



STATISKE BEREGNINGER

Bade- og bådebro

Sagsnr.: 10075
Sign.: Jesper Schjællerup
Dato: 21.04.2010
Rev. dato: 23.04.2010 – Alternativ mellemvange

RØNSLEV ANDERSEN

Bastian-Emil Møllers Gade 41
8700 Horsens
Tlf.: 2724 8704
js@ronslevandersen.dk
www.ronslevandersen.dk
ApS. CVR nr.: 30 59 62 85

Indholdsfortegnelse

1.	Forudsætninger.....	3
1. 1.	Laster og stivhed	3
1. 2.	Geometri	3
1. 3.	Materialer og tværsnitskonstanter	4
2.	Dimensionering.....	5
2. 1.	Trædækket dimensionsgivende	5
2. 2.	Sargen dimensionsgivende	5
2. 3.	Mellemvangen dimensionsgivende	6
2. 4.	Vangen dimensionsgivende	7
2. 5.	Bæreevne af ben	7



Forudsætninger

Laster og stivhed

Last iht. DS/EN 1991-1-1-1, last A5

$$q_k := 2.5 \cdot \text{kN/m}^2$$

$$q_d := 1.5 \cdot q_k = 3.8 \cdot \text{kN/m}^2$$

Stivhedskrav

$$k_{\text{udbj}} := \frac{1}{200}$$

Udbøjningsfaktor, træ (ANV 3)

$$\psi_{\text{fin}} := 1 + 0.2 \cdot 2.00 = 1.4$$

Geometri

Længde af hver sektion

$$L_{\text{sekt}} := 3.0 \cdot \text{m}$$

Max. bredde af bro

$$B := 2.0 \cdot \text{m}$$

Afstand mellem mellemvanger

$$c_{\text{ml.vng}} := 962 \cdot \text{mm}$$

Antal sarger under dækket

$$n := 3$$

Afstand fra vange til yderste sarg

$$L_{\text{fri}} := 162 \cdot \text{mm}$$

Vederlag i vange

$$l_{\text{vdl}} := 54 \cdot \text{mm}$$

Trædæk, tykkelse

$$t_{\text{dæk}} := 28 \cdot \text{mm}$$

Sarg,

$$\text{tykkelse } t_{\text{sarg}} := 45 \cdot \text{mm}$$

$$\text{højde } h_{\text{sarg}} := 95 \cdot \text{mm}$$

Længde af ben (badebroens højde)

$$H := 2059 \cdot \text{mm}$$



Materialer og tværsnitskonstanter

Aluminium

Al 6060

$$E_{Al} := 70(10^3) \cdot \text{MPa}$$

Træ

C18, ANV 3

$$E_{træ} := 9000 \cdot \text{MPa}$$

Ben Ø100x4mm (alu)

$$I_{ben} = 1.39 \cdot (10^6) \cdot \text{mm}^4$$

Vange (alu), iht. datablad

$$I_{vng} := 10525852 \cdot \text{mm}^4 = 10.5 \cdot (10^6) \cdot \text{mm}^4$$

Mellemvanger 60x100x4 mm (alu)

$$I_{ml.vng} := 1.58 \cdot (10^6) \cdot \text{mm}^4$$

Sarg (træ)

$$I_{sarg} := \frac{1}{12} \cdot t_{sarg} h_{sarg}^3 = 3.2 \cdot (10^6) \text{mm}^4$$

Trædæk

$$I_{dæk} := \frac{1}{12} \cdot 1000 \text{mm} \cdot t_{dæk}^3 = 1.8 \cdot (10^6) \text{mm}^4$$



Dimensionering

Trædækket dimensionsgivende

Dækkets spændvidde: $L_{dæk} := \frac{1}{n-1} \cdot (B - 2 \cdot L_{fri}) = 838 \cdot \text{mm}$

Indspændt i ene ende $l_{s,dæk} := 0.7 \cdot L_{dæk} = 587 \cdot \text{mm}$

$$u_{\max,dæk} := l_{s,dæk} \cdot k_{udbj} = 2.9 \cdot \text{mm}$$

Max. last pr. lbm. dæk: $P_{cr,dæk} := \frac{1}{0.0054} \cdot \frac{E_{træ} \cdot I_{dæk}}{L_{dæk}^4} \cdot \frac{u_{\max,dæk}}{\psi_{fin}} = 13.0 \cdot \text{kN/m}$

Lastopl. lbm. dæk $Opl_{dæk} := 1 \cdot \text{m}$

Max. fladelast $P_{flade,dæk} := \frac{P_{cr,dæk}}{Opl_{dæk}} = 13.0 \cdot \text{kN/m}^2$

- Den maksimale fladelast er større end den aktuelle fladelast, og der er således tilstrækkelig bæreevne i trædækket.

Sargen dimensionsgivende

Sargens spændvidde $L_{sarg} := c_{cml,vng} = 962.0 \cdot \text{mm}$

Simpelt understøttet $l_{s,sarg} := 1.0 \cdot L_{sarg}$

$$u_{\max,sarg} := l_{s,sarg} \cdot k_{udbj} = 4.8 \cdot \text{mm}$$

Max. last pr. sarg $P_{cr,sarg} := \frac{384}{5} \cdot \frac{E_{træ} \cdot I_{sarg}}{L_{sarg}^4} \cdot \frac{u_{\max,sarg}}{\psi_{fin}} = 8.9 \cdot \text{kN/m}$

Lastopl. midterste sarg $Opl_{sarg} := 2 \cdot \frac{L_{dæk}}{2} = 0.838 \text{ m}$

Max. fladelast $P_{flade,sarg} := \frac{P_{cr,sarg}}{Opl_{sarg}} = 10.6 \cdot \text{kN/m}^2$

- Den maksimale fladelast er større end den aktuelle fladelast, og der er således tilstrækkelig bæreevne i sargen under trædækket.

Mellemvangen dimensionsgivende

Rørprofil 60x100x4 mm

Længde af mellemvange: $L_{ml.vng} := B - 2 \cdot \frac{l_{vdl}}{2} = 1946 \cdot \text{mm}$

Simpelt understøttet $l_{s.ml.vng} := 1.0 \cdot L_{ml.vng} = 1946 \cdot \text{mm}$

$$u_{max.ml.vng} := l_{s.ml.vng} \cdot k_{udbj} = 9.7 \cdot \text{mm}$$

Max. last pr. ml.vange $p_{cr.ml.vng} := \frac{384}{5} \cdot \frac{E_{Al} \cdot I_{ml.vng}}{L_{ml.vng}^4} \cdot u_{max.ml.vng} = 5.8 \cdot \text{kN/m}$

Max. fladelast $p_{flade.ml.vng} := \frac{p_{cr.ml.vng}}{c_{cml.vng}} = 6.0 \cdot \text{kN/m}^2$

- Med bredden 2,00 m skal brodækket understøttes af en mellemvange 60x100x4 mm på kant

Rørprofil 60x60x4 mm

Rør 60x60x4 mm (alu): $I_{ml.vng.60} := 0.454 \cdot (10^6) \cdot \text{mm}^4$

Mindre bredde af bro $B_{alt} := 1.773 \cdot \text{m}$

Længde af mellemvange: $L_{ml.vng.alt} := B_{alt} - 2 \cdot \frac{l_{vdl}}{2} = 1719 \cdot \text{mm}$

Simpelt understøttet $l_{s.ml.vng.alt} := 1.0 \cdot L_{ml.vng.alt} = 1719 \cdot \text{mm}$

$$u_{max.ml.vng.alt} := l_{s.ml.vng.alt} \cdot k_{udbj} = 8.6 \cdot \text{mm}$$

Max. last pr. ml.vange

$$p_{cr.ml.vng.alt} := \frac{384}{5} \cdot \frac{E_{Al} \cdot I_{ml.vng.60}}{L_{ml.vng.alt}^4} \cdot u_{max.ml.vng.alt} = 2.4 \cdot \text{kN/m}$$

Max. fladelast $p_{flade.ml.vng.alt} := \frac{p_{cr.ml.vng.alt}}{c_{cml.vng}} = 2.50 \cdot \text{kN/m}^2$

- Med bredden max. 1,75 kan brodækket understøttes af en mellemvange 60x60x4 mm



Vangen dimensionsgivende

Simpelt understøttet $L_{vng} := L_{sekt} = 3.0 \text{ m}$
 $l_{s.vng} := 1.0 \cdot L_{vng}$
 $u_{max.vng} := l_{s.vng} \cdot k_{udbj} = 15.0 \cdot \text{mm}$

Max. last pr. ml.vange $p_{cr.vng} := \frac{384}{5} \cdot \frac{E_{Al} \cdot I_{vng}}{L_{vng}^4} \cdot u_{max.vng} = 10.5 \cdot \text{kN/m}$

Antal vanger $n_{vng} := 2$

Samlet last pr. lbm. bro: $p_{vng} := n_{vng} \cdot p_{cr.vng} = 21.0 \cdot \text{kN/m}$

Max. fladelast $p_{flade.vng} := \frac{p_{vng}}{B} = 10.5 \cdot \text{kN/m}^2$

- Den maksimale fladelast er større end den aktuelle fladelast, og der er således tilstrækkelig bæreevne i vangen.

Ben

Opland for last $Opl_{ben} := L_{sekt} = 3.0 \text{ m}$
 $R_{ben} := q_d \cdot (B \cdot Opl_{ben}) = 22.5 \cdot \text{kN}$

Benene regnes simpelt understøttede ved montering på et fundament støbt i havbunden. Der regnes efter procedure for meget slanke søjler, hvilket er til den sikre side.

$$l_{s.ben} := 1.0 \cdot H = 2.059 \text{ m}$$

$$F_{Rd} := \pi^2 \cdot \frac{E_{Al} \cdot I_{ben}}{l_{s.ben}^2} = 226.9 \cdot \text{kN} > R_{ben} = 22.5 \cdot \text{kN}$$

- Der er således tilstrækkelig bæreevne i de enkelte ben.