

**Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska  
Instytut Konstrukcji Budowlanych**

**Dynamika Konstrukcji Inżynierskich**

**Ćwiczenie projektowe nr 3**

Nazwisko i imię .....

Grupa .....

Ocena końcowa .....

Data	Uwagi	Podpis

**Dynamika pomostu pod maszyny**

Przeprowadzić analizę dynamiczną pomostu pod maszyny. Na pomoście znajdują się maszyny wywołujące siły harmonicznje zmienne. W szczególności należy:

1. przyjąć model dynamiczny pomostu i określić jego parametry,
2. obliczyć częstości i postacie drgań własnych konstrukcji pomostu,
3. obliczyć amplitudy drgań ustalonych i amplitudy sił wewnętrznych wywołanych obciążeniami dynamicznymi,
4. porównać amplitudy drgań z amplitudami dopuszczalnymi określonymi na podstawie normy PN-80/B-03040; sprawdzić pozostałe wymagania normowe.

Zakres obliczeń dynamicznych

- analiza dynamiczna wybranego żebrza płyty pomostowej,
- analiza dynamiczna ramy podpierającej pomost,
- analiza dynamiczna drgań skrętnych pomostu.

## Dane do obliczeń

### Opis konstrukcji wsporczej

Konstrukcja wsporcza składa się z pomostu opartego na słupach. Pomost składa się z płyty pomostowej, żeber i podciągu. Schematyczny rzut pomostu pokazano na rys. 1. Na pomoście są ustawione dwa zespoły maszyn składające się z wentylatora i silnika. Wymiary elementów konstrukcji wsporczej oraz wymiary opisujące ustawienie maszyn na pomoście podano w Tablicy 1. Żebra pomostu opierają się podciągu. Podciąg opiera się na ścianach zewnętrznych i jest monolitycznie połączony ze słupami. Konstrukcję wsporczą wykonano z betonu zbrojonego. Analizując drgania skrętne pomostu założyć, że płyta pomostowa jest nieskończenie sztywna w płaszczyźnie poziomej. Obliczenia dynamiczne wykonać dla żeber nr 1, 2, 3, 4.

Tablica 1 – Podstawowe wymiary konstrukcji wsporczej

Rozstaw żeber [cm]				Wymiary przekroju poprzecznego podciągu (wysokość łącznie z płytą pomostową)		Wymiary przekroju poprzecznego słupa [cm]		
210	200	190	180	b [cm]	h [cm]	b [cm]	h [cm]	
Rozpiętość żeber $l_2$ [cm]				40	120	40	50	
380	400	420	440	50	100	50	50	
Grubość płyty pomostu [cm]				60	110	60	50	
14	16	18	20	Klasa betonu		B20	B25	
Wymiary przekroju poprzecznego żebra (wysokość łącznie z płytą pomostową) [cm]				Usytuowanie maszyn względem osi symetrii pomostu				
b [cm]		h [cm]		a <sub>1</sub> [cm]	a <sub>2</sub> [cm]	a <sub>3</sub> [cm]	a <sub>4</sub> [cm]	a <sub>5</sub> [cm]
28		64		80	160	120	110	110
30		60		85	150	140	120	120
34		55		90	140	130	100	130
Rozpiętość wspornika $l_3$ [cm]				Wysokość słupa [cm]				
140		150		160	460	480	500	520

## Opis maszyn ustawionych na pomoście

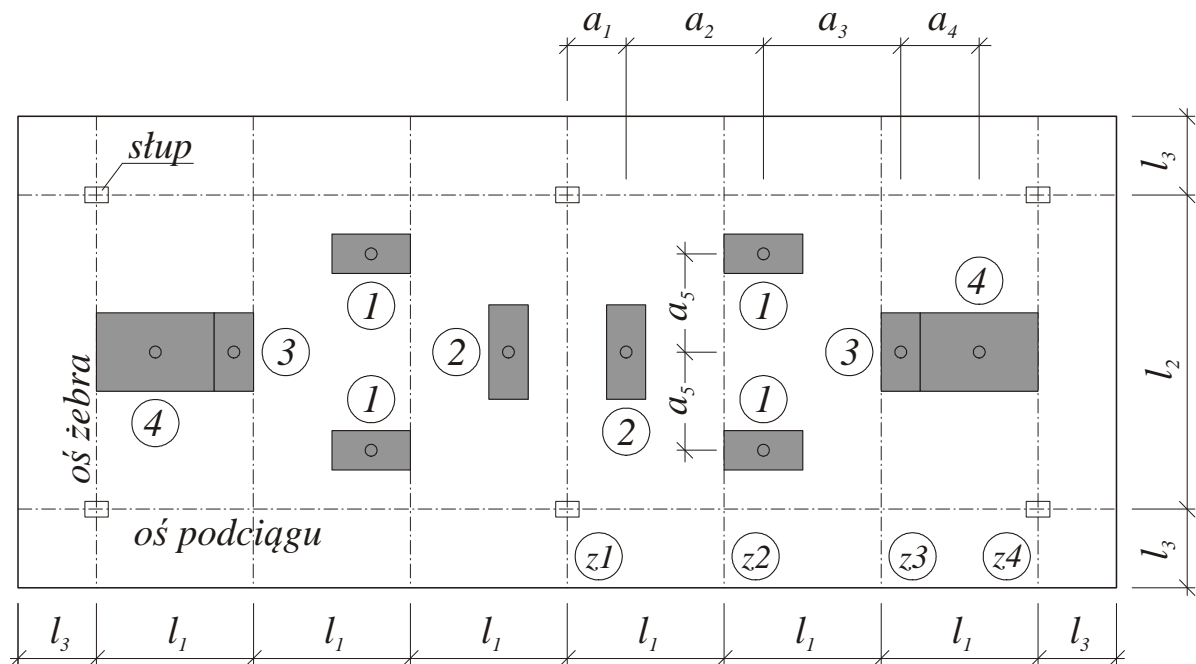
Na pomoście ustawione są dwa zespoły maszyn składające się z wentylatora i silnika. Usytuowanie maszyn względem osi symetrii pomostu pokazano na jego rzucie, a położenie środków ciężkości mas składowych maszyn podano w Tabelicy 1. Ciężary maszyn, ciężary części wirujących oraz ich częstotliwości obrotów podano w Tabelicy 2. Maszyny są sztywno połączone ze płytą pomostu, nie ma żadnych elementów sprężystych lub tłumiących między maszyną a pomostem.

Wentylator i silnik opierają się na pomoście za pośrednictwem cokołów betonowych. Wysokość cokołów jest równa 40 cm, a pozostałe wymiary wynoszą:

- cokół pod element nr1 wentylatora – 60x120 cm,
- cokół pod element nr 2 wentylatora – 140x50 cm,
- wspólny cokół pod element nr 3 wentylatora i silnik – 140x200 cm .

Masy cokołów należy uwzględnić w obliczeniach dynamicznych.

W obliczeniach nie uwzględniać bezwładności obrotowej wentylatora i silnika.



Rys. 1

## Informacje o siłach wymuszających.

Wymuszenie ma charakter harmoniczny. Amplitudy sił wymuszających należy określić na podstawie przepisów normowych. Siły wymuszające działają w środkach ciężkości odpowiednich mas. Odległość środka ciężkości masy od poziomym płyty pomostu wynosi odpowiednio:

- 80,0 cm dla elementów nr 1, 2 i 3 wentylatora,
- 60,0 cm dla silnika.

Tablica 2 – Podstawowe dane o maszynach rozmieszczonych na pomoście

Wentylator - element nr 1			Wentylator – element nr 3		
Ciężar całkowity [kN]	Ciężar części wirującej [kN]	Częstość obrotów [obr/min]	Ciężar całkowity [kN]	Ciężar części wirującej [kN]	Częstość obrotów [obr/min]
30,0	0,0	0,0	18,0	6,0	800
35,0	0,0	0,0	20,0	7,0	1000
40,0	0,0	0,0	22,0	8,0	900
45,0	0,0	0,0	24,0	9,0	1200
Wentylator – element nr 2			Silnik		
Ciężar całkowity [kN]	Ciężar części wirującej [kN]	Częstość obrotów [obr/min]	Ciężar całkowity [kN]	Ciężar części wirującej [kN]	Częstość obrotów [obr/min]
9,0	6,0	800	12,0	4,0	800
10,0	7,0	1000	15,0	5,0	1000
12,0	8,0	900	16,0	7,0	900
11,0	9,0	1200	20,0	6,0	1200

W obliczeniach dynamicznych żebra należy uwzględnić momenty wywołane przez poziome składowe sił wymuszających. Maszyny są ustawione w ten sposób, że siły wymuszające działają w płaszczyznach pionowych równoległych do osi żeber pomostu. W obliczeniach podciągu należy rozpatrywać 2 warianty obciążenia:

- 1 wariant – wszystkie siły wymuszające mają jednakowy kąt fazowy,
- 2 wariant – kąt fazowy sił wywołanych 1 zestawem maszyn różni się o 180 stopni od kąta fazowego sił wywołanych 2 zestawem maszyn.

#### Informacje o tłumieniu

Przyjąć model tłumienia proporcjonalnego. Macierz tłumienia obliczyć na podstawie bezwymiarowych współczynników tłumienia 1 i 2 postaci drgań własnych. Obliczenia wykonać dla model tłumienia proporcjonalnego. Bezwymiarowe współczynniki tłumienia są równe  $\gamma_1 = \dots\dots\dots$ ,  $\gamma_2 = \dots\dots\dots$