

**Instytut Techniki Budowlanej**

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

**02287/18/Z00NZK**

**Ocena nośności elementów konstrukcji  
przekrycia dachu (po wykonaniu prac  
modernizacyjnych) nad Salą Koncertową  
Filharmonii Narodowej w Warszawie**

**WARSZAWA, sierpień 2018 r.**



**INSTYTUT TECHNIKI BUDOWLANEJ**

00-611

Warszawa

ul. Filtrowa 1

Telefon: (0-22) 825-80-28

Fax: (0-22) 579-61-89

## Zakład Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu

Tytuł pracy: Ocena nośności elementów konstrukcji przekrycia dachu (po wykonaniu prac modernizacyjnych) nad Salą Koncertową Filharmonii Narodowej w Warszawie

Nr pracy usługowej: 02287/18/Z00NZK

Zleceniodawca:

Filharmonia Narodowa, ul. Jasna 5, 00-950 Warszawa

Kierownik Zespołu / Pracowni:

dr inż. Jarosław Szulc

Zespół:

mgr inż. Sławomir Dudziak

mgr inż. Krzysztof Sztuka

Kierownik Zakładu:

dr inż. Artur Piekarczyk

Pracę rozpoczęto:

sierpień

2018 r.

Pracę zakończono:

sierpień

2018 r.

Pracę wykonano w 3 egz.

## Spis treści

1.	Wstęp .....	2
1.1.	Podstawa formalna pracy.....	2
1.2.	Przedmiot oceny .....	2
1.3.	Cel i zakres oceny.....	2
1.4.	Wykorzystane materiały .....	2
2.	Opis techniczny budynku .....	3
2.1.	Podstawowe informacje o budynku.....	3
2.2.	Strop i dach nad Salą Koncertową – stan pierwotny.....	5
3.	Opis stanu przejściowego.....	8
4.	Opis stanu docelowego .....	9
5.	Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe.....	10
5.1.	Zestawienie obciążeń .....	10
5.2.	Modele obliczeniowe.....	12
5.3.	Wyniki obliczeń – stan docelowy.....	13
6.	Wnioski i zalecenia .....	15

## **1. Wstęp**

### **1.1. Podstawa formalna pracy**

Podstawę formalną oceny stanowi umowa nr 02287/18/Z00NZK wraz z aneksem zawarta między Filharmonią Narodową w Warszawie a Instytutem Techniki Budowlanej w Warszawie.

Ocena techniczna wykonana zgodnie z powyższą umową jest opracowaniem o charakterze autorskim, według ustawy z dnia 4.02.1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych, z uwzględnieniem późniejszych zmian (tekst jednolity: Dz. U. RP z dn. 16.05.2016 r., poz. 666). Opracowanie niniejsze stanowi własność Filharmonii Narodowej w Warszawie, z zastrzeżeniem, że wszelkie zmiany i wykorzystanie oceny technicznej do celów innych niż te, które określono w umowie, wymagają zgody autorów.

### **1.2. Przedmiot oceny**

Przedmiotem oceny jest konstrukcja przekrycia (strop i dach) Sali Koncertowej w budynku Filharmonii Narodowej zlokalizowanym w Warszawie przy ul. Jasnej 5.

### **1.3. Cel i zakres oceny**

Celem pracy jest ocena stanu technicznego przekrycia Sali Koncertowej w budynku Filharmonii Narodowej, bezpieczeństwa jej użytkowania po pierwszym etapie prac modernizacyjnych poddasza i po całkowitym ich ukończeniu (wg projektu [18]). Ocena została sporządzona w następstwie Decyzji nr I OT/247/2018 Powiatowego Inspektora Nadzoru Budowlanego dla m. st. Warszawy z dnia 17.07.2018 r. nakazującej wyłączenie w całości z użytkowania Sali Koncertowej oraz poddasza użytkowo-technicznego nad salą w budynku Filharmonii Narodowej.

W ramach przygotowania niniejszej ekspertyzy zostały przeprowadzone następujące czynności:

- analiza dokumentacji technicznej /PT, ekspertyzy, dzienniki budowy i in., projekt modernizacji/,
- ocena makroskopowa stanu technicznego dźwigarów stalowych po demontażu płyt gazobetonowych i wełny mineralnej,
- weryfikacja nośności dźwigarów stalowych w trakcie trwania i po przeprowadzeniu prac modernizacyjnych (odciążenie konstrukcji) – 2 warianty,
- opracowanie oceny i weryfikacja pracy.

### **1.4. Wykorzystane materiały**

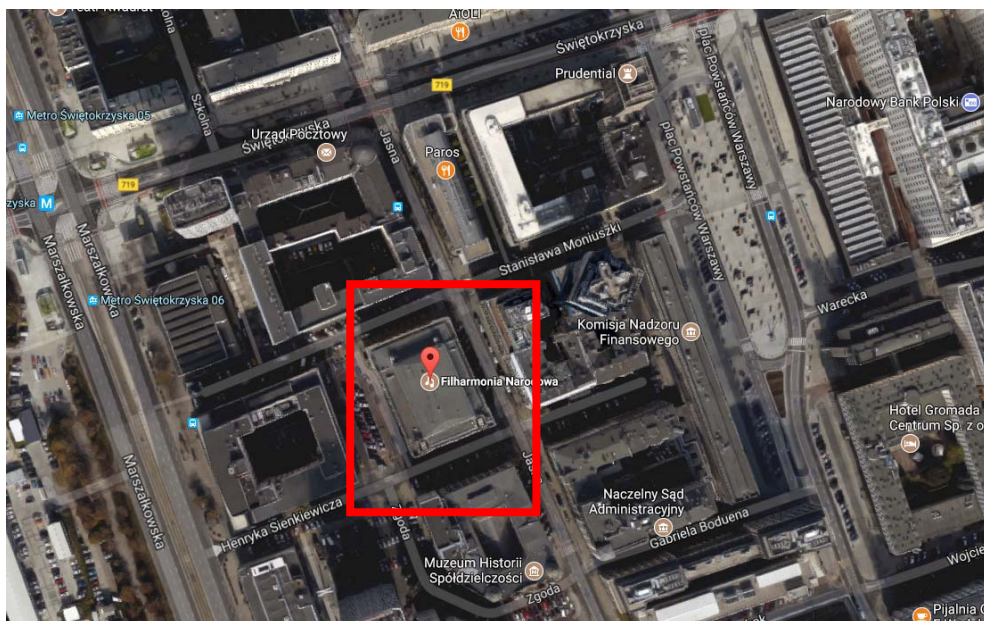
- [1] Autodesk Robot Structural Analysis Professional Pomoc.
- [2] PN-82/B-02000 Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
- [3] PN-82/B-02001 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
- [4] PN-82/B-02003 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.
- [5] PN-80/B-02010+Az1 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
- [6] PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [7] J. Sieczkowski, T. Nejman: Ustroje Budowlane. Warszawa 2002.
- [8] M. Broniewicz: Wstęp do projektowania konstrukcji metalowych wg normy PN-90/B-03200. Białystok 1995.

- [9] J. Niewiadomski, J. Głąbik, M. Kazek, J. Zamorowski: Obliczanie konstrukcji stalowych wg PN-90/B-03200. Warszawa 2007.
- [10] A. Pszenicki: Mosty stalowe nitowane. Warszawa 1954.
- [11] K. Czapliński: Obliczanie dawnych konstrukcji z żeliwa i stali. Wiadomości Konserwatorskie 26/2009.
- [12] Skrypt Wytyczne do opracowania opinii dotyczących oceny stanu technicznego budynków. Autor mgr inż. W. Baranowski
- [13] Projekt wykonawczy budynku Filharmonii Narodowej. Autorzy: mgr. inż. Janusz Gołębiowski, inż. Wiesław Kłosiński, inż. Andrzej Missala. Warszawa 1954.
- [14] Opinia techniczno-badawcza stanu zachowania dachu. Autor: mgr inż. Ryszard Twardowski, Warszawa 2003.
- [15] Projekt techniczny wykonawczy remontu konstrukcji stropu poddasza w budynku Filharmonii Narodowej w Warszawie. Autorzy: mgr inż. Andrzej Kłęk, mgr inż. Ryszard Twardowski. Warszawa 2005.
- [16] Ekspertyza techniczna bezpieczeństwa konstrukcyjnego dachu nad salą koncertową budynku Filharmonii Narodowej w Warszawie przy ul. Jasnej 5. Tom II i III. Autor: dr inż. Andrzej Żaboklicki. Kielce 2011.
- [17] Ekspertyza techniczna dotycząca bezpieczeństwa stropu i dachu nad Salą Koncertową Filharmonii Narodowej w Warszawie. Praca nr 01220/17/Z00NZK. Instytut Techniki Budowlanej. Warszawa 2017.
- [18] Projekt przetargowo-wykonawczy. Modernizacja poddasza – wymiana części sufitu nad Salą Koncertową Filharmonii Narodowej w Warszawie. Kuban i Salak Pracownia Konstrukcji Budowlanych Sp. z o.o. Warszawa 2017.
- [19] Decyzja nr I OT/247/2018 Powiatowego Inspektora Nadzoru Budowlanego dla m. st. Warszawy z dnia 17.07.2018 r.
- [20] Wizje lokalne i ustalenia z przedstawicielem Zamawiającego p. Bogusławą Krajewską.

## **2. Opis techniczny budynku**

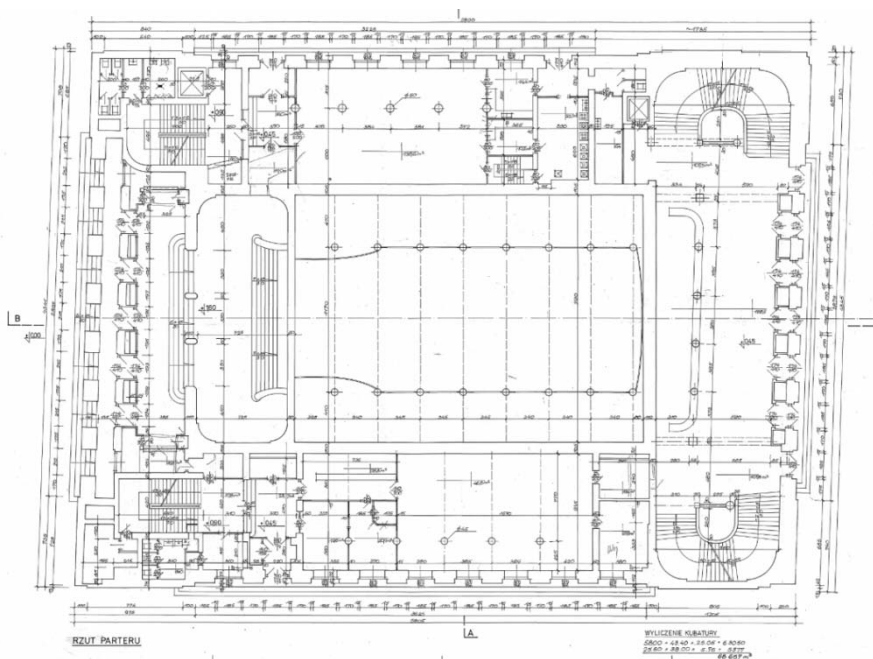
### **2.1. Podstawowe informacje o budynku**

Gmach Filharmonii Narodowej (dalej stosuje się skrót FN) wzniesiony został w latach 1952-1955 w kwartale ulic: Marszałkowskiej, Moniuszki, Jasnej i Sienkiewicza w Warszawie, jego adres to ul. Jasna 5 (por. rys. 1). Zgodnie z [12] w czasie budowy wykorzystano fragmenty ścian budynku zniszczonego w wyniku działań wojennych. Rzut budynku ma kształt prostokąta o wymiarach ~43,4 x 58,0 m, wysokość do kalenicy to ~ 27,5 m. Głębokość posadowienia budynku wynosi ~4,0 ÷ 4,4 m pod poziomem terenu (dalej stosuje się skrót p.p.t.).

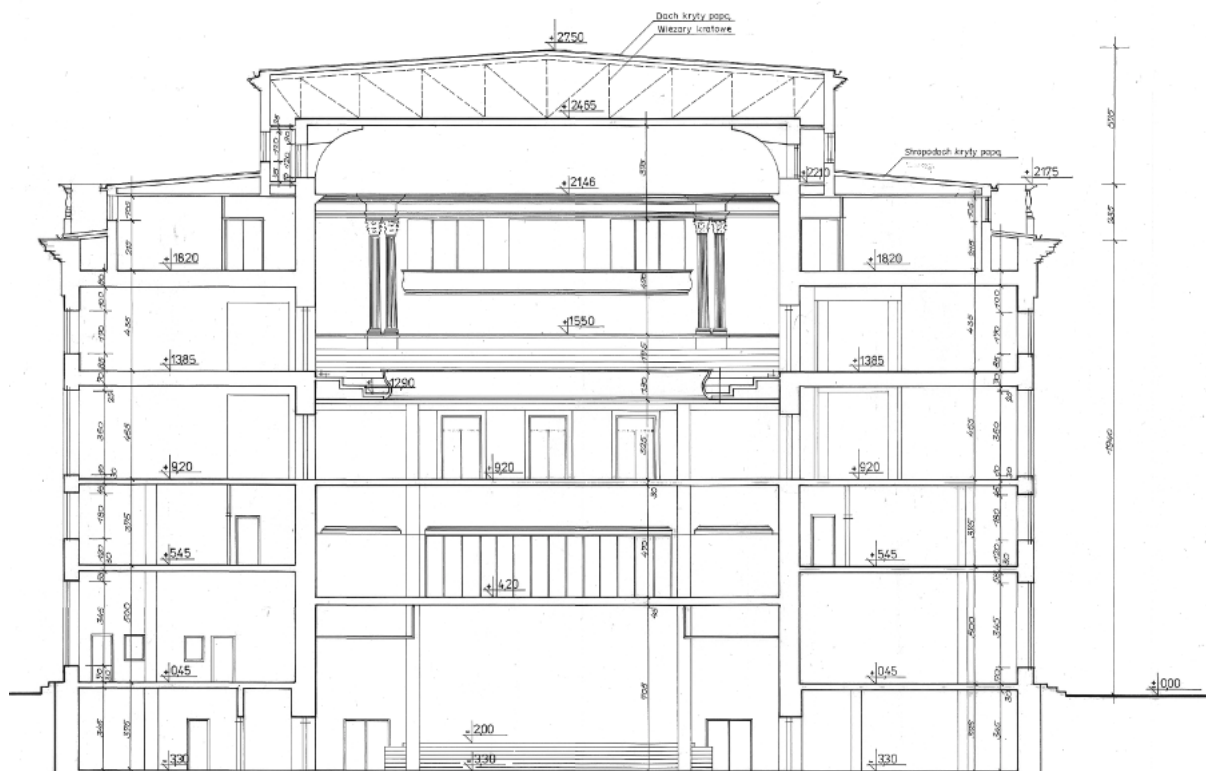


Rys. 1. Lokalizacja gmachu Filharmonii Narodowej przy ul. Jasnej 5 w Warszawie  
(źródło: <http://maps.google.pl>)

Budynek w planie składa się z dwóch części: wewnętrznej i zewnętrznej (por. rys. 2). Część wewnętrzna o wymiarach  $\sim 20 \times 30$  m zawiera: Salę Kameralną (częściowo w podziemiu, wys. w świetle 7,5 m), nad nią szatnię (wys. 4,7 m), a wyżej główną Salę Koncertową (wys. 15 m). Ta ostatnia wyposażona jest w estradę oraz balkony: boczne i środkowy. Część zewnętrzna o szer.  $\sim 10$  m otacza część wewnętrzną, ma 1 kondygnację podziemną i 5 nadziemnych (por. rys. 3). Znajdują się w niej pomieszczenia o charakterze reprezentacyjnym (hol wejściowy, sale bankietowe) oraz socjalnym, administracyjnym i technicznym. Wysokość mierzona od poziomu terenu części wewnętrznej to  $\sim 27,5$  m, a zewnętrznej  $\sim 22$  m.



Rys. 2. Rzut parteru gmachu FN



Rys. 3. Przekrój poprzeczny gmachu FN

## 2.2. Strop i dach nad Salą Koncertową – stan pierwotny

Poniższy opis sporządzono na podstawie [12]+[16]. Zasadniczą konstrukcję nośną przekrycia Sali Koncertowej stanowi 8 spawanych dźwigarów kratowych rozmieszczonych w rozstawie 4,3 m. Dźwigary wykonane są ze stali K37 (charakterystyczna wartość granicy plastyczności  $R_e$  nie mniej niż 210 MPa, char. wartość wytrzymałości na rozciąganie  $R_m$  w przedziale 370-450 MPa, przyjęto na podstawie [10]) i opierają się na ścianach części zewnętrznej. Każdy dźwigar składa się z przęsła i dwóch wsporników. Rozpiętość części przęsłowej dźwigara wynosi 21,2 m, a wysięgi wsporników po 1,7 m. Maksymalna wysokość dźwigara to 2,9 m. Nachylenie górnych pasów odpowiada nachyleniu dachu i jest równe 8%. Kratownica podzielona jest na 8 pól (szer. 2,65 m każde) ze skratowaniem typu „N”. Wszystkie pręty dźwigara składają się z dwóch kątowników równoramiennych połączonych przewiązkami ustawionych: teowo (pasy i większość krzyżulców) lub krzyżowo (słupki i krzyżulce w środkowym polu). Dźwigary są „parami” stężone poprzecznie na podporach i w środku rozpiętości krzyżującymi kątownikami L70x9.

W górnych węzłach kratownicy opierają się ciągle płatwie, wykonane z dwuteownika IN 140 wzmocnionych na podporach nakładkami 6x80 spawanymi do półek. Płatwie stanowią podparcie dla płyty żelbetowej grubości 8 cm, wylewanej z betonu marki „140”, zbrojonej prętami gładkimi  $\varnothing 5$  i  $\varnothing 8$ , wykonanymi ze stali o granicy plastyczności  $R_e = 230$  MPa. Płyta przenosi na konstrukcję nośną ciężar warstw wykończeniowych, śniegu i oddziaływanie wiatru. Układ warstw niekonstrukcyjnych znajdujących się na płycie dachu (wg [15]) to:

- 5 x papa na lepiku,
- gładź cementowa – ok. 2 cm,
- suprema – 7 cm.

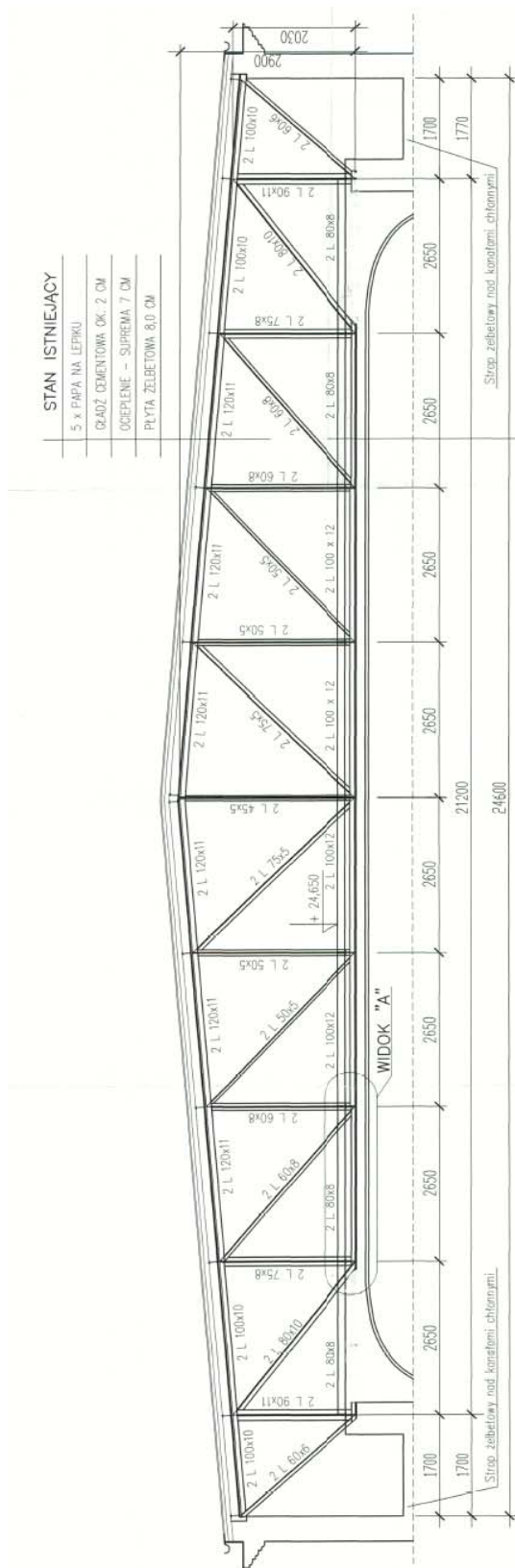
W dolnych węzłach kratownicy oparte są jednoprzęsłowe belki wykonane z dwuteownika IN 180 o rozpiętości 4,3 m, przekazujące na wiązar kratowy obciążenia stropu poddasza oraz sufitu Sali Koncertowej. Na belkach oparte były prefabrykowane płyty o grubości 9 cm, rozpiętości 2,65 m, wykonane z gazobetonu marki „50”, zbrojonego prętami gładkimi  $\varnothing 8$  co 13 cm. Na płytach ułożona była warstwa izolacyjna z wełny mineralnej grubości 10 cm. Do belek IN180 podwieszane są za pośrednictwem cybantów drewniane krawędziaki o przekroju 14 x 14 cm, równoległe do osi dźwigarów. Do belek przybite są deski 38 mm, na których wykonano tynk zbrojny grubości ~ 30 mm. Przekrój stropu i sufitu nad Salą Koncertową przed przystąpieniem do prac modernizacyjnych pokazano na rys. 4, a przekrój poprzeczny konstrukcji dachu na rys. 5.

Ekspertyzy i opinie dot. dachu FN ([14]÷[17]) wskazywały na zły stan techniczny płyt gazobetonowych stanowiących konstrukcję pomostów technicznych oraz na znaczny stopień wyężenia głównej konstrukcji nośnej. W ramach realizacji zaleceń zawartych w ww. pracach sporządzono projekt modernizacji poddasza Sali Koncertowej [18].



Rys. 4. Przekrój przez sufit podwieszony i strop nad Salą Koncertową (źródło: [15])

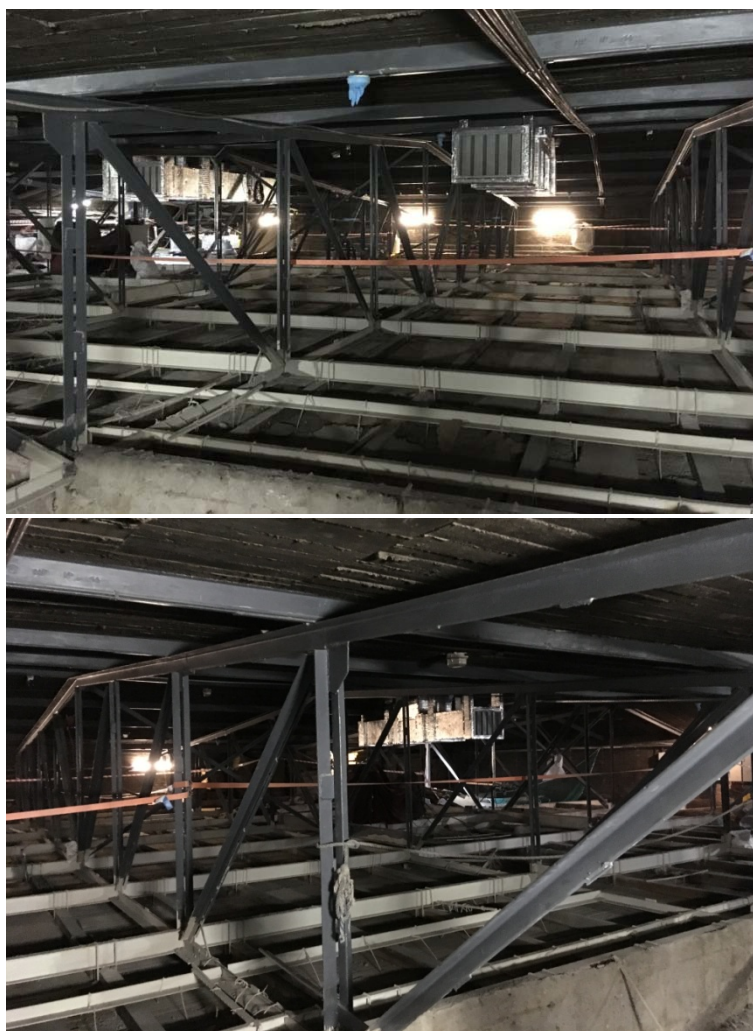




Rys. 5. Przekrój przez przekrycie Sali Koncertowej (źródło: [15])

### 3. Opis stanu przejściowego

Opis stanu przejściowego sporządzono na podstawie wizji lokalnych przeprowadzonych w dniach 8 i 13 sierpnia 2018 r. oraz ustaleń z Zamawiającym [20]. Dnia 13 sierpnia stwierdzono, że płyty gazobetonowe zostały prawie w całości zdemontowane (z wyjątkiem kilku płyt w rejonie studzienek oświetleniowych, które zgodnie z [18] mają zostać poddane pracom naprawczym). Widok poddasza w tym dniu przedstawiają fotografia 1. W czasie wizji lokalnej dokonano również kontrolnego pomiaru wysokości płatwi dolnej (por. fot. 2). Stwierdzono, że jest ona taka jak założono w projekcie pierwotnym FN [13] – IPN 180. Zamawiający oświadczył, że w okresie przejściowym przestrzeń między dźwigarami nad sufitem podwieszonym zostanie zabezpieczona siatką o ciężarze  $0,4 \text{ kg/m}^2$ , a dostęp do konserwacji mikrofonów, żyrandoli, czujek SSP będzie możliwy dzięki pomostom roboczym. Pomosty robocze wykonane będą z modułów o wym.  $0,64 \times 2,63 \text{ m}$ , każdy będzie składał się z profili stalowych oraz kraty Wema i ważył  $\sim 47 \text{ kg}$ . Ze względów akustycznych w niektórych polach zostanie rozmieszczona wełna mineralna o ciężarze nieprzekraczającym  $5 \text{ kg/m}^2$ . Szkic z rozmieszczeniem krat pomostowych i wełny mineralnej sporządzony podczas wizji lokalnej znajduje się w archiwum ITB.



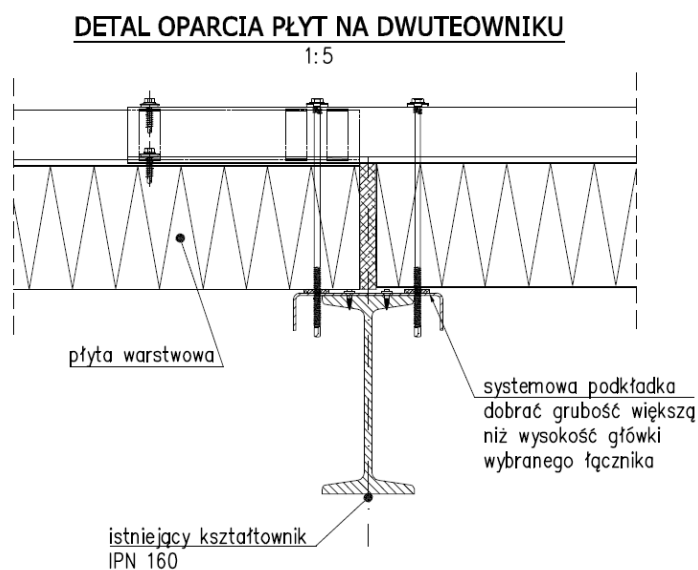
Fot. 1. Widok konstrukcji dachu FN po demontażu płyt gazobetonowych



Fot. 2. Pomiar wysokości płatek

#### 4. Opis stanu docelowego

Opis stanu docelowego sporządzono na podstawie [18] i [20]. Po zdemontowaniu płyt gazobetonowych w ich miejscu zamontowane zostaną lekkie płyty warstwowe. W opracowaniu [18] zaproponowano płyty MW160 firmy Balexmetal oraz dopuszczono możliwość zastosowania innych o zbliżonych parametrach użytkowych. Na płytach zostanie ułożona dodatkowa warstwa wełny mineralnej o grubości 10 cm i gęstości  $50 \text{ kg/m}^3$  z uwagi na podwyższone wymagania z zakresu akustyki. Płyty zostaną oparte na dwuteownikach IPN 180, na których zamontowane zostaną ceowniki zimnogiełe o wysokości min. 120 mm, aby zapewnić płytom warstwowym właściwą szerokość oparcia. Kilka płyt gazobetonowych w rejonie studzienek oświetleniowych zostanie poddanych pracom naprawczym (por. rys. 03 w [18], [20]), zabezpieczonych wełną mineralną i pozostawionych. Detal oparcia płyt warstwowych na belkach IPN 180 pokazano na rys. 6.



Rys. 6. Detal oparcia płyty warstwowej na istniejącym dwuteowniku normalnym (źródło: [18][15])

## 5. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

W ramach opracowania niniejszej oceny przeprowadzono obliczenia dźwigara kratowego i belki IPN180, na której oparte były płyty gazobetonowe. Zastosowano metodykę i wymagania norm serii PN-B [2]-[6]. Rozkłady sił wewnętrznych i przemieszczeń konstrukcji zostały określone z wykorzystaniem programu Autodesk Robot Structural Analysis Professional, który do rozwiązania zadania statyki wykorzystuje metodę elementów skończonych. Wszystkie analizowane elementy konstrukcyjne zostały zamodelowane z wykorzystaniem elementów prętowych. Dyskretyzacja na elementy skończone pokrywała się z naturalnym podziałem wynikającym z układu węzłów w poszczególnych elementach konstrukcyjnych.

### 5.1. Zestawienie obciążeń

W obliczeniach uwzględniono następujące przypadki obciążenia.

- Obciążenia stałe – G (na podstawie [3])

Tab. 1. Obciążenie stałe połączenia dachowej

Lp.	Opis	Grubość m	Ciężar jednostkowy kN/m <sup>3</sup>	Ciężar kN/m <sup>2</sup>	γ <sub>FG</sub>
1	5 x papa na lepiku			0,250	1,3
2	Gładź cementowa	0,020	21,0	0,420	1,3
3	Suprema	0,070	4,5	0,315	1,3
4	Płyta żelbetowa	0,080	25,0	2,000	1,1
	<b>SUMA</b>			<b>0,985</b>	<b>1,3</b>
	<b>SUMA</b>			<b>2,000</b>	<b>1,1</b>
	Płatwie IN140		0,143	kN/mb	1,1

Tab. 2. Obciążenia stałe stropu nad Salą Koncertową – stan przejściowy

Lp.	Opis	Grubość m	Ciężar jednostkowy kN/m <sup>3</sup>	Ciężar kN/m <sup>2</sup>	γ <sub>FG</sub>
1	Wełna mineralna	0,100	0,50	0,050	1,3
2	Siatka zabezpieczająca			pomijalny	
3	Pomosty robocze			0,100	1,2
4	Krawędziaki 14x14 co 1,15 m	0,017	6,00	0,102	1,3
5	Deski 38 mm + Płyta pilśniowa twarda	0,050	6,00	0,300	1,3
6	Tynk na siatce	0,030	22,00	0,660	1,3
	<b>SUMA</b>			<b>1,112</b>	<b>1,3</b>
	<b>SUMA</b>			<b>0,100</b>	<b>1,2</b>
	<b>SUMA obc. charakterystycznych</b>			<b>1,212</b>	
	Dwuteownik IPN180		0,230	kN/mb	1,1

Tab. 3. Obciążenia stałe stropu nad Salą Koncertową – stan docelowy

Lp.	Opis	Grubość m	Ciężar jednostkowy kN/m <sup>3</sup>	Ciężar kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_{FG}$
1	Membrana + paroizolacja			0,010	1,2
2	Wełna mineralna	0,100	0,50	0,050	1,3
3	Płyty BalexMetal MW160			0,261	1,2
4	Krawędziaki 14x14 co 1,15 m	0,017	6,00	0,102	1,3
5	Deski 38 mm + Płyta pilśniowa twarda	0,050	6,00	0,300	1,3
6	Tynk na siatce	0,030	22,00	0,660	1,3
<b>SUMA</b>				<b>1,112</b>	<b>1,3</b>
<b>SUMA</b>				<b>0,271</b>	<b>1,2</b>
<b>SUMA obc. charakterystycznych</b>				<b>1,383</b>	
	Dwuteownik IPN180		0,230	kN/mb	1,1

$\gamma_{FG}$  – częściowy współczynnik bezpieczeństwa do obciążeń stałych

- Obciążenie śniegiem – S (na podstawie [5])

Strefa obciążenia śniegiem gruntu: I

Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:  $Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$

Współczynnik kształtu dachu:  $C=0,8$

$$s = C \cdot Q_k = 0,8 \cdot 0,9 = 0,72 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$\gamma_{FS} = 1,5$  – częściowy współczynnik bezpieczeństwa do obciążenia śniegiem

W obliczeniach pominięto oddziaływanie wiatru na połac dachową. Będzie miało kierunek odciążający, a jego wartość będzie mniejsza niż obciążenia stałego, więc w pasie dolnym nie wystąpi ścisnienie. W obliczeniach belki IPN180 uwzględniono obciążenie użytkowe – dla poddasza bez dostępu klatki schodowej o wartości  $0,5 \text{ kN/m}^2$ .

Sprawdzenia warunku stanu granicznego nośności dokonano dla następujących kombinacji obciążeń:

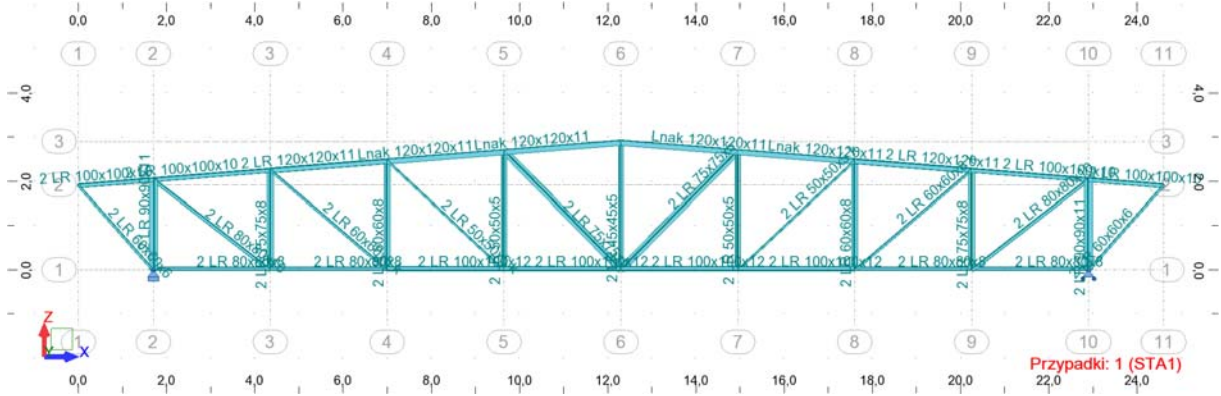
- $\gamma_{FG} \cdot G_k + \gamma_{FS} \cdot S_k$  (dźwigar)
- $\gamma_{FG} \cdot G_k + \gamma_{FQ} \cdot Q$ . (płatew dolna IPN 180)

Z uwagi na mniejsze obciążenie w stanie docelowym niż w stanie przejściowym analiza statyczna – wytrzymałościowa dotyczyła bardziej niekorzystnego stanu docelowego dla dwóch analizowanych elementów konstrukcyjnych.

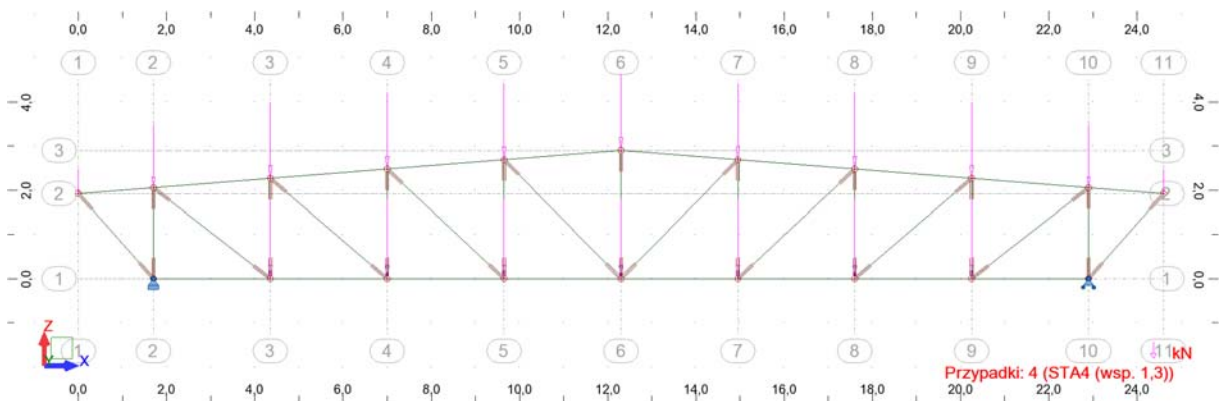


## 5.2. Modele obliczeniowe

Dźwigar zamodelowano jako płaską ramokratę. Założono ciągłe płatwie i przeguby na końcach krzyżulców i słupków. Obciążenia zamodelowano jako siły skupione w węzłach. Schemat statyczny oraz obciążenia dźwigara wraz z przegubami pokazano na rysunkach 7 i 8.

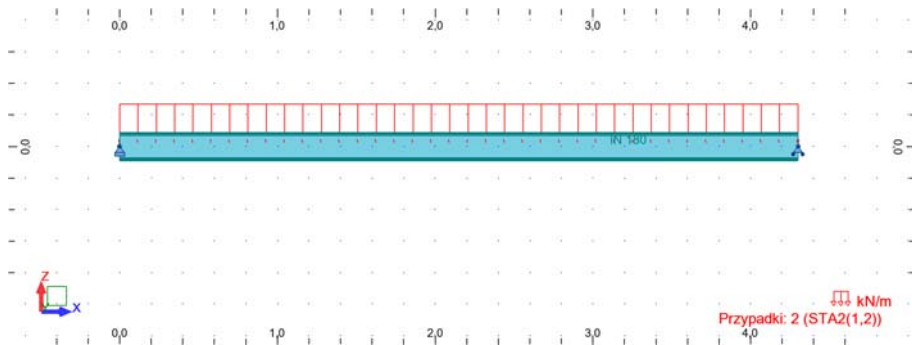


Rys. 7. Dźwigar z oznaczeniami profili



Rys. 8. Dźwigar z obciążeniami i układem przegubów

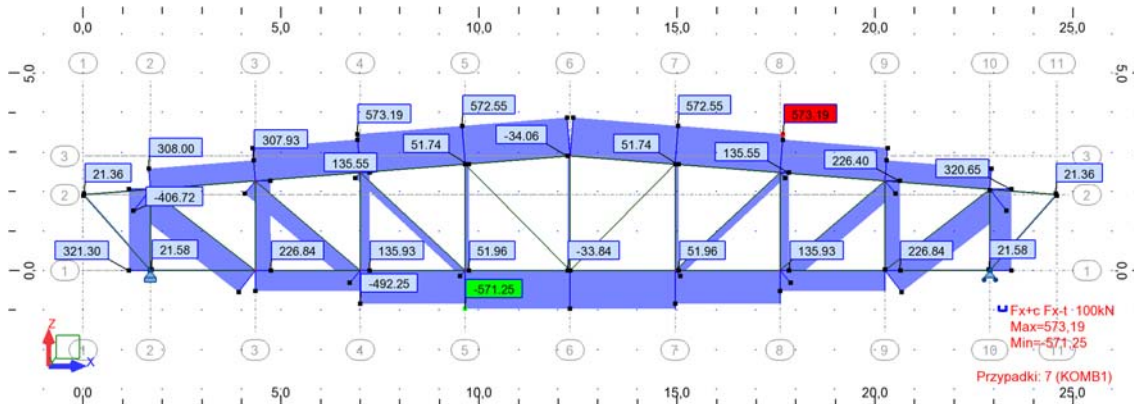
Tak jak w projekcie wykonawczym [13] przyjęto schemat statyczny płatwi między dolnymi dźwigarami w postaci belki swobodnie podpartej, której rozpiętość odpowiada rozstawowi dźwigarów. Obciążenia zamodelowano jako równomierne rozłożone.



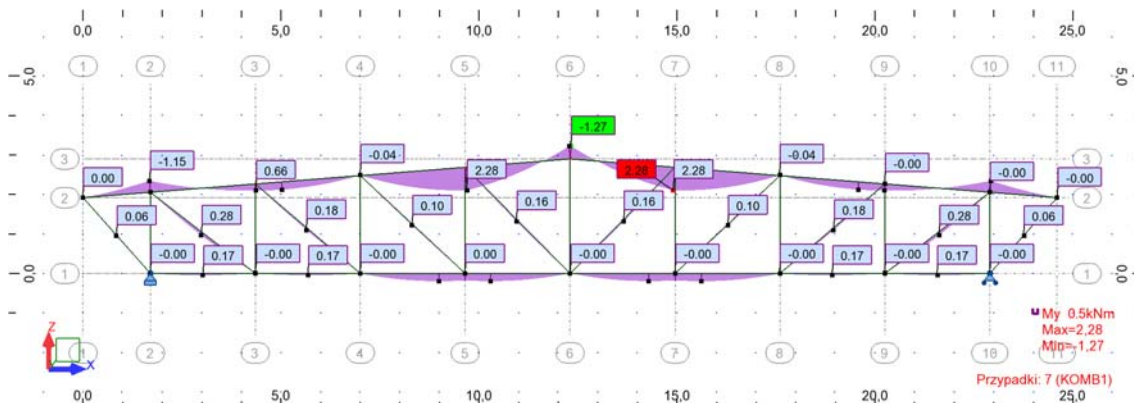
Rys. 9. Schemat statyczny i obciążenia belki

### 5.3. Wyniki obliczeń – stan docelowy

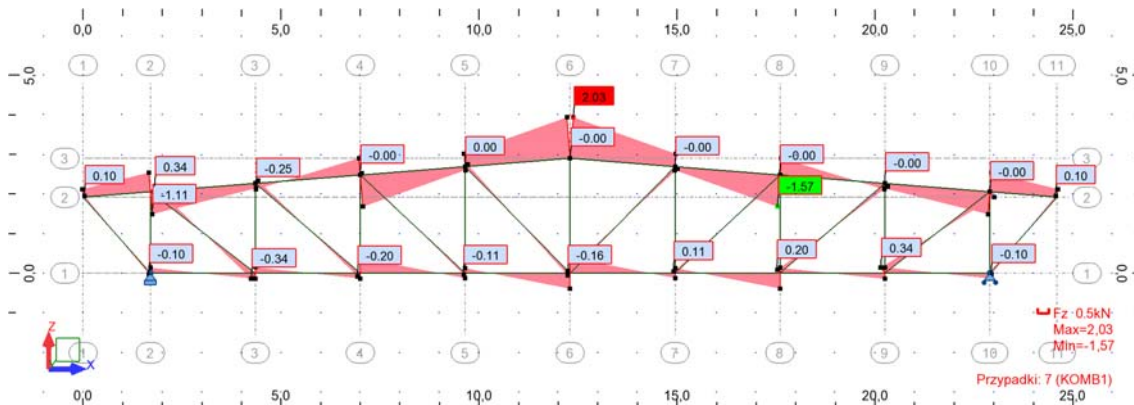
Wykresy sił podłużnych, momentów zginających i sił tnących w dźwigarze wywołanych obliczeniową kombinacją oddziaływań pokazano na rysunkach nr 10, 11, 12.



Rys. 10. Wykres sił podłużnych

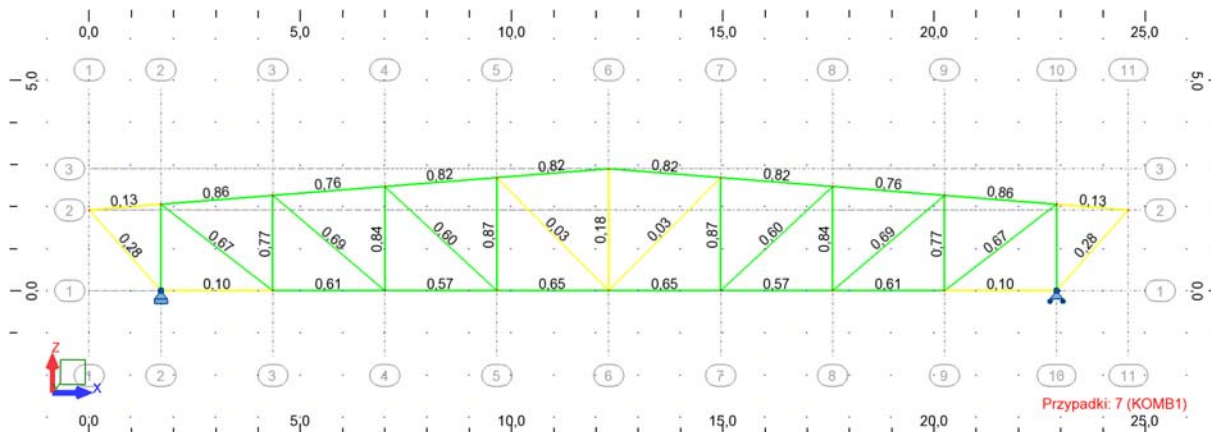


Rys. 11. Wykres momentów zginających



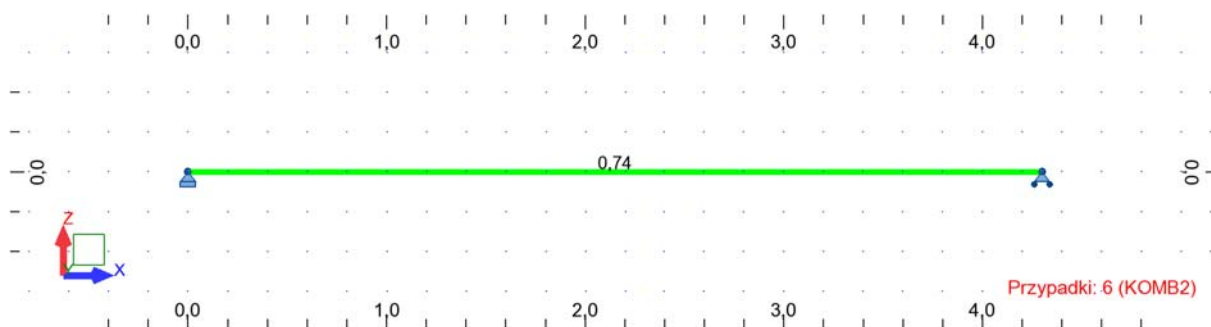
Rys. 12. Wykres sił poprzecznych

Sprawdzenie stanu granicznego nośności przeprowadzono z wykorzystaniem programu ARSAP, w którym standardowo dostępne są algorytmy zgodne z normą [6]. Na podstawie dokumentacji archiwalnej [13], nieniszczących badań materiałowych (wyniki można znaleźć w ekspertyzie [17]) i zgodnie z wytycznymi artykułu [11] przyjęto stal gatunku St3S. Mapy współczynników wyężenia elementów pokazano na rysunku nr 13 i 14.



Rys. 13. Mapa współczynnika wyężenia dźwigara

Warunek stanu granicznego nośności jest spełniony dla wszystkich elementów kratownicy.



Rys. 14. Mapa współczynnika wyężenia płatwi dolnej IPN 180

W przypadku płatwi dolnej wartość współczynnika wyężenia ( $M_{Ed}/M_{Rd}$ ) dla kombinacji B wynosi 0,74, więc warunek stanu granicznego nośności jest spełniony.

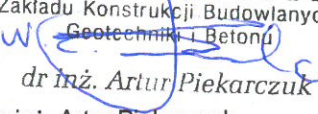


## 6. Wnioski i zalecenia

Na podstawie przeprowadzonych oględzin i analiz formułuje się następujące wnioski i zalecenia związane z dalszą prawidłową i bezpieczną eksploatacją stropu i dachu nad Salą Koncertową FN.


- Zgodnie z zaleceniami sformułowanymi w ekspertyzie ITB z lipca 2017 r. [17] opracowano projekt wykonawczy modernizacji poddasza FN oraz zdemontowano płyty gazobetonowe będące w złym stanie technicznym i stanowiące główne zagrożenie bezpieczeństwa użytkownika Sali Koncertowej
- Zgodnie z deklaracjami Zamawiającego [20] pierwszy etap prac modernizacyjnych zakończy się m.in. montażem siatki zabezpieczającej, pomostów roboczych z kraty Wema i wełny mineralnej („stan przejściowy”). Kolejnym etapem prac będzie montaż płyt warstwowych („stan docelowy”) zgodnie z projektem [18]
- Na skutek demontażu płyt gazobetonowych obciążenie charakterystyczne stropu nad Salą Koncertową zmalało z  $2,25 \text{ kN/m}^2$  do  $1,21 \text{ kN/m}^2$  (stan przejściowy) i do  $1,38 \text{ kN/m}^2$  (stan docelowy), konstrukcja nośna dachu została, więc istotnie odciążona
- **Analiza statyczno-wytrzymałościowa wykazała, że stan graniczny nośności dźwigarów i belek dolnych IPN 180 jest spełniony zarówno w fazie montażowej (stan przejściowy), jak i przy docelowym układzie warstw wg projektu [18].**

Z uwagi na powyższe uznaje się, że w chwili obecnej i po zakończeniu prac modernizacyjnych wg [18] Sala Koncertowa oraz poddasza użytkowo-techniczne nad salą w budynku Filharmonii Narodowej mogą być bezpiecznie użytkowane.

Kierownik Zakładu/weryfikacja:  
**KIEROWNIK**  
Zakładu Konstrukcji Budowlanych,  
Geotechniki i Betonu  
  
dr inż. Artur Piekarczyk  
dr inż. Artur Piekarczyk

Z-ca Kierownika  
Zakładu Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu  
  
dr inż. Jarosław Szulc

Autorzy opracowania:

  
mgr inż. Sławomir Dudziak

  
mgr inż. Krzysztof Sztuka