Vedlegg 7

Håndberegninger av søyler og bjelker

Håndberegning av bjelke B36.1

Egenlaster:

$Hulldekke := 2.55\ \frac{kN}{m^2}$ HD-200

$På f ørt := 1.5\ \frac{kN}{m^2}$ Lettvegger, påstøp, isolasjon

$Solcelle := 0.5\ \frac{kN}{m^2}$ Solcellevekt og lodd

$G_{egen} := Hulldekke + På f ørt + Solcelle = 4.6\ \frac{kN}{m^2}$

Nyttelaster:

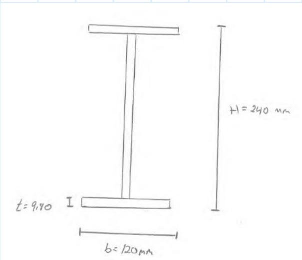
$Snølast := 3.0\ \frac{kN}{m^2}$ Snølast for Ålesund fra NS-EN 1991-1-3

$Nyttelast := 3.0\ \frac{kN}{m^2}$

$Formfaktor := 0.8$ Formfaktor ut fra NS-EN 1991-1-3

$S_k := Snølast \cdot Formfaktor = 2.4\ \frac{kN}{m^2}$

Egenvekt IPE-240:



$Vekt := 7850\ \frac{kg}{m^3}$

$Areal := 0.003912\ m^2$
$Lengde := 5350\ mm$

$Last := Vekt \cdot Areal = 30.7\ \frac{kg}{m}$

$G_{Bjelke} := 0.3\ \frac{kN}{m}$

$W_{ply} := 366.6 \cdot 10^3\ mm^3$ Plastisk flytegrense
$\gamma_m := 1.05$ Materialfaktor
$f_y := 355\ MPa$

$f_{yd} := \frac{f_y}{\gamma_m} = \left(338.1 \cdot 10^6\right)\ Pa$

$E := 210000\ MPa$
$I := 3892\ cm^4$
$h := 240\ mm$
$tf := 9.8\ mm$
$t := 6.2\ mm$
$r := 15\ mm$
$b := 120\ mm$

Laster jevnt fordelt: EN1991-1-1

$Nytteareal := 5.35\ m \cdot 2.112\ m = 11.3\ m^2$

$G_1 := G_{egen} \cdot Nytteareal = \left(51.4 \cdot 10^3\right)\ N$
$N_1 := S_k \cdot Nytteareal = \left(27.1 \cdot 10^3\right)\ N$

$$G := \frac{G_1}{Lengde} + G_{Bjelke} = 9.9\ \frac{kN}{m}$$ Bruksgrensetilstand egenlast

$$N := \frac{N_1}{Lengde} = 5.1\ \frac{kN}{m}$$ Bruksgrensetilstand nyttelast

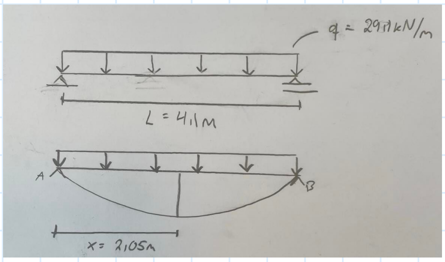
$$B_1 := 1.35 \cdot G + 1.05 \cdot N = 18.7\ \frac{kN}{m}$$ EN1990 §6.4.3.2, T.A1.2A, T.A1.2B

$$B_2 := 1.2 \cdot G + 1.5 \cdot N = 19.5\ \frac{kN}{m}$$

$$q := B_2 = 19.5\ \frac{kN}{m}$$ Velger B2 da den gir høyest last

Finne maksimalt moment:

$$M_{maks} := \frac{q \cdot Lengde^2}{8} = 69.7\ kN \cdot m$$



Kontroll bjelkespenning og kapasitet: EN1993-1-1, §6.2

$My_{rd} := W_{ply} \cdot f_{yd} = \left(123.9 \cdot 10^3\right)\ J$

$$\sigma := \frac{M_{maks}}{W_{ply}} = \left(190.3 \cdot 10^6\right)\ Pa$$

$\sigma \le f_{yd}$	$190.3\ MPa \le 338.1\ MPa$	OK! 56.3% utnyttet
$M_{maks} \le My_{rd}$	$69.7\ kN \cdot m \le 123.9\ kN \cdot m$	OK! 56.2% utnyttet

Kontroll nedbøyning: EN1993-1-1, §7

$$y := \frac{5}{384} \cdot \frac{(G+N) \cdot Lengde^4}{E \cdot I} = 19.5\ mm$$

$$\frac{Lengde}{250} = 21.4\ mm$$ Maks tillatt nedbøyning

$19.5\ mm \le 21.4\ mm$ OK!

Tverrsnitt klassifisering: EN1993-1-1, §5.5

Steg:

$$c_{steg} := h - 2 \cdot tf - 2 \cdot r = 190.4\ mm$$

$$\frac{c_{steg}}{t} = 30.7$$

$$t < 40\ mm$$

$$\varepsilon := \left(\frac{235\ MPa}{f_y}\right)^{0.5} = 813.6 \cdot 10^{-3}$$

$\frac{c}{t} < 72\ mm$ $\qquad 72 \cdot \varepsilon = 58.6$ Steget havner i klasse 1

Flens:

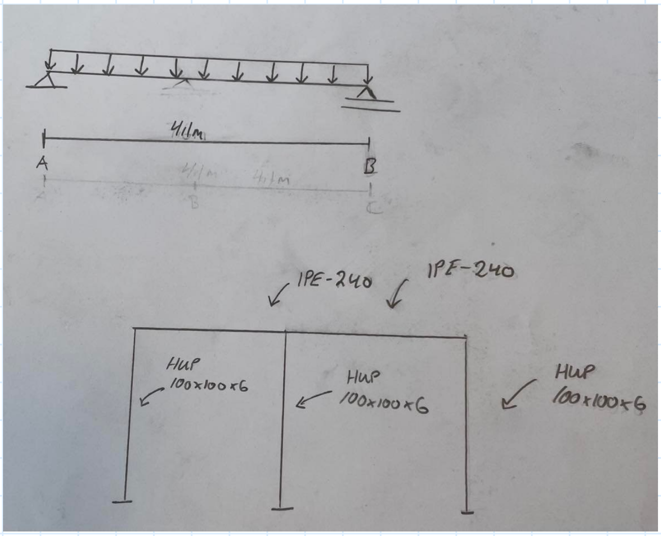
$$c_{flens} := \left(\frac{b}{2}\right) - \left(\frac{t}{2}\right) - r = 41.9\ mm$$

$$\frac{c_{flens}}{tf} = 4.3$$

$$t < 40\ mm$$

$\frac{c}{t} < 9\ mm$ $\qquad 9 \cdot \varepsilon = 7.3$ Flensen havner i klasse 1

Håndberegning av bjelke B38.1



Egenlaster:

$Hulldekke := 2.55 \frac{kN}{m^2}$ HD-200

$Påført := 1.5 \frac{kN}{m^2}$ Lettvegger, påstøp, isolasjon

$Solcelle := 0.5 \frac{kN}{m^2}$ Solcellevekt og lodd

$G_{egen} := Hulldekke + Påført + Solcelle = 4.6 \frac{kN}{m^2}$

Nyttelaster:

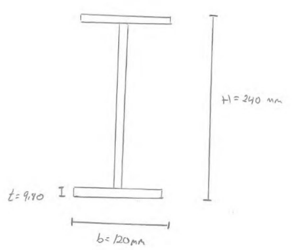
$Snølast := 3.0 \frac{kN}{m^2}$ Snølast for Ålesund fra NS-EN 1991-1-3

$Nyttelast := 3.0 \frac{kN}{m^2}$

$Formfaktor := 0.8$ Formfaktor ut fra NS-EN 1991-1-3

$S_k := Snølast \cdot Formfaktor = 2.4 \frac{kN}{m^2}$

Egenvekt IPE-240:



$Vekt := 7850\ \frac{kg}{m^3}$

$Areal := 0.003912\ m^2$

$Lengde := 4100\ mm$

$Last := Vekt \cdot Areal = 30.7\ \frac{kg}{m}$

$G_{Bjelke} := 0.3\ \frac{kN}{m}$

$W_{ply} := 366.6 \cdot 10^3\ mm^3$ Plastisk flytegrense

$\gamma_m := 1.05$ Materialfaktor

$f_y := 355\ MPa$

$f_{yd} := \frac{f_y}{\gamma_m} = \left(338.1 \cdot 10^6\right)\ Pa$

$E := 210000\ MPa$

$I := 3892\ cm^4$

$h := 240\ mm$

$tf := 9.8\ mm$

$t := 6.2\ mm$

$r := 15\ mm$

$b := 120\ mm$

Laster jevnt fordelt: EN1991-1-1

$Nytteareal := 3.2\ m \cdot 4.1\ m = 13.1\ m^2$

$G_1 := G_{egen} \cdot Nytteareal = \left(59.7 \cdot 10^3\right)\ N$

$N_1 := S_k \cdot Nytteareal = \left(31.5 \cdot 10^3\right)\ N$

$G := \frac{G_1}{Lengde} + G_{Bjelke} = 14.9\ \frac{kN}{m}$ Bruksgrensetilstand egenlast

$N := \frac{N_1}{Lengde} = 7.7\ \frac{kN}{m}$ Bruksgrensetilstand nyttelast

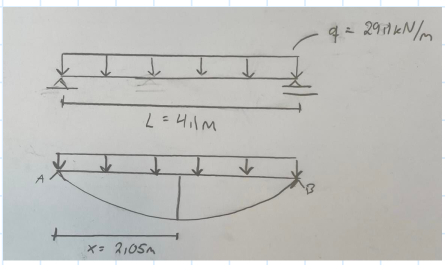
$B_1 := 1.35 \cdot G + 1.05 \cdot N = 28.1\ \frac{kN}{m}$ EN1990 §6.4.3.2, T.A1.2A, T.A1.2B

$B_2 := 1.2 \cdot G + 1.5 \cdot N = 29.4\ \frac{kN}{m}$

$q := B_2 = 29.4\ \frac{kN}{m}$ Velger B2 da den gir høyest last

Finne maksimalt moment:

$M_{maks} := \frac{q \cdot Lengde^2}{8} = 61.7\ kN \cdot m$



Kontroll bjelkespenning og kapasitet: EN1993-1-1, §6.2

$My_{rd} := W_{ply} \cdot f_{yd} = \left(123.9 \cdot 10^{3}\right)\ J$

$\sigma := \dfrac{M_{maks}}{W_{ply}} = \left(168.2 \cdot 10^{6}\right)\ Pa$

$\sigma \le f_{yd}$ $168.2\ MPa \le 338.1\ MPa$ OK! 49.8% utnyttet

$M_{maks} \le My_{rd}$ $61.7\ kN \cdot m \le 123.9\ kN \cdot m$ OK! 49.8% utnyttet

Kontroll nedbøyning: EN1993-1-1, §7

$y := \dfrac{5}{384} \cdot \dfrac{(G+N) \cdot Lengde^{4}}{E \cdot I} = 10.1\ mm$

$\dfrac{Lengde}{250} = 16.4\ mm$ Maks tillatt nedbøyning

$10.1\ mm \le 16.4\ mm$ OK!

Tverrsnitt klassifisering: EN1993-1-1, §5.5

Steg:

$c_{steg} := h - 2 \cdot tf - 2 \cdot r = 190.4\ mm$

$\dfrac{c_{steg}}{t} = 30.7$

$t < 40\ mm$

$\varepsilon := \left(\dfrac{235\ MPa}{f_y}\right)^{0.5} = 813.6 \cdot 10^{-3}$

$\dfrac{c}{t} < 72\ mm$ $72 \cdot \varepsilon = 58.6$ Steget havner i klasse 1

Flens:

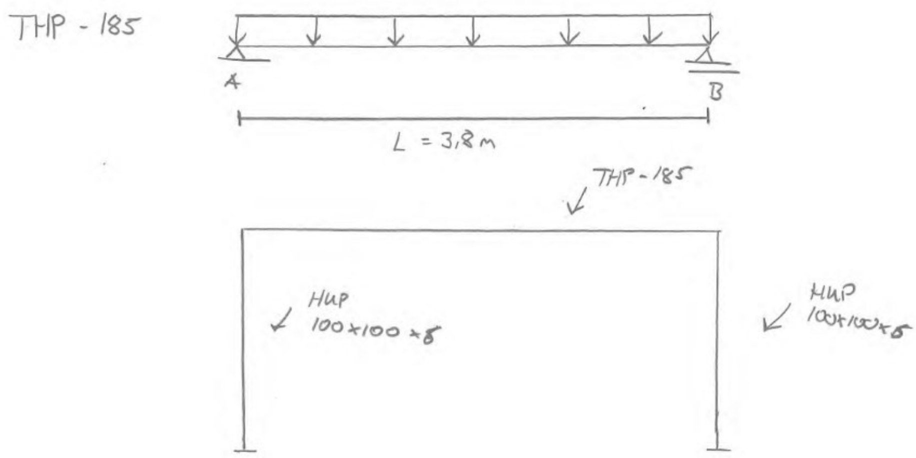
$c_{flens} := \left(\dfrac{b}{2}\right) - \left(\dfrac{t}{2}\right) - r = 41.9\ mm$

$\dfrac{c_{flens}}{tf} = 4.3$

$t < 40\ mm$

$\dfrac{c}{t} < 9\ mm$ $9 \cdot \varepsilon = 7.3$ Flensen havner i klasse 1

Håndberegning av THP-185 B58.1



Egenlaster:

$Hulldekke := 2.55 \, \frac{kN}{m^2}$ HD-200

$Påført := 1.5 \, \frac{kN}{m^2}$ Lettvegger, påstøp, isolasjon

$Solcelle := 0.5 \, \frac{kN}{m^2}$ Solcellevekt og lodd

$G_{egen} := Hulldekke + Påført + Solcelle = 4.6 \, \frac{kN}{m^2}$

Nyttelaster:

$Snølast := 3.0 \, \frac{kN}{m^2}$ Snølast for Ålesund fra NS-EN 1991-1-3

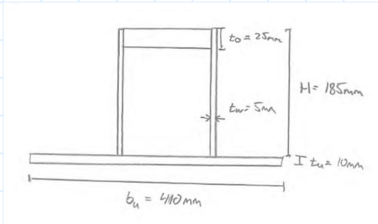
$Nyttelast := 3.0 \, \frac{kN}{m^2}$

$Formfaktor := 0.8$ Formfaktor ut fra NS-EN 1991-1-3

$S_k := Snølast \cdot Formfaktor = 2.4 \, \frac{kN}{m^2}$

Egenvekt THP-185:

$Lengde := 3800\ mm$



$Last := 77.2\ \dfrac{kg}{m}$

$G_{Bjelke} := 0.77\ \dfrac{kN}{m}$

$W_{ply} := 777 \cdot 10^3\ mm^3$ Plastisk flytegrense

$\gamma_m := 1.05$ Materialfaktor

$f_y := 355\ MPa$

$f_{yd} := \dfrac{f_y}{\gamma_m} = 338.1\ MPa$

$E := 210000\ MPa$

$I := 67 \cdot 10^6\ mm^4$

$h := 185\ mm$

$tf := 10\ mm$

$t := 5\ mm$

$b := 120\ mm$

Laster jevnt fordelt:

$Nytteareal := (2.58 + 4.48)\ m \cdot 3.8\ m = 26.8\ m^2$

$G_1 := G_{egen} \cdot Nytteareal = 122.1\ kN$

$N_1 := S_k \cdot Nytteareal = 64.4\ kN$

$G := \dfrac{G_1}{Lengde} + G_{Bjelke} = 32.9\ \dfrac{kN}{m}$ Bruksgrensetilstand egenlast

$N := \dfrac{N_1}{Lengde} = 16.9\ \dfrac{kN}{m}$ Bruksgrensetilstand nyttelast

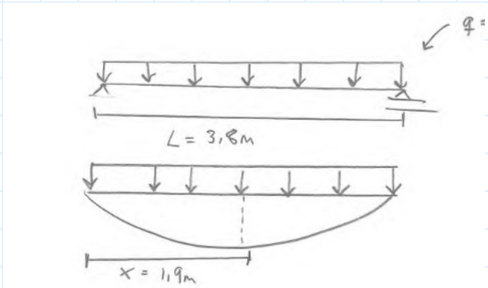
$B_1 := 1.35 \cdot G + 1.05 \cdot N = 62.2\ \dfrac{kN}{m}$ Bruddgrensetilstand egenlast

$B_2 := 1.2 \cdot G + 1.5 \cdot N = 64.9\ \dfrac{kN}{m}$ Bruddgrensetilstand nyttelast

$q := B_2 = 64.9\ \dfrac{kN}{m}$ Velger B2 da den gir høyest last

Finne maksimalt moment:

$M_{maks} := \dfrac{q \cdot Lengde^2}{8} = 117.1\ kN \cdot m$



Kontroll bjelkespenning og kapasitet:

$$My_{rd} := W_{ply} \cdot f_{yd} = \left(262.7 \cdot 10^{3}\right)\ J$$

$$\sigma := \frac{M_{maks}}{W_{ply}} = 150.7\ MPa$$

$\sigma \le f_{yd}$ $150.7\ MPa \le 338.1\ MPa$ OK! 44.6% utnyttet

$M_{maks} \le My_{rd}$ $117.1\ kN \cdot m \le 262.7\ kN \cdot m$ OK! 44.6% utnyttet

Kontroll nedbøyning:

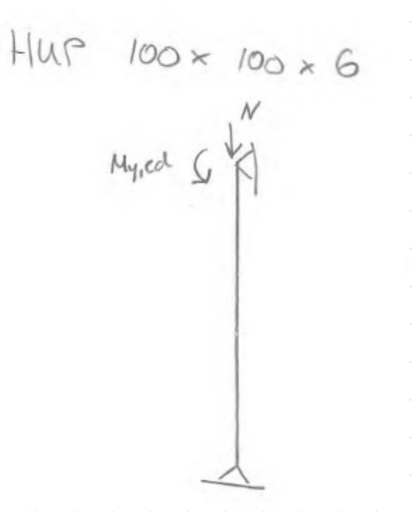
$$y := \frac{5}{384} \cdot \frac{(G+N) \cdot Lengde^{4}}{E \cdot I} = 9.6\ mm$$

$$\frac{Lengde}{250} = 15.2\ mm$$ Maks tillatt nedbøyning

$9.6\ mm \le 15.2\ mm$ OK!

Håndberegning av HUP100x100x6.3 C66.1

Henter alle krefter fra beregning av IPE240 bjelke



Egenlaster:

$Hulldekke := 2.55 \, \frac{kN}{m^2}$ HD-200

$Påført := 1.5 \, \frac{kN}{m^2}$ Lettvegger, påstøp, isolasjon

$Solcelle := 0.5 \, \frac{kN}{m^2}$ Solcellevekt og lodd

$G_{egen} := Hulldekke + Påført + Solcelle = 4.6 \, \frac{kN}{m^2}$

Nyttelaster:

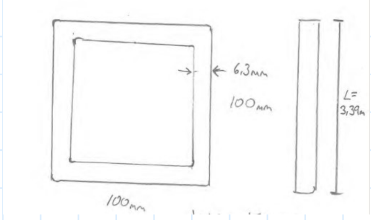
$Snølast := 3.0 \, \frac{kN}{m^2}$ Snølast for Ålesund fra NS-EN 1991-1-3

$Nyttelast := 3.0 \, \frac{kN}{m^2}$

$Formfaktor := 0.8$ Formfaktor ut fra NS-EN 1991-1-3

$S_k := Snølast \cdot Formfaktor = 2.4 \, \frac{kN}{m^2}$

Egenvekt HUP100x100x6.3:



$Lengde_{Søyle} := 2950\ mm$

$Lengde_{Bjelke} := 4100\ mm$

$Last := 17.5\ \frac{kg}{m}$

$G_{Søyle} := 0.175\ \frac{kN}{m}$

$W_{ply} := 76.3 \cdot 10^3\ mm^3$ Plastisk flytegrense

$W_y := 62.8 \cdot 10^3\ mm^3$

$\gamma_m := 1.05$ Materialfaktor

$f_y := 355\ MPa$

$f_{yd} := \frac{f_y}{\gamma_m} = 338.1\ MPa$

$E := 210000\ MPa$

$I := 3.14 \cdot 10^6\ mm^4$

$h := 100\ mm$

$tf := 6.3\ mm$

$t := 6.3\ mm$

$r := 6.3\ mm$

$b := 100\ mm$

$i_y := 37.6\ mm$

$A := 2220\ mm^2$

Belastet areal på bjelke CF = CD, lik kraft:

$G := 14.9\ \frac{kN}{m}$ Bruksgrensetilstand egenlast

$N := 7.7\ \frac{kN}{m}$ Bruksgrensetilstand nyttelast

$B_1 := 1.35 \cdot G + 1.05 \cdot N = 28.2\ \frac{kN}{m}$ EN1990 §6.4.3.2, T.A1.2A, T.A1.2B

$B_2 := 1.2 \cdot G + 1.5 \cdot N = 29.4\ \frac{kN}{m}$

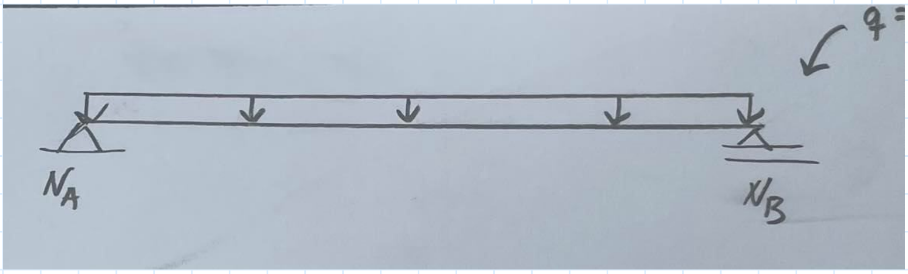
$q_1 := B_2 = 29.4\ \frac{kN}{m}$ Velger B2 da den gir høyest last

$q_2 := B_2 + 2\ \frac{kN}{m} = 31.4\ \frac{kN}{m}$ Valgt å legge til 2kN/m pga sammenheng i bygget på bjelke CD

Maksimalt moment:

$M_{maks} := 61.7\ kN \cdot m$

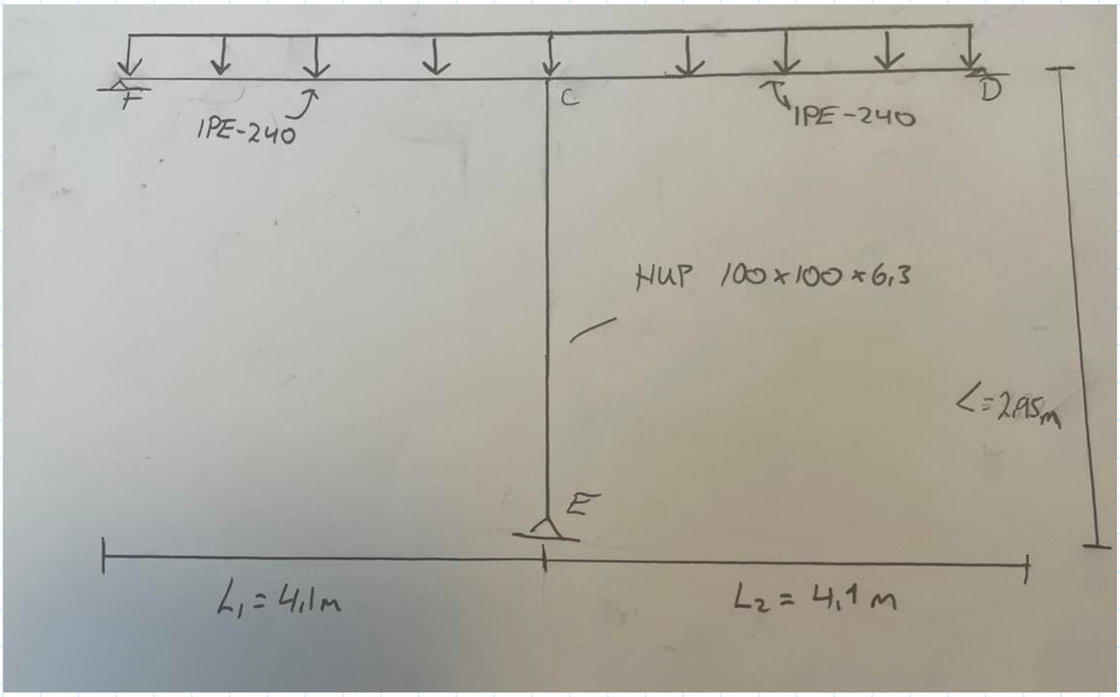
Finne opplagskrefter i bjelken:



$$N_b := \frac{q_1 \cdot Lengde_{Bjelke}}{2} = 60.3\ kN$$

$N_a := N_b = 60.3\ kN$ Krefter i søylen blir dermed 120.6 kN grunnet to bjelker

Finne dimensjonerende moment: EN1993-1-1, §6.2.5



$$M_{CFi} := \frac{q_1 \cdot Lengde_{Bjelke}^{\ 2}}{8} = 61.8\ kN \cdot m$$

$$M_{CDi} := -\frac{q_2 \cdot Lengde_{Bjelke}^{\ 2}}{8} = -66\ kN \cdot m$$

Crossdiagram:

$I_{y12bjelke} := 3.892 \cdot 10^7\ mm^4$

$I_{y3HUP} := 3.14 \cdot 10^6\ mm^4$

$$r_{CF} := \frac{\left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y12bjelke}}{Lengde_{Bjelke}}\right)}{\left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y12bjelke}}{Lengde_{Bjelke}}\right) + \left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y12bjelke}}{Lengde_{Bjelke}}\right) + \left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y3HUP}}{Lengde_{Søyle}}\right)} = 473.5 \cdot 10^{-3}$$

$$r_{CD} := \frac{\left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y12bjelke}}{Lengde_{Bjelke}}\right)}{\left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y12bjelke}}{Lengde_{Bjelke}}\right) + \left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y12bjelke}}{Lengde_{Bjelke}}\right) + \left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y3HUP}}{Lengde_{Søyle}}\right)} = 473.5 \cdot 10^{-3}$$

$$r_{CE} := \frac{\left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y3HUP}}{Lengde_{Søyle}}\right)}{\left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y12bjelke}}{Lengde_{Bjelke}}\right) + \left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y12bjelke}}{Lengde_{Bjelke}}\right) + \left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y3HUP}}{Lengde_{Søyle}}\right)} = 53.1 \cdot 10^{-3}$$

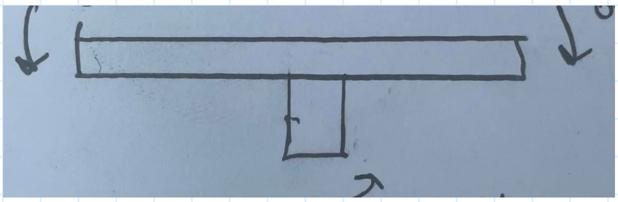
$Kontroll_1 := r_{CF} + r_{CD} + r_{CE} = 1$ Kontroll ok!

$Stav$	CF	CD	CE
r	0.4735	0.4735	0.053
M_{CFi}	$61.8\ kN \cdot m$	0	0
$M_{CFi} \cdot r$	$-29.3\ kN \cdot m$	$-29.3\ kN \cdot m$	$-3.3\ kN \cdot m$
M_{CDi}	0	$-66\ kN \cdot m$	0
$M_{CDi} \cdot r$	$31.3\ kN \cdot m$	$31.3\ kN \cdot m$	$3.5\ kN \cdot m$
$\boxed{\Sigma M}$	$63.8\ kN \cdot m$	$-64\ kN \cdot m$	$0.2\ kN \cdot m$

$Kontroll_2 := 63.8 - 64 + 0.2 = 0$ Kontroll ok!

$My_{ed} := 0.2\ kN \cdot m$

63.8 kNm



64 kNm

0.2 kNm

Knekking: EN1993-1-1, §6.3.1

$$\lambda_y := \frac{Lengde_{Søyle}}{i_y \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 1$$

$$\frac{h}{b} = 1 \qquad 1 < 1.2$$

Kaldvalset hullprofil Kurve c

$\chi_y := 0.54$

$\psi := 0$

$C_{my} := 0.6 + 0.4 \cdot 0 = 0.6$

$$N_{rd} := \frac{f_y \cdot A}{\gamma_m} = 750.6\ kN$$

$$k_{yy} := 0.6\left(1 + 0.6 \cdot \lambda_y \cdot \frac{N_b}{\chi_y \cdot N_{rd}}\right) = 0.7 \qquad 0.7 \le 0.7$$

Knekking ok!

$$0.6\left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_b}{\chi_y \cdot N_{rd}}\right) = 0.7$$

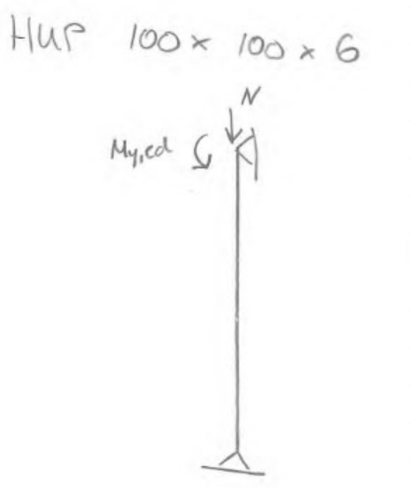
Kontroll søylen:

$$\frac{120.6 \cdot 10^3}{0.54 \cdot 338.1 \cdot 2220} + 0.7 \cdot \frac{0.2 \cdot 10^6}{1 \cdot 62.8 \cdot 10^3 \cdot 338.1} = 0.3 \qquad 0.3 < 1$$

God kapasitet i søylen!

Håndberegning av HUP100x100x6.3 C84.1

Henter alle krefter fra beregning av IPE240 bjelke



Egenlaster:

$Hulldekke := 2.55\ \frac{kN}{m^2}$ HD-200

$Påført := 1.5\ \frac{kN}{m^2}$ Lettvegger, påstøp, isolasjon

$Solcelle := 0.5\ \frac{kN}{m^2}$ Solcellevekt og lodd

$G_{egen} := Hulldekke + Påført + Solcelle = 4.6\ \frac{kN}{m^2}$

Nyttelaster:

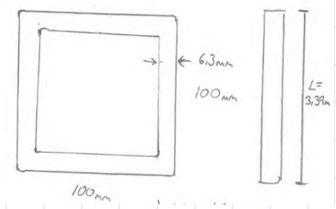
$Snølast := 3.0\ \frac{kN}{m^2}$ Snølast for Ålesund fra NS-EN 1991-1-3

$Nyttelast := 3.0\ \frac{kN}{m^2}$

$Formfaktor := 0.8$ Formfaktor ut fra NS-EN 1991-1-3

$S_k := Snølast \cdot Formfaktor = 2.4\ \frac{kN}{m^2}$

Egenvekt HUP100x100x6.3:



$Lengde_{Søyle} := 3190\ mm$

$Lengde_{Bjelke1} := 3870\ mm$

$Lengde_{Bjelke2} := 4640\ mm$

$Last := 17.5\ \frac{kg}{m}$

$G_{Søyle} := 0.175\ \frac{kN}{m}$

$W_{ply} := 76.3 \cdot 10^3\ mm^3$ Plastisk flytegrense

$W_y := 62.8 \cdot 10^3\ mm^3$

$\gamma_m := 1.05$ Materialfaktor

$f_y := 355\ MPa$

$f_{yd} := \frac{f_y}{\gamma_m} = 338.1\ MPa$

$E := 210000\ MPa$

$I := 3.14 \cdot 10^6\ mm^4$

$h := 100\ mm$

$tf := 6.3\ mm$

$t := 6.3\ mm$

$r := 6.3\ mm$

$b := 100\ mm$

$i_y := 37.6\ mm$

$A := 2220\ mm^2$

Belastet areal på bjelke CF og CD:

$q_1 := 64.8\ \frac{kN}{m}$

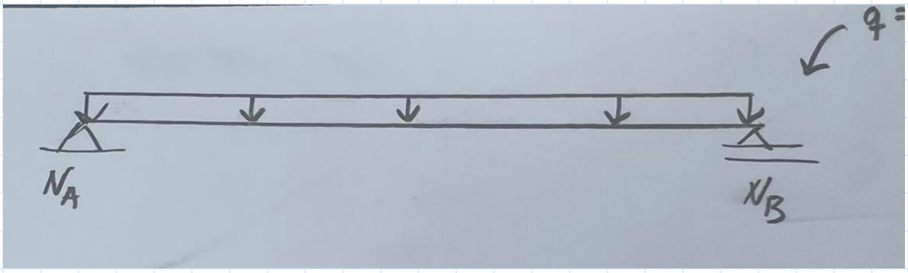
$q_2 := 62.3\ \frac{kN}{m}$

Maksimalt moment:

$M_{maks1} := 121.1\ kN \cdot m$

$M_{maks2} := 167.7\ kN \cdot m$

Finne opplagskrefter i bjelken:



$$N_{b1} := \frac{q_1 \cdot Lengde_{Bjelke1}}{2} = 125.4\ kN$$

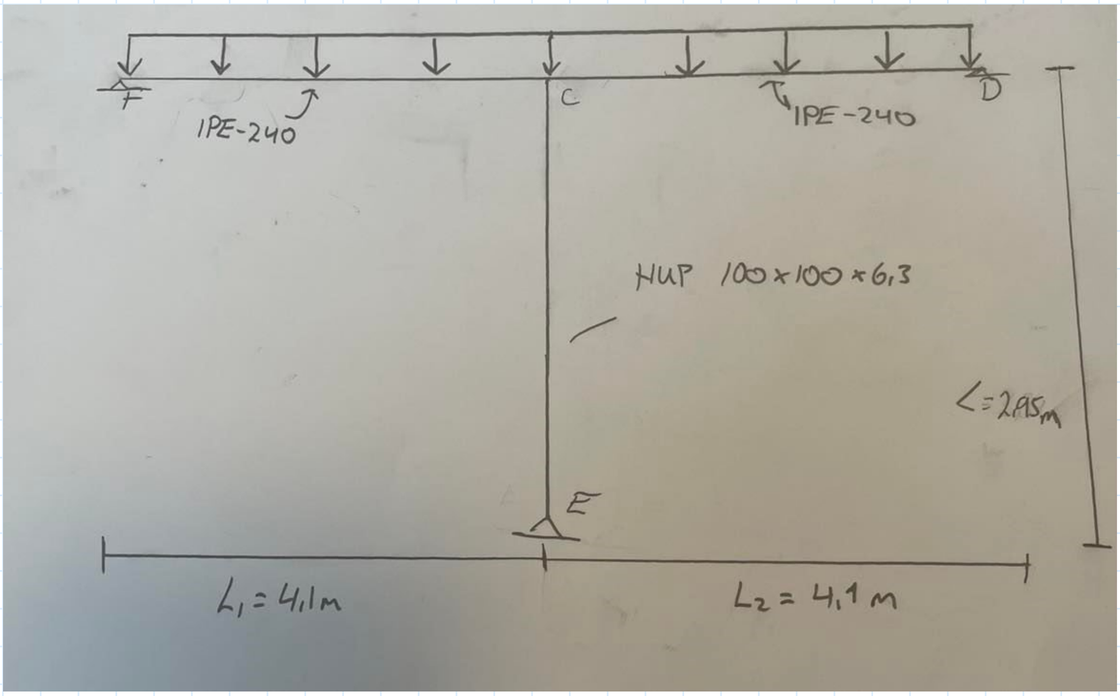
$$N_{a1} := N_{b1} = 125.4\ kN$$

$$N_{b2} := \frac{q_2 \cdot Lengde_{Bjelke2}}{2} = 144.5\ kN$$

$$N_{a2} := N_{b2} = 144.5\ kN$$

$$N_{ed} := N_{a1} + N_{a2} = 269.9\ kN$$

Finne dimensjonerende moment: EN1993-1-1, §6.2.5



$$M_{CFi} := \frac{q_1 \cdot Lengde_{Bjelke1}^{\ 2}}{8} = 121.3 \ kN \cdot m$$

$$M_{CDi} := -\frac{q_2 \cdot Lengde_{Bjelke2}^{\ 2}}{8} = -167.7 \ kN \cdot m$$

Crossdiagram:

$I_{y12bjelke} := 67 \cdot 10^6 \ mm^4$

$I_{y3HUP} := 3.14 \cdot 10^6 \ mm^4$

$$r_{CF} := \frac{\left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y12bjelke}}{Lengde_{Bjelke1}}\right)}{\left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y12bjelke}}{Lengde_{Bjelke1}}\right) + \left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y12bjelke}}{Lengde_{Bjelke2}}\right) + \left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y3HUP}}{Lengde_{Søyle}}\right)} = 528.8 \cdot 10^{-3}$$

$$r_{CD} := \frac{\left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y12bjelke}}{Lengde_{Bjelke2}}\right)}{\left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y12bjelke}}{Lengde_{Bjelke2}}\right) + \left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y12bjelke}}{Lengde_{Bjelke1}}\right) + \left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y3HUP}}{Lengde_{Søyle}}\right)} = 441.1 \cdot 10^{-3}$$

$$r_{CE} := \frac{\left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y3HUP}}{Lengde_{Søyle}}\right)}{\left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y12bjelke}}{Lengde_{Bjelke1}}\right) + \left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y12bjelke}}{Lengde_{Bjelke2}}\right) + \left(\frac{3 \cdot E \cdot I_{y3HUP}}{Lengde_{Søyle}}\right)} = 30.1 \cdot 10^{-3}$$

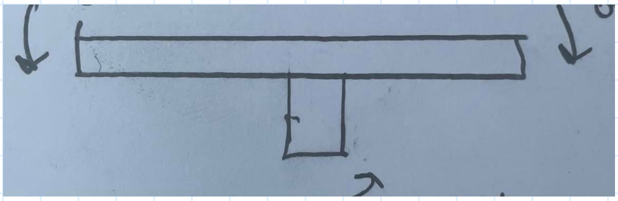
$Kontroll_1 := r_{CF} + r_{CD} + r_{CE} = 1$ Kontroll ok!

$Stav$	CF	CD	CE
r	0.529	0.441	0.03
M_{CFi}	$121.1 \ kN \cdot m$	0	0
$M_{CFi} \cdot r$	$-64.1 \ kN \cdot m$	$-53.4 \ kN \cdot m$	$-3.6 \ kN \cdot m$
M_{CDi}	0	$-167.7 \ kN \cdot m$	0
$M_{CDi} \cdot r$	$88.7 \ kN \cdot m$	$74 \ kN \cdot m$	$5 \ kN \cdot m$
$\boxed{\Sigma M}$	$145.7 \ kN \cdot m$	$-147.1 \ kN \cdot m$	$1.4 \ kN \cdot m$

$Kontroll_2 := 145.7 - 147.1 + 1.4 = 0$ Kontroll ok!

$My_{ed} := 1.4 \ kN \cdot m$

145.7 kNm



147.1 kNm

1.4 kNm

Knekking:

EN1993-1-1, §6.3.1

$$\lambda_y := \frac{Lengde_{Søyle}}{i_y \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 1.1$$

$$\frac{h}{b} = 1 \qquad 1 < 1.2$$

Kaldvalset hullprofil

Kurve c

$$\chi_y := 0.49$$

$$\psi := 0$$

$$C_{my} := 0.6 + 0.4 \cdot 0 = 0.6$$

$$N_{rd} := \frac{f_y \cdot A}{\gamma_m} = 750.6\ kN$$

$$k_{yy} := 0.6 \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_y \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot N_{rd}}\right) = 0.9 \qquad 0.9 \le 0.9$$

Knekking ok!

$$0.6 \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot N_{rd}}\right) = 0.9$$

Kontroll søylen:

$$\frac{269.9 \cdot 10^3}{0.49 \cdot 338.1 \cdot 2220} + 0.9 \cdot \frac{1.4 \cdot 10^6}{1 \cdot 62.8 \cdot 10^3 \cdot 338.1} = 0.79 \qquad 0.79 < 1$$

God kapasitet i søylen!