

# Vedlegg 4 Limtre og massivtre dimensjonering

1. Søyler
2. Bjelker
3. Etasjeskillere i massivtre
4. Branndimensjonering
5. Forbindelser

## 1. Søyler

$N_{Ed} = 745,6 \text{ kN}$ . Antar  $b = 215 \text{ mm}$

$$f_{c,0,g,d} = f_{c,0,g,k} \times \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \times k_{sys} = 24,5 \frac{N}{mm^2} \times \frac{0,6}{1,15} \times 1,0 = 12,78 \frac{N}{mm^2}$$

$$L_k = \beta_a \times L = 1,0 \times 3000 \text{ mm} = 3000 \text{ mm}$$

$$i = 0,289 \times b = 0,289 \times 215 \text{ mm} = 62,1 \text{ mm}$$

$$\rightarrow \lambda = \frac{L_k}{i} = \frac{3000 \text{ mm}}{62,1 \text{ mm}} = 48,3$$

$$\rightarrow \lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \times \sqrt{\frac{f_{c,0,g,k}}{E_{0,g,05}}} = \frac{48,3}{\pi} \times \sqrt{\frac{24,5 \frac{N}{mm^2}}{10800 \frac{N}{mm^2}}} = 0,73$$

$$\rightarrow k_z = 0,5 \times [0,97 + 0,1 \times \lambda_{rel} + \lambda_{rel}^2] = 0,5 [0,97 + 0,1 \times 0,73 + 0,73^2] = 0,79$$

$$\rightarrow k_{cz} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{0,79 + \sqrt{0,79^2 - 0,73^2}} = 0,92$$

$$\rightarrow A_{min} = \frac{N_{Ed}}{k_{cz} \times f_{c,0,g,d}} = \frac{745,6 \times 10^3 \text{ N}}{0,92 \times 12,78 \frac{N}{mm^2}} = 63414 \text{ mm}^2$$

**Bruker GL30c 215x315. (Moelven, 2017)**

## 2. Bjelker

Takbjelke (lastbredde 10m)  $L = 5750 \text{ mm}$ ,  $M_{Ed} = 302,5 \text{ kNm}$ ,  $V_{Ed} = 210,5 \text{ kN}$

$$f_{m,g,d} = f_{m,g,k} \times \frac{k_{mod}}{\gamma_m} \times k_{sys} = 30 \frac{N}{mm^2} \times \frac{0,8}{1,15} \times 1,0 = 20,9 \frac{N}{mm^2}$$

$$W_y^{min} = \frac{M_{Ed}}{f_{m,g,d}} = \frac{302,5 \times 10^6 \text{ Nmm}}{20,9 \frac{N}{mm^2}} = 14473684 \text{ mm}^3$$

Prøver GL30c **215x675**.  $W_y = 16326600 \text{ mm}^3$ ,  $A = 145130 \text{ mm}^2$   
(Moelven, 2017)

$$f_{v,g,d} = f_{v,g,k} \times \frac{k_{mod}}{\gamma_m} \times k_{sys} = 3,5 \frac{N}{mm^2} \times \frac{0,8}{1,15} \times 1,0 = 2,43 \frac{N}{mm^2}$$

$$\rightarrow A_{min} = \frac{15}{8} \times \frac{V_{Ed}}{f_{v,g,d}} = \frac{15}{8} \times \frac{210,5 \times 10^3 \text{ N}}{2,43 \frac{N}{mm^2}} = 162423 \text{ mm}^2 > 145130 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{IKKE OK!}$$

Skjærkraft blir dimensjonerende, så må øke tverrsnittet.

Prøver GL30c **215x765**.  $A = 164480 \text{ mm}^2$ ,  $I = 8021240000 \text{ mm}^4$

Arealet for 215x765 er akkurat innenfor så restkapasiteten blir nokså liten, men pga. lengden på 5750 mm egentlig kan kortes ned pga. konservativ bruk av spennvidder, vil dette gå greit.

Nedbøyning:

$$q_{TP}^{def} = q_{EV} \times (1 + k_{def}) + q_{Kar.NL} \times \Psi_2 \times (1 + k_{def})$$

$$\rightarrow q_{TP}^{def} = 16 \frac{kN}{m} \times (1 + 0,6) + 36 \frac{kN}{m} \times 0,2 \times (1 + 0,6) = 37,1 \frac{kN}{m}$$

$$\begin{aligned} \delta_m &= \frac{5 \times q^{def} \times l^4}{384 \times E_{0,g,mean} \times I} \left[ 1 + 0,96 \left( \frac{h}{l} \right)^2 \times \frac{E_{0,g,mean}}{G_{0,g,mean}} \right] \\ &= \frac{5 \times 37,1 \frac{N}{mm} \times (5750 \text{ mm})^4}{384 \times 13000 \frac{N}{mm^2} \times 8021240000 \text{ mm}^4} \times \left[ 1 + 0,96 \times \left( \frac{765 \text{ mm}}{5750 \text{ mm}} \right)^2 \times \frac{13000 \frac{N}{mm^2}}{650 \frac{N}{mm^2}} \right] \end{aligned}$$

$$\rightarrow \delta_m = 6,8 \text{ mm} < 23 \text{ mm} \rightarrow \text{OK!}$$

Vipping:

$$l_{ef} = \text{belastningstype faktor} \times l + 2 \times h$$

$$\rightarrow l_{ef} = 0,9 \times 5750\text{mm} + 2 \times 765\text{mm} = 6705\text{mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \times b^2}{h \times l_{ef}} \times E_{0,9,05}$$

$$= \frac{0,78 \times (215\text{mm})^2}{760\text{mm} \times 6705\text{mm}} \times 10800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 76,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,g,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{76,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}} = 0,62$$

$$\rightarrow k_{crit} = 1,0 \rightarrow M_{Rd} = 1,0 \times 20,9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 20970600\text{mm}^3 = 438,3\text{kNm}$$

Kapasiteten er godt over  $M_{Ed}$

**Bruker GL30c 215x765.**

Takbjelke (lastbredde 5,74 m)  $L = 9000\text{ mm}$ ,  $M_{Ed} = 425,4\text{ kNm}$ ,  $V_{Ed} = 189,1\text{ kN}$

$$W_y^{min} = \frac{425,4 \times 10^6 \text{Nmm}}{20,9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 20354067\text{mm}^3$$

$$A_{min} = \frac{15}{8} \times \frac{189,1 \times 10^3 \text{N}}{2,43 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 145910\text{mm}^2$$

Prøver GL30c **215x765**,  $W_y = 20970600\text{ mm}^3$ ,  $A = 164480\text{ mm}^2$ ,  $I = 8021240000\text{mm}^4$ .

Nedbøyning:

$$q_{TP}^{def} = 1,6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \times 5,74\text{m} \times (1 + 0,6) + 3,6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \times 5,74\text{m} \times 0,2 \times (1 + 0,6) = 21,3 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\rightarrow \delta_m = \frac{5 \times 21,3 \frac{N}{mm} \times (9000mm)^4}{384 \times 13000 \frac{N}{mm^2} \times 8021240000mm^4} \times \left[ 1 + 0,96 \left( \frac{765mm}{9000mm} \right)^2 \times \frac{13000 \frac{N}{mm^2}}{650 \frac{N}{mm^2}} \right]$$

$$\rightarrow \delta_m = 19,9mm < 23mm \rightarrow \underline{OK!}$$

Vipping:

$$l_{ef} = 0,9 \times 9000mm + 2 \times 765mm = 9630mm$$

$$\rightarrow \sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \times (215mm)^2}{765mm \times 9630mm} \times 10800 \frac{N}{mm^2} = 52,6 \frac{N}{mm^2}$$

$$\rightarrow \lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{30 \frac{N}{mm^2}}{52,6 \frac{N}{mm^2}}} = 0,76$$

$$\rightarrow k_{crit} = 1,56 - 0,75 \times \lambda_{rel,m} = 1,56 - 0,75 \times 0,76 = 0,99 \approx 1,0$$

$k_{crit}$  utgjør ingen forskjell på momentkapasiteten!

**Bruker GL30c 215x765.**

Gulvbjelke (lastbredde 10 m)  $L = 5750 \text{ mm}$ ,  $M_{Ed} = 234,3 \text{ kNm}$ ,  $V_{Ed} = 163,0 \text{ kN}$

$$f_{m,g,d} = 30 \frac{N}{mm^2} \times \frac{0,7}{1,15} \times 1,0 = 18,3 \frac{N}{mm^2}$$

$$\rightarrow W_y^{min} = \frac{234,3 \times 10^6 Nmm}{18,3 \frac{N}{mm^2}} = 12832383mm^3$$

$$f_{v,g,d} = 3,5 \frac{N}{mm^2} \times \frac{0,7}{1,15} \times 1,0 = 2,1 \frac{N}{mm^2}$$

$$\rightarrow A_{min} = \frac{15}{8} \times \frac{163,0 \times 10^3 N}{2,1 \frac{N}{mm^2}} = 145536mm^2$$

Prøver GL30c **215x720**.  $W_y = 18576000 \text{ mm}^3$ ,  $A = 154800 \text{ mm}^2$ ,  $I = 6687360000 \text{ mm}^4$

Nedbøyning:

$$q_{TP}^{def} = 16 \frac{kN}{m} \times (1 + 0,6) + 25 \frac{kN}{m} \times 0,3 \times (1 + 0,6) = 37,6 \frac{kN}{m}$$

$$\rightarrow \delta_m = \frac{5 \times 37,6 \frac{N}{mm} \times (5750mm)^4}{384 \times 13000 \frac{N}{mm^2} \times 6687360000mm^4} \times \left[ 1 + 0,96 \left( \frac{720mm}{5750mm} \right)^2 \times \frac{13000 \frac{N}{mm^2}}{650 \frac{N}{mm^2}} \right]$$

$$\rightarrow \delta_m = 8mm < 23mm \rightarrow \underline{OK!}$$

Vipping:

$$l_{ef} = 0,9 \times 5750mm + 2 \times 720mm = 6615mm$$

$$\rightarrow \sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \times (215mm)^2}{720mm \times 6615mm} \times 10800 \frac{N}{mm^2} = 81,6 \frac{N}{mm^2}$$

$$\rightarrow \lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{30 \frac{N}{mm^2}}{81,6 \frac{N}{mm^2}}} = 0,61 \rightarrow k_{crit} = 1,0$$

$k_{crit}$  utgjør ingen forskjell på momentkapasiteten!

**Bruker GL30c 215x720.**

Gulvbjelke (lastbredde 5,74 m)  $L = 9000$  mm,  $M_{Ed} = 329,5$  kNm,  $V_{Ed} = 146,5$  kN

$$W_y^{min} = \frac{329,5 \times 10^6 Nmm}{18,3 \frac{N}{mm^2}} = 18045484mm^3$$

$$A_{min} = \frac{15}{8} \times \frac{146,5 \times 10^3 N}{2,1 \frac{N}{mm^2}} = 128896mm^2$$

Prøver GL30c **215x720**.  $W_y = 18576000$  mm<sup>3</sup>,  $A = 154800$  mm<sup>2</sup>,  $I = 6687360000$  mm<sup>4</sup>

Nedbøyning:

$$q_{TP}^{def} = 1,6 \frac{kN}{m^2} \times 5,74m \times (1 + 0,6) + 2,5 \frac{kN}{m^2} \times 5,74m \times 0,3 \times (1 + 0,6) = 21,6 \frac{kN}{m}$$

$$\rightarrow \delta_m = \frac{5 \times 21,6 \frac{N}{mm} \times (9000mm)^4}{384 \times 13000 \frac{N}{mm^2} \times 6687360000mm^4} \times \left[ 1 + 0,96 \left( \frac{720}{9000} \right)^2 \times \frac{13000 \frac{N}{mm^2}}{650 \frac{N}{mm^2}} \right]$$

$$\rightarrow \delta_m = 23,8mm > 23mm \rightarrow \underline{IKKE OK!}$$

Egentlig ikke innenfor nedbøyningskravet men tidligere nevnt pga. konservativ bruk av spennvidder kan lengden på 9000 mm egentlig kortes ned noe som gjør at nedbøyningen vil bli noe lavere. Derfor går vi videre med dette tverrsnittet.

Vipping:

$$l_{ef} = 0,9 \times 9000mm + 2 \times 720mm = 9540mm$$

$$\rightarrow \sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \times (215mm)^2}{720mm \times 9540mm} \times 10800 \frac{N}{mm^2} = 56,7 \frac{N}{mm^2}$$

$$\rightarrow \lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{30 \frac{N}{mm^2}}{56,7 \frac{N}{mm^2}}} = 0,73 \rightarrow k_{crit} = 1$$

$k_{crit}$  utgjør ingen forskjell på momentkapasiteten!

**Bruker GL30c 215x720.**

### 3. Etasjeskillere i massivtre

Byggforskserien 522.891 tabell 42

Med et spenn på 11m og 2kN/m<sup>2</sup> nyttelast kommer vi ikke innenfor standardmål for massivtre dekker. Vi må ha et dekke som er over 240mm tykkelse.

Vi prøvde derfor å bytte om på dekker og bjelke, slike at dekke har 5,74m spenn og bjelken som 9m spenn. Da får vi ut fra denne tabellen en tykkelse på 180mm. (SINTEF Byggforsk, 2009)

### 4. Branndimensjonering

Søyle:

$$f_{c,0,fi} = f_{c,0,g,k} \times k_{fi} = 24,5 \frac{N}{mm^2} \times 1,15 = 28,18 \frac{N}{mm^2}$$

$$d_{char,n} = \beta_n \times t = 0,7 \frac{mm}{min} \times 60min = 42mm$$

$$d_0 = 7mm \quad k_0 = 1,0 \text{ for } t \geq 20min$$

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \times d_0 = 42mm + 1,0 \times 7mm = 49mm$$

$$A_{rest} = (b - 2 \times d_{ef}) \times (h - 2 \times d_{ef})$$

$$= (215mm - 2 \times 49mm) \times (315mm - 2 \times 49mm) = 25389mm^2$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_i}{\pi} \times \sqrt{\frac{f_{c,0,fi}}{E_{0,g,05} \times k_{fi}}}$$

$$= \frac{3000mm}{\frac{0,289 \times 217mm}{\pi}} \times \sqrt{\frac{28,18 \frac{N}{mm^2}}{10800 \frac{N}{mm^2} \times 1,15}} = 0,73$$

$$k_z = 0,5 \times (0,97 + 0,1 \times \lambda_{rel,z} + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \times (0,97 + 0,1 \times 0,73 + 0,73^2) = 0,78$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{0,78 + \sqrt{0,78^2 - 0,73^2}} = 0,92$$

$$\rightarrow N_{Rd,fi} = k_{c,z} \times A_{rest} \times f_{c,0,fi} = 0,92 \times 25389mm^2 \times 28,18 \frac{N}{mm^2}$$

$$= 660,7kN > N_{Ed,fi} \rightarrow OK!$$

Bjelke:

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \times d_0 = 42mm + 1,0 \times 7mm = 49mm$$

$$q_{fi} = (EL^{tak} + NL^{sn\phi} \times \Psi_2) \times L.B = \left(1,6 \frac{kN}{m^2} + 3,6 \frac{kN}{m^2} \times 0,2\right) \times 10m = 23,2 \frac{kN}{m}$$

$$M_{Ed,fi} = \frac{q_{fi} \times l^2}{8} = \frac{23,2 \frac{kN}{m^2} \times (5,75m)^2}{8} = 95,9kNm$$

$$f_{m,g,d,fi} = f_{m,g,k} \times k_{fi} = 30 \frac{N}{mm^2} \times 1,15 = 34,5 \frac{N}{mm^2}$$

$$V_{Ed,fi} = \frac{q_{fi} \times l}{2} = \frac{23,2 \frac{kN}{m} \times 5,75m}{2} = 66,7kN$$

$$f_{v,g,d,fi} = f_{v,g,k} \times k_{fi} = 3,5 \frac{N}{mm^2} \times 1,15 = 4,03 \frac{N}{mm^2}$$

$$A_{min,fi} = \frac{15}{8} \times \frac{V_{Ed,fi}}{f_{v,g,d,fi}} = \frac{15}{8} \times \frac{66,7 \times 10^3 N}{4,03 \frac{N}{mm^2}} = 31071 mm^2$$

$$A_{rest} = (b - 2 \times d_{ef}) \times (h - d_{ef})$$

$$= (215 mm - 2 \times 49 mm) \times (765 mm - 2 \times 49 mm) = 78507 mm^2$$

$$W_{y,min,fi} = \frac{M_{Ed,fi}}{f_{m,g,d,fi}} = \frac{95,9 \times 10^6 Nmm}{34,5 \frac{N}{mm^2}} = 2779166,7 mm^3$$

$$W_{y,rest} = \frac{(b - 2 \times d_{ef}) \times (h - d_{ef})^2}{6} = \frac{117 mm \times (671 mm)^2}{6} = 8779700 mm^3$$

$$A_{rest} > A_{min,fi} \rightarrow OK! \quad W_{y,rest} > W_{y,min,fi} \rightarrow OK!$$

## 5. Forbindelser

Forbindelse bjelke søyle inn mot vegg:

$$f_{h,0,k} = 0,082 \times (1 - 0,01 \times d) \times \rho = 0,082 \times (1 - 0,01 \times 10 mm) \times 390 \frac{kg}{m^3}$$

$$= 28,8 \frac{N}{mm^2}$$

$$M_{y,Rk} = 0,3 \times f_{uk} \times d^{2,6} = 0,3 \times 750 \frac{N}{mm^2} \times (10 mm)^{2,6} = 89574,1 Nmm$$

$$F_{v,Rk}(h) = 2,3 \times \sqrt{M_{y,Rk} \times d \times f_{h,0,k}}$$

$$= 2,3 \times \sqrt{89574,1 Nmm \times 10 mm \times 28,8 \frac{N}{mm^2}} = 11678,3 N$$

$$F_{v,Rd} = F_{v,Rk} \times \frac{k_{mod}}{\gamma_{M3}} = 11678,3 N \times \frac{0,7}{1,3} = 5390 N$$



Prøver med en platedimensjon på 630x250x10 og ut fra avstandene, prøver 9 dybler i kraftretning og 6 i andre retning:

$$n_{ef}^{kraftretn.} = n^{0,9} \times \sqrt[4]{\frac{a_1}{13 \times d}} = 9^{0,9} \times \sqrt[4]{\frac{60mm}{13 \times 10mm}} = 5,95$$

$$n_{tot} = n_{ef}^{kraftretn.} \times n = 5,95 \times 6 = 35,7$$

$$F_{v,Rd,tot} = F_{v,Rd} \times n_{tot} = 5390N \times 35,7 = 192,6kN$$

$$F_{vd} = 163kN < F_{v,Rd,tot} = 192,6kN \rightarrow OK!$$

Dyblene holder kraften. Bruker 250x630x10 og 6x9 dybler.

Kontrollerer for avskjæring:

$$A_{dyb} = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{\pi \times (10mm)^2}{4} = 78,5mm^2$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \times f_{uk} \times A_{dyb}}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times 750 \frac{N}{mm^2} \times 78,5mm^2}{1,25} = 28,3kN$$

$$F_{v,Rd,tot} = F_{v,Rd} \times n_{ef}^{kraftretn.} = 28,3kN \times 5,95 = 168,4kN$$

$$F_{vd} = 163kN < 168,4kN \rightarrow OK!$$

Forbindelse 2 for bjelke mot søyle midt i bygget: søyle i midten bjelke på hver side og platen går gjennom hele. Velger å bruke 4 slisseplater i forbindelsen.

Beregner først for 0 grader på kraftretning, ser på søylen.

$$f_{h,0,k} = 0,082 \times (1 - 0,01 \times d) \times \rho = 0,082 \times (1 - 0,01 \times 10mm) \times 390 \frac{kg}{m^3}$$

$$= 28,8 \frac{N}{mm^2}$$

$$M_{y,Rk} = 0,3 \times f_{uk} \times d^{2,6} = 0,3 \times 750 \frac{N}{mm^2} \times (10mm)^{2,6} = 89574,1Nmm$$

$$F_{v,Rk}^{inner} (i/j) = 0,5 \times f_{h,0,k} \times t_2 \times d = 0,5 \times 28,8 \frac{N}{mm^2} \times 35mm \times 10mm = 5037N$$

$$t_e = 0,4 \times t_2 = 0,4 \times 35mm = 14mm$$

$$F_{v,Rk}^{ytter}(c) = f_{h,0,k} \times t_e \times d = 28,8 \frac{N}{mm^2} \times 14mm \times 10mm = 4030N$$

Blir 2 yttersnitt og 6 innersnitt.

$$F_{0,dybel,k} = F_{v,Rk}^{ytter} \times 2 + F_{v,Rk}^{inner} \times 6 = 4030N \times 2 + 5037N \times 6 = 38280,1N$$

$$F_{0,dybel,Rd} = F_{0,dybel,k} \times \frac{k_{mod}}{\gamma_{M3}} = 38280,1N \times \frac{0,7}{1,3} = 20612,3N$$

$$k_{90} = 1,35 + (0,015 \times d) = 1,35 + (0,015 \times 10mm) = 1,5$$

$$f_{h,k2} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \times (\sin 90)^2 + (\cos 90)^2} = \frac{28,8 \frac{N}{mm^2}}{1,5 \times (\sin 90)^2 + (\cos 90)^2} = 20,6 \frac{N}{mm^2}$$

$$F_{v,Rk}^{inner}(i \setminus j) = 0,5 \times f_{f,k2} \times t_2 \times d = 0,5 \times 20,6 \frac{N}{mm^2} \times 35mm \times 10mm = 3599N$$

$$F_{v,Rk}^{ytter}(c) = 0,5 \times f_{h,k2} \times t_e \times d = 0,5 \times 20,6 \frac{N}{mm^2} \times 14mm \times 10mm = 2879N$$

$$F_{90,dybel,k} = 2 \times F_{v,Rk}^{ytter} + 6 \times F_{v,Rk}^{inner} = 2 \times 2879N + 6 \times 3599N = 27350,4N$$

$$F_{90,dybel,d} = F_{90,dybel,k} \times \frac{k_{mod}}{\gamma_{M3}} = 27350,4N \times \frac{0,7}{1,3} = 14727,1N$$

Velger å prøve med 12 dybler i kraftretning og 5 i andre retning for søyla.

12 dybler i kraftretning og 2 i andre retning for hver av bjelkene.

$$n_{ef}^{kraftretn.} = n^{0,9} \times \sqrt[4]{\frac{a_1}{13 \times d}} = 12^{0,9} \times \sqrt[4]{\frac{50mm}{13 \times 10mm}} = 7,37$$

$$F_{Rd,bjelke} = F_{90,dybel,d} \times n_{ef}^{kraftretn.} \times n_2 = 217,1kN > 163kN \rightarrow OK!$$

Holder kraften, bruker 2x12 dybler i hver av bjelkene.

$$\begin{aligned} F_{Rd,søyle} &= F_{0,dybel,Rd} \times n_{ef} \times n_2 = 20612,3N \times 7,37 \times 5 \\ &= 759,7kN > 745,6kN \rightarrow OK! \end{aligned}$$

Holder kraften, bruker 5x12 dybler i søyla.

Velger plate ut fra dimensjonene på søyle, bjelke og antall dybler.

Prøver med en plate på 510x690x10, 4 plater.

Kontrollerer platene

$$F_{h,k,p} = 1,6 \times f_y \times b \times d = 1,6 \times 355 \frac{N}{mm^2} \times 10mm \times 10mm = 56800N$$

$$F_{Rd,tot,p} = \frac{F_{h,k,p}}{\gamma_{M0}} \times n_p \times n_{ef} = \frac{56800N}{1,05} \times 4 \times 7,37$$

$$= 1595kN > N_{Ed} > V_{Ed} \rightarrow OK!$$

Referanser:

MOELVEN. 2017. *Limtre Gran* [Online]. Available:

<https://www.moelven.com/no/no/limtre/standard-limtre/> [Accessed 17.03 2020].

SINTEF BYGGFORSK. 2009. *522.891Etasjeskillere i massivtre* [Online]. Available:

[https://www.byggforsk.no/dokument/3367/etasjeskillere i massivtre](https://www.byggforsk.no/dokument/3367/etasjeskillere_i_massivtre) [Accessed 12.02 2020].