



POLITECHNIKA POZNAŃSKA



WYDZIAŁ INŻYNIERII
LĄDOWEJ I
TRANSPORTU

BUDOWNICTWO MOSTOWE I

Ćwiczenia projektowe

Sem. 5, BS-I



dr inż. Marcin Bilski
Zakład Budownictwa Drogowego



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Ćwiczenia projektowe nr 2

Obciążenia działające na konstrukcje mostową



Zakres ćwiczenia projektowego

1. Wstępne projektowanie przekroju poprzecznego przęsła betonowego
 - 1.1. Ustalenie szerokości całkowitej pomostu
 - 1.2. Określenie ilości i rozstawu dźwigarów głównych
 - 1.3. Odwodnienie obiektu
 - 1.4. Kształtowanie dźwigara głównego
 - 1.5. Kształtowanie płyty pomostowej
 - 1.6. Kształtowanie stężeń poprzecznych
 - 1.7. Dobór i rozmieszczenie elementów wyposażenia
 - 1.8. Rysunek przekroju poprzecznego w skali 1:50
2. Zebranie obciążeń stałych z przęsła wg PN-EN 1991-1-1
 - 2.1. Zestawienie obciążeń stałych (nominalna wartość charakterystyczna z uwzględnieniem dolnej i górnej wartości charakterystycznej) – tabela
 - 2.2. Wyznaczenie obciążenia stałego przypadającego na pojedynczy dźwigar
 - 2.3. Wyznaczenie wartości obliczeniowych obciążenia stałego przypadającego na pojedynczy dźwigar
3. Dane dotyczące obciążeń użytkowych
 - 3.1. Ogólny opis modelu obciążenia (wg PN-EN 1991-2) (szkic)
 - 3.2. Podział jezdni na pasy umowne (szkic)
 - 3.3. Zestawienie wartości obciążeń charakterystycznych od obciążeń użytkowych z uwzględnieniem współczynników zależnych od klasy drogi (tabela)
4. Poprzeczny rozdział obciążenia (PRO) użytkowego metodą szytwej poprzecznic
 - 4.1. Założenia metody szytwej poprzecznic (wzór z objaśnieniem symboli)
 - 4.2. Wyznaczenie linii wpływu PRO dla dwóch dźwigarów (szkice)
 - 4.3. Wyznaczenie obciążenia wypadkowego dla obu dźwigarów (szkic przekroju z linią wpływu PRO i ustawieniem obciążenia użytkowego na pomoście)
 - 4.4. Wniosek z PRO



Obciążenia działające na obiekty inżynierskie można klasyfikować na podstawie kryterium zmienności oddziaływania na obciążenia **stałe** i **zmienne**.

Obciążenia stałe:

- Ciężar własny elementów konstrukcyjnych
- Ciężar własny elementów wyposażenia (tj. balustrady, nawierzchnia, latarnie, kapy chodnikowe)
- Parcie gruntu

Obciążenia stałe oblicza się wg geometrii ustroju, rodzaju zastosowanych materiałów i jego ciężaru objętościowego.

Obciążenia stałe nie ulegają zmianie albo nieznacznie np. wskutek przeprowadzonych remontów.



Obciążenia zmienne:

- Obciążenie użytkowe/zmienne:
 - Tabor samochodowy
 - Tabor kolejowy
 - Tabor tramwajowy
 - Tłum pieszych
- Siły hamowania i przyśpieszania
- Siły odśrodkowe
- Siły uderzenia
 - w krawężniki
 - w bariery ochronne
 - w filary/przyczółki
- Oddziaływania na balustrady
- Parcie wiatru
- Parcie lodu

3. Zbieranie obciążeń stałych z przęsła betonowego i zespolonego

3.1 Zestawienie obciążeń stałych dla mostu żelbetowego

NAZWA ELEMENTU	A [m ²]	γ [$\frac{kN}{m^3}$]	OBCIĄŻENIE CHARAKTERYSTYCZNE [$\frac{kN}{m}$]
1) Ustrój nośny $9,14*0,25+2*(1,06*0,18+1/2*0,07*1,06)+4*[1/2*(0,7+0,5)*0,1]+4*(0,95*0,5)= 5,55 \text{ m}^2$	5,55	25	138,75
2) Stężenia $2,30*0,84*0,4*3*3/17,5 = 0,396 \text{ m}^2$	0,396	25	9,90
3) Kapy chodnikowe $1,89*0,22+2*1/2*(0,22+0,28)*0,35)+3,31*0,22= 1,32 \text{ m}^2$	1,32	25	33
4) Izolacja przeciwwilgociowa 1cm $(11,93 - 2*0,35)* 0,01 = 0,106 \text{ m}^2$	0,106	14	1,48
5) Warstwa ściernalna – mastyks grysowy SMA 5cm $(5,5+2*0,5)*0,05= 0,33 \text{ m}^2$	0,33	24	7,92
6) Warstwa wiążąca – asfalt twardolany 4 cm $(5,5+2*0,5)*0,04= 0,26 \text{ m}^2$	0,26	24	6,24
7) Nawierzchnia chodnikowa – żywica syntetyczna 0,5cm $1,89*0,005+3,14*0,005= 0,025 \text{ m}^2$	0,025	14	0,35
8) Krawężniki kamienne $2*(0,2*0,2)= 0,08 \text{ m}^2$	0,08	27	2,16
Bariera ochronna SP-06	-	-	1
Balustrada wg KDM BAL 02	-	-	1
RAZEM			201,8
Na jeden dźwigar (n=4)			50,45

W celu sprawdzenia najbardziej niekorzystnych warunków pracy konstrukcji uwzględnia się jednak w obliczeniach górną i dolną wartość charakterystyczną ciężaru własnego niektórych jej elementów.



Obliczenia przeprowadza się wg **PN-EN 1991-1-1 (Eurokod 1: Oddziaływanie na konstrukcje)**.

Zaleca się, aby nominalne wymiary były wymiarami podawanymi na rysunkach (**rysunek poprzeczny mostu**).

Ciężar własny warstwy izolacji wodoszczelnej i nawierzchni zaleca się liczyć z odchyleniem **$\pm 20\%$** .

Ciężary elementów niekonstrukcyjnych takich jak poręcze, bariery bezpieczeństwa, krawężniki i inne wyposażenia mostu zaleca się przyjmować jako równe wartościom nominalnym.

Material	Ciężar objętościowy γ [kN/m ³]
Beton zwykły	24 [zwiększyć o 1 kN/m ³ przy zwykłym procencie zbrojenia i stali sprężającej] [zwiększyć o 1 kN/m ³ w przypadku betonu niestwardniałego] [dodatek w przypadku kruszywa bazaltowego – 2 kN/m ³]*
Elementy z granitu	od 27 do 30
Stal	od 77 do 78,5
Żeliwo*	72,5
Dodatek do ciężaru konstrukcji nitowanych i łączonych na śruby*	2,7
Dodatek do ciężaru konstrukcji spawanych*	1,4
Dodatek do ciężaru konstrukcji nitowano- spawanych lub spawanych z połączeniami na śruby*	2
Nawierzchnie mostów drogowych	
Asfalt lany i beton asfaltowy	od 24 do 25
Izolacja bitumiczna*	14
Kostka kamienna*	27
Żywica poliestrowa	11,8
Żywice klejowe	13

Beton zbrojony – 25 kN/m³

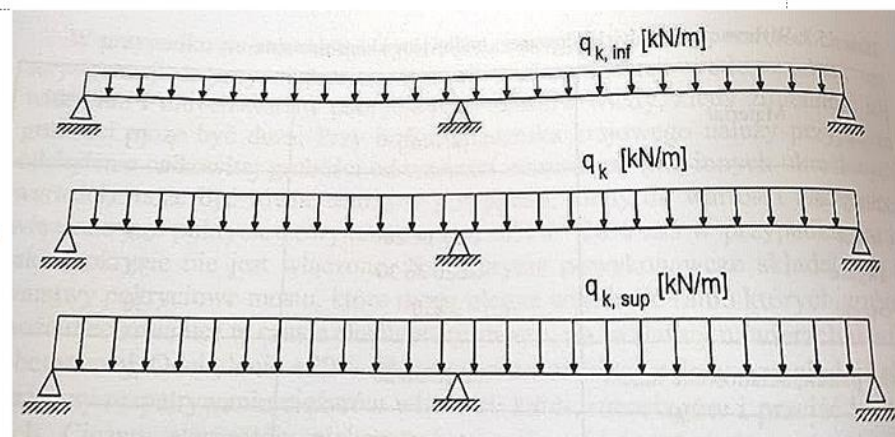
Krawężnik granitowy lub
kamienny – 27 kN/m³

Chodniki pokrywa się
nawierzchnią o grubości około 5
– 6 mm – żywica epoksydowa 14
kN/m³

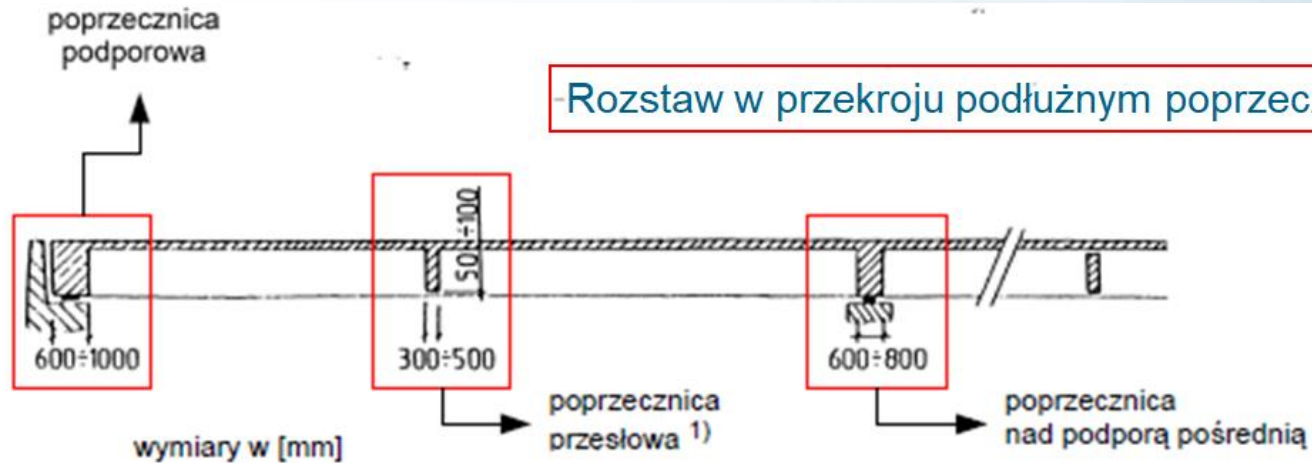
Balance mostowe

Przykładowy wzór tabelki

Obciążenie	Pole przekroju A [m ²]	Ciążar objętościowy γ [kN/m ³]	Obciążenie charakterystyczne Δg_i [kN/m]	Górna wartość charakterystyczna Δg_{sup} [kN/m]	Dolna wartość charakterystyczna Δg_{inf} [kN/m]
[1]	[2]	[3]	[4] = [2] × [3]	[5] = [4] × 1,2	[6] = [4] × 0,8
...
...
Suma obciążeń na cały przekrój poprzeczny			$\sum \Delta g_i$	$\sum \Delta g_{sup}$	$\sum \Delta g_{inf}$
Obciążenie na jeden dźwigar (n – liczba dźwigarów)			$\Delta g = \frac{\sum \Delta g_i}{n}$	$\Delta g_{sup} = \frac{\sum \Delta g_{sup}}{n}$	$\Delta g_{inf} = \frac{\sum \Delta g_{inf}}{n}$



➔ Obciążenie ciągłe rozkładamy na każdy dźwigar



Przy poprzecznic obliczenia wykonujemy w osobno w tabeli w 1 kolumnie:

$$V_{\text{poprzecznic}} = A * \text{grubość} (0,3 \text{ m} \div 0,5 \text{ m}) * n_{\text{poprzeczny}} * n_{\text{podłużny}}$$

$$g = V_{\text{poprzecznic}} * \text{ciężar obj.} / L_t$$



NAWIERZCHNIA

Najczęściej stosowanym rozwiązaniem na obiektach mostowych są nawierzchnie bitumiczne wykonane z mieszanek mineralno-asfaltowych.

Składają się one z dwóch warstw o łącznej grubości 8-10 cm:

- Warstwy dolnej wiążącej, która przekazuje obciążenia na pomost i chroni izolację ułożoną na pomoście (beton asfaltowy)
- Warstwy górnej ścieralnej, która ma bezpośredni kontakt z kołem pojazdu i czynnikami zewnętrznymi (np. SMA, asfalt lany, beton asfaltowy).



IZOLACJA

Izolacje przeciwwilgociowe zabezpieczają konstrukcję nośną przed szkodliwym działaniem wody opadowej i substancjami szkodliwymi, takimi jak np. środki stosowane do zimowego utrzymania dróg. Izolacja stanowi część nawierzchni, która jest układana bezpośrednio na płycie pomostowej.

Izolacja powinna charakteryzować się:

- Dobrą przyczepnością do podłoża i nawierzchni
- Całkowitą szczelnością
- Odpowiednią wytrzymałością i elastycznością (dostosowywanie się do nierówności podłoża)
- Odpornością na zmiany temperatury i starzenie.



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Pamiętać, aby nie uwzględniać poprzecznic skrajnych w obliczeniach

Lp.	Charakterystyka obciążenia	Pole przekroju A	Ciężar objętościowy γ	Obciążenie charakterystyczne q_k
		[m ²] [1]	[kN/m ³] [2]	[kN/m] [3] = [1]x[2]
1	Dźwigary główne (Szt.)	$5 \cdot 1,21 \cdot 0,50 = 3,025$	25,0	75,63
2	Płyta pomostowa ze skosami	$2 \cdot \frac{0,24 \cdot 11,53 + (0,18 + 0,24) \cdot 0,85}{2} = 3,12$ $10 \cdot \frac{(0,10 \cdot 0,10)}{2} = 0,05$	25,0	79,25
3	Poprzecznicze	$3 \cdot \left(\frac{4 \cdot 2,20 \cdot 0,40 \cdot 0,80}{20,85} \right) = 0,41$	25,0	10,25
4	Hydroizolacja- papa termozgrzewalna gr. 10 mm	$13,2 \cdot 0,01 = 0,132$	14,0	1,85
5	Kapa chodnikowa lewa	$2,08 \cdot 0,22 + 0,29 \cdot 0,35 = 0,56$	24,0	13,44
6	Kapa chodnikowa prawa	$2,83 \cdot 0,22 + 0,29 \cdot 0,35 = 0,72$	24,0	17,28
7	Krawężnik mostowy	$0,18 \cdot 0,20 \cdot 2 = 0,072$	24,0	1,73
8	Nawierzchnia bitumiczna jezdni gr. 10 cm	$9,00 \cdot 0,1 = 0,9$	24,0	21,6
9	Nawierzchnia na chodnikach na bazie żywicy epoksydowej gr. 6 mm	$4,91 \cdot 0,006 = 0,029$	14,0	0,41
Wypożalenie mostu		Liczba sztuk w przekroju poprzecznym	Ciężar na jednostkę długości	Obciążenie charakterystyczne q_k
		[szt.] [1]	[kN/m] [2]	[kN/m] [3]=[1]x[2]
10	Balustrada	2	1,0	2,0
11	Bariera ochronna typu SP-06	2	0,5	1,0
12	System odwodnienia	2	0,5	1,0
Suma obciążeń na cały przekrój poprzeczny:				$q_{k,cal} = 225,44$
Obciążenie na jeden dźwigar (n - ilość dźwiearów)				$q_{k1} = \frac{q_{k,cal}}{n} = 45$

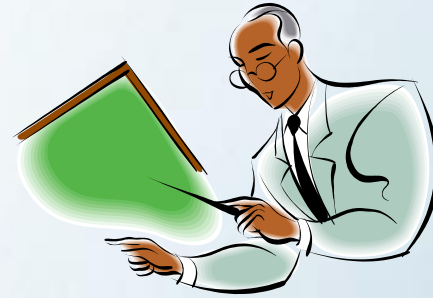
Wsporniki podchodnikowe zwężone do 0,18 m

Przy każdym dźwigarze mamy 2 skosy

Balustrada 0,5÷0,8 kN/m
bariera SP-06 0,5 kN/m
barieroporecz typu III 0,7÷0,8 kN/m



Następne zajęcia:



- Zebranie obciążeń stałych z przęsła
- Rysunek nr 1, skala 1:20