



**Instytut Techniki Budowlanej**

00-611 Warszawa, ul. Filtrów 1, tel. 825-04-71, fax 825-52-86

**NW-0540/P/06**

**Ocena przydatności hal A, estakady i torów  
jezdnych suwnic dla potrzeb adaptacji hali na  
laboratorium badawcze Zakładu NP**

2.

2006

**WARSZAWA .....**



® **INSTYTUT TECHNIKI BUDOWLANEJ**

00 – 611 Warszawa ul. Filtrowa 1

Telefony: Dyrektor: (0-22) 826 13 03 Centrala (0-22) 825-04-71

Zakład: **Konstrukcji i Badań Wytrzymałościowych**

Tytuł pracy: Ocena przydatności hal A, estakady i torów  
jezdnych suwnic dla potrzeb adaptacji hali na  
laboratorium badawcze Zakładu NP

Nr Rejestru Działu Prac Usługowych: **NW-0540/P/2006**

**Zleceniodawca: Instytut Techniki Budowlanej 00 – 611 Warszawa ul. Filtrowa 1**

Wykonawcy:

Kierownik Zakładu

**Doc, dr. inż. Alfred Szczygielski**

**dr inż. Marek Dohojda**

**mgr inż. Stanisław Zakrzewski**

Pracę rozpoczęto: **marzec 2006 r.**

zakończono : **maj 2006 r.**

Wykonano w 3 egzemplarzach

Załączniki: 1

Egzemplarz nr

## SPIS TREŚCI

1.	Przedmiot i cel opracowania .....	3
2.	Podstawy opracowania .....	3
3.	Zakres opracowania .....	3
4.	Opis konstrukcji obiektów .....	4
4.1.	Hale 2 .....	4
4.3.	Łączniki w Hali 2 .....	4
4.4.	Hala 1 .....	5
4.5.	Budynek biurowy .....	5
5.	Inwentaryzacja hal wykonana w 2006 roku .....	6
5.1.	Uwagi ogólne .....	6
5.2.	Inwentaryzacja konstrukcyjna Hal .....	6
5.2.1.	Ściany zewnętrzne hal .....	6
5.2.2.	Przekrycie i pokrycie dachu hal .....	6
5.2.3.	Konstrukcja stalowa dachu Hali 2 o rozpiętości 11,2m i rozstawie wiązarów co 3,0 m w halach poprzecznych .....	7
5.2.4.	Konstrukcja stalowa dachu Hali 1 o rozpiętości 14m i rozstawie wiązarów co 6,0 m w hali podłużnej .....	7
5.2.5.	Słupy .....	7
5.2.6.	Belki podsuwnicowe .....	7
5.3.	Estakada .....	8
5.3.1.	Belki podsuwnicowe .....	8
5.3.2.	Słupy .....	8
5.3.3.	Stężenia .....	8
6.	Obliczenia statyczno wytrzymałościowe hal .....	8
6.1.	Wybór elementów do obliczeń .....	8
6.2.	Obliczenia wiązarów dachowych w halach 2 poprzecznych 12,0 x 24,0 m rozstawionych co 3,0 m .....	9
	<i>Schemat wiązara</i> .....	9
	<i>Obciążenia dachu hali</i> .....	9
6.3.	Obliczenia sił w prętach .....	10
6.4.	Obliczenia statyczno wytrzymałościowe wiązarów dachowych w hali 1 o rozpiętości 15 m rozstawionych co 6,0 m .....	11
	<i>Obciążenia dachu hali</i> .....	11
6.5.	Obliczenia sił w prętach .....	13
6.6.	Belka podsuwnicowa hali 1 .....	13
6.7.	Belka podsuwnicowa hali 2 .....	13
7.	Analiza stanu technicznego hal i zalecenia .....	14
7.1.	Konstrukcja stalowa Hal 2 .....	14
7.2.	Konstrukcja stalowa Hali 1 .....	14
7.3.	Dach hali .....	15
7.4.	Ściany zewnętrzne i okna .....	15
7.5.	Belki podsuwnicowe .....	15
7.6.	Podłoga i urządzenia znajdujące się pod podłogą .....	15
7.7.	Budynek biurowy .....	16
8.	Wnioski .....	16



## 1. Przedmiot i cel opracowania

Przedmiotem opracowania są hale A, budynek administracyjny, estakada oraz podtorza jezdne suwnic obiektu usytuowanego w Pionkach przy ul. Przemysłowej 2.

Celem opracowania jest:

- ocena stanu technicznego hal A, budynku administracyjnego, estakady oraz podtorzy jezdnych suwnic,
- ocena przydatności budowlanej obiektów dla potrzeb adaptacji na laboratorium Zakładu NP,
- określenie zakresu prac budowlanych niezbędnych do adaptacji obiektów do planowanych warunków eksploatacji,
- określenie trwałości konstrukcji.

## 2. Podstawy opracowania

Opracowanie wykonano na podstawie:

- zlecenia Instytutu Techniki Budowlanej z dnia 22.02. 2006r znak TI/JP/044/06.
- umowy z dnia zawartej pomiędzy Dyr. T a Zakładem NW,
- częściowej dokumentacji budowlanej obiektów opracowanej przez Biuro Projektów Przemysłu Organicznego 00-926 Warszawa ul. Żurawia 6-12, 1971 r.
- Koncepcji zagospodarowania obiektu I, skala 1:250, opracowanej przez Zakład NP ITB (dokument nie podpisany);
- Opracowania geodezyjnego obiektu;
- Opracowania pt.: "Sprawozdanie z wykonania inwentaryzacji hali w Pionkach przy ul. Przemysłowej 2" wykonanego przez firmę Roboty Ogólnobudowlane , Specjalistyczno Wysokościowe, Montażowe, Teleenergetyczne inż Bohdan Zagórowski.

## 3. Zakres opracowania

Opracowanie obejmuje:

- Inwentaryzację konstrukcji hal 1 i hali 2 oraz podtorzy suwnic, łączników usytuowanych w hali 2, estakady usytuowanej po południowej stronie hali A i budynku administracyjnego usytuowanego po północnej stronie hali A.
- Obliczenia statycznie wytrzymałościowe elementów konstrukcyjnych hal, budynku administracyjnego, estakady i belek podsuwnicowych w zakresie koniecznym do opracowania ekspertyzy.
- Analizę stanu technicznego konstrukcji.
- Ocenę trwałości obiektów.
- Opracowanie wniosków i zaleceń niezbędnych do wykonania adaptacji obiektów.





## **4. Opis konstrukcji obiektów**

### **4.1. Hale 2**

Usytuowanie hal podano na rysunku 4-1. Szczegółowe wymiary konstrukcji i elementów stalowych budynków przedstawiono w opracowaniu wymienionym w p. 2.f. Hale wykonano w konstrukcji stalowej. Konstrukcję nośną hal stanowi stalowy szkielet. Fundamenty żelbetowe zaprojektowano dla podłoża gruntowego o wytrzymałości  $2,0 \text{ kG/cm}^2$  na głębokości 2,1 m, na warstwie chudego betonu. Pod ścianami zaprojektowano żelbetowe belki podwalinowe opierające się na stopach fundamentowych. Hale mają wymiary: rozpiętość 12,0 m, długość 30,0 m, wysokość 11,0 m. Hale posiadają świetliki podłużne o szerokości 3,0 m i wysokości 2,0 m.

Ściany zewnętrzne hal wykonano z płyt prefabrykowanych ocieplonych gazobetonem typu KB1-31.3/1(7)-69, ścian ceglanych i powierzchni okien o konstrukcji stalowej. Ściany wewnętrzne, między halami, wykonano jako ceglane o grubości 0,25 m jako samonośne, z cegły pełnej kl 100.

Podłoga wykonana na gruncie z następujących warstw: piasek ubijany grubości 0,20 m, beton B10 grubości 0,20 m, posadzka na pogrubionym podkładzie z lastriko. Podłoga hal jest nie ocieplona. Pod podłogami hal znajdują się liczne kanały wentylacyjne, instalacji wodnych i kanały technologiczne.

Dach budynku został oparty na dźwigarach stalowych kratowych o rozpiętości 12,0 m i wysokości 1,20 m w rozstawie co 3,0 m. Na dachu zaprojektowano następujące warstwy: dwie warstwy papy na lepiku, płyty pilśniowe twarde na lepiku grubości 0,05 m, styropian grubości 0,04 m, warstwa wyrównawcza grubości 0,015 m, płyty korytkowe typu w/g Kb1-31.3(6)-69 gr. 0,01 m. W taki sam sposób wykonano pokrycie świetlika.

W halach są suwnice o nośności 8 ton.

### **4.3. Łączniki w Hali 2**

Usytuowanie łączników podano na rys 4-1. Łączniki wykonano w konstrukcji stalowej. Konstrukcję nośną hal stanowi stalowy szkielet. Fundamenty żelbetowe zaprojektowano dla podłoża gruntowego o wytrzymałości  $2,0 \text{ kG/cm}^2$  na głębokości 2,1 m, na warstwie chudego betonu. Pod ścianami zaprojektowano żelbetowe belki podwalinowe opierające się na stopach fundamentowych. Łączniki mają wymiary: szerokość 6,0 m, długość 30,0 m, wysokość 11,0 m. Łączniki są 1 nawowe.

Ściany zewnętrzne łączników wykonano z płyt prefabrykowanych ocieplonych gazobetonem typu KB1-31.3/1(7)-69, ścian ceglanych i powierzchni okien o konstrukcji stalowej. Ściany wewnętrzne, między



halami, wykonano jako ceglane o grubości 0,25 m jako samonośne, z cegły pełnej kl 100.

Łącznik usytuowany w osiach 1-2 jest podzielony stropami usytuowanymi na poziomie 4,20 m i 6,60 m. Strop dolny został wykonany z płyt stropowych typu II o wysokości 0,4 m KB1:31.5.1(5)-70. Strop górny został wykonany z płyt żelbetowej na belkach stalowych I 360.

Łącznik w osiach 5-6 jest podzielony stropem usytuowanym na poziomie 5,40 m. Strop został wykonany z płyt stropowych typu II o wysokości 0,4 m KB1:31.5.1(5)-70. Na strop prowadzi klatka schodowa stalowa.

#### **4.4. Hala 1**

Usytuowanie hali 2 podano na rys 4-1. Hale wykonano w konstrukcji stalowej. Konstrukcję nośną hal stanowi stalowy szkielet. Fundamenty żelbetowe zaprojektowano dla podłoża gruntowego o wytrzymałości 2,0 kG/cm<sup>2</sup> na głębokości 2,1 m, na warstwie chudego betonu. Pod ścianami zaprojektowano żelbetowe podwalinowe opierające się na stopach fundamentowych. Hale mają wymiary: szerokość 12,0 m, długość 78,0 m, wysokość 11,0 m. Hala jest 2 nawowa o szerokości naw 12,0 i 6,0 m. Nawa szersza posiada świetliki podłużne o szerokości 3,0 m i wysokości 2,0 m.

Ściany zewnętrzne hal wykonano z płyt prefabrykowanych ocieplonych gazobetonem typu KB1-31.3/1(7)-69. Ściany wewnętrzne, między halami, wykonano jako ceglane o grubości 0,25 m jako samonośne, z cegły pełnej kl 100.

Podłoga wykonana na gruncie z następujących warstw: piasek ubijany grubości 0,20 m, beton B10 grubości 0,20 m, posadzka na pogrubionym podkładzie z lastriko. Podłoga hal jest nie ocieplona.

Dach budynku został oparty na dźwigarach stalowych kratowych o rozpiętości 12,0 m i rozstawie co 6,0 m. Na dachu zaprojektowano następujące warstwy: dwie warstwy papy na lepiku, płyty pilśniowe twarde na lepiku grubości 0,05 m, styropian grubości 0,04 m, warstwa wyrównawcza grubości 0,015 m, płyty korytkowe typu w/g Kb1-31.3(6)-69 gr. 0,01 m. W taki sam sposób wykonano pokrycie świetlika.

#### **4.5. Budynek biurowy**

Budynek 2 kondygnacyjny nie podpiwniczony, o konstrukcji murowanej. Stropy żelbetowe prefabrykowane, stropodach z płyt dachowych prefabrykowanych. Budynek ma 1,5 traktu, pokoje o głębokości 4,0 m i korytarz o szerokości 2,0 m. Wymiary w planie budynku wynoszą długość 102,0 m szerokość 6,0 m.



## **5. Inwentaryzacja hal wykonana w 2006 roku**

### **5.1. Uwagi ogólne**

W 2006 roku przeprowadzono inwentaryzację hal. Przeprowadzono badania dachów, przekrycia i wiązarów dachowych, słupów stalowych, belek podsuwnicowych i ścian hal.

### **5.2. Inwentaryzacja konstrukcyjna Hal**

#### *5.2.1. Ściany zewnętrzne hal*

Cokół ściany zewnętrznej i wykonano z muru z cegły klinkierowej lub z bloczków z gazobetonu. Ściana wschodnia, szczytowa wykonana została z bloczków z gazobetonu. Mury są w wielu miejscach uszkodzone szczególnie u dołu, widok uszkodzeń przedstawiono na rysunkach:

ściana południowa rysunki nr 1; 2; 3 i 4;

ściana zachodnia szczytowa rys. nr 5;

ściana północna rys. nr 6;

ściana wschodnia szczytowa rysunki nr 7; 8; 9; i 10.

Część środkową ściany wykonano z płyt żelbetowych prefabrykowanych, ocieplonych. Płyty są samonośne, marki płyt są przyspawane do konstrukcji stalowej hali. Spoiny łączące płyty z konstrukcją stalową są w wielu miejscach osłabione, wskazują na to szczeliny pomiędzy elementami ściennymi. Uszkodzenia płyt przedstawiono na rysunkach nr 1-6.

Powyżej cokołu i ponad płytami płyt znajdują się pojedyncze okna stalowe. Ramy okien są miejscowo uszkodzone, oszklenie okien jest w bardzo złym stanie. Uszkodzenia okien przedstawiono na rysunkach nr 1-10.

Ściana szczytowa wschodnia została odspojona od słupów hali, szerokość rozwarcia rysy wynosi 3 do 10 mm. Przedstawiono to na rys. 8 i 9.

Ściany zewnętrzne budynku biurowego są w dostatecznym stanie. Okna są zniszczone. Widok ścian budynku biurowego przedstawiono na rysunku 6.

#### *5.2.2. Przekrycie i pokrycie dachu hal*

Warstwy na dachu hal zostały wykonane nie zgodnie z projektem. Wykonano dodatkowo dwie warstwy z zaprawy cementowej o grubości 4,0 i 3,0 cm. Na dachu przewidywano tylko warstwy izolacyjne bez warstw wyrównawczych z betonu.

Pokrycie dachu papą jest w zasadzie zniszczone a w wielu miejscach oderwane od płaszczyzny dachu przez wiatr. Obróbki blacharskie oraz instalacja odprowadzająca wodę z dachu są zniszczone. Kanały i rynny odprowadzające wodę są niedrożne. W wielu miejscach, a szczególnie w przykoszach odprowadzających wodę z dachu, woda przecieka do wewnątrz hal.

Szczegóły stanu pokrycia dachu, obróbkę blacharskich, kanałów odprowadzających wodę i rynien przedstawiono na rysunkach: 11-17.

#### *5.2.3. Konstrukcja stalowa dachu Hali 2 o rozpiętości 11,2m i rozstawie wiązarów co 3,0 m w halach poprzecznych*

Stwierdzono korozję wiązarów dachowych i stężeń, w wielu miejscach korozję wżerową. Konstrukcja stalowa dachu została wykonana niestarannie. Wiele połączeń wykonano nie zgodnie ze sztuką budowlaną. Wiązary dachowe zostały oparte na podciągach z belki stalowej 2 teowej bez wykształcenia węzła podporowego (rys. 18). Jeden wiązar ma odkształcony pas dolny. Kilka stężeń jest trwale odkształconych.

#### *5.2.4. Konstrukcja stalowa dachu Hali 1 o rozpiętości 14m i rozstawie wiązarów co 6,0 m w hali podłużnej*

Stwierdzono korozję wiązarów dachowych i stężeń, w wielu miejscach korozję wżerową. Stężenia hali zostały wykonane niestarannie. Patrz rysunki 20-23. Kilka stężeń pionowych hali w osi bram wjazdowych zostało trwale odkształcone. Odkształcenia dochodzą do 5cm. Stężenia pionowe przy ścianie szczytowej (wschodniej) są źle wykonane i nie napięte śrubami. Ściagi stanowiące stężenia z pręta o średnicy 30mm zostały połączone spoinami pachwinowymi na obwodzie pręta. Dwa ściagi pękły. Szczegóły tych stężeń przedstawiono na rysunkach rysunki 24-27.

Odprowadzenie wody z dachu jest usytuowane nad co 2 oparciem wiązarów na słupie środkowym. Zniszczenie koszy odpływowych i ich uszczelnienia z pokryciem dachu spowodowało przenikanie wody opadowej do wnętrza hali i zalewanie oparcia wiązarów na słupach, a w konsekwencji korozję konstrukcji stalowej (rysunki 28-38).

#### *5.2.5. Słupy*

Słupy zostały zabetonowane w podłodze do poziomu około 0,4m nad zamocowaniem słupa w fundamencie. Spowodowało to powstanie oddziaływania dźwigni przy obciążaniu słupa siłami poziomymi i momentem. Potwierdzają to widoczne na rysunku 39 rysy w podłodze skierowane skośnie od krawędzi konstrukcji słupa. Rysy te są widoczne przy wielu słupach.

#### *5.2.6. Belki podsuwnicowe*

Podparcie belek podsuwnicowych na słupach zostało zaprojektowane i wykonane nieprawidłowo. Belki zostały zaprojektowane jako jednoprzęsłowe o podporach nieprzesuwnych. Belki są oparte na głowicy słupa bez wykształcenia podpory. Śruby łączące końce belek i podpory belek ze słupem są niedokręcone, łączą elementy jako ściagi i mogą przenosić tylko siły rozciągające. Tor podsuwnicowy został wykonany z szyn kolejowych o wysokości 0,15m, powoduje to skręcanie belki podsuwnicowej momentem 210,0 kNm przy suwnicy o nośności 8,0t i 270,0 kNm przy suwnicy o nośności 12,5t. Klipy oporowe na końcach torów zostały wykonane nie na wszystkich belkach podsuwnicowych.



Widok podparcia belek podsuwnicowych przedstawiono na rysunkach 40-44.

### **5.3. Estakada**

#### *5.3.1. Belki podsuwnicowe*

Podparcie belek podsuwnicowych na słupach zostało zaprojektowane i wykonane nieprawidłowo. Belki zostały zaprojektowane jako jednoprzęsłowe o podporach nieprzesuwnych. Belki są oparte na głowicy słupa bez wykształcenia podpory. Śruby łączące końce belek i podpory belek ze słupem są dokręcone bez przekładek (50% połączeń), łączą elementy jako ściągi i mogą przenosić tylko siły rozciągające. Tor podsuwnicowy został wykonany z szyn kolejowych o wysokości 0,15m, powoduje to skręcanie belki podsuwnicowej momentem 270,0 kNm przy suwnicy o nośności 12,5t. Zabezpieczono pas górny belki podsuwnicowej przed zginaniem poziomym i skręcaniem pomostem, jednak pomost nie stanowi jednolitej konstrukcji z belką podsuwnicową i konstrukcyjnie nie może być usztywnieniem pasa górnego. W dylatacji toru podsuwnicowego nie wykonano styku szyny. Styk szyn wykonano w innym miejscu i nie został on zabezpieczony połączeniem szyny z łubkami i śrubami. Widok podparcia belek podsuwnicowych przedstawiono na rysunkach 45-49.

#### *5.3.2. Słupy*

Słupy są uszkodzone mechanicznie, w kilku miejscach stwierdzono uszkodzenia pasów i krzyżulców słupów, a nawet zerwania krzyżulców. Słupy są uszkodzone korozją wżerową i bez pełnego oczyszczenia pomalowane na tak skorodowane powierzchnie. Podstawy słupów są całkowicie zniszczone przez korozję. Korozja występuje nad betonem fundamentu słupa. Duże uszkodzenia działaniem korozji stwierdzono w miejscach oparcia belek podsuwnicowych na słupach. Widok uszkodzeń słupów przedstawiono na rysunkach 50-53.

#### *5.3.3. Stężenia*

Stężenia estakady są uszkodzone działaniem korozji i w kilku miejscach odkształcone lub zerwane. Widok uszkodzeń stężeń przedstawiono na rysunkach 54-59.

## **6. Obliczenia statyczno wytrzymałościowe hal**

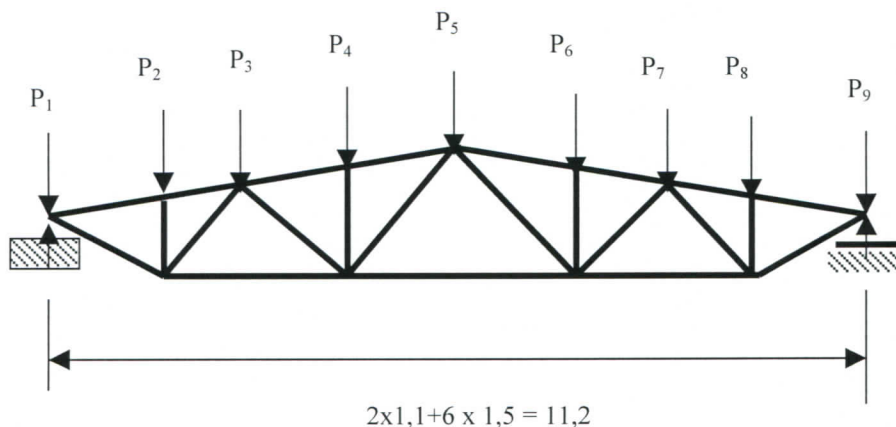
### **6.1. Wybór elementów do obliczeń**

Obliczenia wykonano dla elementów konstrukcji stalowej uszkodzonych, przeciążonych, niewłaściwie podpartych lub źle wykonanych. Dotyczy to w pierwszym rzędzie następujących elementów: wiązarów dachowych przeciążonych dodatkowymi warstwami wyrównawczymi z betonu i belek podsuwnicowych o niejasnym schemacie pracy i niewłaściwym podparciu.



## 6.2. Obliczenia wiązarów dachowych w halach 2 poprzecznych 12,0 x 24,0 m rozstawionych co 3,0 m

Schemat wiazara



Obciążenia dachu hali

	char.	współ.	obl.
papa na lepiku 3 w. 0,008*11=	0,09	1,3	0,12 kN/m <sup>2</sup>
zaprawa cementowa 0,04 m			
0,04 * 22 =	0,88	1,3	1,144 kN/m <sup>2</sup>
styropian na lepiku			
0,04*0,45+0,005*11=	0,07	1,3	0,10 kN/m <sup>2</sup>
warstwa wyrównawcza			
0,03*22 =	0,66	1,3	0,86 kN/m <sup>2</sup>
płyty dachowe żebrowe			
o wysokości 0,1m	1,00	1,1	1,10 kN/m <sup>2</sup>
<b>Razem</b>	<b>2,70</b>		<b>3,32 kN/m<sup>2</sup></b>
ciężar wiazara	0,50	1,1	0,60 kN/m
śnieg	0,56	1,4	0,78 kN/m <sup>2</sup>
śnieg w workach	1,5*0,56	0,84	1,18

kN/m<sup>2</sup>

Obciążenie skupione stałe na węzły wiazara

$$P_1 = P_9 = 3,32 * 0,5 * 1,1 * 3,0 + 0,6 * 0,5 * 1,1 = 5,48 + 0,33 = 5,81 \text{ kN}$$

$$P_2 = P_3 = P_7 = P_8 = 3,32 * 1,5 * 3,0 + 0,6 * 1,5 = 14,94 + 0,90 = 15,84 \text{ kN}$$

$$P_4 = P_6 = 3,32 * 0,5 * 1,5 * 3,0 + 0,6 * 1,5 = 7,47 + 0,90 = 8,37 \text{ kN}$$

$$P_5 = 0,6 * 1,5 = 0,90 \text{ kN}$$

Obciążenie skupione od obciążenia śniegiem na węzły wiazara

$$P_1 = P_9 = 0,78 * 0,5 * 1,1 * 3,0 = 1,29 \text{ kN}$$

$$P_2 = P_8 = 0,78 * 1,5 * 3,0 = 3,51 \text{ kN}$$

$$P_3 = P_7 = 0,78 * 1,5 * 3,0 + 1,18 * 0,5 * 1,5 * 3,0 = 3,51 + 2,66 = 6,17 \text{ kN}$$

$$P_4 = P_6 = 0,78 * 0,5 * 1,5 * 3,0 + 1,18 * 0,5 * 1,5 * 3,0 = 1,76 + 2,66 = 4,42 \text{ kN}$$

### Ciężar świetlika

	char.	współ.	obl.
papa na lepiku 3 w. $0,008 \cdot 11 =$	0,09	1,3	$0,12 \text{ kN/m}^2$
zaprawa cementowa 0,04 m $0,04 \cdot 22 =$	0,88	1,3	$1,144 \text{ kN/m}^2$
styropian na lepiku $0,04 \cdot 0,45 + 0,005 \cdot 11 =$	0,07	1,3	$0,10 \text{ kN/m}^2$
warstwa wyrównawcza $0,03 \cdot 22 =$	0,66	1,3	$0,86 \text{ kN/m}^2$
plyty dachowe żebrowe o wysokości 0,1m	1,00	1,1	$1,10 \text{ kN/m}^2$
<b>Razem</b>	<b>2,70</b>		<b><math>3,32 \text{ kN/m}^2</math></b>
konstrukcja stalowa świetlika	0,50	1,1	$0,55 \text{ kN/m}$
ściana i wieniec $0,7 \cdot 1,00 \cdot 3,0 =$	2,1	1,3	$2,73 \text{ kN}$
okno $0,5 \cdot 3,0 =$	1,50	1,3	$1,95 \text{ kN}$
śnieg	0,56	1,4	$0,78 \text{ kN/m}^2$

Siły skupione na węzły od świetlika

$$P_4 = P_6 = 3,32 \cdot 1,7 \cdot 3,0 + 0,55 \cdot 1,5 + 2,73 + 1,95 = 16,93 + 0,77 + 4,68 = 22,38 \text{ kN}$$

Siły skupione na węzły od śniegu

$$P_4 = P_6 = 0,78 \cdot 1,7 \cdot 3,0 = 3,51 \text{ kN}$$

Obciążenie równomierne na węzły kraty wiazara od obciążenia stałego, śniegu i świetlika

$$P_1 = P_9 = 5,81 + 1,29 = 7,1 \text{ kN}$$

$$P_2 = P_8 = 15,84 + 3,51 = 19,35 \text{ kN}$$

$$P_3 = P_7 = 15,84 + 6,17 = 22,01 \text{ kN}$$

$$P_4 = P_6 = 8,37 + 4,42 + 22,38 + 3,51 = 38,68 \text{ kN}$$

$$P_5 = 0,9 \text{ kN}$$

Obciążenie nierównomierne na węzły kraty wiazara od obciążenia stałego, śniegu i świetlika

$$P_1 = 5,81 + 1,29 = 7,1 \text{ kN}$$

$$P_2 = 15,84 + 3,51 = 19,35 \text{ kN}$$

$$P_3 = 15,84 + 6,17 = 22,01 \text{ kN}$$

$$P_4 = 8,37 + 4,42 + 22,38 + 3,51 = 38,68 \text{ kN}$$

$$P_5 = 0,9 \text{ kN}$$

$$P_6 = 5,81 + 22,38 = 28,19 \text{ kN}$$

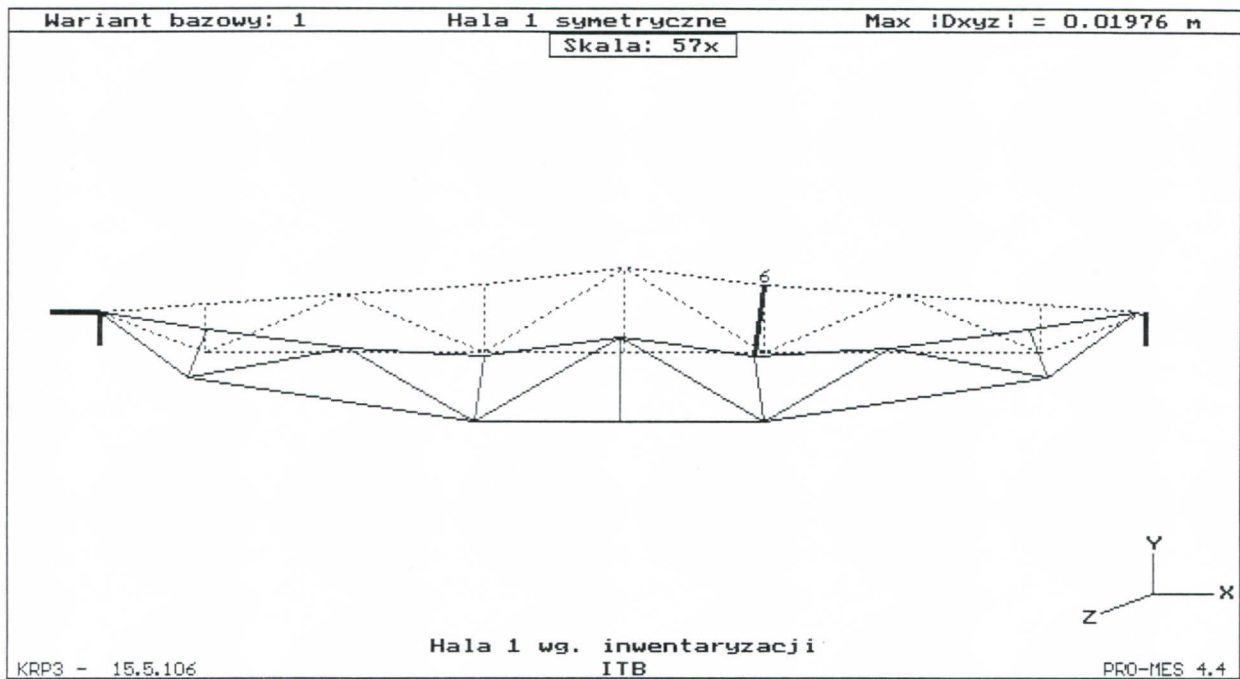
$$P_7 = 15,84 \text{ kN}$$

$$P_8 = 15,84 \text{ kN}$$

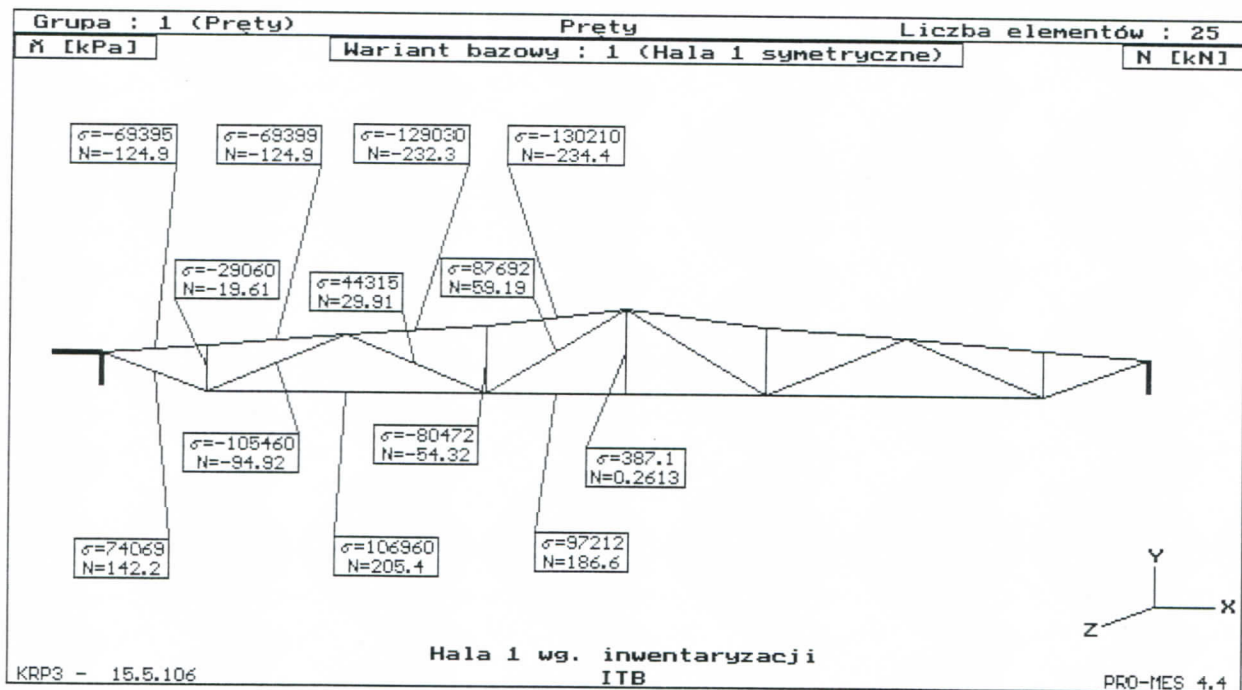
$$P_9 = 5,81 \text{ kN}$$

### 6.3. Obliczenia sił w prętach

Obliczenia wykonano programem PRO-MES 4.3. dla kraty płaskiej. Ugięcie pod maksymalnym obciążeniem wynosi 0,02 m, zestawienie sił wewnętrznych i naprężeń w prętach pod obciążeniem symetrycznym i niesymetrycznym podano na rysunkach 6-1 i 6-2. Naprężenia w prętach

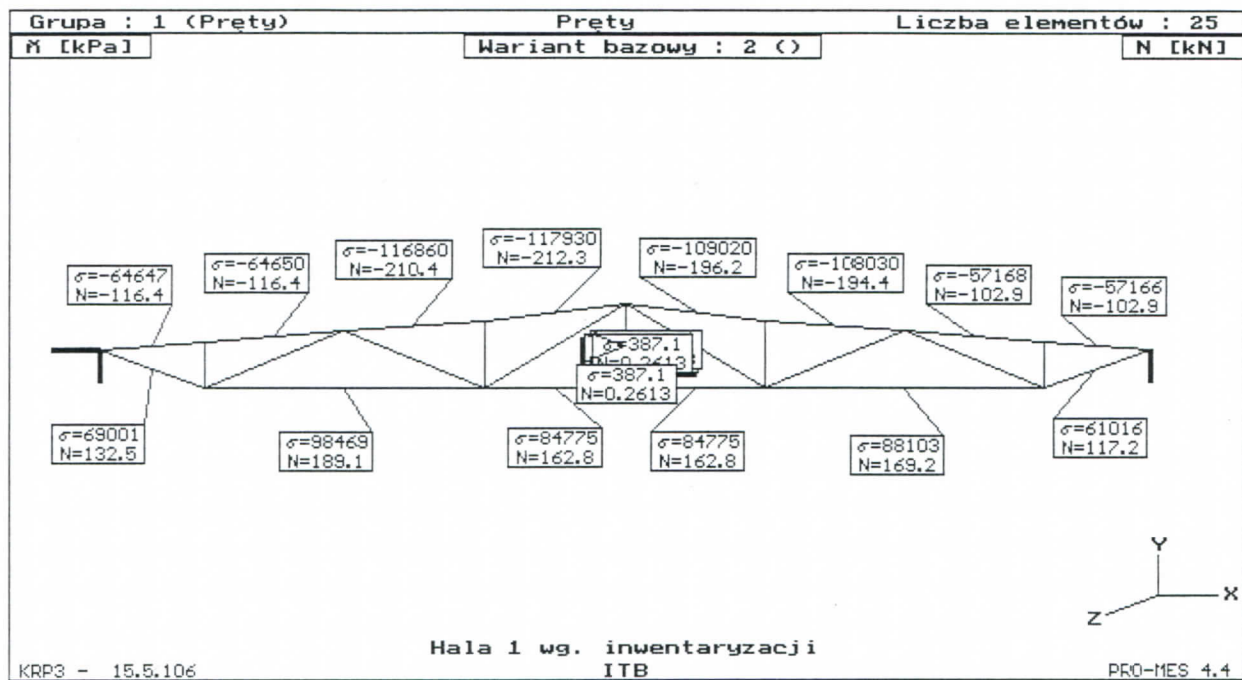


Rys. 6-1a Hala 2. Ugięcie wiązara pod obciążeniem trwałym i zmiennym.

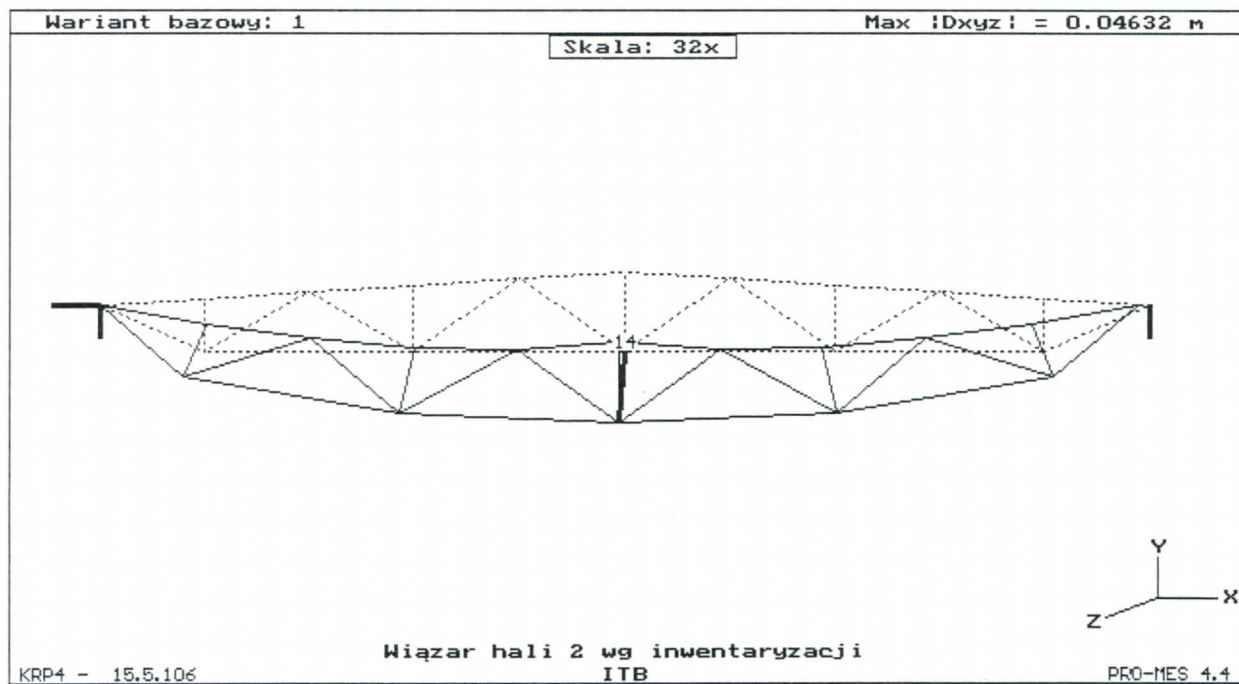


Rys. 6-1 Hala 2. Siły i naprężenia w prętach wiązara pod obciążeniem symetrycznym trwałym i zmiennym.

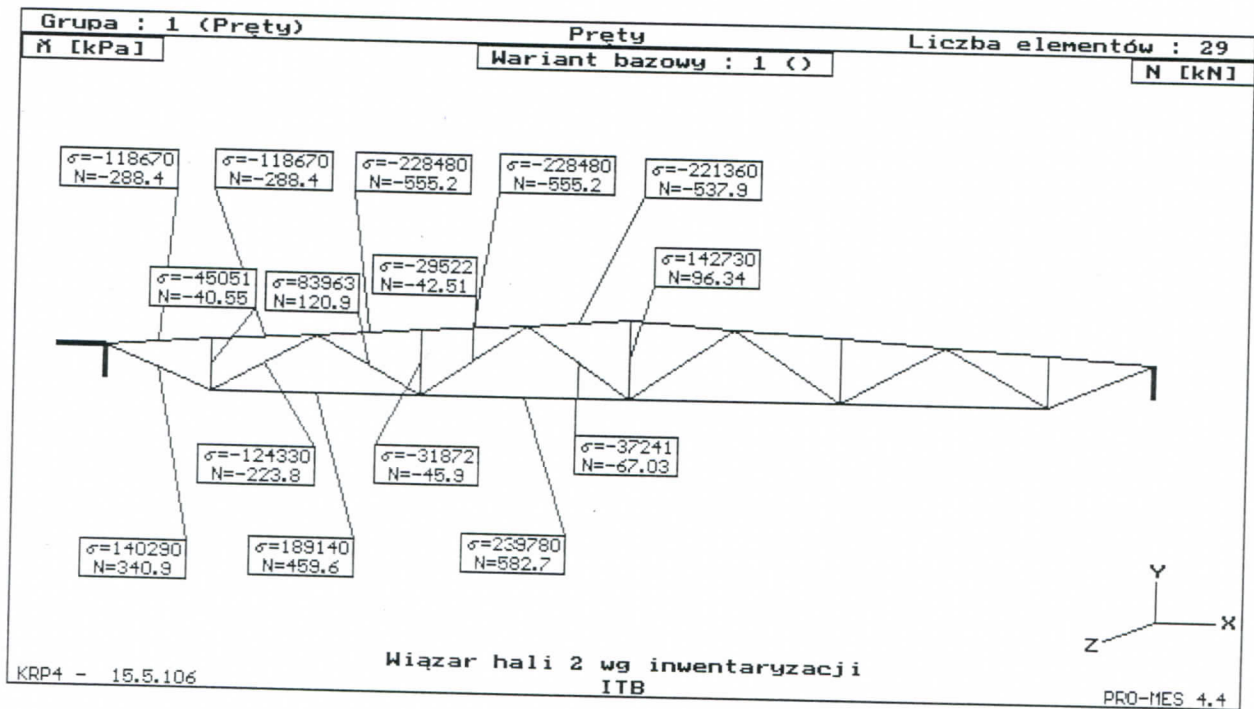




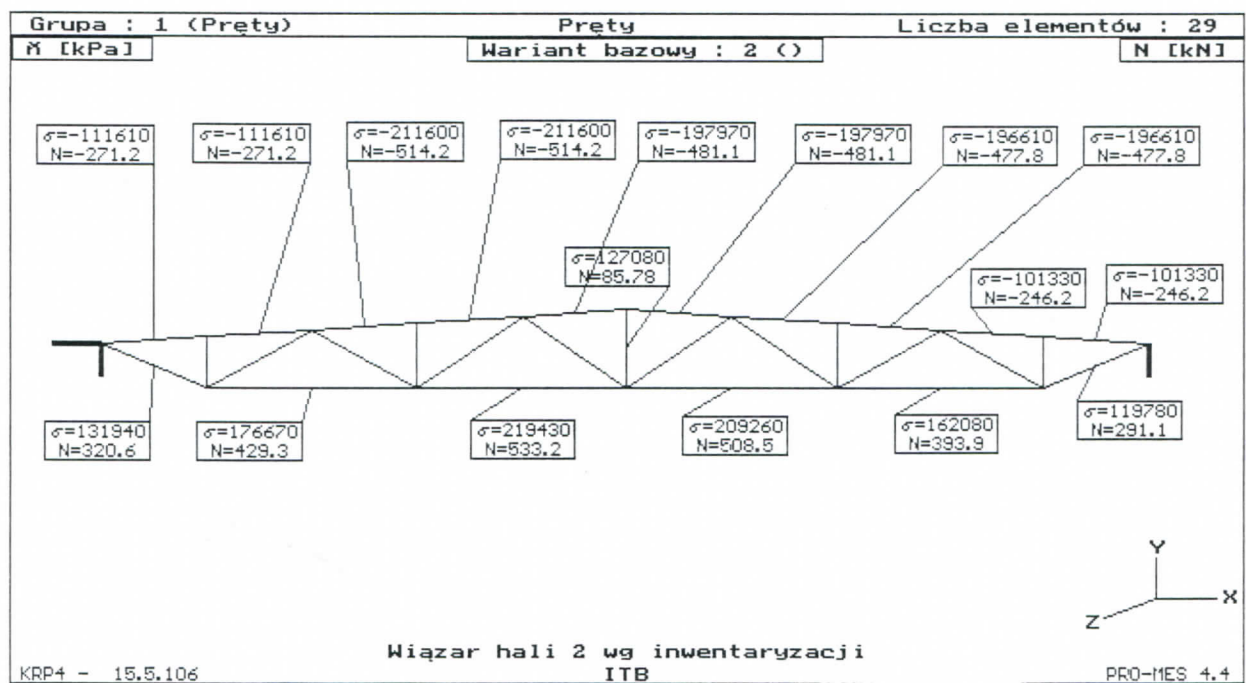
Rys. 6-2 Hala 2. Siły i naprężenia w prętach wiażara pod obciążeniem niesymetrycznym trwałym i zmiennym.



Rys. 6-3a Hala 1. Ugięcie wiażara pod obciążeniem trwałym i zmiennym.



Rys. 6-3b Hala 1. Siły i naprężenia w prętach wiażara pod obciążeniem symetrycznym trwałym i zmiennym.

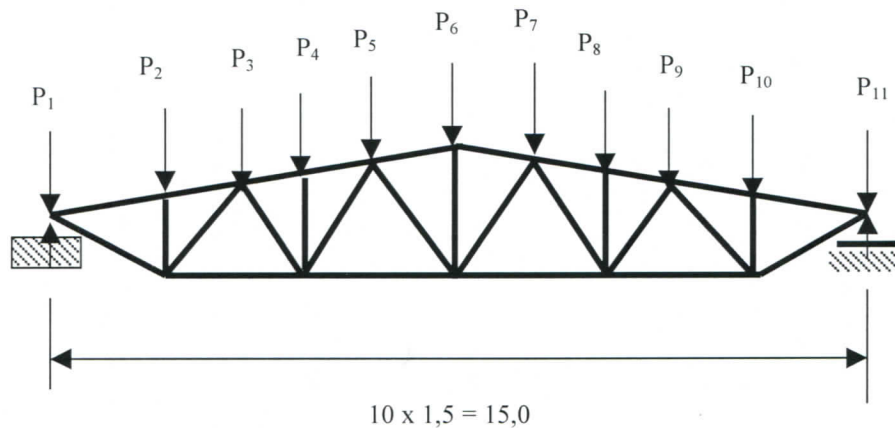


Rys. 6-4 Hala 1. Siły i naprężenia w prętach wiażara pod obciążeniem niesymetrycznym trwałym i zmiennym.

rozciąganych wynoszą od 74,0 do 107,0 MPa, naprężenia prętów ściskanych wynoszą od 69,4 do 130,2 MPa.

#### 6.4. Obliczenia statyczno wytrzymałościowe więzarów dachowych w hali 1 o rozpiętości 15 m rozstawionych co 6,0 m

Schemat więzara



#### Obciążenia dachu hali

	char.	współ.	obl.
papa na lepiku 3 w. 0,008*11=	0,09	1,3	0,12 kN/m <sup>2</sup>
zaprawa cementowa 0,04 m			
0,04 * 22 =	0,88	1,3	1,144 kN/m <sup>2</sup>
styropian na lepiku			
0,04*0,45+0,005*11=	0,07	1,3	0,10 kN/m <sup>2</sup>
warstwa wyrównawcza			
0,03*22 =	0,66	1,3	0,86 kN/m <sup>2</sup>
płyty dachowe żebrowe			
o wysokości 0,1m	1,00	1,1	1,10 kN/m <sup>2</sup>
<b>Razem</b>	<b>2,70</b>		<b>3,32 kN/m<sup>2</sup></b>
ciężar więzara	2,00	1,1	2,20 kN/m
śnieg	0,56	1,4	0,78 kN/m <sup>2</sup>
śnieg w workach	1,5*0,56	0,84	1,18

Obciążenie skupione stałe na węzły więzara

$$P_1 = P_{11} = 3,32 * 0,5 * 1,5 * 6,0 + 2,2 * 0,5 * 1,5 = 14,94 + 1,65 = 16,6 \text{ kN}$$

$$P_2 = P_3 = P_4 = P_8 = P_9 = P_{10} = 3,32 * 1,5 * 6,0 + 2,2 * 1,5 = 29,88 + 3,3 = 33,2 \text{ kN}$$

$$P_5 = P_7 = 3,32 * 0,5 * 1,5 * 6,0 + 2,2 * 1,5 = 14,94 + 3,3 = 18,24 \text{ kN}$$

$$P_6 = 2,2 * 1,5 = 3,3 \text{ kN}$$

Obciążenie skupione od obciążenia śniegiem na węzły więzara

$$P_1 = P_{11} = 0,78 * 0,5 * 1,5 * 6,0 = 3,51 \text{ kN}$$

$$P_2 = P_3 = P_9 = P_{10} = 0,78 * 1,5 * 6,0 = 7,02 \text{ kN}$$



$$P_4 = P_8 = 0,78 \cdot 1,5 \cdot 6,0 + 1,18 \cdot 0,5 \cdot 1,5 \cdot 6,0 = 7,02 + 5,31 = 12,33 \text{ kN}$$

$$P_5 = P_7 = 0,78 \cdot 0,5 \cdot 1,5 \cdot 6,0 + 1,18 \cdot 0,5 \cdot 1,5 \cdot 6,0 = 3,51 + 5,31 = 8,82 \text{ kN}$$

*Ciążar świetlika*

	char.	współ.	obl.
papa na lepiku 3 w. $0,008 \cdot 11 =$	0,09	1,3	0,12 kN/m <sup>2</sup>
zaprawa cementowa 0,04 m $0,04 \cdot 22 =$	0,88	1,3	1,144 kN/m <sup>2</sup>
styropian na lepiku $0,04 \cdot 0,45 + 0,005 \cdot 11 =$	0,07	1,3	0,10 kN/m <sup>2</sup>
warstwa wyrównawcza $0,03 \cdot 22 =$	0,66	1,3	0,86 kN/m <sup>2</sup>
plyty dachowe żebrowe o wysokości 0,1m	1,00	1,1	1,10 kN/m <sup>2</sup>
<b>Razem</b>	<b>2,70</b>		<b>3,32 kN/m<sup>2</sup></b>
konstrukcja stalowa świetlika	0,50	1,1	0,55 kN/m
ściana i wieniec $0,7 \cdot 1,00 \cdot 6,0 =$	4,2	1,3	5,46 kN
okno $0,5 \cdot 6,0 =$	3,0	1,3	3,9 kN
śnieg	0,56	1,4	0,78 kN/m <sup>2</sup>

Siły skupione na węzły od świetlika

$$P_5 = P_7 = 3,32 \cdot 1,7 \cdot 6,0 + 0,55 \cdot 1,5 + 5,46 + 3,9 = 33,86 + 0,77 + 9,36 = 44,0 \text{ kN}$$

Siły skupione na węzły od obciążenia śniegiem

$$P_5 = P_7 = 0,78 \cdot 1,7 \cdot 6,0 = 7,96 \text{ kN}$$

Obciążenie równomierne na węzły kraty więzara od obciążenia stałego, śniegu i świetlika

$$P_1 = P_{11} = 16,6 + 3,51 = 20,11 \text{ kN}$$

$$P_2 = P_3 = P_9 = P_{10}$$

$$= 33,2 + 7,02 = 40,22 \text{ kN}$$

$$P_5 = P_7 = 18,24 + 8,82 + 44,0 + 7,96 = 79,02 \text{ kN}$$

$$P_4 = P_8 = 33,2 + 12,33 = 45,53 \text{ kN}$$

$$P_6 = 3,3 \text{ kN}$$

Obciążenie nierównomierne na węzły kraty więzara od obciążenia stałego, śniegu i świetlika

$$P_1 = 16,6 + 3,51 = 20,11 \text{ kN}$$

$$P_2 = 33,2 + 7,02 = 40,22 \text{ kN}$$

$$P_3 = 33,2 + 7,02 = 40,22 \text{ kN}$$

$$P_4 = 33,2 + 12,33 = 45,53 \text{ kN}$$

$$P_5 = 18,24 + 8,82 + 44,0 + 7,96 = 79,02 \text{ kN}$$

$$P_6 = 3,3 \text{ kN}$$

$$P_7 = 18,24 + 44,0 = 62,26 \text{ kN}$$

$$P_8 = 33,2 \text{ kN}$$

$$P_9 = 33,2 \text{ kN}$$

$$P_{10} = 33,2 \text{ kN}$$

$$P_{11} = 16,6 \text{ kN}$$

### 6.5. Obliczenia sił w prętach

Obliczenia wykonano programem PRO-MES 4.3. dla kraty płaskiej. Ugięcie pod maksymalnym obciążeniem wynosi 0,046 m, zestawienie sił wewnętrznych i naprężeń w prętach pod obciążeniem symetrycznym i niesymetrycznym podano na rysunkach 6-3 i 6-4. Naprężenia w prętach rozciąganych wynoszą od 140,0 do **240,0 MPa**, naprężenia prętów ściskanych wynoszą od 118,7 do **228,5 MPa** i są większe od obliczeniowych 210 MPa.

### 6.6. Belka podsuwnicowa hali 1

*Dane do obliczeń (według katalogu)*

Rozpiętość toru suwnicy	11,0 m
Rozstaw kół mostu suwnicy	4,1 m
Rozstaw kół wózka	1,3 m
Ciężar mostu	16,0 t
Ciężar wózka	4,3 t
Nośność suwnicy	8,0 t
Maksymalny nacisk na koło	8,0 t
Odległość haka od osi szyny	D1 = D2 = 1,1 m

Naciski na koła

$$2P_{\max} = 16 * 0,5 + (8,0 + 4,3) * 9,9 / 11 = 19t$$

$$P_{\max} = 9,5 t$$

$$2P_{\min} = 16 * 0,5 + (8,0 + 4,3) * 1,1 / 11 = 9,2t$$

$$P_{\min} = 4,6 t$$

Ciężar belki podsuwnicowej i toru

$$(0,3*0,02+0,6*0,01+0,18*0,01+0,085*0,01)* 7850 = 115 \text{ kg/m}$$

Szyna+podkładki 60kg/m

Belka wolno podparta

$$M = (0,6+1,15) 6,0^2 * 0,125 + 95 * 6 * 0,25 = 7,9+142,5=150,4 \text{ kNm}$$

$$R = (0,6+1,15)*6,0*0,5 + 95 + 95 (6,0-4,3)/6=5,25+95+26,9=127,2\text{kN}$$

$$J = 18*1*30,5^2 * 2 + 60^3 * 1 / 12 = 33490+18000=51490\text{cm}^4$$

$$W = 51490 / 31 = 1660\text{cm}^3$$

$$\sigma = 1,1*1,1*1504000 / 1660 = 109,6 \text{ MPa}$$

### 6.7. Belka podsuwnicowa hali 2

*Dane do obliczeń (według katalogu)*

Rozpiętość toru suwnicy	14,0 m
Rozstaw kół mostu suwnicy	4,1 m
Rozstaw kół wózka	1,3 m
Ciężar mostu	20,0 t
Ciężar wózka	5,0 t
Nośność suwnicy	12,5 t
Maksymalny nacisk na koło	12,5 t
Odległość haka od osi szyny	D1 = D2 = 1,1 m

Naciski na koła

$$2P_{\max} = 20 * 0,5 + (12,5 + 5,0) * 12,9 / 14 = 26,1t$$

$$P_{\max} = 13,05 t; H_{\max} = 13,05*0,1 = 1,3t$$

$$2P_{\min} = 20 * 0,5 + (12,5 + 5,0) * 1,1 / 14 = 11,4t$$

$$P_{\min} = 5,7 t$$

Ciężar belki podsuwnicowej i toru

$$(0,3*0,02+0,6*0,01+0,18*0,01+0,085*0,01)* 7850 = 115 \text{ kg/m}$$

Szyna+podkładki 60kg/m

Belka wolnopodparta

$$M = (0,6+1,15) 6,0^2 * 0,125 + 130,5 * 6 * 0,25 = 7,9+195,8=203,7 \text{ kNm}$$

$$R = (0,6+1,15)*6,0*0,5+ 130,5 + 130,5 (6,0-4,3)/6=$$

$$5,25+130,5+36,9 = 172,7\text{kN}$$

Obliczenie osi belki

$$S = 30*2*62 + 60*0,8*31 + 18*1* 0,5 = 3720 + 1488 + 9 = 5217\text{cm}^3$$

$$A = 30*2 + 60*0,8 + 18*1 = 126\text{cm}^2$$

$$y = 5217/126 = 41,4$$

$$J = 18*1*(1 - 41,4)^2 + 60^3 * 1/12 + 60*0,8* (31-41,4)^2 + 30*2(62-41,4)^2=$$

$$29378 + 18000 + 25461 = 72840\text{cm}^4$$

$$W_d=72840/41,4=1759\text{cm}^3$$

$$W_g=72840/(63-41,4) = 3372\text{cm}^3$$

Obliczenie naprężeń od obciążeń pionowych

$$\sigma_d = 1,1*1,1*2037000/1759 = 140,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_g = 1,1*1,1*2037000/3372 = 731 \text{ MPa}$$

Obliczenie naprężeń w miejscu podparcia belki

$$\sigma_g = 1,1*1,1*17270/0,8*18 = 145 \text{ MPa}$$

Obliczenie naprężeń od obciążeń poziomych

Obciążenie poziome

$$H_{\max} = 1,3t$$

$$M_{\text{poż}} = 13,0 * 6 * 0,25 = 19,5 \text{ kNm}$$

$$W = 30^2*2/6 = 300\text{cm}^2$$

$$\sigma = 1,1*1,1*195000/1759 = 78,7 \text{ MPa}$$

Naprężenia w belce podsuwnicowej od obciążenia pionowego i poziomego

$$\sigma_{\max} = 140,1+78,7 = \mathbf{218MPa} > \mathbf{210MPa}.$$

## 7. Analiza stanu technicznego hal i zalecenia

### 7.1. Konstrukcja stalowa Hal 2

Stan techniczny konstrukcji nośnej tych hal jest w zasadzie dostateczny. Należy je oczyścić z korozji, szczególnie w miejscach odprowadzenia wody z dachu, w tych miejscach niektóre elementy będą wymagały wzmocnienia.. Stężenie uszkodzone należy wymienić na nowe. Poziom podłogi należy obniżyć lub wykonać dylatacje oddzielając konstrukcją słupów od podłogi hali.

### 7.2. Konstrukcja stalowa Hali 1

Stan techniczny konstrukcji nośnej tej hali jest niedostateczny. Wiązary dachowe są przeciążone. Konstrukcja dachu wymaga odciążenia, usunięcia z połaci dachowej warstw wyrównawczych betonu. Konstrukcją stalową należy oczyścić z korozji, szczególnie w miejscach odprowadzenia wody z



dachu, w tych miejscach niektóre elementy będą wymagały wzmocnienia.. Stężenie uszkodzone należy wymienić na nowe. Poziom podłogi należy obniżyć lub wykonać dylatacje oddzielając konstrukcją słupów od podłogi hali.

### **7.3. Dach hali**

Pokrycie dachu i świetlików, obróbki blacharskie i wszystkie elementy znajdujące się na dachu hal zostały zniszczone. Wszystkie warstwy na dachu do powierzchni betonu płyt dachowych i płyt świetlików należy rozebrać. Płyty należy naprawić, szczególnie płyty narażone obecnie na bezpośrednie przeciekanie wody. Nowe warstwy izolacyjne i pokrycie dachu należy wykonać jako lekkie.

### **7.4. Ściany zewnętrzne i okna**

Ściany zewnętrzne i okna są starego typu zaprojektowane w innej technice budowlanej i przy innych wymaganiach ciepłno budowlanych budynku. W zasadzie poza cokołem i budynkiem biurowym wszystkie ściany i okna stalowe należało by rozebrać i wykonać na nowo. W przypadku wzrostu ciężaru ścian należy przeanalizować nośność podwalin.

### **7.5. Belki podsuwnicowe**

Belki podsuwnicowe we wszystkich halach i na estakadzie zostały zaprojektowane jako wolnopodparte, połączone w jedno podtorze śrubami. Połączenia łączące blachy czołowe belek i połączenia belek ze słupem zostały wykonane nieprawidłowo, z uwagi na złą konstrukcję tych węzłów i brak przekładek w styku elementów, śruby są niedokręcone i w wielu przypadkach pracują tylko na rozciąganie. Belki podsuwnicowe nie zostały zabezpieczone przed skręcanie na działania obciążeń poziomych w świetle pręseł toru podsuwnicowego. Belki zostały zamocowane do słupa tylko na podporach, a belka pozioma, w postaci poszerzonego górnego pasa blachownicy i użycia jako toru wysokich szyn kolejowych, nie zabezpiecza belki podsuwnicowej przed skręcaniem. Naprężenia obliczone bez skręcania w pasie górnym przy obciążeniu toru suwnicą o nośności 12,5t wynoszą 218 MPa i przekraczają naprężenia obliczeniowe. Wady projektu i wykonania wszystkich belek uniemożliwiają obecnie ich użytkowanie Belki należy zdemontować i przekonstruować lub wykonać nowe.

Estakada jest dodatkowo uszkodzona korozją wżerową. Przekroje elementów w dolnej części słupów i stężenia zostały zniszczone na skutek działania korozji oraz w wielu miejscach uszkodzone mechanicznie.

### **7.6. Podłoga i urządzenia znajdujące się pod podłogą**

Przestrzeń pod podłogą hali została wykorzystana do przeprowadzenia wielu kanałów i rurociągów o dużych wymiarach. Pod podłogą są usytuowane zbiorniki i silosy żelbetowe. W kilku miejscach, po zarwaniu się podłogi pomieszczenia podziemne zostały zabetonowane. Podłoże podłogi należało by oczyścić z wszelkich konstrukcji podziemnych aby móc w dowolny sposób zagospodarować nowe urządzenia.

### **7.7. Budynek biurowy**

Budynek biurowy jest w dostatecznym stanie. Konstrukcja budynku wymaga naprawy uszkodzeń i pęknięć, ocieplenia ścian, wymiany okien oraz naprawy dachu.

## **8. Wnioski**

8.1 Konstrukcja hal jest w złym stanie technicznym powstałym na skutek zniszczenia pokrycia dachu, przeciążenia dachu dodatkowymi warstwami wyrównawczymi, działaniem korozji, zabetonowaniem dolnej części słupów w podłodze, uszkodzeniem stężeń konstrukcji stalowej hali, wadami projektu i wykonania belek podsuwnicowych.

8.2 Obecnie hala nie nadaje się do użytkowania.

8.3 Użytkowanie hali, budynku biurowego i estakady będzie możliwe po jej naprawie według projektu technicznego adaptacji hali uwzględniającego zalecenia przedstawione w p. 7 niniejszego.



**KIEROWNIK**  
Zakładu Konstrukcji i Badań  
Wytrzymałościowych  
*doc. dr inż. Alfred Szczygielski*





Rys 1 Widok zewnętrznej ściany południowej przy ścianie szczytowej Hali 1. Widoczne odspojenie ściany szczytowej i rysy pomiędzy prefabrykowanymi płytami ściennymi.



Rys 2 Widok zewnętrznej ściany południowej Hali 1 . Widoczne rysy pomiędzy prefabrykowanymi płytami ściennymi.





Rys 3 Widok zewnętrznej ściany południowej w osiach 2-4 . Widoczne rysy pomiędzy prefabrykowanymi płytami ściennymi.



Rys 4 Widok zewnętrznej ściany południowej w osiach 1-5 . Widoczne rysy pomiędzy prefabrykowanymi płytami ściennymi.





Rys 5 Widok narożnika zewnętrznej ściany zachodniej i południowej w osi 1.



Rys 6 Widok zewnętrznej ściany północnej w osiach budynku biurowego.





Rys 7 Widok zewnętrznej ściany wschodniej, szczytowej, hali 1 i budynku biurowego. Widoczne odspojenie ściany szczytowej hali 1.



Rys 8 Widok zewnętrznej ściany wschodniej hali 1.





Rys 9 Widok zewnętrznej ściany wschodniej hali 1 i budynku biurowego. Widoczne odspojenie ściany szczytowej hali.



Rys 10 Widok od strony wewnętrznej ściany wschodniej hali 1. Widoczne przemarzanie ściany z gazobetonu.





Rys 11 Widok pokrycia dachu hali 1.



Rys 12 Widok pokrycia dachu hali 2 . Widoczne całkowite zniszczenie pokrycia dachu.



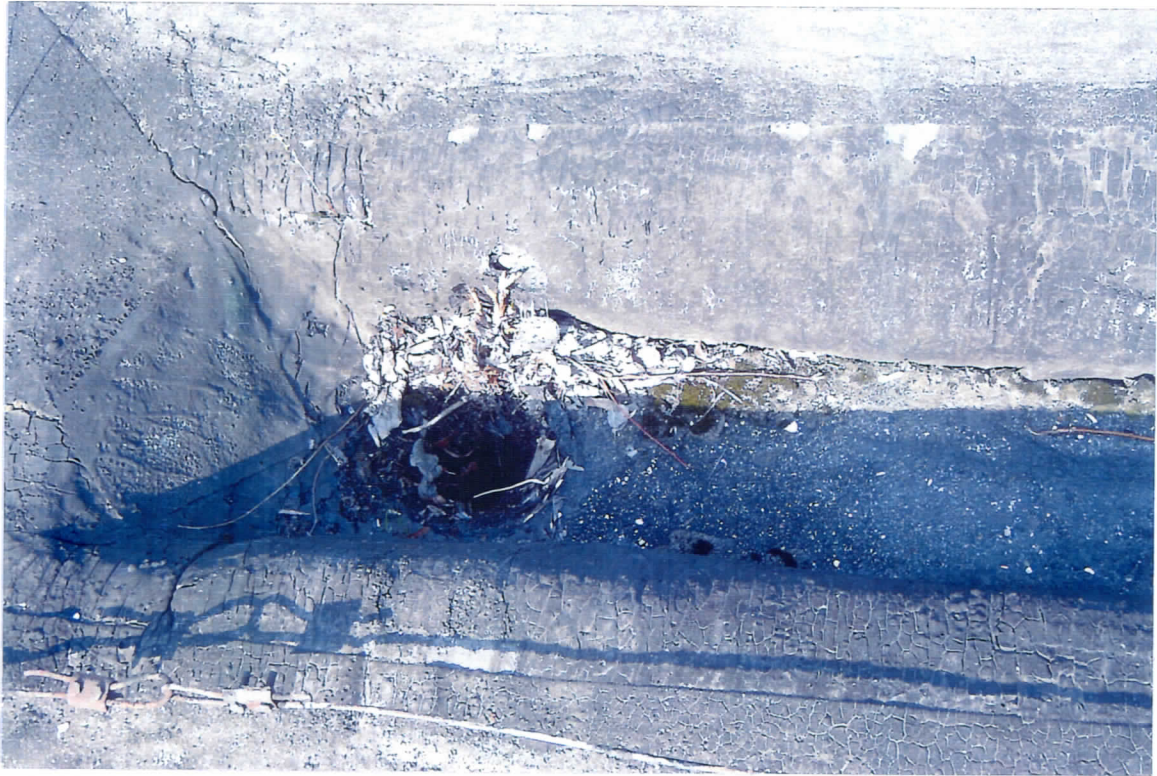


Rys 13 Widok pokrycia dachu hali 1. Widoczne zniszczenie pokrycia i koryta odprowadzającego wodę z dachu.



Rys 14 Widok uszkodzenia gzymsu ściany szczytowej.





Rys 15 Widok uszkodzenia kosza odprowadzającego wodę z dachu.



Rys 16 Widok uszkodzenia koryta odprowadzającego wodę z dachu.





Rys 17 Uszkodzenie pokrycia dachu przy krawędzi świetlika.

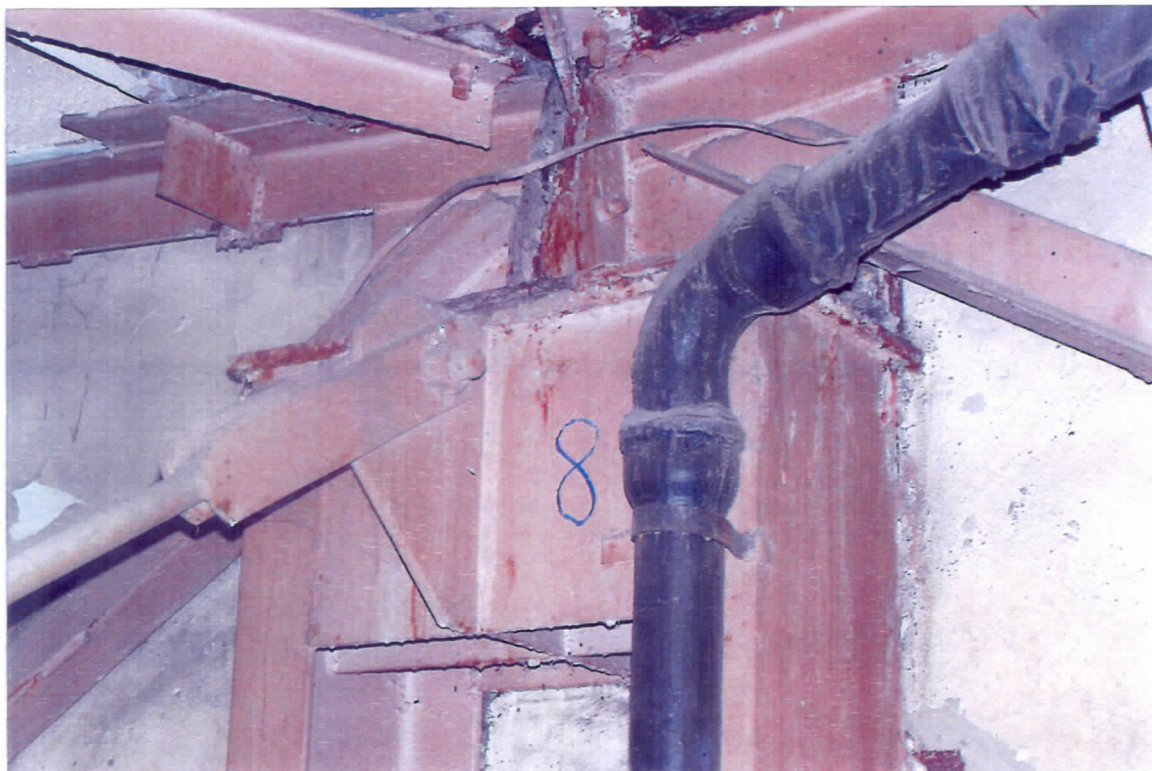


Rys 18 Podparcie wiązara skrajnego Hali 2 w osi 2.





Rys 37 Odprowadzenie wody z dachu hali 1. Widoczna korozja rury spustowej.

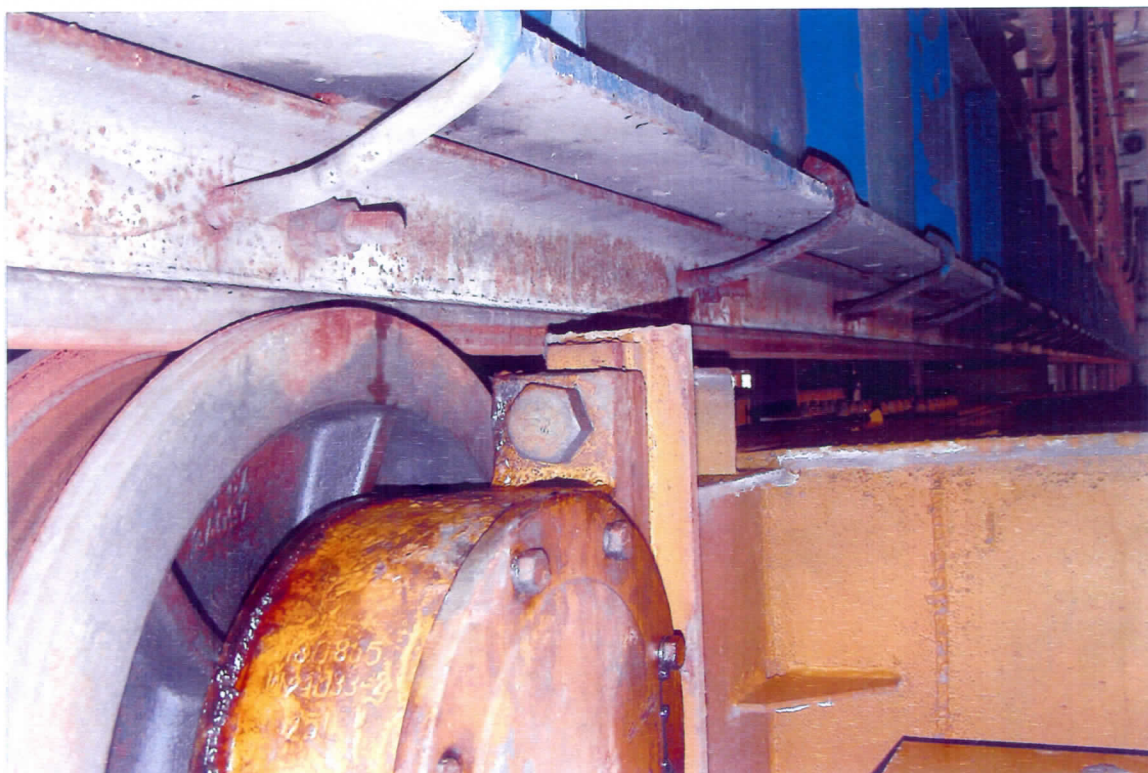


Rys 38 Odprowadzenie wody z dachu hali 1. Widoczna korozja elementów podparcia wiązarów.





Rys 43 Szczegół podparcia belki podsuwnicowej w hali 1.



Rys 44 Szczegół zamocowania szyny do belki podsuwnicowej w hali 1.





Rys 41 Szczegół podparcia belki podsuwnicowej na słupie w hali 1.

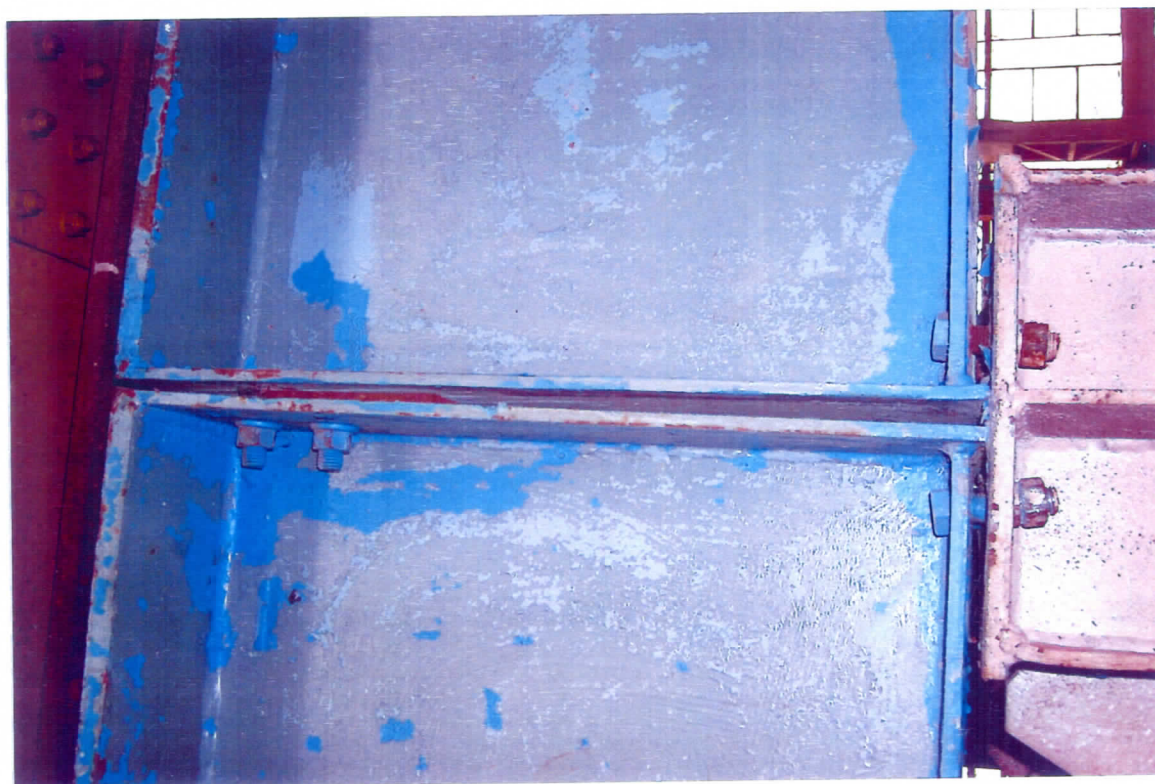


Rys 42 Szczegół podparcia belki podsuwnicowej na słupie w hali 1.





Rys 39 Rysa na podłodze przy krawędzi słupa hali 1.



Rys 40 Szczegół podparcia belki podsuwnicowej na słupie w hali 1.





Rys 19 Podparcie podciągów dachowych Hali 2 w osi 1.



Rys 20 Rozerwane połączenie stężenia połaciowego w osi.





Rys 19 Podparcie podciągów dachowych Hali 2 w osi 1.



Rys 20 Rozerwane połączenie stężenia połaciowego w osi.



Rys 21 Źle wykonane połączenie stężenia pionowego z wiązarem przy świetliku.



Rys 22 Stężenia połaciowe hali 1.





Rys 23 Konstrukcja świetlika hali 1.



Rys 24 Belka podsuwnicowa hali 1.



Rys 25 Stężenie pionowe hali 1.



Rys 26 Stężenia pionowe hali 1.





Rys 27 Szczegół stężenia pionowego hali 1. Widoczne nie dokręcone śruby.



Rys 28 Odprowadzenie wody z dachu hali 1. Widoczna korozja podpory wiązarów.





Rys 29 Korozja elementów stężenia pionowego usytuowanego pod odprowadzeniem wody z dachu hali 1.



Rys 30 Odprowadzenie wody z dachu hali 1.





Rys 31 Węzeł podporowy wiazara hali 1.



Rys 32 Odprowadzenie wody z dachu hali 1.





Rys 33 Odprowadzenie wody na poziomie podłogi hali 1.

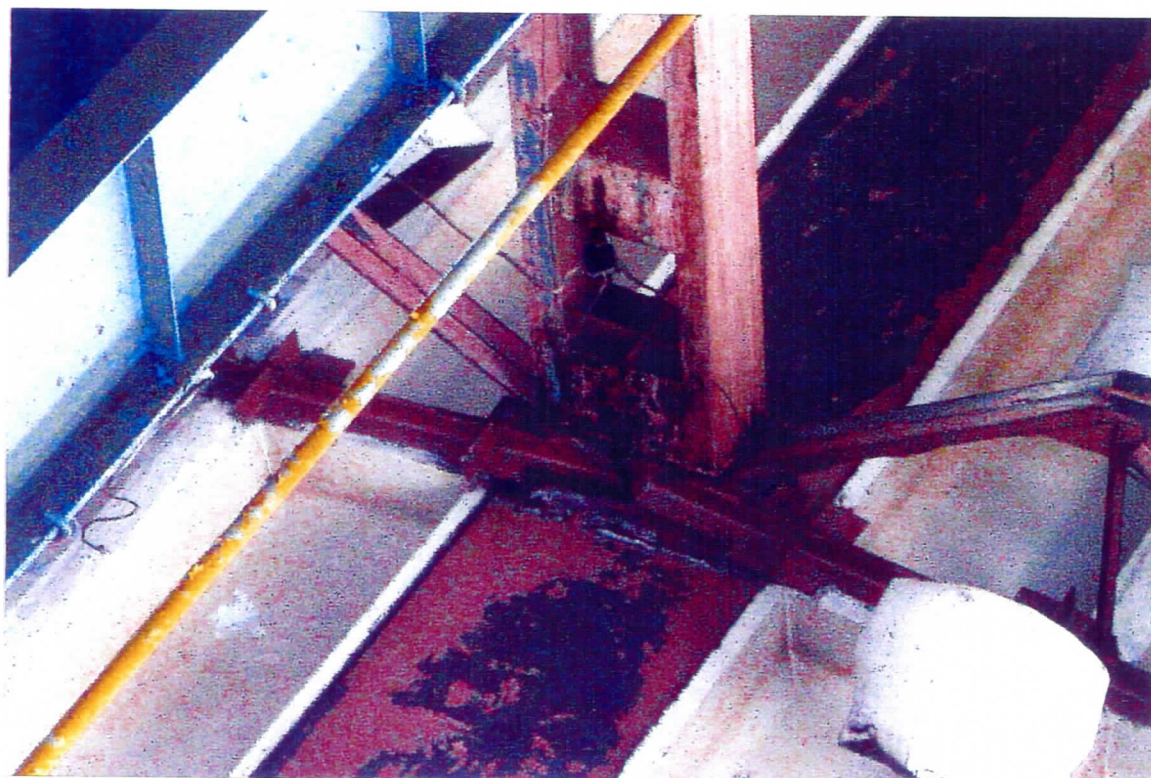


34 Odprowadzenie wody z dachu hali 1.





Rys 35 Odprowadzenie wody z dachu hali 1. Widoczna korozja elementów podparcia wiązarów.



Rys 36 Odprowadzenie wody z dachu hali 1. Widoczna korozja elementów podparcia wiązarów.



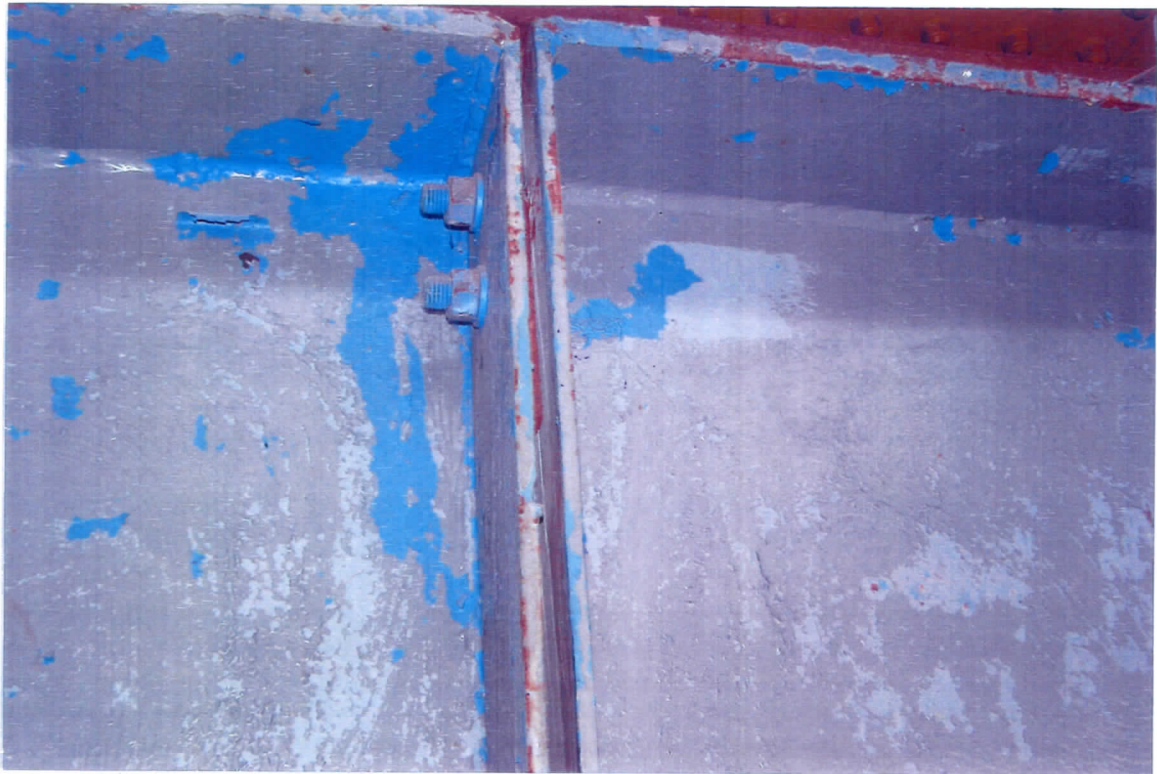


Rys 45 Szczegół dylatacji belki podsuwnicowej na estakadzie.



Rys 46 Szczegół podparcia belki podsuwnicowej na estakadzie.





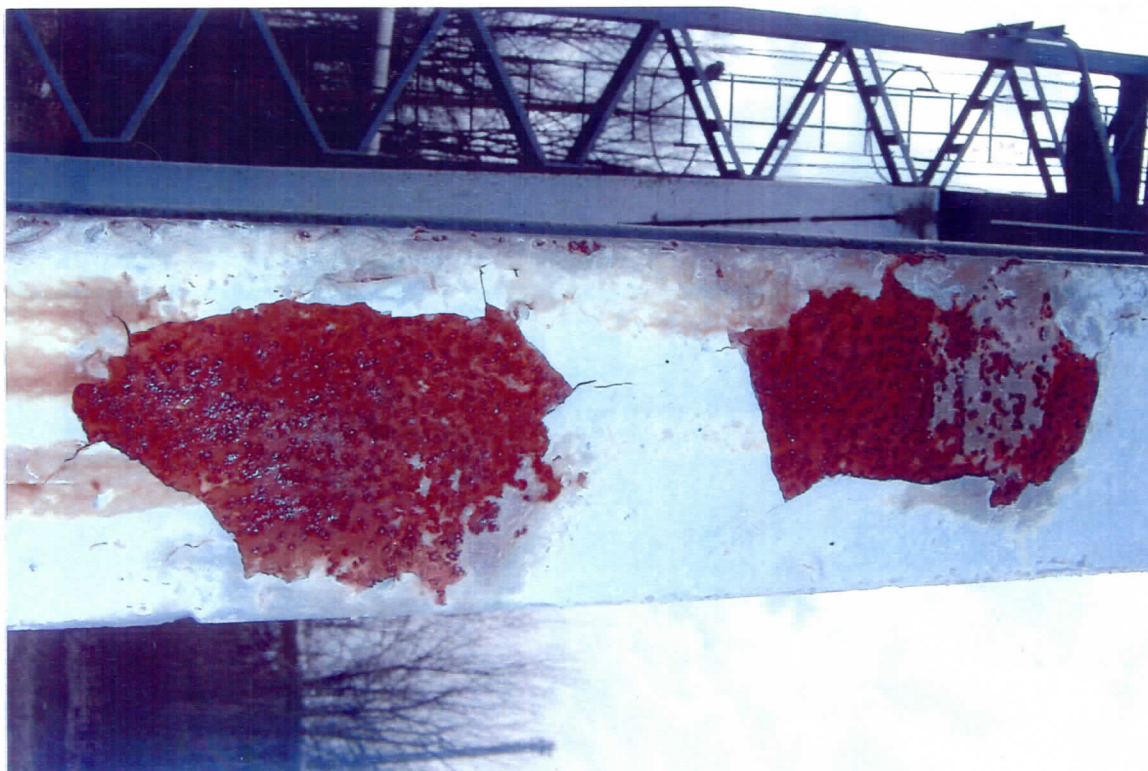
Rys 47 Szczegół połączenia belek podsuwnicowych na estakadzie.



Rys 48 Szczegół połączenia szyny i połączenia belek podsuwnicowych na estakadzie.



Rys 49 Szczegół podparcia belki podsuwnicowej na estakadzie.



Rys 50 Korozja wżerowa słupa estakady widoczna pod powłokami zabezpieczającymi.



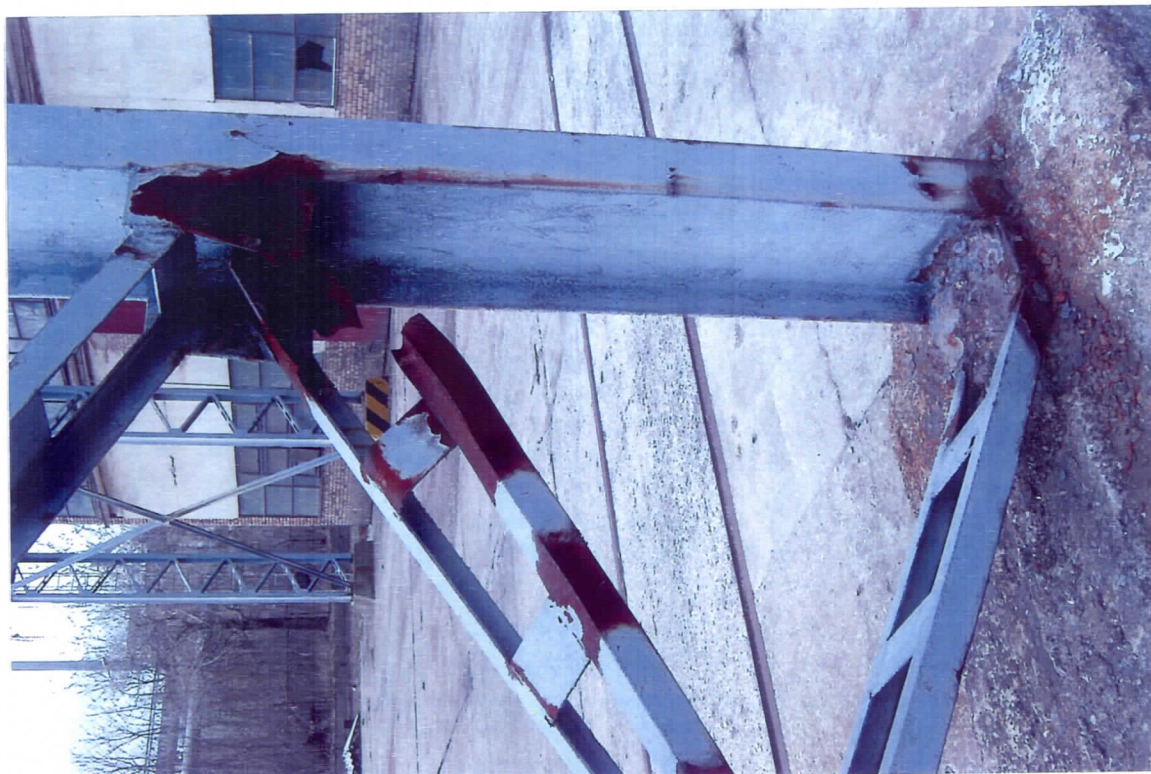


Rys 51 Szczegół zniszczenia kraty słupa estakady.

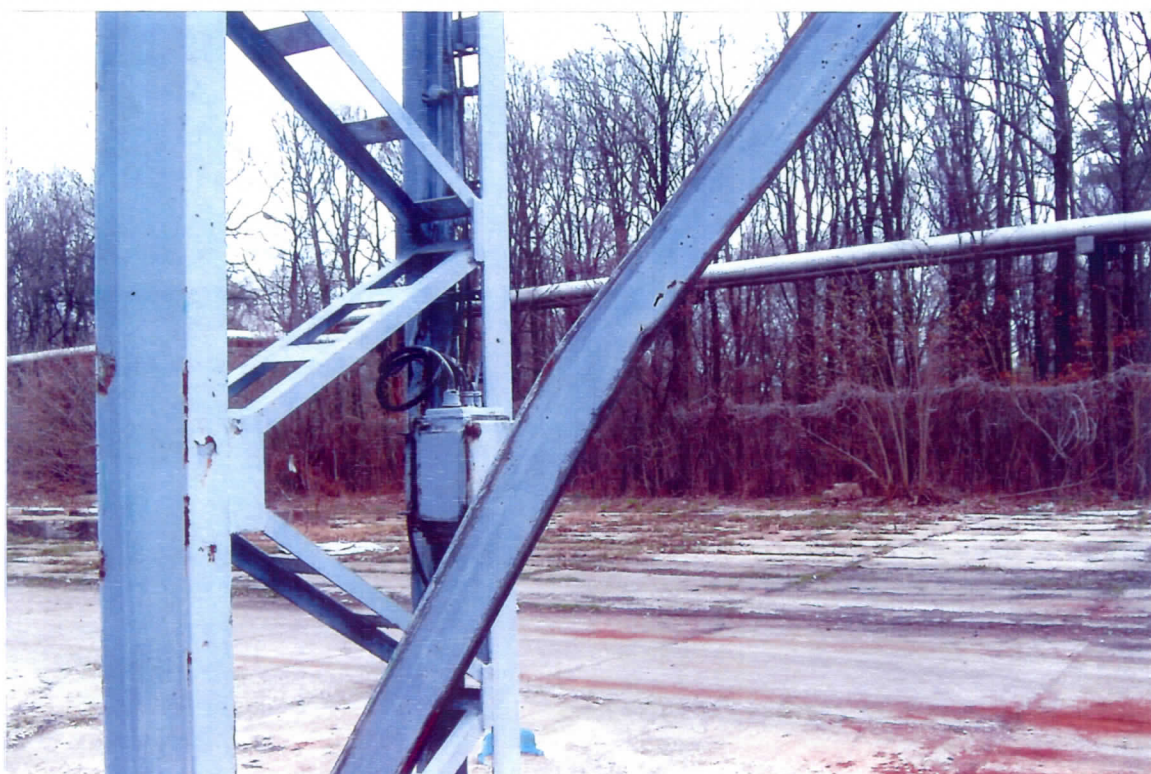


Rys 52 Zniszczenia i korozja stężenia słupów estakady.





Rys 53 Szczegół zniszczenia kraty słupa estakady mechanicznie i od działania korozji.



Rys 54 Zniszczenia stężenia słupów estakady.





Rys 55 Stężenie słupów estakady.



Rys 56 Zniszczenia stężenia słupów estakady.





Rys 57 Korozja wżerowa podpory słupa i stężenia estakady.



Rys 58 Korozja wżerowa podpory słupa i stężenia estakady.



Rys 59 Korozja wżerowa podpory słupa i stężenia estakady.

