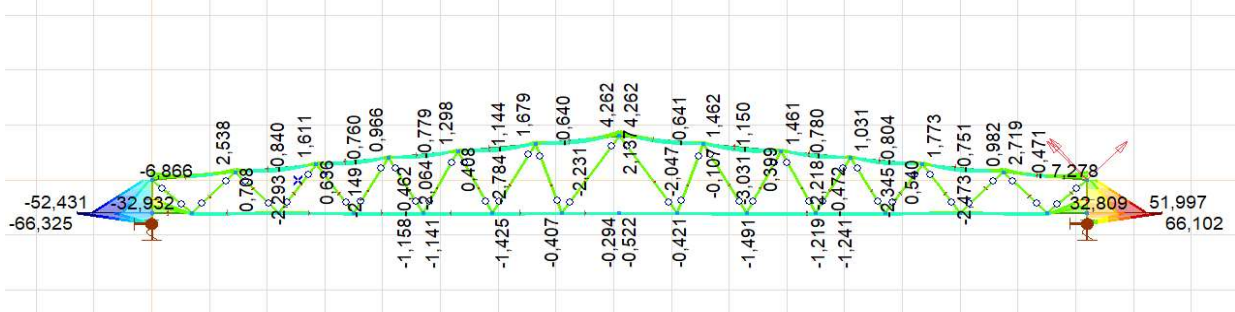
Przekroje prętów

	Nazwa	Rysunek	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	Ax [mm ²]	Iy [mm ⁴]	Iz [mm ⁴]	W _{1,pl} [mm ³]	W _{2,pl} [mm ³]
1	C28/82/100/82/28x4		100,0	82,0	4,0	4,0	1202,26	1158782,0	1969878,0	45805,1	33764,5
2	H43/120/112/120/43x5		112,0	120,0	5,0	5,0	2076,26	4309481,0	4272472,0	85936,5	88607,6
3	C19/77/100/77/19x3		100,0	77,0	3,0	3,0	827,11	670394,2	1411525,0	32143,3	20952,3
4	C19/53/100/53/19x3		100,0	53,0	3,0	3,0	683,11	270765,1	1072693,0	25159,3	11887,2
5	2xC250		250,0	232,1	6,0	6,0	6048,00	5,8E+07	2,4E+07	543912,0	302400,0

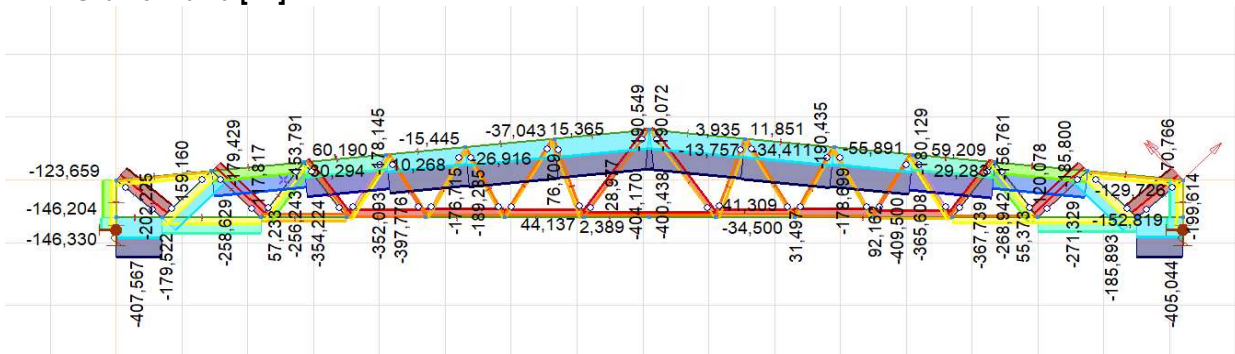
POZ. 2.4. SIŁY WEWNĘTRZNE

Poniżej podano obwiednie sił wewnętrznych.

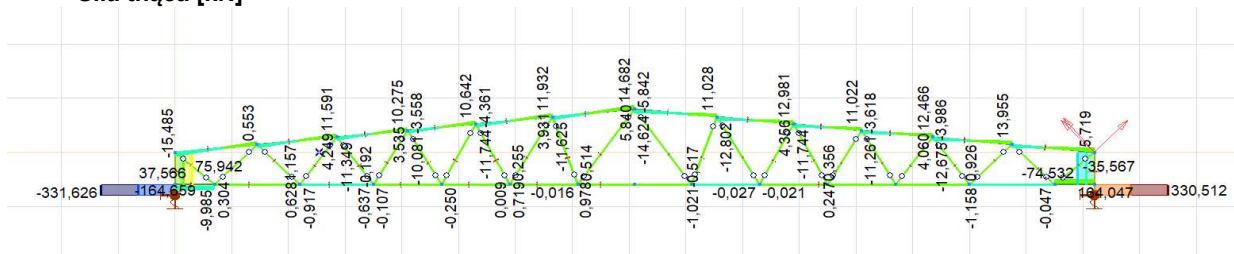
Moment zginający [kNm]



Siła normalna [kN]



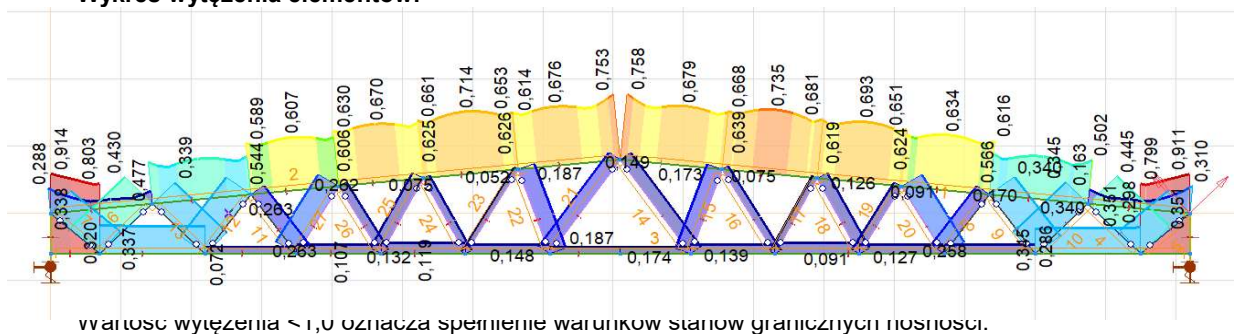
Siła tnąca [kN]



POZ. 2.5. WYMIAROWANIE ELEMENTÓW STALOWYCH

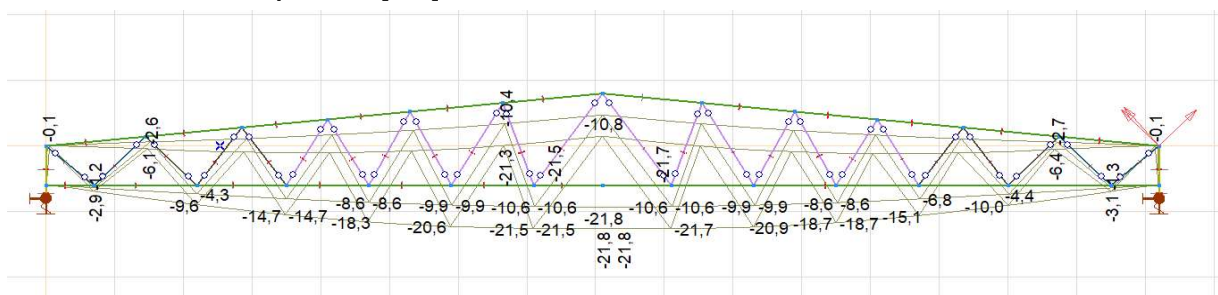
Wymiarowanie elementów stalowych przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN 1993-1-1

Wykres wyężenia elementów.

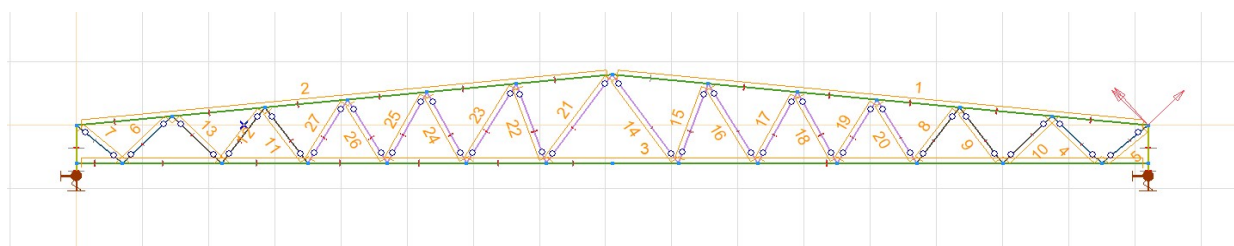


wartość wyężenia $\leq 1,0$ oznacza spełnienie warunków stanów granicznych nośności.

Przemieszczenia pionowe [mm]



Zestawienie tabelaryczne



Element wymiarowany	Max.		Nx [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Przypadek
1(2-4)	0,758		-405,054	-14,629	4,267	Komb #12
2(1-2)	0,753		-401,321	14,687	4,267	Komb #12
3(3-5)	0,914		-408,735	-22,269	13,952	Komb #12
4(18-19)	0,445		-186,734	-0,009	-0,012	Komb #12
5(4-18)	0,351		166,259	-0,044	0	Komb #12
6(6-7)	0,430		-180,363	-0,009	-0,012	Komb #12
7(1-6)	0,338		160,021	-0,044	0	Komb #12
8(21-22)	0,170		59,209	0,028	0	Komb #3
9(20-21)	0,340		-102,447	-0,006	-0,007	Komb #12
10(19-20)	0,345		120,264	-0,032	0	Komb #12
11(9-10)	0,173		60,190	0,028	0	Komb #3
12(8-9)	0,334		-100,482	-0,006	-0,007	Komb #12
13(7-8)	0,339		118,003	-0,032	0	Komb #12
14(2-28)	0,139		41,408	0,036	0	Komb #9
15(27-28)	0,174		-34,464	-0,003	-0,005	Komb #9
16(26-27)	0,076		-13,810	-0,005	-0,009	Komb #4
17(25-26)	0,060		-12,254	-0,004	-0,007	Komb #9
18(24-25)	0,127		-25,976	-0,004	-0,007	Komb #4
19(23-24)	0,091		27,217	0,021	0	Komb #4
20(22-23)	0,259		-55,934	-0,004	-0,006	Komb #3
21(2-16)	0,149		44,237	0,036	0	Komb #4
22(15-16)	0,188		-37,096	-0,003	-0,005	Komb #4
23(14-15)	0,052		15,365	0,027	0	Komb #4
24(13-14)	0,076		-15,493	-0,004	-0,007	Komb #4
25(12-13)	0,132		-26,964	-0,004	-0,007	Komb #9
26(11-12)	0,095		28,298	0,021	0	Komb #9
27(10-11)	0,263		-56,829	-0,004	-0,006	Komb #3
3(3-5)	0,914		-408,735	-22,269	13,952	Komb #12

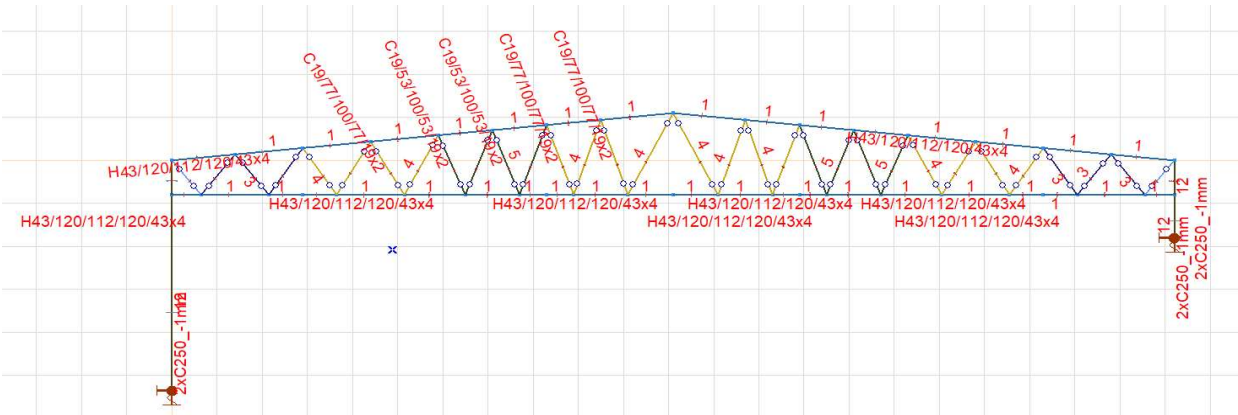
POZ. 3. Hala 409A - korozja

POZ. 3.1. OPIS OGÓLNY

Poniżej przeprowadzono analizę symulującą korozję elementów stalowych. W celu obliczeniowego zamodelowania korozji pocieniono ścianki wszystkich profili stalowych o 1 mm.

POZ. 3.2. SCHEMAT STATYCZNY

Założono przegubowe połączenie z fundamentem oraz sztywne połączenie z pasami kratownic.
Przekroje wg rysunku, stal S350GD.
Obciążenia nie uległy zmianie względem analizy przeprowadzonej w pkt. 1.



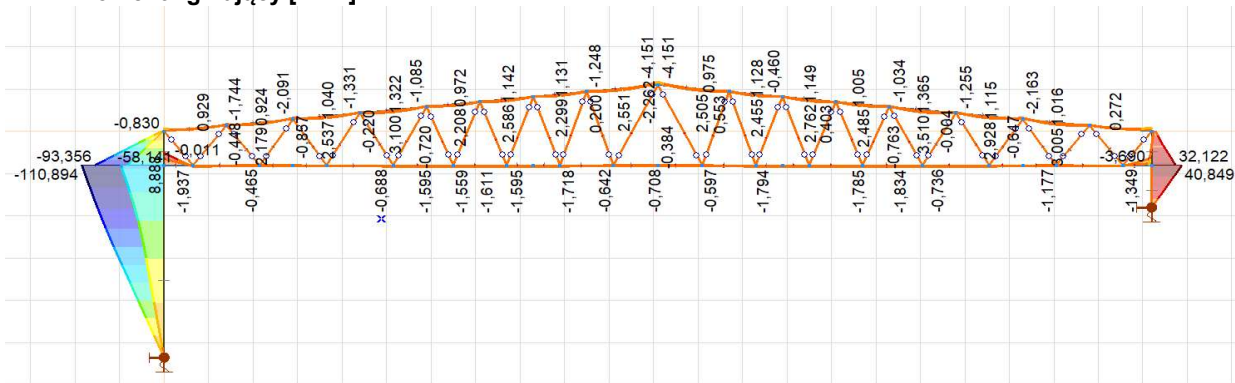
Przekroje prętów

	Nazwa	Rysunek	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	Ax [mm ²]	Iy [mm ⁴]	Iz [mm ⁴]	W _{1,pl} [mm ³]	W _{2,pl} [mm ³]
1	H43/120/112/120/43x4		112,0	120,0	4,0	4,0	1674,26	3532207,0	3502946,0	69870,7	72038,6
2	C33/85/100/85/33x4		100,0	85,0	4,0	4,0	1266,26	1346608,0	2040500,0	47737,1	37602,3
3	C28/82/100/82/28x3		100,0	82,0	3,0	3,0	911,11	899308,6	1520401,0	35029,3	25902,0
4	C19/77/100/77/19x2		100,0	77,0	2,0	2,0	557,69	464139,5	969420,9	21874,5	14325,6
5	C19/53/100/53/19x2		100,0	53,0	2,0	2,0	461,69	190090,6	738892,9	17170,5	8206,8
6	2xC250_-1mm		250,0	232,2	4,0	4,0	4096,00	4E+07	1,6E+07	371888,0	204800,0

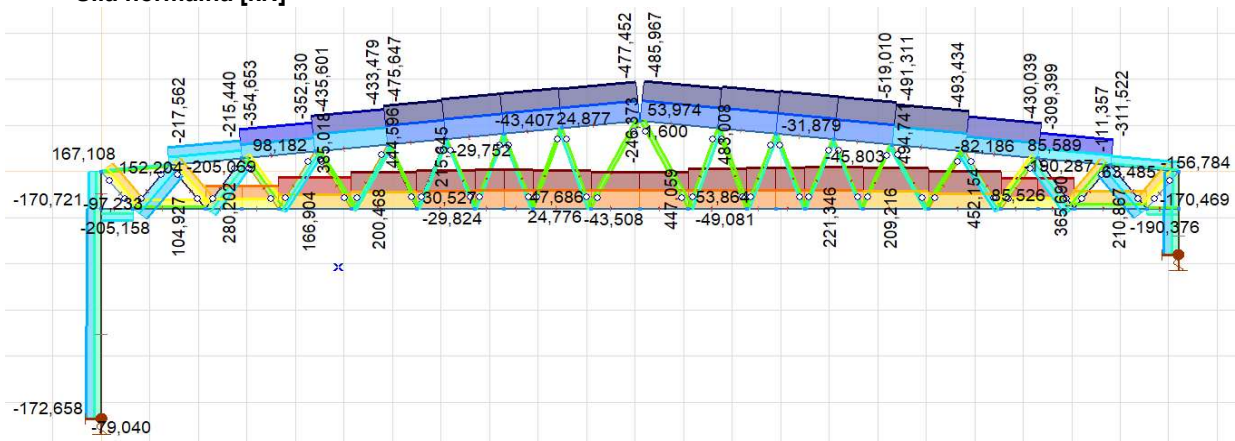
POZ. 3.3. SIŁY WEWNĘTRZNE

Poniżej podano obwiednie sił wewnętrznych.

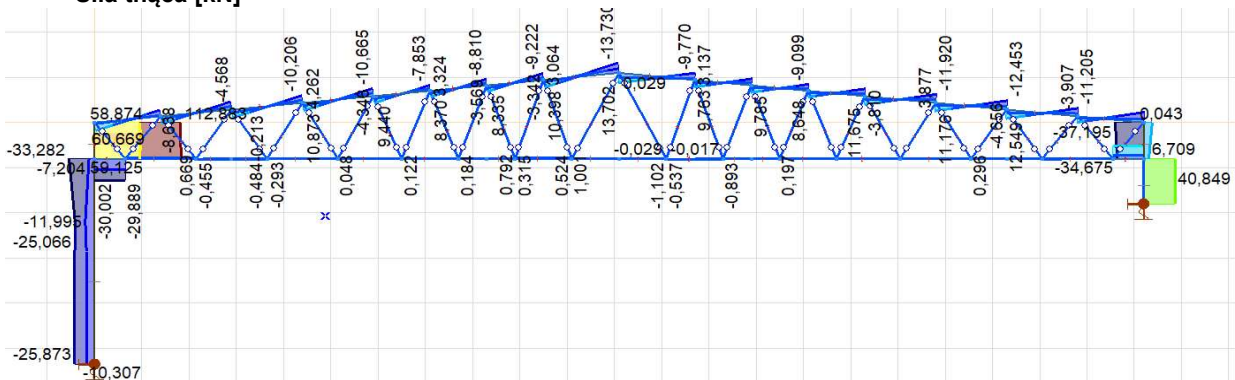
Moment zginający [kNm]



Siła normalna [kN]



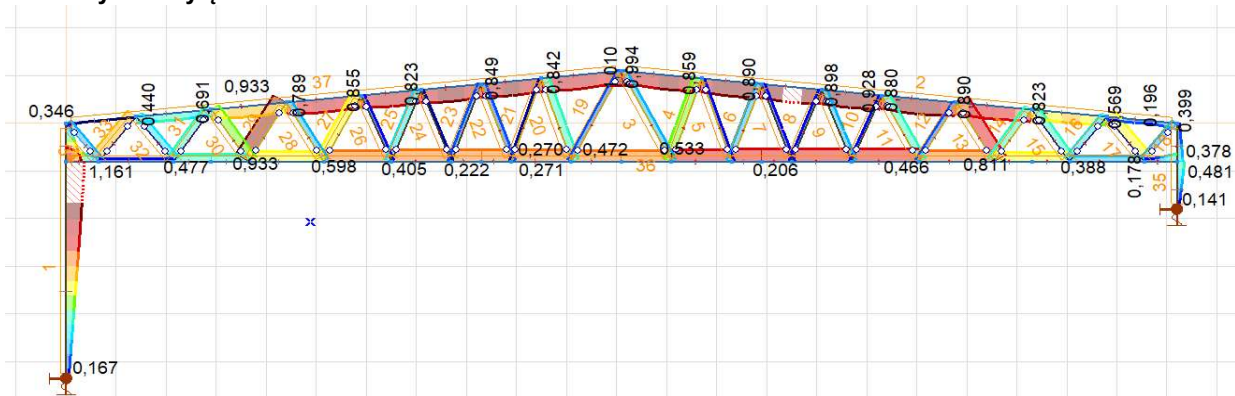
Siła tnąca [kN]



POZ. 3.4. WYMIAROWANIE ELEMENTÓW STAŁOWYCH

Wymiarowanie elementów stalowych przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN 1993-1-1

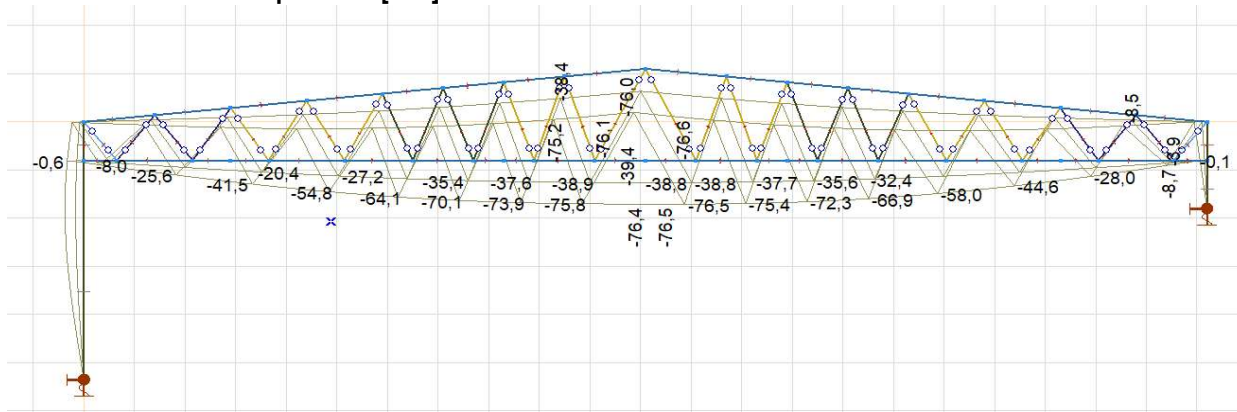
Wykres wyężenia elementów.



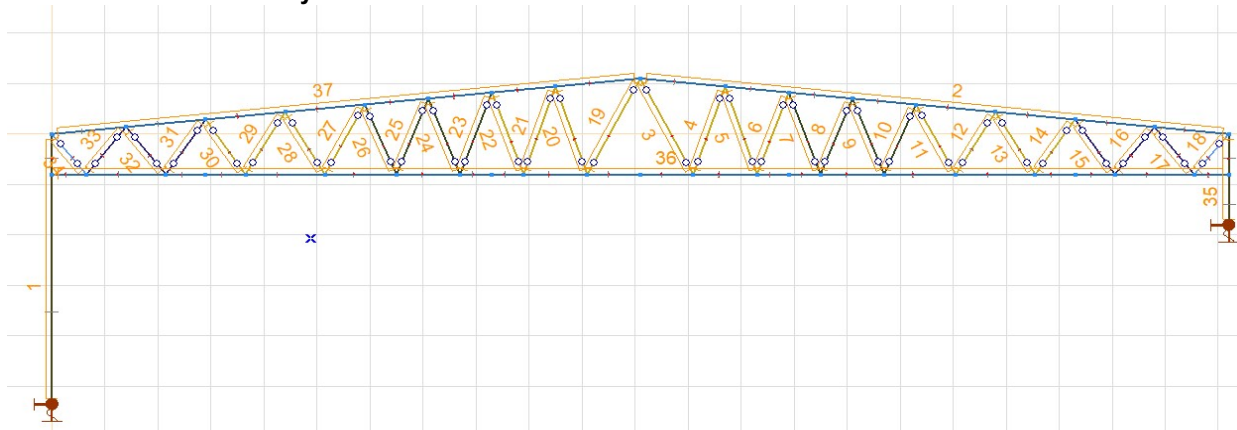
Wartość wyężenia przekracza w kilka miejscach (słup oraz pas górny) dopuszczalną wartość (>1,0).

Oznacza to niespełnienie warunków granicznych nośności.

Przemieszczenia pionowe [mm]



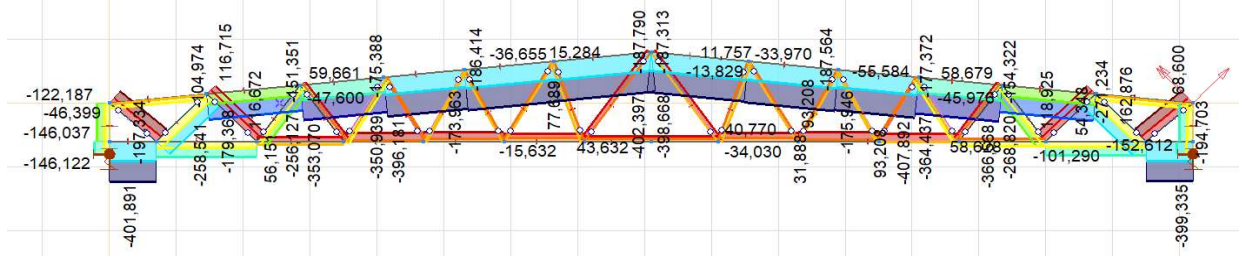
Zestawienie tabelaryczne



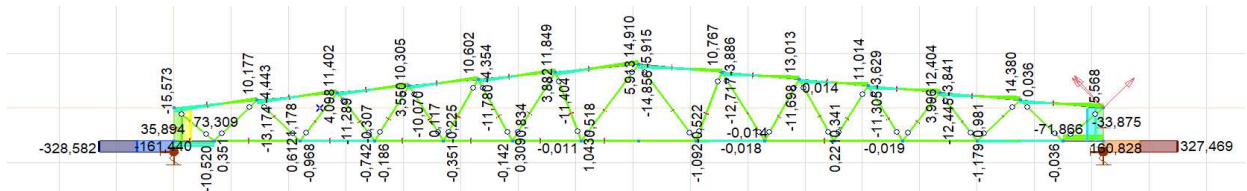
Element wymiarowany ▲	Sprawdzenie	Max.		Nx [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Przypadek
1(41-1)	N-M-wyboczenie ...	1,161 (*)		-169,186	-33,282	-110,894	Komb #5
2(2-4)	N-M-wyboczenie	1,013		-520,711	0,367	2,762	Komb #6
3(2-38)	N-M-V	0,306		53,974	0,029	0	Komb #18
4(37-38)	N-M-wyboczenie	0,534		-49,041	-0,003	-0,008	Komb #18
5(36-37)	N-M-V	0,175		30,956	0,017	0	Komb #18
6(35-36)	N-M-wyboczenie	0,338		-31,936	-0,003	-0,007	Komb #18
7(34-35)	N-M-wyboczenie	0,206		-14,305	-0,003	-0,006	Komb #7
8(33-34)	N-M-wyboczenie	0,176		-12,909	-0,003	-0,006	Komb #18
9(32-33)	N-M-wyboczenie	0,315		-23,086	-0,003	-0,006	Komb #7
10(31-32)	N-M-V	0,157		23,826	0,014	0	Komb #7
11(30-31)	N-M-wyboczenie	0,467		-45,852	-0,004	-0,008	Komb #5
12(29-30)	N-M-V	0,268		47,374	0,022	0	Komb #5
13(28-29)	N-M-wyboczenie	0,812		-82,229	-0,004	-0,008	Komb #5
14(27-28)	N-M-V	0,485		85,589	0,022	0	Komb #5
15(26-27)	N-M-wyboczenie	0,440		-130,782	0	-0,012	Komb #5
16(25-26)	N-M-V	0,388		139,188	0,036	0	Komb #5
17(24-25)	N-M-wyboczenie	0,620		-190,331	0	-0,011	Komb #5
18(4-24)	N-M-V	0,351		169,335	0,043	0	Komb #5
19(2-23)	N-M-V	0,271		47,796	0,029	0	Komb #7
20(22-23)	N-M-wyboczenie	0,473		-43,468	-0,003	-0,008	Komb #7
21(21-22)	N-M-V	0,141		24,877	0,017	0	Komb #7
22(19-21)	N-M-wyboczenie	0,272		-25,635	-0,003	-0,007	Komb #7
23(18-19)	N-M-wyboczenie	0,222		-15,433	-0,003	-0,006	Komb #18
24(17-18)	N-M-wyboczenie	0,117		-8,509	-0,003	-0,006	Komb #7
25(16-17)	N-M-wyboczenie	0,406		-29,796	-0,003	-0,006	Komb #18
26(15-16)	N-M-V	0,202		30,593	0,014	0	Komb #18
27(14-15)	N-M-wyboczenie	0,600		-58,900	-0,004	-0,008	Komb #6
28(13-14)	N-M-V	0,344		60,817	0,022	0	Komb #6
29(12-13)	N-M-wyboczenie	0,935		-94,636	-0,004	-0,008	Komb #6
30(10-12)	N-M-V	0,556		98,182	0,022	0	Komb #6
31(9-10)	N-M-wyboczenie	0,478		-141,965	0	-0,012	Komb #6
32(8-9)	N-M-V	0,424		152,204	0,036	0	Komb #6
33(6-8)	N-M-wyboczenie	0,668		-205,114	0	-0,011	Komb #6
34(1-6)	N-M-V	0,346		167,108	0,043	0	Komb #6
35(42-4)	N-M-wyboczenie ...	0,481 (*)		-170,469	38,963	38,963	Komb #5
36(3-5)	N-M-wyboczenie	0,913		-127,283	-24,734	14,489	Komb #17
37(1-2)	N-M-wyboczenie	0,994		-477,452	-13,730	-4,133	Komb #6
1(41-1)	N-M-wyboczenie...	1,161 (*)		-169,186	-33,282	-110,894	Komb #5



Siła normalna [kN]



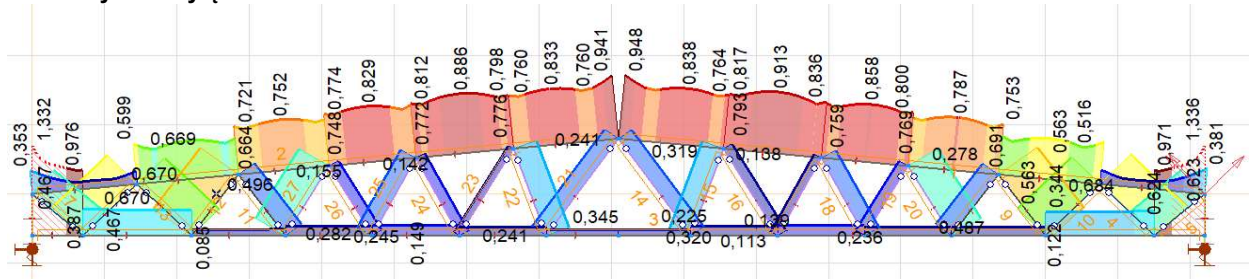
Siła tnąca [kN]



POZ. 4.4. WYMIAROWANIE ELEMENTÓW STAŁOWYCH

Wymiarowanie elementów stalowych przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN 1993-1-1

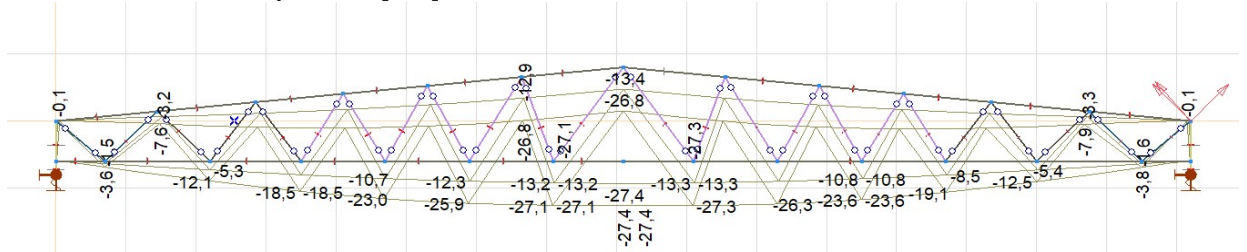
Wykres wyężenia elementów.



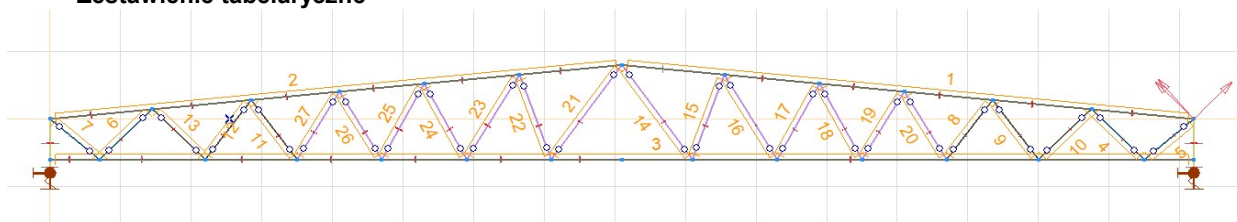
Wartość wyężenia przekracza w kilka miejscach (słup oraz pas górny) dopuszczalną wartość ($>1,0$).

Oznacza to niespełnienie warunków granicznych nośności.

Przemieszczenia pionowe [mm]



Zestawienie tabelaryczne



Element wymiarowany	Max.		Nx [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Przypadek
1(2-4)	0,948		-402,397	-14,856	4,485	Komb #12
2(1-2)	0,941		-398,668	14,910	4,485	Komb #12
3(3-5)	1,336		-399,335	24,041	15,088	Komb #12
4(18-19)	0,624		-185,769	0	-0,009	Komb #12
5(4-18)	0,486		162,933	-0,033	0	Komb #12
6(6-7)	0,603		-179,404	0	-0,009	Komb #12
7(1-6)	0,467		156,735	-0,033	0	Komb #12
8(21-22)	0,278		58,679	0,019	0	Komb #3
9(20-21)	0,684		-101,270	-0,004	-0,005	Komb #12
10(19-20)	0,563		118,968	-0,022	0	Komb #12
11(9-10)	0,282		59,661	0,019	0	Komb #3
12(8-9)	0,670		-99,318	-0,004	-0,005	Komb #12
13(7-8)	0,552		116,715	-0,022	0	Komb #12
14(2-28)	0,225		40,837	0,024	0	Komb #9
15(27-28)	0,320		-34,006	-0,002	-0,003	Komb #9
16(26-27)	0,139		-13,865	-0,004	-0,006	Komb #4
17(25-26)	0,114		-12,377	-0,003	-0,004	Komb #9
18(24-25)	0,237		-25,793	-0,003	-0,004	Komb #4
19(23-24)	0,149		26,907	0,014	0	Komb #4
20(22-23)	0,488		-55,613	-0,003	-0,004	Komb #3
21(2-16)	0,241		43,699	0,024	0	Komb #4
22(15-16)	0,345		-36,691	-0,002	-0,003	Komb #4
23(14-15)	0,084		15,284	0,018	0	Komb #4
24(13-14)	0,144		-15,611	-0,003	-0,004	Komb #4
25(12-13)	0,246		-26,772	-0,003	-0,004	Komb #9
26(11-12)	0,155		27,982	0,014	0	Komb #9
27(10-11)	0,496		-56,503	-0,003	-0,004	Komb #3
3(3-5)	1,336		-399,335	24,041	15,088	Komb #12

POZ. 5. Hala 409A - korozja z rzeczywistym obciążeniem

POZ. 5.1. OPIS OGÓLNY

Analizę z pozycji 3 rozszerzono o zredukowanie obciążenia instalacji. Pozostawiono jedynie obciążenie od istniejących instalacji. Profile stalowe przyjęto o zredukowanej grubości zgodnie z poz. 3.

POZ. 5.2. PRZYJĘTE OBCIĄŻENIE INSTALACJAMI

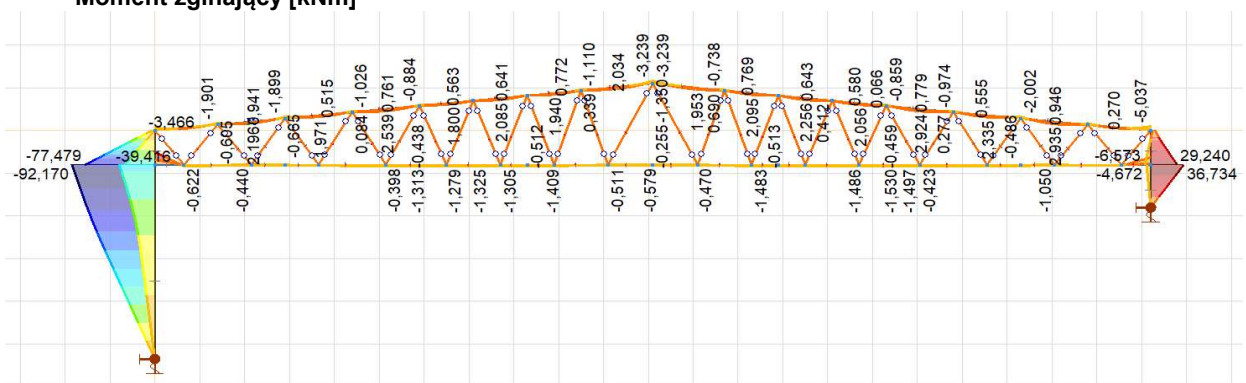
Wykres przyjętego obciążenia instalacjami.



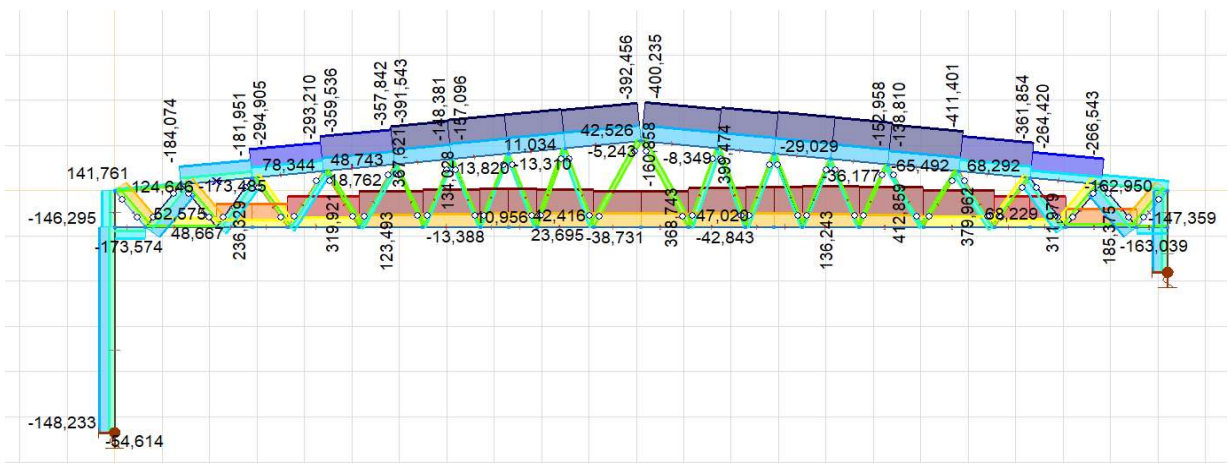
POZ. 5.3. SIŁY WEWNĘTRZNE

Poniżej podano obwiednie sił wewnętrznych.

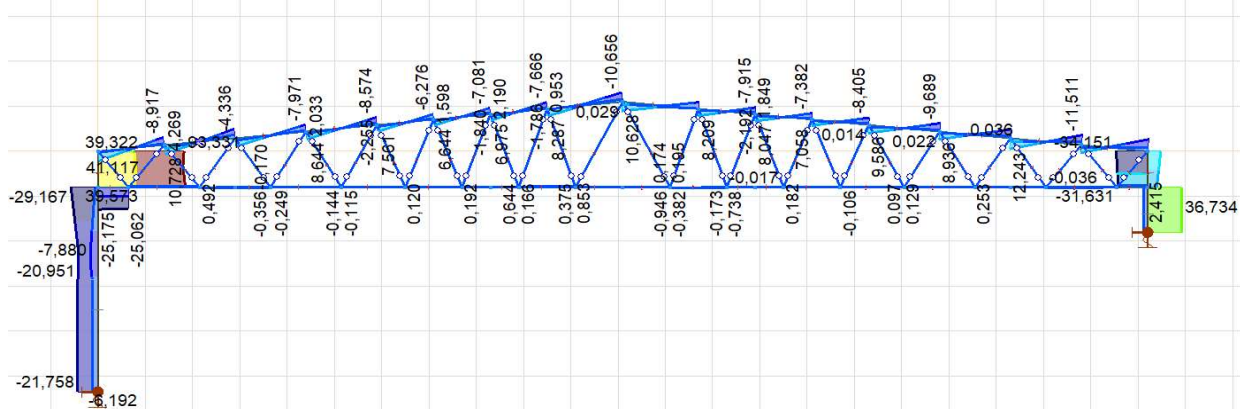
Moment zginający [kNm]



Siła normalna [kN]



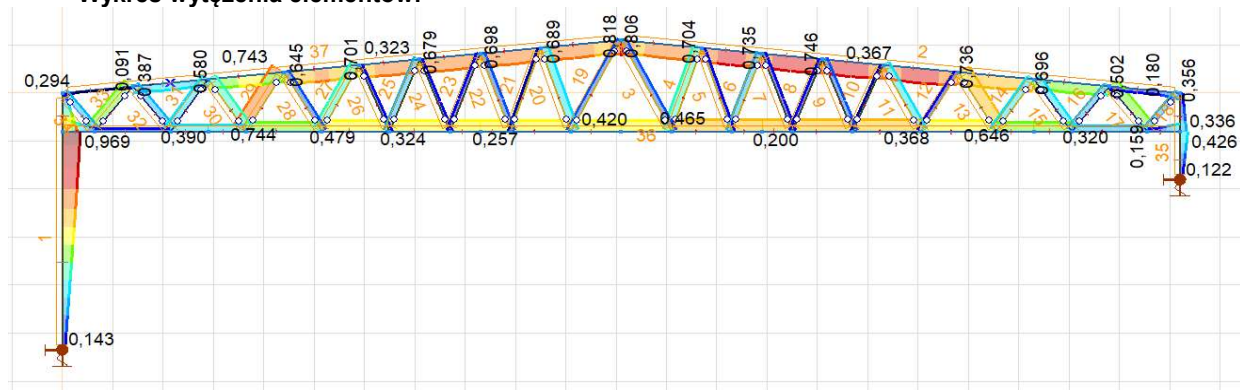
Siła tnąca [kN]



POZ. 5.4. WYMIAROWANIE ELEMENTÓW STALOWYCH

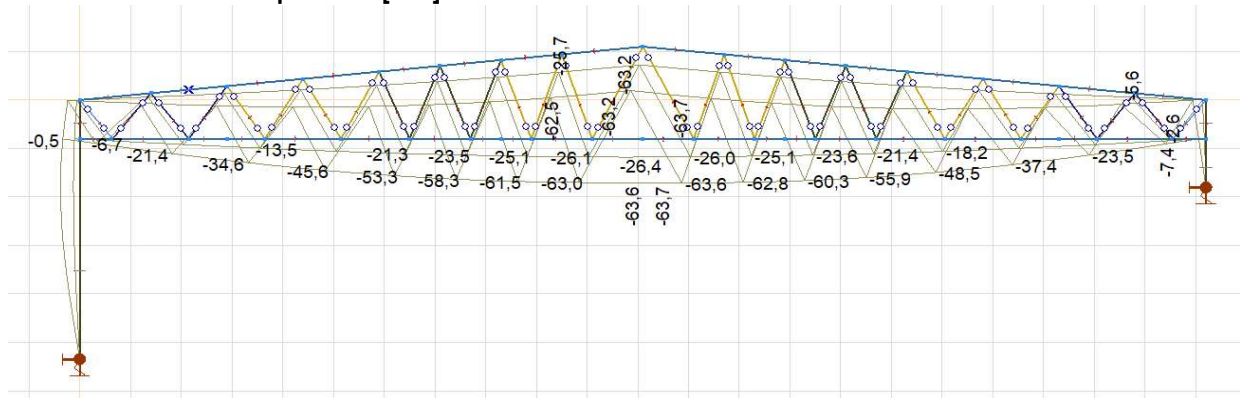
Wymiarowanie elementów stalowych przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN 1993-1-1

Wykres wyężenia elementów.

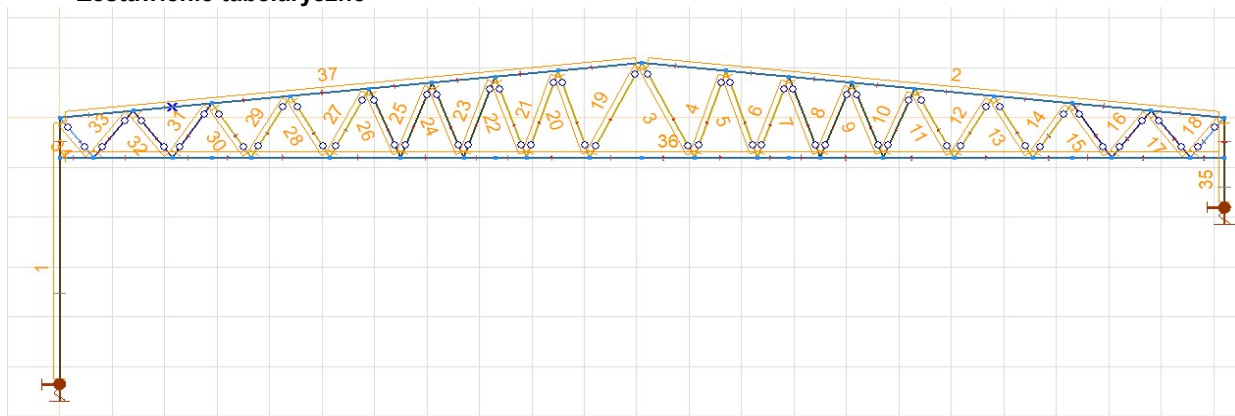


Wartość wyężenia <1,0 oznacza spełnienie warunków stanów granicznych nośności.

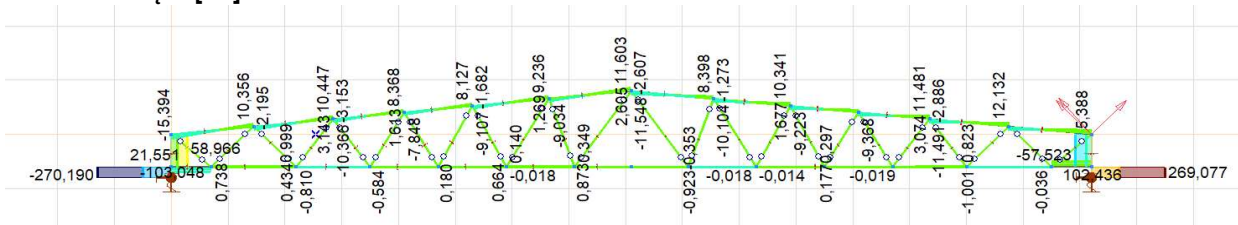
Przemieszczenia pionowe [mm]



Zestawienie tabelaryczne



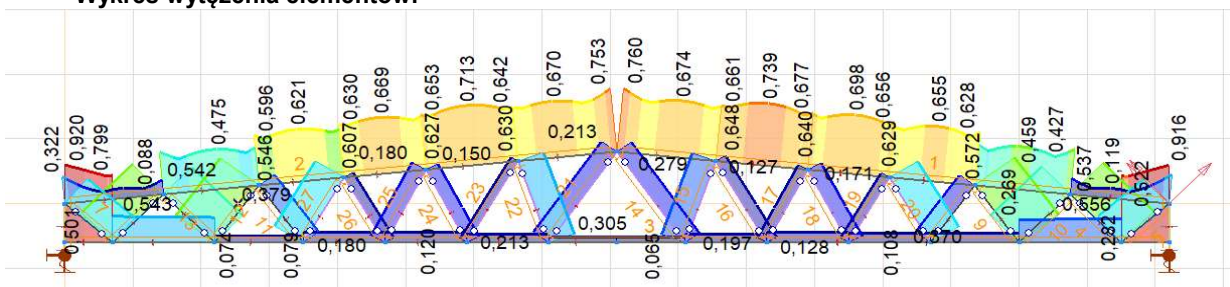
Element wymiarowany ▲	Sprawdzenie	Max.		Nx [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Przypadek
1(41-1)	N-M-wyboczenie ...	0,969 (*)		-144,760	-29,167	-92,170	Komb #5
2(2-4)	N-M-wyboczenie	0,832		-430,906	0,357	2,256	Komb #6
3(2-38)	N-M-V	0,267		47,130	0,029	0	Komb #18
4(37-38)	N-M-wyboczenie	0,466		-42,802	-0,003	-0,008	Komb #18
5(36-37)	N-M-V	0,160		28,309	0,017	0	Komb #18
6(35-36)	N-M-wyboczenie	0,308		-29,086	-0,003	-0,007	Komb #18
7(34-35)	N-M-wyboczenie	0,201		-13,924	-0,003	-0,006	Komb #7
8(33-34)	N-M-wyboczenie	0,182		-13,314	-0,003	-0,006	Komb #18
9(32-33)	N-M-wyboczenie	0,258		-18,920	-0,003	-0,006	Komb #7
10(31-32)	N-M-V	0,130		19,609	0,014	0	Komb #7
11(30-31)	N-M-wyboczenie	0,369		-36,225	-0,004	-0,008	Komb #5
12(29-30)	N-M-V	0,213		37,531	0,022	0	Komb #5
13(28-29)	N-M-wyboczenie	0,648		-65,535	-0,004	-0,008	Komb #5
14(27-28)	N-M-V	0,387		68,292	0,022	0	Komb #5
15(26-27)	N-M-wyboczenie	0,363		-107,820	0	-0,012	Komb #5
16(25-26)	N-M-V	0,320		114,865	0,036	0	Komb #5
17(24-25)	N-M-wyboczenie	0,531		-162,995	0	-0,011	Komb #5
18(4-24)	N-M-V	0,300		144,615	0,043	0	Komb #5
19(2-23)	N-M-V	0,241		42,526	0,029	0	Komb #7
20(22-23)	N-M-wyboczenie	0,421		-38,690	-0,003	-0,008	Komb #7
21(21-22)	N-M-V	0,135		23,796	0,017	0	Komb #7
22(19-21)	N-M-wyboczenie	0,258		-24,370	-0,003	-0,007	Komb #7
23(18-19)	N-M-wyboczenie	0,193		-13,357	-0,003	-0,006	Komb #18
24(17-18)	N-M-wyboczenie	0,145		-10,613	-0,003	-0,006	Komb #7
25(16-17)	N-M-wyboczenie	0,324		-23,797	-0,003	-0,006	Komb #18
26(15-16)	N-M-V	0,162		24,510	0,014	0	Komb #18
27(14-15)	N-M-wyboczenie	0,480		-47,109	-0,004	-0,008	Komb #6
28(13-14)	N-M-V	0,276		48,743	0,022	0	Komb #6
29(12-13)	N-M-wyboczenie	0,745		-75,436	-0,004	-0,008	Komb #6
30(10-12)	N-M-V	0,444		78,344	0,022	0	Komb #6
31(9-10)	N-M-wyboczenie	0,391		-116,180	0	-0,012	Komb #6
32(8-9)	N-M-V	0,347		124,646	0,036	0	Komb #6
33(6-8)	N-M-wyboczenie	0,566		-173,529	0	-0,011	Komb #6
34(1-6)	N-M-V	0,294		141,761	0,043	0	Komb #6
35(42-4)	N-M-wyboczenie ...	0,426 (*)		-147,359	34,847	34,847	Komb #5
36(3-5)	N-M-wyboczenie	0,722		-103,615	-19,908	11,641	Komb #17
37(1-2)	N-M-wyboczenie	0,806		-392,456	-10,656	-3,220	Komb #6
1(41-1)	N-M-wyboczenie ...	0,969 (*)		-144,760	-29,167	-92,170	Komb #5



POZ. 6.4. WYMIAROWANIE ELEMENTÓW STALOWYCH

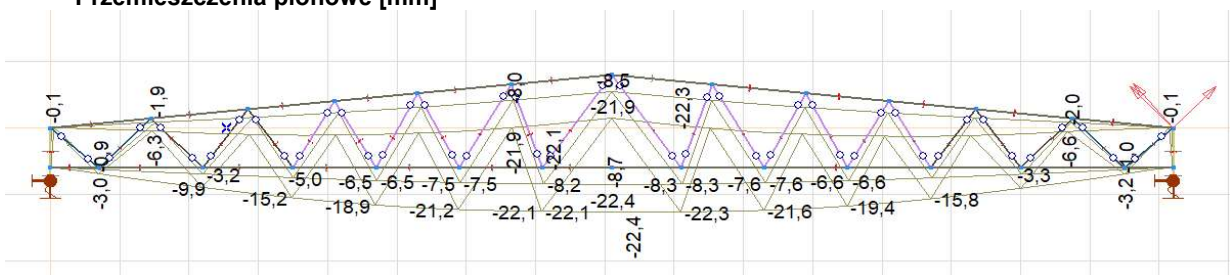
Wymiarowanie elementów stalowych przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN 1993-1-1

Wykres wyężenia elementów.

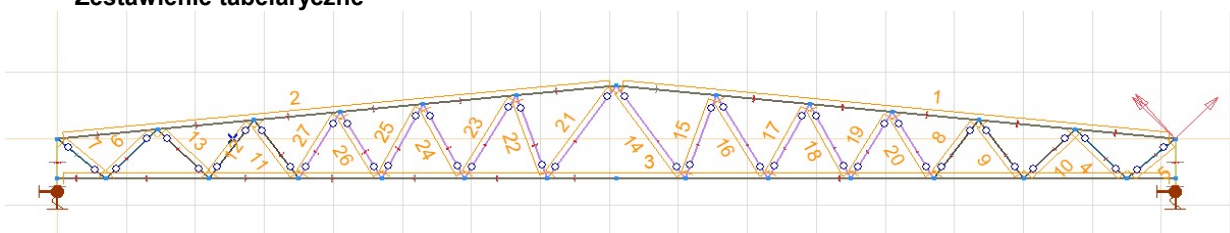


Wartość wyężenia <1,0 oznacza spełnienie warunków stanów granicznych nośności.

Przemieszczenia pionowe [mm]



Zestawienie tabelaryczne



Element wymiarowany	Max.		Nx [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Przypadek
1(2-4)	0,760		-326,600	-11,548	3,535	Komb #12
2(1-2)	0,753		-322,871	11,603	3,535	Komb #12
3(3-5)	0,920		-329,156	-19,610	12,315	Komb #12
4(18-19)	0,523		-155,550	0	-0,009	Komb #12
5(4-18)	0,407		136,645	-0,033	0	Komb #12
6(6-7)	0,501		-149,184	0	-0,009	Komb #12
7(1-6)	0,389		130,447	-0,033	0	Komb #12
8(21-22)	0,211		44,553	0,019	0	Komb #3
9(20-21)	0,556		-82,398	-0,004	-0,005	Komb #12
10(19-20)	0,459		96,912	-0,022	0	Komb #12
11(9-10)	0,215		45,536	0,019	0	Komb #3
12(8-9)	0,543		-80,445	-0,004	-0,005	Komb #12
13(7-8)	0,448		94,659	-0,022	0	Komb #12
14(2-28)	0,197		35,727	0,024	0	Komb #9
15(27-28)	0,280		-29,769	-0,002	-0,003	Komb #9
16(26-27)	0,129		-12,780	-0,004	-0,006	Komb #4
17(25-26)	0,121		-13,189	-0,003	-0,004	Komb #9
18(24-25)	0,172		-18,698	-0,003	-0,004	Komb #4
19(23-24)	0,108		19,640	0,014	0	Komb #4
20(22-23)	0,371		-42,262	-0,003	-0,004	Komb #3
21(2-16)	0,213		38,589	0,024	0	Komb #4
22(15-16)	0,306		-32,455	-0,002	-0,003	Komb #4
23(14-15)	0,090		16,368	0,018	0	Komb #4
24(13-14)	0,151		-16,424	-0,003	-0,004	Komb #4
25(12-13)	0,181		-19,677	-0,003	-0,004	Komb #9
26(11-12)	0,114		20,714	0,014	0	Komb #9
27(10-11)	0,379		-43,153	-0,003	-0,004	Komb #3
3(3-5)	0,920		-329,156	-19,610	12,315	Komb #12

POZ. 7. Podsumowanie

Przeprowadzono analizę głównych elementów nośnych hali 409A oraz łącznika 409B.

Sprawdzono 3 warianty obliczeniowe: stan projektowany, konstrukcję w stanie skorodowanym z projektowanymi obciążeniami oraz konstrukcję w stanie skorodowanym z rzeczywistymi obciążeniami - po zmniejszeniu obciążenia technologicznego.

Z obliczeń wynika, że konstrukcja w stanie pierwotnym została zaprojektowana prawidłowo natomiast w wyniku korozji i zmniejszeniu faktycznej grubości ścianek profili stalowych zmniejszyła się jej nośność.

W stanie istniejącym z aktualnymi obciążeniami wyężenie profili stalowych głównej konstrukcji nośnej obu obiektów ma wartości mniejsze niż graniczne jednak nie dopuszcza się zwiększania obciążenia - np. w postaci paneli fotowoltaicznych na dachu.

Należy stosować się do instrukcji odśnieżania dachu wg pierwotnego opracowania.

OPRACOWAŁ:

mgr inż. Piotr Chudoba

nr upr. POM/0297/POOK/10
uprawnienia bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej