

Aufgabe 1 Estádio Municipal de Braga von Eduardo Souto de Moura

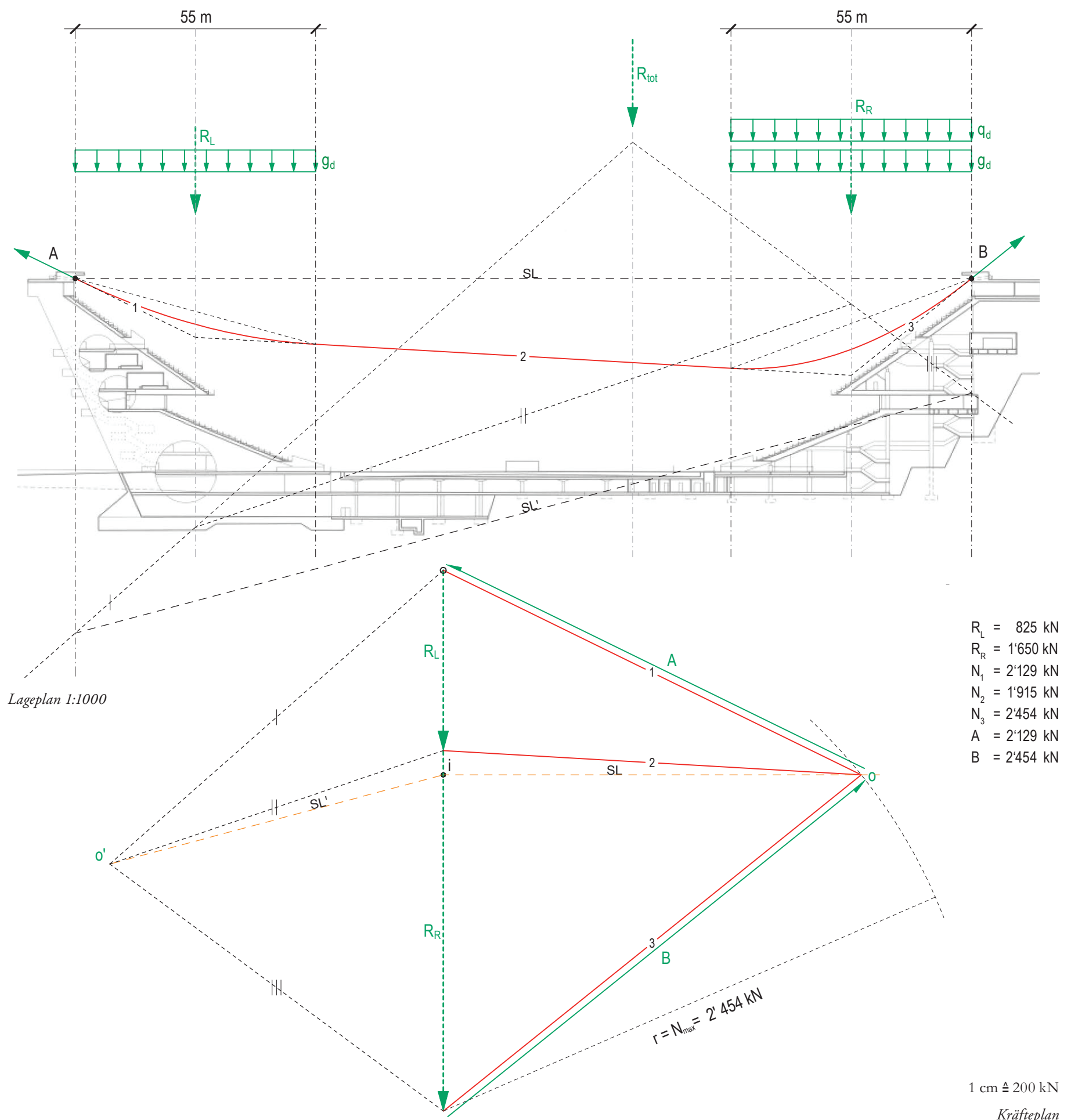
- Über den beiden 55m breiten Tribünen sind Betonfertigplatten an den Hängeseilen aufgelagert und befestigt. Jede Betonplatte mit einer Breite $b=3.7\text{m}$ und einer Materialstärke $d=240\text{mm}$ ist an zwei Hängeseilen befestigt. Berechnen Sie die konstante Linienlast g_d pro Seil auf Bemessungsniveau und geben Sie den Wert in kN/m an. Raumlast Stahlbeton $\gamma_k=25\text{kN/m}^3$
- Nach starkem Schneefall ist der Schnee auf der Nordseite des Dachs liegen geblieben, während er auf der Südseite geschmolzen ist. Dadurch entsteht eine asymmetrische Belastung. Berechnen Sie die Nutzlast q_d , Flächenlast Schnee $q_k = 5.4\text{ kN/m}^2$
- Finden Sie die statische Form dieses hängenden Seiles, welches zwischen den Auflagern A und B spannt. Die maximale Seilkraft beträgt 2'454 kN. Zeichnen Sie den Lage- und Kräfteplan. Wie gross sind die Auflagerkräfte A und B?
- Dimensionieren Sie das Seil aus Stahl S500. Geben Sie den Durchmesser D gerundet auf ganze mm an.

$$\begin{aligned} \text{a) } A &= l \cdot b = 3.7\text{ m} \cdot 0.24\text{ m} = 0.89\text{ m}^2 \\ g_k &= A \cdot \gamma_k = 0.89\text{ m}^2 \cdot 25\text{ kN/m}^3 = 22.2\text{ kN/m} \\ g_d &= g_k \cdot \gamma_G = 22.2\text{ kN/m} \cdot 1.35 = 30.0\text{ kN/m} \\ \mathbf{g_d \text{ pro Seil: } 30.0\text{ kN/m} / 2 = 15\text{ kN/m}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } R_L &= g_d \cdot l = 15\text{ kN/m} \cdot 55\text{ m} = 825\text{ kN} \\ R_R &= g_d \cdot q_d \cdot l = 2 \cdot 15\text{ kN/m} \cdot 55\text{ m} = 1'650\text{ kN} \end{aligned}$$

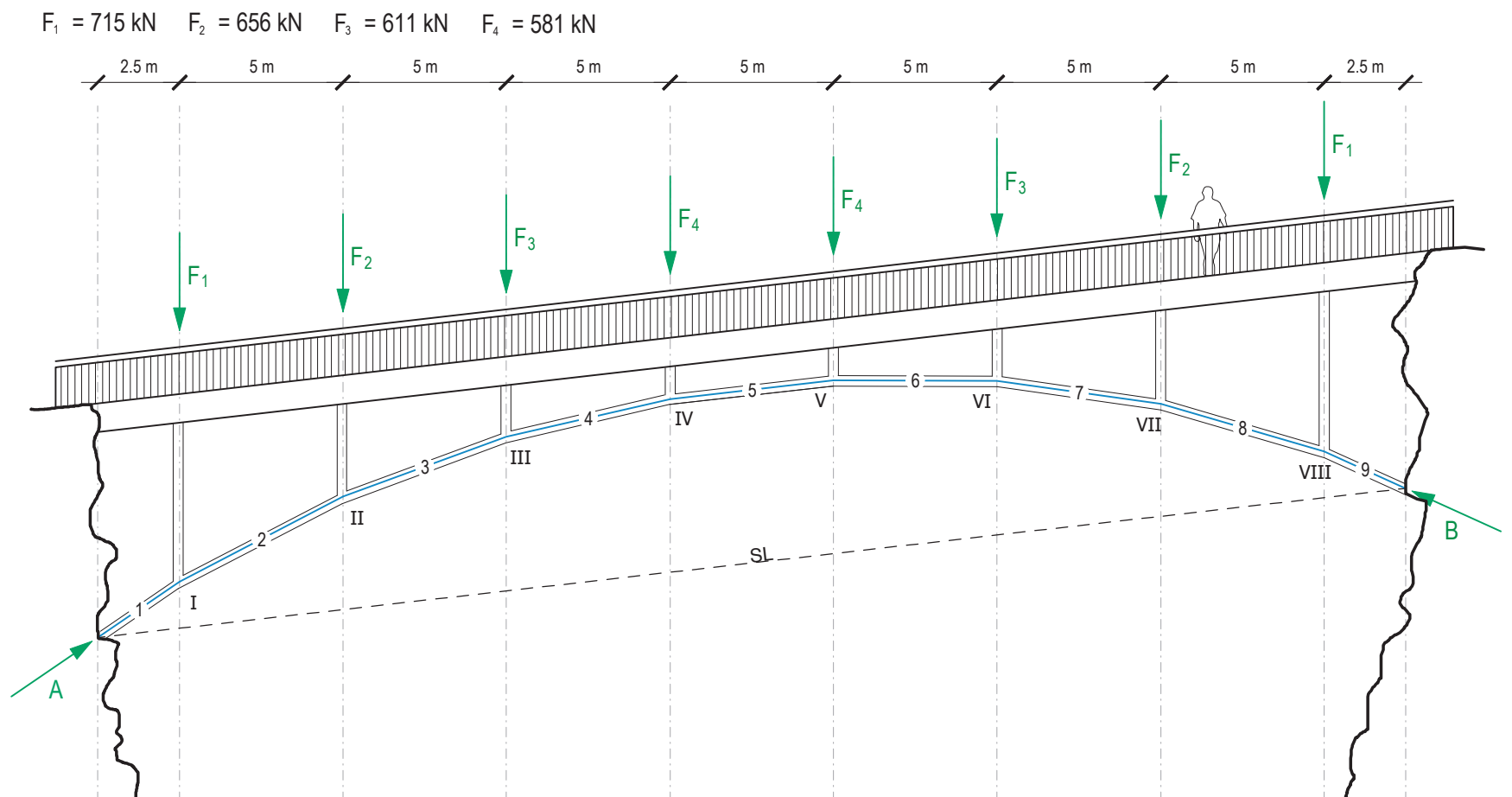
$$\begin{aligned} \text{b) } q_k &= \bar{q}_k \cdot l = 5.4\text{ kN/m}^2 \cdot 3.7\text{ m} = 20\text{ kN/m} \\ q_d &= q_k \cdot \gamma_Q = 20\text{ kN/m} \cdot 1.5 = 30\text{ kN/m} \\ \mathbf{q_d \text{ pro Seil: } 30.0\text{ kN/m} / 2 = 15\text{ kN/m}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) } N_d &= 2'454\text{ kN} \\ f_{td} &= f_{tk} / \gamma_M = 500\text{ N/mm}^2 / 1.05 = 476.2\text{ N/mm}^2 \\ A_{req} &= N_d / f_{td} = 2'454\text{ kN} / 476.2\text{ N/mm}^2 = 5'153\text{ mm}^2 \\ D &= \sqrt{4 \cdot A / \pi} = \sqrt{4 \cdot 5'153\text{ mm}^2 / \pi} = 82\text{ mm} \end{aligned}$$

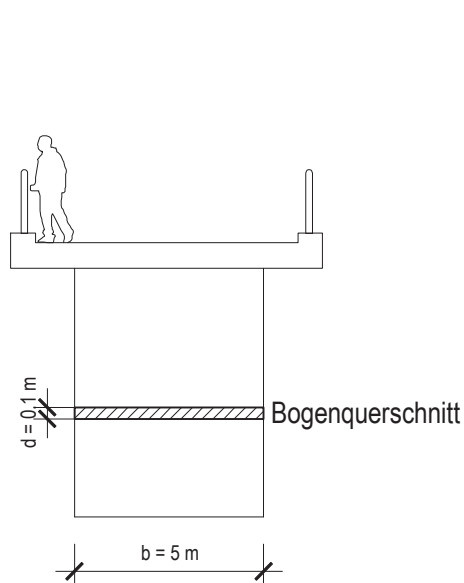


Aufgabe 2 Bogenbrücke aus Beton

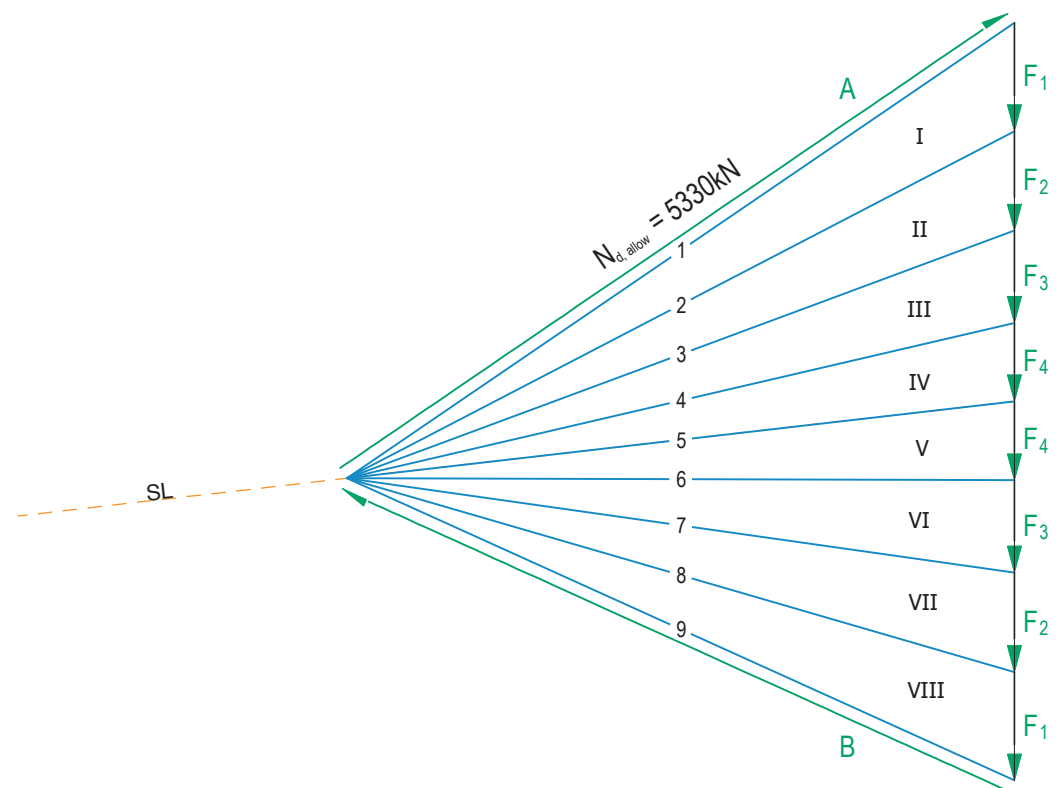
- Berechnen Sie zuerst die maximal erlaubte Normalkraft $N_{d,allow}$ mit Hilfe der vorgegebenen maximalen Druckfestigkeit des Betons C16/20 von $f_{ck} = 16 \text{ N/mm}^2$ und dem Widerstandsbeiwert $\gamma_m = 1.5$. Die Abmessungen des Bogenquerschnitts sind $d = 0.1 \text{ m}$ und $b = 5.0 \text{ m}$.
- Bestimmen Sie nun die Form des Betonbogens. Das mittlere Segment des Bogens soll parallel zum Deck sein. Zeichnen Sie den Kräfteplan und Lageplan und geben Sie die Größe, Lage und die Richtung der Auflagerkräfte an.



Lageplan 1:200



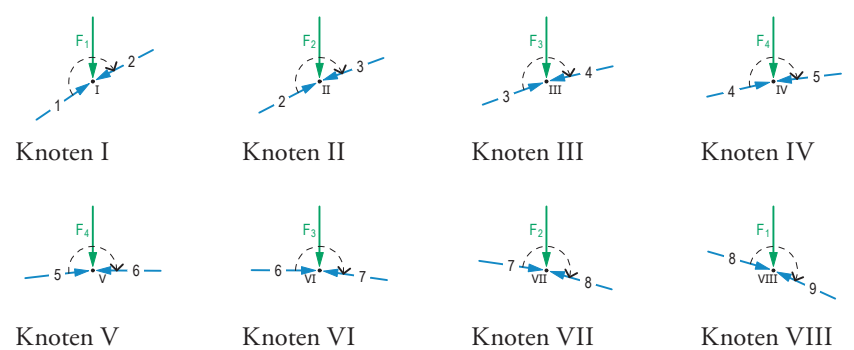
Querschnitt 1:200



1 cm $\hat{=}$ 500 kN

Kräfteplan

$$\begin{aligned}
 a) \quad A_{eff} &= b \cdot d = 5000 \text{ mm} \cdot 100 \text{ mm} = 500'000 \text{ mm}^2 \\
 f_{cd} &= f_{ck} / \gamma_m = 16 \text{ N/mm}^2 / 1.5 = 10.66 \text{ N/mm}^2 \\
 N_{d,allow} &= f_{cd} \cdot A_{eff} = 10.66 \text{ N/mm}^2 \cdot 500'000 \text{ mm}^2 = 5330 \text{ kN}
 \end{aligned}$$



Subsystem