

ORIGIN := 1

Lastkombinasjoner NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, Dimensjonering NS-EN 1995-1-1:2004  
+A1:2008+NA:2010, NS-EN 14080:2013+NA:2016

Dimensjonering utført etter eksempler ifra Håndbok 5, Trehus av Edvartsen og Ramstad for SINTEF

Laster, hentet ifra egne beregninger og NA:6.3.1.2 i NS-EN 1991-1-1

$g := 4.0 \frac{kN}{m^2}$	Egenlast, 3.2 Dekke og 0.8 Tak		
$q := 2.0 \frac{kN}{m^2}$	Nyttelast dekke		
$q_2 := 4.0 \frac{kN}{m^2}$	Nyttelast Balkong	$A_b := 628.8 m^2$	Areal balkong
$q_1 := 0.9 \frac{kN}{m^2}$	Nyttelast tak		
$s := 2.24 \frac{kN}{m^2}$	Snølast		
$w := 0.79 \frac{kN}{m^2}$	Vindlast		

Parametere:

$\gamma_{G.sup} := 1.35$	$k_{def1} := 0.6$	$k_{modp} := 0.6$	$k_{modk} := 0.9$	$\gamma_{Mk} := 1.25$
$\xi := 0.89$	$k_{def2} := 0.8$	$k_{modl} := 0.7$	$k_{mod\emptyset} := 1.0$	$\gamma_{ML} := 1.15$
$\gamma_{G.inf} := 1.00$	$k_{def3} := 2.0$	$k_{modh} := 0.8$		$\gamma_{MA} := 1.3$
$\gamma_{Q.1} := 1.5$	Hvis gunstig = 0			
$\gamma_{Q.i} := 1.5$	Hvis gunstig = 0			
$\psi_0 := 0.7$	$\psi_1 := 0.5$	$\psi_2 := 0.3$	Nyttelast	
$\psi_{0.s} := 0.7$	$\psi_{1.s} := 0.5$	$\psi_{2.s} := 0.2$	Snølast	Tabell:NA.A1.1
$\psi_{0.w} := 0.6$	$\psi_{1.w} := 0.2$	$\psi_{2.w} := 0$	Vindlast	

Tabell: NA.A1.2(B)

Tilfelle 1: 6.10a Nyttelast dominerende, vind- og snølast øvrig

$$\gamma_{G.sup} \cdot g + \gamma_{Q.1} \cdot \psi_0 \cdot q + \gamma_{Q.1} \cdot \psi_0 \cdot q_1 + \gamma_{Q.i} \cdot \psi_{0.s} \cdot s + \gamma_{Q.i} \cdot \psi_{0.w} \cdot w = 11.508 \frac{kN}{m^2}$$

Tilfelle 1: 6.10b

$$\gamma_{G.sup} \cdot \xi \cdot g + \gamma_{Q.1} \cdot q + \gamma_{Q.1} \cdot q_1 + \gamma_{Q.i} \cdot \psi_{0.s} \cdot s + \gamma_{Q.i} \cdot \psi_{0.w} \cdot w = 12.219 \frac{kN}{m^2}$$

Tilfelle 2: 6.10a Nyttelast permanent, snølast dominerende og vindlast øvrig

$$\gamma_{G.sup} \cdot g + \gamma_{Q.1} \cdot \psi_{0.s} \cdot s + \gamma_{G.sup} \cdot q_1 + \gamma_{G.sup} \cdot q + \gamma_{Q.i} \cdot \psi_{0.w} \cdot w = 12.378 \frac{kN}{m^2}$$

Tilfelle 2: 6.10b

$$\gamma_{G.sup} \cdot \xi \cdot g + \gamma_{Q.1} \cdot s + \gamma_{G.sup} \cdot \xi \cdot q_1 + \gamma_{G.sup} \cdot \xi \cdot q + \gamma_{Q.i} \cdot \psi_{0.w} \cdot w = 12.361 \frac{kN}{m^2}$$

Tilfelle 3: 6.10a Vindlast dominerende, nytte- og snølast øvrig

$$\gamma_{G.sup} \cdot g + \gamma_{Q.1} \cdot \psi_{0.w} \cdot w + \gamma_{Q.i} \cdot \psi_0 \cdot q_1 + \gamma_{Q.i} \cdot \psi_{0.s} \cdot s + \gamma_{Q.i} \cdot \psi_0 \cdot q = 11.508 \frac{kN}{m^2}$$

Tilfelle 3: 6.10b

$$\gamma_{G.sup} \cdot \xi \cdot g + \gamma_{Q.1} \cdot w + \gamma_{Q.i} \cdot \psi_0 \cdot q_1 + \gamma_{Q.i} \cdot \psi_{0.s} \cdot s + \gamma_{Q.i} \cdot \psi_0 \cdot q = 11.388 \frac{kN}{m^2}$$

Tilfelle 4: 6.10a Snø- og egenlast permanent, vind dominerende, nyttelast øvrig

$$\gamma_{G.sup} \cdot g + \gamma_{G.sup} \cdot s + \gamma_{Q.1} \cdot \psi_{0.w} \cdot w + \gamma_{Q.i} \cdot \psi_0 \cdot q_1 + \gamma_{Q.i} \cdot \psi_0 \cdot q = 12.18 \frac{kN}{m^2}$$

Tilfelle 4: 6.10b

$$\gamma_{G.sup} \cdot \xi \cdot g + \gamma_{G.sup} \cdot \xi \cdot s + \gamma_{Q.1} \cdot w + \gamma_{Q.i} \cdot \psi_0 \cdot q_1 + \gamma_{Q.i} \cdot \psi_0 \cdot q = 11.727 \frac{kN}{m^2}$$

Videre beregninger, hvis vi antar at søylene i konstruksjoner tar opp alle kreftene i vertikal retning og at det er x antall søyler i konstruksjonen som er gjennomgående (i realiteten må de skjøtes). Dimensjonert etter eksempler ifra Håndbok 5, Trehus av Edvartsen og Ramstad for SINTEF s. 447

$$A := 445 \text{ m}^2 \quad \text{Areal på et dekke} \quad S := 10 \quad \text{Antall søyler}$$

$$f_{c0k} := 24.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{CE L40c} \quad k_{mod} := 0.9 \quad \gamma_M := 1.15$$

$$f_{c0d} := \frac{(f_{c0k} \cdot k_{mod})}{\gamma_M} = 19.174 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{Dimensjonerende trykkfasthet i fiberretning}$$

$$P := 12.18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot A = (5.42 \cdot 10^3) \text{ kN} \quad P_s := \frac{P}{S} = 542.01 \text{ kN} \quad \text{Påkjenning per søyle}$$

$$b := 200 \text{ mm} \quad t := 200 \text{ mm} \quad \text{Søyledimensjon}$$

$$l_k := 2.700 \text{ m} \quad \text{Kneklengde} \quad i := 0.29 \cdot t = 0.058 \text{ m} \quad \text{Treghetsmoment}$$

$$\lambda := \frac{l_k}{i} = 46.552 \quad \text{Slankhet} \quad E_{0k} := 10800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{Elastisitetsmodul i fiberretning}$$

$$\lambda_{rel} := \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c0k}}{E_{0k}}} = 0.706 \quad \beta_c := 0.1$$

$$k_y := 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2) = 0.769$$

$$k_{cy} := \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel}^2}} = 0.93$$

$$f_{c0\lambda} := k_{cy} \cdot f_{c0d} = (1.783 \cdot 10^7) \text{ Pa}$$

$$P_d := f_{c0\lambda} \cdot b \cdot t = 713.067 \text{ kN} \quad \text{Søylene's dimensjonerende kapasitet}$$

Fritt opplagt golvskive, dimensjonert etter byggforsklad 520.238 punkt 32, Regner per meter skive.

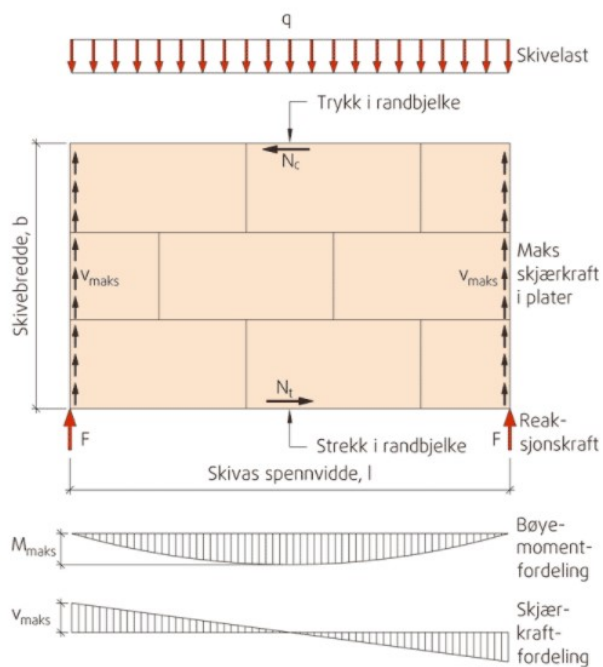
$$q_l := 12.18 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad l := 22 \text{ m} \quad b := 22 \text{ m}$$

$$M_{maks} := \frac{q_l \cdot l^2}{8} = 736.89 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_t := \frac{M_{maks}}{b} = 33.495 \text{ kN} \quad N_c := N_t$$

$$F := \frac{q_l \cdot l}{2} = 133.98 \text{ kN}$$

$$v_{maks} := \frac{F}{b} = 6.09 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$





Kontrollerer nedbøyning, Byggforskblad 520.238 kapittel 7.

Limtrebjelker 45x450 GL 30c

$$q_l := 12.18 \frac{kN}{m^2} \quad \text{Skivelast} \quad b := 22 \text{ m} \quad \text{Skivebredde} \quad l := 22 \text{ m} \quad \text{Spennvidde}$$

$$E := 13000 \frac{N}{mm^2} \quad \text{Elastisitetsmodul til GL 30c} \quad I := 341.7 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad \text{Treghetsmoment}$$

$$k_{def} := 0.8 \quad \text{Deformasjonsfaktor} \quad v_{maks} := 6.1 \frac{kN}{m} \quad \text{Maks skjærkraft}$$

$$G := 240 \frac{N}{mm^2} \quad \text{Skjærmodul for kryssfiner} \quad t := 18 \text{ mm} \quad \text{Platetykkelse}$$

$$k_{g1} := 1.67 \cdot k_{def} = 1.336 \quad \text{For permanent, lang, hel eller halvårslast}$$

$$k_{g2} := k_{def} = 0.8 \quad \text{For kortids- og øyeblikklast}$$

$$x := 50 \text{ mm} \quad \text{Avstand ifra skjøt i randbjelken til plata}$$

$$u := u_m + u_v + u_s + u_r$$

$$u_m := \frac{5 \cdot q_l \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} \cdot k_{def} = 6.691$$

$$u_v := \frac{v_{maks} \cdot l}{4 \cdot G \cdot t} \cdot k_{def} = 6.213 \text{ mm}$$

$$u_s := \frac{1}{3000} \cdot k_{g1}$$

$$u_r := 0.4 \cdot \frac{x \cdot (1 - 50)}{b \cdot l} \cdot k_{g1} \quad \text{Siden } u_s \text{ og } u_r \text{ er så små blir de neglisjert i disse beregningene}$$

Sjekker nedbøyning på midten for hver enkelt last, her i n bare en måte å si tilfeldig last

$$g = 4 \frac{kN}{m^2} \quad s = 2.24 \frac{kN}{m^2} \quad w = 0.79 \frac{kN}{m^2} \quad q_{tot} := q + q_1 = 2.9 \frac{kN}{m^2}$$

$$\psi_{2,g} := 1 \quad \psi_{2,s} = 0.2 \quad \psi_{2,w} = 0 \quad \psi_2 = 0.3$$

$$F := \frac{n \cdot l}{2} \quad F_g := \frac{g \cdot l}{2} = 44 \frac{kN}{m} \quad F_s := \frac{s \cdot l}{2} = 24.64 \frac{kN}{m} \quad F_w := \frac{w \cdot l}{2} = 8.69 \frac{kN}{m}$$

$$v_{maks} := \frac{F}{b} \quad v_{maks,g} := \frac{F_g}{b} = 2 \frac{kN}{m^2} \quad v_{maks,s} := \frac{F_s}{b} = 1.12 \frac{kN}{m^2} \quad v_{maks,w} := \frac{F_w}{b} = 0.395 \frac{kN}{m^2}$$

$$F_{qtot} := \frac{q_{tot} \cdot l}{2} = 31.9 \frac{kN}{m}$$

$$v_{maks.qtot} := \frac{F_{qtot}}{b} = 1.45 \frac{kN}{m^2}$$

$$u_{fin} := u_{fin.g} + u_{fin.s} + u_{fin.w} + u_{fin.qtot}$$

$$u_{fin.n} := u_{inst.n} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def})$$

$$u_{inst.n} := \frac{5 \cdot n \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} + \frac{v_{maks.n} \cdot l}{4 \cdot G \cdot t}$$

$$u_{fin.g} := \left( \frac{5 \cdot g \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} + \frac{v_{maks.g} \cdot l}{4 \cdot G \cdot t} \right) \cdot (1 + \psi_{2.g} \cdot k_{def}) = 4.949$$

$$u_{fin.s} := \left( \frac{5 \cdot s \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} + \frac{v_{maks.s} \cdot l}{4 \cdot G \cdot t} \right) \cdot (1 + \psi_{2.s} \cdot k_{def}) = 1.786$$

$$u_{fin.w} := \left( \frac{5 \cdot w \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} + \frac{v_{maks.w} \cdot l}{4 \cdot G \cdot t} \right) \cdot (1 + \psi_{2.w} \cdot k_{def}) = 0.543$$

$$u_{fin.qtot} := \left( \frac{5 \cdot q_{tot} \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} + \frac{v_{maks.qtot} \cdot l}{4 \cdot G \cdot t} \right) \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def}) = 2.472$$

$$u_{fin} := u_{fin.g} + u_{fin.s} + u_{fin.w} + u_{fin.qtot} = 9.749 \text{ mm}$$

Maks tillat nedbøyning:  $\frac{22000 \text{ mm}}{3000} = 7.333 \text{ mm}$

9.75 > 7.33 IKKE OK

Antar størst moment i midten av dekket. Kontrollerer så hvilket lasttilfelle som blir dimensjonerende. Dimensjonert etter eksempler ifra Håndbok 5, Trehus av Edvartsen og Ramstad for SINTEF s.442.

$$F := \frac{q \cdot l}{2}$$

$$v_{maks} := \frac{F}{b}$$

$$M_{maks} := \frac{q \cdot l^2}{8}$$

$$M_{tilfelle.1b} := 12.219 \frac{22^2}{8} = 739.25 \quad \frac{kNm}{m}$$

$$M_{tilfelle.4a} := 12.18 \frac{22^2}{8} = 736.89 \quad \frac{kNm}{m}$$

$$F_{tilfelle.1b} := 12.219 \cdot \frac{22}{8} = 33.602$$

$$v_{tilfelle.1b} := \frac{33.602}{22} = 1.527$$

$$F_{tilfelle.4a} := 12.18 \cdot \frac{22}{8} = 33.495$$

$$v_{tilfelle.4a} := \frac{33.495}{22} = 1.523$$

Dim. bøyefasthet.

$$f_{md} := \frac{f_{mk} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$$

$$f_{mk.L} := 30 \frac{N}{mm^2} \quad k_h := 1.03 \quad \text{Høydefaktor}$$

$$f_{mk.k} := 30 \frac{N}{mm^2}$$

$$W_{bjelke} := 45 \text{ mm} \cdot \frac{(450 \text{ mm})^2}{6} = (1.519 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

$$f_{md.1b} := 30 \cdot \frac{0.6}{1.15} = 15.652$$

$$f_{md.4a} := 30 \cdot \frac{1.0}{1.15} = 26.087$$

$$W_{1b} := \frac{M_{tilfelle.1b} \cdot 10^6}{f_{md.1b} \cdot k_h} = 4.585 \cdot 10^7 \text{ mm}^3$$

$$W_{4a} := \frac{M_{tilfelle.4a} \cdot 10^6}{f_{md.4a} \cdot k_h} = 2.742 \cdot 10^7 \text{ mm}^3$$

Platen tar opp horisontale krefter som for eksempel vindkraft

Prinsipp for å dimensjonere plateelement av tre ved bruk av Naviers plateløsning

$w_0 := 0$       Deformasjon langs alle render       $M_n := 0$       Moment langs alle render

$t := 600 \text{ mm}$       Platetykkelse       $\nu := 0.3$       Tverrkontraksjonstall

$$E_{bjelke} := 13000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E_{plater} := 12000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E_{mid} := E_{bjelke} \cdot 0.88 + E_{plater} \cdot 0.12 = (1.288 \cdot 10^4) \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$D := \frac{E_{mid} \cdot t^3}{12 \cdot (1 - \nu^2)} = (2.548 \cdot 10^5) \text{ kN} \cdot \text{m} \text{ Platestivhet}$$