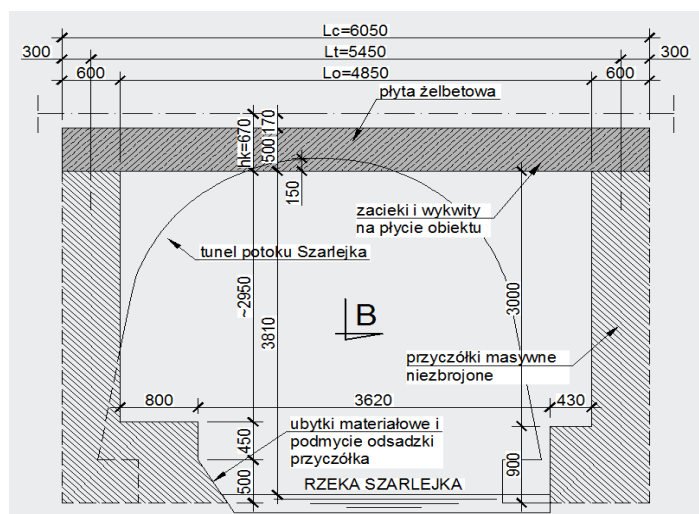


1. Sprawdzenie wytrzymałości płyty mostu

SCHEMAT OBLICZENIOWY MOSTU



1.1. Zebranie obciążeń

1.1.1. Obciążenie taborem samochodowym - klasa obciążeń D

obciążenie osi $k = 80$ kN

obciążenie pojazd K $K = 320$ kN

współczynnik obliczeniowy $\gamma = 1,5$

współczynnik dynamiczny $\varphi_{dyn} = 1,32$

Pojazd na obiekcie

$B = 0,60$ m - szerokość nacisku koła

$L = 0,20$ m - długość nacisku koła

$b = 1,00$ m - pasmo obliczeniowe konstrukcji przęsła

| obc. / koło | ciężar | wsp. char. | Charakterystyczne | Obliczeniowe | | | |
|-------------|----------|-----------------|-------------------|--------------|-------------|--------------|---------------|
| | kN/m^2 | φ_{dyn} | kN/m^2 | $\gamma < 1$ | kN/m^2 | $\gamma > 1$ | kN/m^2 |
| pojazd K | 333,33 | 1,32 | 441,00 | 0,00 | 0,00 | 1,50 | 661,50 |

| obc. / 1mb | ciężar | wsp. char. | Charakterystyczne | Obliczeniowe | | | |
|------------|--------|-----------------|-------------------|--------------|-------------|--------------|---------------|
| | kN/m | φ_{dyn} | kN/m | $\gamma < 1$ | kN/m | $\gamma > 1$ | kN/m |
| pojazd K | 83,33 | 1,32 | 110,25 | 0,00 | 0,00 | 1,50 | 165,37 |

1.1.2. Obciążenie "q"

obciążenie rozłożone $q = 1,60$ kN/m²

| obc. pow. | ciężar | wsp. char. | Charakterystyczne | Obliczeniowe | | | |
|-----------|----------|-----------------|-------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | kN/m^2 | φ_{dyn} | kN/m^2 | $\gamma < 1$ | kN/m^2 | $\gamma > 1$ | kN/m^2 |
| tabor - q | 1,60 | 1,32 | 2,12 | 0,00 | 0,00 | 1,50 | 3,18 |

| obc. / 1mb | ciężar | wsp. char. | Charakterystyczne | Obliczeniowe | | | |
|------------|--------|-----------------|-------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | kN/m | φ_{dyn} | kN/m | $\gamma < 1$ | kN/m | $\gamma > 1$ | kN/m |
| tabor - q' | 1,60 | 1,32 | 2,12 | 0,00 | 0,00 | 1,50 | 3,18 |

1.1.3. Obciążenie tłumem pieszych "qt"

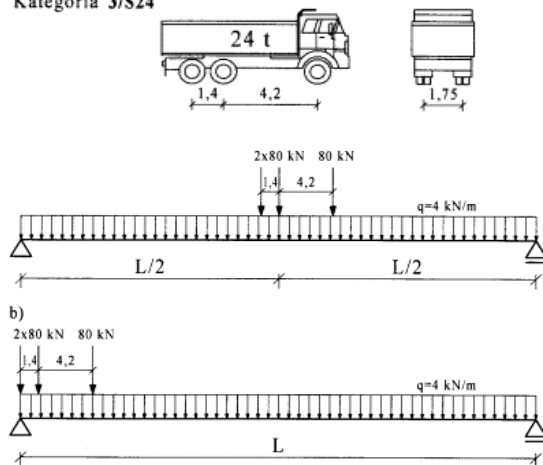
obciążenie rozłożone $q = 2,50 \text{ kN/m}^2$

| obc. pow. | ciężar | wsp. char. | Charakterystyczne | Obliczeniowe | | | |
|-----------|-----------------|-----------------|-------------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|
| | kN/m^2 | φ_{dyn} | kN/m^2 | $\gamma < 1$ | kN/m^2 | $\gamma > 1$ | kN/m^2 |
| qt | 2,50 | 1,00 | 2,50 | 0,00 | 0,00 | 1,30 | 3,25 |

| obc. / 1mb | ciężar | wsp. char. | Charakterystyczne | Obliczeniowe | | | |
|------------|---------------|-----------------|-------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| | kN/m | φ_{dyn} | kN/m | $\gamma < 1$ | kN/m | $\gamma > 1$ | kN/m |
| qt' | 2,50 | 1,00 | 2,50 | 0,00 | 0,00 | 1,30 | 3,25 |

1.1.4. Schemat zastępczego obciążenia użytkowego kategorii 3/S24

Kategoria 3/S24



1.1.5. Ciężar płyty przęsła

$B = 5,45 \text{ m}$ - rozpiętość teoretyczna przęsła
 $L = 1,00 \text{ m}$ - długość obliczeniowa pasma stropu
 $h = 0,50 \text{ m}$ - wysokość przekroju płyty stropu

| Element | ciężar | A | Charakterystyczne | Obliczeniowe | | | |
|---------|-----------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | kN/m^3 | m^2 | kN | $\gamma < 1$ | kN | $\gamma > 1$ | kN |
| Strop | 27,00 | 0,50 | 13,50 | 0,90 | 12,15 | 1,20 | 16,20 |

1.1.6. Ciężar wyposażenia nad płytą górną

| Element | Wymiary elementu | Ciężar | Obc. charakt. |
|---------------------|------------------|-----------------|---------------|
| | h | γ | g_k |
| | m | kN/m^3 | kN/m |
| Nawierzchnia bitum. | 0,10 | 23,0 | 2,30 |
| Izolacja | 0,01 | 14,0 | 0,14 |
| SUMA | 0,11 | - | 2,44 |

| Charakterystyczne | Obliczeniowe | | | |
|-------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| g_w | $g_w \min$ | | $g_w \max$ | |
| kN/m | $\gamma < 1$ | kN/m | $\gamma > 1$ | kN/m |
| 2,44 | 0,90 | 2,20 | 1,50 | 3,66 |

1.3. Sprawdzenie wyężenia płyty stropowej tunelu

Zbrojenie stropu będzie obliczane na 1 mb konstrukcji.

$$b = 1,00 \text{ m} \quad - \text{ pasmo obliczeniowe płyty stropu}$$

Materiały:

Przyjęto beton klasy C16/20 - B16, (jako najslabszy dopuszczony normą) o następujących parametrach:

$$R_b = 11,43 \text{ MPa} \quad - \text{ wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie}$$

$$E_b = 29,00 \text{ GPa} \quad - \text{ moduł Younga}$$

Przyjęto stal zbrojeniową klasy AIII o następujących parametrach:

$$R_s = 340,00 \text{ MPa} \quad - \text{ wytrzymałość obliczeniowa na rozciąganie}$$

$$E_s = 200,00 \text{ GPa} \quad - \text{ moduł Younga}$$

$$n' = \frac{E_s}{E_b} = 6,90 \quad - \text{ stosunek współczynników sprężystości liniowej stali i betonu}$$

$$n = 3 \cdot n' = 20,69 \quad - \text{ przyjęty do obliczeń stosunek współczynników sprężystości liniowej stali i betonu}$$

1.3.1. Sprawdzenie stanu granicznego nośności ze względu na zginanie

Schemat I - pojazd K - dopuszczalny ciężar eksploatacyjny 20t

Momenty zginające (dolne)

$$M_{ld} = 256,02 \text{ kNm}$$

Schemat II - pojazd 3/S24 - dopuszczalny ciężar eksploatacyjny 24t

Momenty zginające (dolne)

$$M_{lld} = 176,58 \text{ kNm}$$

Wartość maksymalna momentu zginającego (dołem).

$$M_{MAXd} = 256,02 \text{ kNm} \quad - \text{ max moment zginający}$$

1.3.1.1. Sprawdzenie maksymalnych naprężeń dla zbrojenia obliczeniowego dolnego:

$$b = 1,00 \text{ m} \quad - \text{ pasmo obliczeniowe płyty}$$

$$h = 0,43 \text{ m} \quad - \text{ wysokość przekroju płyty stropu}$$

$$A_b \text{ (na 1mb)} = 0,43 \text{ m}^2 \quad - \text{ pole powierzchni przekroju betonu}$$

$$A_{min} = \rho_{min} \cdot A_b = 0,000860 \text{ m}^2 \quad - \text{ minimalne pole powierzchni przekroju zbrojenia}$$

$$c = 25 \text{ mm} \quad - \text{ otulina zbrojenia głównego}$$

$$a = 0,033 \text{ m} \quad - \text{ odległość osi zbrojenia rozciąganego od krawędzi}$$

$$h_1 = h - a' = 0,397 \text{ m} \quad - \text{ wysokość użyteczna przekroju}$$

Położenie osi obojętnej:

$$x = \frac{n \cdot R_b}{n \cdot R_b + R_s} \cdot h_1 = 0,163 \text{ m}$$

Potrzebne pole powierzchni zbrojenia:

$$A_s = \frac{M_{maxd}}{R_a \cdot \left(h_1 - \frac{x}{3}\right)} = 0,002197 \quad m^2 > A_{min}$$

Przyjęto pręty:

[mm] szt./m

Zbrojenie główne rozciągane

A_a

16

11

rozstaw

91

mm

≈

90

mm

$$A_a = 0,002212 \quad m^2 > A_s$$

1.3.1.1.1. Sprawdzenie maksymalnych naprężeń w betonie

Położenie osi obojętnej:

$$x = n \cdot \frac{A_a}{b} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot h_1}{n \cdot A_a}} - 1 \right)$$
$$x = 0,150 \quad m$$

Naprężenia w betonie:

$$\sigma_{b \text{ MAX}} = \frac{2 \cdot M_{maxd}}{b \cdot x \cdot \left(h_1 - \frac{x}{3}\right)}$$

$$\sigma_{b \text{ MAX}} = 9,82 \quad MPa < R_b \rightarrow \text{Warunek nośności jest spełniony}$$

WYŁĘŻENIE

85,94%

1.3.1.1.2. Sprawdzenie maksymalnych naprężeń w stali

Naprężenia w stali:

$$\sigma_{a \text{ MAX}} = \frac{M_{maxd}}{A_a \cdot \left(h_1 - \frac{x}{3}\right)}$$

$$\sigma_{a \text{ MAX}} = 333,68 \quad MPa < R_a \rightarrow \text{Warunek nośności jest spełniony}$$

WYŁĘŻENIE

98,14%