



0 Generelt

01 Innhold

Denne anvisningen inneholder dimensjoneringstabeller for fritt opplagte bjelker av konstruksjonstrevirke og limtre med jevnt fordelt last, samt eksempler på bruk av tabellene. Den maksimale lasten på bjelkene er beregnet ut fra tverrsnittskapasitet og krav til maksimal nedbøyning.

Bjelker dimensjonert etter denne anvisningen blir blant annet brukt som hovedbjelker for opplegg av taksperrer og bjelkelag, bæring over vinduer og andre åpninger og omfordeling av store, konsentrerte laster. Tabellene oppgir bjelkenes kapasiteter i bruddgrensetilstand.

Anvisningen behandler ikke dimensjonering for brann, ulykkeslaster eller seismiske laster. Den gjengir bare grunnlaget for dimensjoneringen og forutsetter at brukeren har nødvendig teoretisk dimensjoneringsbakgrunn.

02 Bruksområde

Anvisningen omfatter konstruksjoner i pålitelighetsklasse 1 i henhold til NA (nasjonalt tillegg) til NS-EN 1990, som småhus, rekkehus og mindre lagerbygg. Videre gjelder begrensninger i forhold til laster som angitt i tabellene.

03 Henvisninger

Lov om planlegging og byggesaksbehandling (pbl)
Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK10) med veiledning

Standarder:

NS-EN 336 Konstruksjonstrevirke – Størrelser, tillatte avvik

NS-EN 338 Konstruksjonstrevirke – Fasthetsklasser

NS-EN 386 Limtre – Ytelseskrav og minstekrav til produksjon

NS-EN 390 Limtre – Størrelser – Tillatte avvik

NS-EN 1194 Trekonstruksjoner – Limtre – Fasthetsklasser og bestemmelse av karakteristiske verdier

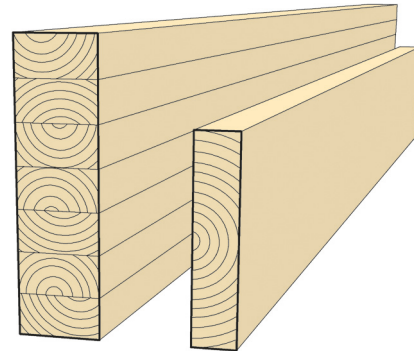
NS-EN 1990 + NA Eurokode – Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner

NS-EN 1991-1-1 + NA Eurokode 1: Laster på konstruksjoner – Del 1-1: Allmenne laster – Tetthet, egenvekt og nyttelaster i bygninger

NS-EN 1991-1-3 + NA Eurokode 1: Laster på konstruksjoner – Del 1-3: Allmenne laster – Snølaster

NS-EN 1995-1-1 + NA Eurokode 5: Prosjektering av trekonstruksjoner – Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger

NS-EN 14080 Trekonstruksjoner – Limtre – Krav



NS-EN 14081 Trekonstruksjoner – Styrkesortert konstruksjonstrevirke med rektangulært tverrsnitt

NS-INSTA 142 Nordiske regler for visuell styrkesortering av trelast

ASTM D143 Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber

Byggdetaljer:

432.101 Trykkimpregnering og annen kjemisk trebeskyttelse mot sopper, insekter og marine bore

471.031 Egenlaster for bygningsmaterialer, byggevarer og bygningsdeler

520.233 Søyler av tre. Dimensjonering

520.323 Brannmotstand for bjelker og søyler av betong, mur og tre

522.351 Trebjelkelag. Dimensjonering og utførelse

523.251 Bindingsverk av tre

525.814 Taksperrer av tre

571.523 Trelast av gran og furu. Egenskaper og dimensjoner

1 Materialer

11 Dokumentasjon av produkttegenskaper

TEK10 krever at produkttegenskaper som er av betydning for de grunnleggende kravene til byggverk skal være dokumentert før produktet omsettes og brukes.

Konstruksjonstrevirke godkjent av Norsk Trelastkontroll har den nødvendige dokumentasjonen av produkttegenskaper. Det samme gjelder for limtre med CE-merking.

12 Konstruksjonstrevirke

Dimensjoneringstabell 21 a og b gjelder for konstruks-

sjonstrevirke som er produsert i henhold til NS-INSTA 142 (ved visuell styrkesortering) eller NS-EN 14081 (ved maskinell styrkesortering) og som er merket med relevant fasthetsklasse i henhold til NS-EN 338. Dimensjonstoleranser er gitt i NS-EN 336. Se også Byggdetaljer 571.523.

13 Limtre

Dimensjoneringsstabell 21 c og d gjelder for limtre som er produsert i henhold til NS-EN 386. Det er gitt tabeller for fasthetsklasse GL32c. L40 er en gammel handelsbetegnelse som fortsatt er i bruk. Limtre merket L40 skal beregnes etter fasthetsklasse GL32c. Anvisningen gjelder ikke for limtre som senere har blitt splittet.

2 Dimensjonering

21 Dimensjoneringsstabeller

Tabell 21 a–d angir kapasiteter i bruddgrensetilstand. Kapasiteten skal være større enn eller lik dimensjonerende last i bruddgrensetilstand, jf. pkt. 232. En forutsetning for bruk av tabellene er at man i tillegg gjør kontroll av oppleggenes bæreevne, jf. pkt. 24, og kontroll mot vipping, jf. pkt. 25. Nøyaktige beregninger med stedsaktuelle laster kan gi mindre dimensjoner enn angitt i tabellene.

22 Dimensjoneringsforutsetninger

221 *Generelt.* Krav i TEK10 kan anses som oppfylt ved dimensjonering i henhold til konstruksjons- og belastningsstandardene. Ved dimensjonering av bjelker skal man i første rekke tilfredsstillende krav til konstruksjonssikkerhet. Akseptable deformasjoner i bruksgrensetilstanden bør også ivaretas.

Figur 221 viser prinsippskisse av beregningsmessig spennvidde og lysåpning for en fritt opplagt bjelke. Tabeller med kapasiteter for dimensjonering av bjelker er i pkt. 21 gitt for ulike dimensjoner og spennvidder. Kapasitetene er beregnet i henhold til NS-EN 1995-1-1. I bruddgrensetilstand er dimensjoner og spennvidder kontrollert med hensyn til moment- og skjærkapasitet, mens det i bruksgrensetilstand er kontrollert med hensyn til at nedbøyningen ikke skal være større enn $l/200$ for generelle bjelker i for eksempel etasjeskillere

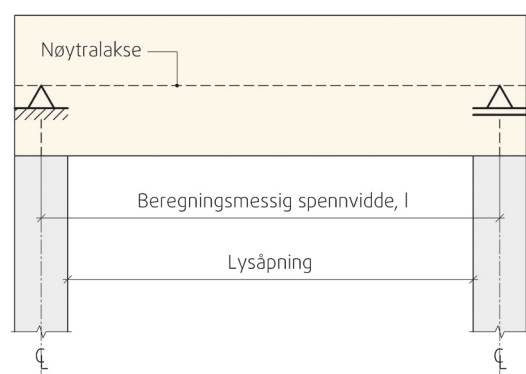


Fig. 221
Figuren viser en bjelkes beregningsmessige spennvidde, l

(mellomlangtidslast/halvårslast), og $l/300$ for hovedbjelker i for eksempel tak (korttidslast).

222 *Materialfaktor.* Tabellene er beregnet med materialfaktor, det vil si partialfaktor for materialegenskap, γ_M lik 1,25 for konstruksjonstrevirke og 1,15 for limtre.

223 *Lastvarighetsklasse.* NS-EN 1995-1-1 opererer med ulike typer lastvarighetsklasser. Disse er:

- permanent last (egenlast)
- langtidslast (lagring)
- mellomlangtidslast/halvårslast (nyttelast på golv)
- korttidslast (snølast)
- øyeblikkslast (vindlast)

Tabell 21 a og c gjelder for mellomlangtidslast/halvårslast. Disse tabellene bruker man for eksempel til å dimensjonere bjelker som understøtter bjelkelag i bolighus. Lastene her er permanent last (egenlast) og halvårslast (nyttelast).

Tabell 21 b og d gjelder for korttidslast. Tabellene brukes blant annet til å dimensjonere takbjelker som er belastet med permanent last (egenlast) og korttidslast (snølast). Tabell 21 b og d gir konservative verdier ved dimensjonering for øyeblikkslast, for eksempel vindlast.

224 *Klimaklasse.* Tabellene gjelder konstruksjoner klassifisert i klimaklasse 1 og 2 i henhold til NS-EN 1995-1-1. Klimaklasse 1 omfatter blant annet bærende elementer i oppvarmede og ventilerte bygninger. Klimaklasse 2 omfatter blant annet bærende elementer i bygninger som vanligvis ikke er oppvarmede, men ventilerte.

Klimaklasse 3 omfatter blant annet konstruksjoner som ikke er beskyttet mot fuktighet eller regn, eller som er i direkte kontakt med terrenget. Ved dimensjonering for klimaklasse 3 må kapasitetene i tabellene reduseres ved å multiplisere med faktoren 0,74. I tillegg bør man som regel bruke trykkimpregnert trevirke, se Byggdetaljer 432.101.

225 *Deformasjonsfaktorer.* I følge NS-EN 1995-1-1 beregnes deformasjoner som summen av deformasjonene fra hver enkelt lasttype, med tilhørende deformasjonsfaktor.

Ettersom man ikke kan forutse forholdet mellom lasttypene for de dimensjoneringstilfellene tabellene brukes til, er det valgt å anta et typisk forhold mellom egenlast og nyttelast. For tabell 21 a og c er det antatt et forhold tilsvarende en egenlast på $0,5 \text{ kN/m}^2$ og en nyttelast på $2,0 \text{ kN/m}^2$. For tabellene 21 b og d er det antatt et forhold tilsvarende en egenlast på $1,1 \text{ kN/m}^2$, som er vanlig for trestak med tung tekning, og en variabel last på $3,6 \text{ kN/m}^2$.

23 Dimensjonerende last

231 *Partialfaktorer* brukes på laster for å oppnå et tilsiktet pålitelighetsnivå. Faktorene er gitt i NS-EN 1990.

Man kan vanligvis benytte følgende partialfaktorer for å beregne laster i bruddgrensetilstanden: permanent last (egenlast), $\gamma_G = 1,2$ og variabel last (nytte- og snølast), $\gamma_Q = 1,5$.

For bygninger i pålitelighetsklasse 1 kan variable laster som snø- og nyttelast multipliseres med en multiplikasjonsfaktor, $K_{FI} = 0,9$. Småhus og rekkehus er eksempler på bygninger i pålitelighetsklasse 1. Skoler og kontorbygninger er i pålitelighetsklasse 2 eller 3.

Karakteristiske laster er gitt i NS-EN 1991. Egenlast for bygningsdeler er omtalt i Byggdetaljer 471.031.

232 *Dimensjonerende last* er den lasten som skal brukes ved

Tabell 21 a

Kapasitet (kN/m) i bruddgrensetilstand for bjelker av konstruksjonstrevirke i fasthetsklasse C24. Permanent last og halvårslast (egenlast og nyttelast). Klimaklasse 1 og 2 (se pkt. 224 for korreksjonsfaktorer for klimaklasse 3).

Merk: Kapasiteten skal sammenliknes med dimensjonerende last i bruddgrensetilstand, jf. pkt. 232.

Tallverdier skrevet med **fet type** viser at nedbøyningskriteriet, $l/200$, er dimensjonerende. Ved bruk av konstruksjonstrevirke i fasthetsklasse C18 må kapasitetene i tabellen reduseres ved å multiplisere med faktoren 0,75.

| Dimensjon mm x mm | Beregningsmessig spennvidde, l (m) | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------------------|------|------|------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 2,1 | 2,4 | 2,7 | 3,0 | 3,3 | 3,6 | 3,9 | 4,2 | 4,5 | 4,8 |
| 36 x 98 | 13,4 | 9,0 | 5,4 | 3,4 | 2,1 | 1,3 | 0,9 | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 |
| 36 x 123 | 16,9 | 11,3 | 8,1 | 5,2 | 3,6 | 2,6 | 1,7 | 1,2 | 0,9 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,2 |
| 36 x 148 | 20,3 | 13,5 | 10,2 | 7,2 | 5,0 | 3,7 | 2,8 | 2,1 | 1,6 | 1,2 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |
| 36 x 198 | 27,2 | 18,1 | 13,6 | 10,9 | 8,9 | 6,6 | 5,0 | 4,0 | 3,2 | 2,7 | 2,2 | 1,7 | 1,4 | 1,1 | 0,9 |
| 48 x 98 | 17,9 | 12,0 | 7,1 | 4,6 | 2,8 | 1,8 | 1,2 | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,1 |
| 48 x 123 | 22,5 | 15,0 | 10,7 | 6,9 | 4,8 | 3,5 | 2,3 | 1,6 | 1,2 | 0,9 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,3 |
| 48 x 148 | 27,1 | 18,1 | 13,5 | 9,6 | 6,7 | 4,9 | 3,7 | 2,8 | 2,1 | 1,6 | 1,2 | 0,9 | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| 48 x 173 | 31,7 | 21,1 | 15,8 | 12,7 | 9,1 | 6,7 | 5,1 | 4,0 | 3,3 | 2,5 | 1,9 | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 0,8 |
| 48 x 198 | 36,2 | 24,2 | 18,1 | 14,5 | 11,9 | 8,7 | 6,7 | 5,3 | 4,3 | 3,5 | 2,9 | 2,3 | 1,8 | 1,5 | 1,2 |
| 48 x 223 | 40,8 | 27,2 | 20,4 | 16,3 | 13,6 | 11,1 | 8,5 | 6,7 | 5,4 | 4,5 | 3,8 | 3,2 | 2,6 | 2,1 | 1,7 |
| 73 x 148 | 41,2 | 27,5 | 20,6 | 14,6 | 10,1 | 7,4 | 5,7 | 4,3 | 3,1 | 2,4 | 1,8 | 1,4 | 1,1 | 0,9 | 0,8 |
| 73 x 173 | 48,1 | 32,1 | 24,1 | 19,3 | 13,8 | 10,1 | 7,8 | 6,1 | 5,0 | 3,8 | 2,9 | 2,3 | 1,8 | 1,5 | 1,2 |
| 73 x 198 | 55,1 | 36,7 | 27,5 | 22,0 | 18,1 | 13,3 | 10,2 | 8,0 | 6,5 | 5,4 | 4,4 | 3,4 | 2,7 | 2,2 | 1,8 |
| 73 x 223 | 62,0 | 41,4 | 31,0 | 24,8 | 20,7 | 16,9 | 12,9 | 10,2 | 8,3 | 6,8 | 5,7 | 4,9 | 3,9 | 3,2 | 2,6 |
| 98 x 98 | 36,6 | 24,4 | 14,6 | 9,3 | 5,7 | 3,6 | 2,4 | 1,7 | 1,2 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,3 |
| 98 x 198 | 74,0 | 49,3 | 37,0 | 29,6 | 24,3 | 17,8 | 13,7 | 10,8 | 8,7 | 7,2 | 5,9 | 4,6 | 3,7 | 3,0 | 2,5 |
| 98 x 223 | 83,3 | 55,5 | 41,6 | 33,3 | 27,8 | 22,6 | 17,3 | 13,7 | 11,1 | 9,2 | 7,7 | 6,6 | 5,3 | 4,3 | 3,5 |

Tabell 21 b

Kapasitet (kN/m) i bruddgrensetilstand for bjelker av konstruksjonstrevirke i fasthetsklasse C24. Permanent last og korttidslast (egenlast og snølast). Klimaklasse 1 og 2 (se pkt. 224 for korreksjonsfaktorer for klimaklasse 3).

Merk: Kapasiteten skal sammenliknes med dimensjonerende last i bruddgrensetilstand, jf. pkt. 232.

Tallverdier skrevet med **fet type** viser at nedbøyningskriteriet, $l/300$, er dimensjonerende. Ved bruk av trevirke i fasthetsklasse C18 må kapasitetene i tabellen reduseres ved å multiplisere med faktoren 0,75.

| Dimensjon mm x mm | Beregningsmessig spennvidde, l (m) | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------------------|------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 2,1 | 2,4 | 2,7 | 3,0 | 3,3 | 3,6 | 3,9 | 4,2 | 4,5 | 4,8 |
| 36 x 98 | 15,1 | 10,1 | 4,7 | 2,4 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 36 x 123 | 19,0 | 12,7 | 9,1 | 4,8 | 2,7 | 1,7 | 1,2 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,1 |
| 36 x 148 | 22,8 | 15,2 | 11,4 | 8,1 | 4,8 | 3,0 | 2,0 | 1,4 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,3 |
| 36 x 198 | 30,6 | 20,4 | 15,3 | 12,2 | 10,0 | 7,2 | 4,8 | 3,4 | 2,5 | 1,9 | 1,4 | 1,1 | 0,9 | 0,7 | 0,6 |
| 48 x 98 | 20,2 | 13,4 | 6,3 | 3,2 | 1,9 | 1,2 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 48 x 123 | 25,3 | 16,9 | 12,1 | 6,3 | 3,7 | 2,3 | 1,5 | 1,1 | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| 48 x 148 | 30,5 | 20,3 | 15,2 | 10,8 | 6,4 | 4,0 | 2,7 | 1,9 | 1,4 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 |
| 48 x 173 | 35,6 | 23,7 | 17,8 | 14,2 | 10,2 | 6,4 | 4,3 | 3,0 | 2,2 | 1,7 | 1,3 | 1,0 | 0,8 | 0,7 | 0,5 |
| 48 x 198 | 40,8 | 27,2 | 20,4 | 16,3 | 13,4 | 9,6 | 6,5 | 4,5 | 3,3 | 2,5 | 1,9 | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 0,8 |
| 48 x 223 | 45,9 | 30,6 | 22,9 | 18,4 | 15,3 | 12,5 | 9,2 | 6,5 | 4,7 | 3,5 | 2,7 | 2,1 | 1,7 | 1,4 | 1,2 |
| 73 x 148 | 46,3 | 30,9 | 23,2 | 16,4 | 9,7 | 6,1 | 4,1 | 2,9 | 2,1 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| 73 x 173 | 54,2 | 36,1 | 27,1 | 21,7 | 15,5 | 9,8 | 6,5 | 4,6 | 3,4 | 2,5 | 1,9 | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 0,8 |
| 73 x 198 | 62,0 | 41,3 | 31,0 | 24,8 | 20,4 | 14,6 | 9,8 | 6,9 | 5,0 | 3,8 | 2,9 | 2,3 | 1,8 | 1,5 | 1,2 |
| 73 x 223 | 69,8 | 46,5 | 34,9 | 27,9 | 23,3 | 19,0 | 14,0 | 9,8 | 7,2 | 5,4 | 4,2 | 3,3 | 2,6 | 2,1 | 1,8 |
| 98 x 98 | 41,2 | 27,5 | 12,8 | 6,5 | 3,8 | 2,4 | 1,6 | 1,1 | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| 98 x 198 | 83,2 | 55,5 | 41,6 | 33,3 | 27,3 | 19,7 | 13,2 | 9,3 | 6,7 | 5,1 | 3,9 | 3,1 | 2,5 | 2,0 | 1,6 |
| 98 x 223 | 93,7 | 62,5 | 46,9 | 37,5 | 31,2 | 25,5 | 18,8 | 13,2 | 9,6 | 7,2 | 5,6 | 4,4 | 3,5 | 2,9 | 2,4 |

Tabell 21 c

Kapasitet (kN/m) i bruddgrensetilstand for bjelker av limtre GL32c. Permanent last og halvårslast (egenlast og nyttelast). Klimaklasse 1 og 2 (se pkt. 224 for korreksjonsfaktorer for klimaklasse 3).

Merk: Kapasiteten skal sammenliknes med dimensjonerende last i bruddgrensetilstand, jf. pkt. 232.

Tallverdier skrevet med **fet type** viser at nedbøyningskriteriet, $l/200$, er dimensjonerende. Ved bruk av limtre i fasthetsklasse GL28c må kapasitetene i tabellen reduseres ved å multiplisere med faktoren 0,85.

| Dimensjon mm x mm | Beregningsmessig spennvidde, l (m) | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 8,5 | 9,0 |
| 90 x 135 | 12,0 | 6,3 | 3,7 | 2,3 | 1,5 | 1,1 | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 |
| 90 x 180 | 16,0 | 12,8 | 8,7 | 5,5 | 3,7 | 2,6 | 1,9 | 1,4 | 1,1 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 |
| 90 x 225 | 20,0 | 16,0 | 13,4 | 10,7 | 7,2 | 5,0 | 3,7 | 2,8 | 2,1 | 1,7 | 1,3 | 1,1 | 0,9 | 0,7 | 0,6 |
| 90 x 270 | 24,0 | 19,2 | 16,0 | 13,7 | 12,0 | 8,7 | 6,3 | 4,8 | 3,7 | 2,9 | 2,3 | 1,9 | 1,5 | 1,3 | 1,1 |
| 90 x 315 | 28,0 | 22,4 | 18,7 | 16,0 | 14,0 | 12,5 | 10,1 | 7,6 | 5,8 | 4,6 | 3,7 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,7 |
| 90 x 360 | 32,1 | 25,6 | 21,4 | 18,3 | 16,0 | 14,2 | 12,8 | 11,3 | 8,7 | 6,8 | 5,5 | 4,5 | 3,7 | 3,1 | 2,6 |
| 90 x 405 | 36,1 | 28,9 | 24,0 | 20,6 | 18,0 | 16,0 | 14,4 | 13,1 | 12,0 | 9,7 | 7,8 | 6,3 | 5,2 | 4,4 | 3,7 |
| 90 x 450 | 40,1 | 32,1 | 26,7 | 22,9 | 20,0 | 17,8 | 16,0 | 14,6 | 13,4 | 12,3 | 10,7 | 8,7 | 7,2 | 6,0 | 5,0 |
| 115 x 180 | 20,5 | 16,4 | 11,1 | 7,0 | 4,7 | 3,3 | 2,4 | 1,8 | 1,4 | 1,1 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |
| 115 x 225 | 25,6 | 20,5 | 17,1 | 13,7 | 9,2 | 6,4 | 4,7 | 3,5 | 2,7 | 2,1 | 1,7 | 1,4 | 1,1 | 1,0 | 0,8 |
| 115 x 270 | 30,7 | 24,6 | 20,5 | 17,6 | 15,4 | 11,1 | 8,1 | 6,1 | 4,7 | 3,7 | 3,0 | 2,4 | 2,0 | 1,6 | 1,4 |
| 115 x 315 | 35,8 | 28,7 | 23,9 | 20,5 | 17,9 | 15,9 | 12,9 | 9,7 | 7,4 | 5,9 | 4,7 | 3,8 | 3,1 | 2,6 | 2,2 |
| 115 x 360 | 41,0 | 32,8 | 27,3 | 23,4 | 20,5 | 18,2 | 16,4 | 14,4 | 11,1 | 8,7 | 7,0 | 5,7 | 4,7 | 3,9 | 3,3 |
| 115 x 405 | 46,1 | 36,9 | 30,7 | 26,3 | 23,0 | 20,5 | 18,4 | 16,8 | 15,4 | 12,4 | 10,0 | 8,1 | 6,7 | 5,6 | 4,7 |
| 140 x 180 | 24,9 | 19,9 | 13,5 | 8,5 | 5,7 | 4,0 | 2,9 | 2,2 | 1,7 | 1,3 | 1,1 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,5 |
| 140 x 225 | 31,2 | 24,9 | 20,8 | 16,6 | 11,1 | 7,8 | 5,7 | 4,3 | 3,3 | 2,6 | 2,1 | 1,7 | 1,4 | 1,2 | 1,0 |
| 140 x 270 | 37,4 | 29,9 | 24,9 | 21,4 | 18,7 | 13,5 | 9,9 | 7,4 | 5,7 | 4,5 | 3,6 | 2,9 | 2,4 | 2,0 | 1,7 |
| 140 x 315 | 43,6 | 34,9 | 29,1 | 24,9 | 21,8 | 19,4 | 15,7 | 11,8 | 9,1 | 7,1 | 5,7 | 4,6 | 3,8 | 3,2 | 2,7 |
| 140 x 360 | 49,9 | 39,9 | 33,2 | 28,5 | 24,9 | 22,2 | 19,9 | 17,6 | 13,5 | 10,6 | 8,5 | 6,9 | 5,7 | 4,8 | 4,0 |
| 140 x 405 | 56,1 | 44,9 | 37,4 | 32,1 | 28,0 | 24,9 | 22,4 | 20,4 | 18,7 | 15,1 | 12,1 | 9,9 | 8,1 | 6,8 | 5,7 |
| 140 x 450 | 62,3 | 49,9 | 41,6 | 35,6 | 31,2 | 27,7 | 24,9 | 22,7 | 20,8 | 19,2 | 16,6 | 13,5 | 11,1 | 9,3 | 7,8 |
| 140 x 495 | 68,6 | 54,9 | 45,7 | 39,2 | 34,3 | 30,5 | 27,4 | 24,9 | 22,9 | 21,1 | 19,6 | 18,0 | 14,8 | 12,4 | 10,4 |

Tabell 21 d

Kapasitet (kN/m) i bruddgrensetilstand for bjelker av limtre GL32c. Permanent last og korttidslast (egenlast og snølast). Klimaklasse 1 og 2 (se pkt. 224 for korreksjonsfaktorer for klimaklasse 3).

Merk: Kapasiteten skal sammenliknes med dimensjonerende last i bruddgrensetilstand, jf. pkt. 232.

Tallverdier skrevet med **fet type** viser at nedbøyningskriteriet, $l/300$, er dimensjonerende. Ved bruk av limtre i fasthetsklasse GL28c må kapasitetene i tabellen reduseres ved å multiplisere med faktoren 0,85.

| Dimensjon mm x mm | Beregningsmessig spennvidde, l (m) | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 8,5 | 9,0 |
| 90 x 135 | 8,3 | 4,2 | 2,4 | 1,5 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 90 x 180 | 18,0 | 10,0 | 5,8 | 3,6 | 2,4 | 1,7 | 1,3 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,2 |
| 90 x 225 | 22,5 | 18,0 | 11,3 | 7,1 | 4,8 | 3,4 | 2,4 | 1,8 | 1,4 | 1,1 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |
| 90 x 270 | 27,0 | 21,6 | 18,0 | 12,3 | 8,3 | 5,8 | 4,2 | 3,2 | 2,4 | 1,9 | 1,5 | 1,3 | 1,0 | 0,9 | 0,7 |
| 90 x 315 | 31,6 | 25,2 | 21,0 | 18,0 | 13,1 | 9,2 | 6,7 | 5,0 | 3,9 | 3,1 | 2,4 | 2,0 | 1,6 | 1,4 | 1,2 |
| 90 x 360 | 36,1 | 28,9 | 24,0 | 20,6 | 18,0 | 13,7 | 10,0 | 7,5 | 5,8 | 4,6 | 3,6 | 3,0 | 2,4 | 2,0 | 1,7 |
| 90 x 405 | 40,6 | 32,5 | 27,0 | 23,2 | 20,3 | 18,0 | 14,3 | 10,7 | 8,3 | 6,5 | 5,2 | 4,2 | 3,5 | 2,9 | 2,4 |
| 90 x 450 | 45,1 | 36,1 | 30,1 | 25,8 | 22,5 | 20,0 | 18,0 | 14,7 | 11,3 | 8,9 | 7,1 | 5,8 | 4,8 | 4,0 | 3,4 |
| 115 x 180 | 23,0 | 12,8 | 7,4 | 4,7 | 3,1 | 2,2 | 1,6 | 1,2 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,3 |
| 115 x 225 | 28,8 | 23,0 | 14,5 | 9,1 | 6,1 | 4,3 | 3,1 | 2,3 | 1,8 | 1,4 | 1,1 | 0,9 | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| 115 x 270 | 34,6 | 27,6 | 23,0 | 15,7 | 10,5 | 7,4 | 5,4 | 4,1 | 3,1 | 2,5 | 2,0 | 1,6 | 1,3 | 1,1 | 0,9 |
| 115 x 315 | 40,3 | 32,3 | 26,9 | 23,0 | 16,7 | 11,8 | 8,6 | 6,4 | 5,0 | 3,9 | 3,1 | 2,5 | 2,1 | 1,7 | 1,5 |
| 115 x 360 | 46,1 | 36,9 | 30,7 | 26,3 | 23,0 | 17,6 | 12,8 | 9,6 | 7,4 | 5,8 | 4,7 | 3,8 | 3,1 | 2,6 | 2,2 |
| 115 x 405 | 51,8 | 41,5 | 34,6 | 29,6 | 25,9 | 23,0 | 18,2 | 13,7 | 10,5 | 8,3 | 6,6 | 5,4 | 4,4 | 3,7 | 3,1 |
| 140 x 180 | 28,0 | 15,6 | 9,0 | 5,7 | 3,8 | 2,7 | 1,9 | 1,5 | 1,1 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 |
| 140 x 225 | 35,1 | 28,0 | 17,6 | 11,1 | 7,4 | 5,2 | 3,8 | 2,9 | 2,2 | 1,7 | 1,4 | 1,1 | 0,9 | 0,8 | 0,7 |
| 140 x 270 | 42,1 | 33,7 | 28,0 | 19,2 | 12,8 | 9,0 | 6,6 | 4,9 | 3,8 | 3,0 | 2,4 | 1,9 | 1,6 | 1,3 | 1,1 |
| 140 x 315 | 49,1 | 39,3 | 32,7 | 28,0 | 20,4 | 14,3 | 10,4 | 7,8 | 6,0 | 4,8 | 3,8 | 3,1 | 2,5 | 2,1 | 1,8 |
| 140 x 360 | 56,1 | 44,9 | 37,4 | 32,1 | 28,0 | 21,4 | 15,6 | 11,7 | 9,0 | 7,1 | 5,7 | 4,6 | 3,8 | 3,2 | 2,7 |
| 140 x 405 | 63,1 | 50,5 | 42,1 | 36,1 | 31,6 | 28,0 | 22,2 | 16,7 | 12,8 | 10,1 | 8,1 | 6,6 | 5,4 | 4,5 | 3,8 |
| 140 x 450 | 70,1 | 56,1 | 46,7 | 40,1 | 35,1 | 31,2 | 28,0 | 22,9 | 17,6 | 13,8 | 11,1 | 9,0 | 7,4 | 6,2 | 5,2 |

kontroll av en konstruksjon i den angitte grensetilstanden. Dimensjonerende last er summen av karakteristiske laster multiplisert med de respektive partialfaktorer for bruddgrensetilstand, $\gamma_G=1,2$ (egenlast) og $\gamma_Q=1,5$ (snø- og nyttelast).

24 Kontroll av oppleggenes bæreevne

241 *Bakgrunn.* Trevirkets bæreevne på tvers av fibre er betydelig lavere enn i fiberretningen. Man må kontrollere at oppleggskraften blir fordelt over en tilstrekkelig stor oppleggsflate, slik at det ikke blir for store deformasjoner på bjelkens oppleggsflate, se fig. 241. Oppleggsflaten kan bli dimensjonerende for valg av søylestørrelse.

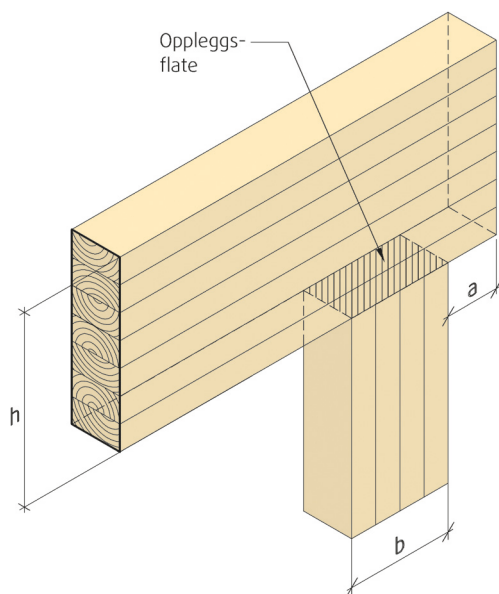


Fig. 241
Oppleggsflate ved opplegg av bjelke på søyle

242 *Diagram.* Figur 242 viser et diagram som kan brukes til kontroll av nødvendig oppleggsflate med last på bjelker i bruddgrensetilstand. Kurvene i diagrammet gjelder for opplegg av konstruksjonstrevirke av heltre i fasthetsklasse C24 og limtre i fasthetsklasse GL32c, i klimaklasse 1 og 2, halvårslast (nyttelast) og belastning på bjelkeende.

Kurvene i diagrammet er beregnet etter formelen:

$$A = \frac{F}{\sigma_d}$$

hvor:

– A er areal (mm²)

– F er kraft (N)

– σ_d er dimensjonerende spenning (N/mm²)

Dimensjonerende spenning er funnet ved å benytte fasthetsverdiene fra ASTM-D143, som svarer til fasthetsverdier i den utgatte standarden NS 3470 *Prosjektering av trekonstruksjoner – Beregnings- og konstruksjonsregler*. Partialfaktor for materialegenskap, γ_M , og fasthetsfaktor som tar hensyn til lastvirkning og fuktinnhold, k_{mod} , er hentet fra NS-EN 1995-1-1.

243 *Korreksjon for konstruksjonstrevirke C18.* For konstruksjonstrevirke av kvalitet C18 må avlest nødvendig areal fra fig. 242 økes ved å multiplisere med en faktor på 1,10.

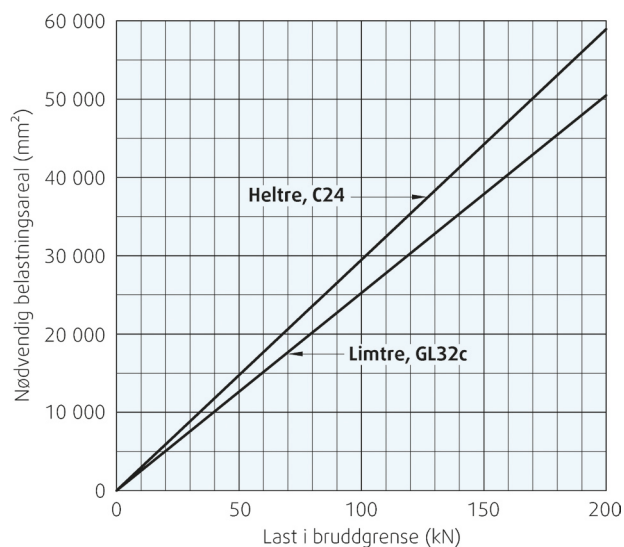


Fig. 242
Diagram for kontroll av nødvendig oppleggsflate med last på tvers av fiberretningen. For forutsetninger, se pkt. 242. For korreksjonsfaktorer, se pkt. 243–246.

244 *Korreksjon for klimaklasse 3.* For klimaklasse 3 må avlest nødvendig areal fra fig. 242 økes ved å multiplisere med en faktor på 1,23.

245 *Korreksjon for korttidslast.* For korttidslast (snølast) kan avlest nødvendig areal fra fig. 242 reduseres ved å multiplisere med en faktor på 0,89.

246 *Korreksjon for opplegg inne på bjelken og mindre søyler (b < 100 mm).* Ved opplegg lengre enn 100 mm fra kant/ende (a > 100 mm), kan avlest nødvendig areal, se fig. 242, reduseres ved å multiplisere med en faktor på 0,63 ved søyler hvor b < 50 mm og 0,77 når 50 mm < b < 100 mm.

247 *Løsninger ved for små oppleggsflater.* Dersom søylens oppleggsflate er mindre enn nødvendig areal, kan man bruke en stålplate, se fig. 247, eller en hard trefiberplate med tilstrekkelig areal og stivhet som lastfordeling. Eventuelt kan man velge en søyle med større tverrsnitt.

For større limtrekonstruksjoner kan man også bruke innslussede stålplater som kraftoverføring.

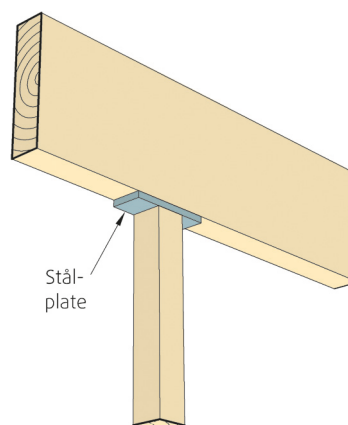


Fig. 247
Forsterkning av oppleggsflate ved opplegg av bjelke på søyle

25 Kontroll mot vipping

I tabell 21 a–d er det ikke tatt hensyn til redusert bæreevne ved vipping.

Ved lange spenn må man være oppmerksom på faren for vipping. Vipping kan skje dersom lange bjelker påkjent av et stort bøyemoment ikke blir tilstrekkelig fastholdt på trykksiden. Man må sørge for avstiving slik at vridning eller sideveis utbøying blir hindret. Sperrer eller sekundærbjelker lagt opp med vanlig senteravstand på primærbjelken gir vanligvis tilstrekkelig avstiving mot vipping av primærbjelken. Kontroll mot vipping kan utføres etter NS-EN 1995-1-1.

26 Innsnitt og utsparinger

261 *Effekt av innsnitt.* En bjelke med innsnitt får redusert skjærspenningskapasitet ved innsnittet, se fig. 261.

262 *Plassering og utforming av innsnitt.* Faren for at bjelken skal sprekke ved innsnittet blir minst når man reduserer bjelkehøyden jevnt fra h til h_{ef} . Helningen bør være minst mulig, det vil si at i bør være størst mulig. Om forholdet $i:1$ er større enn 10, kan man se bort fra reduksjon i skjærfastheten ved opplegget. Rette innsnitt bør unngås, altså tilfeller hvor $i = 0$. Innsnittet bør begynne nærmest mulig opplegg, slik at x (i fig. 261) blir minst mulig.

263 *Kontroll av kapasitet for skjærspenning ved innsnittet* kan utføres etter NS-EN 1995-1-1. Kapasiteten ved innsnitt kan man øke ved for eksempel å bruke selv borende treskruer, se fig. 261, spikerlimt kryssfiner eller pålimt glassfiberarmering.

264 *Effekt av utsparinger.* Utsparinger reduserer bjelkens tverrsnittskapasitet. Det er ofte korte bjelker og bjelker med stor tverrsnittshøyde som er utsatt for begrensninger med tanke på skjærkapasitet.

265 *Plassering og utforming av utsparinger.* Utsparinger bør plasseres symmetrisk om nøytralaksen (langsgående midtakse dersom symmetrisk tverrsnitt), og de bør ha avrundede hjørner. Utsparingene bør plasseres i en avstand mer enn $2 \cdot h$ eller $l/10$ fra opplegg, se fig. 265. Høyden på utsparingen skal maksimalt være halve bjelkehøyden. Lastpåføringen skal skje i en avstand mer enn h til side for en utsparing.

266 *Dimensjonering av bjelker med utsparinger.* Bjelker med utsparing må dimensjoneres særskilt.

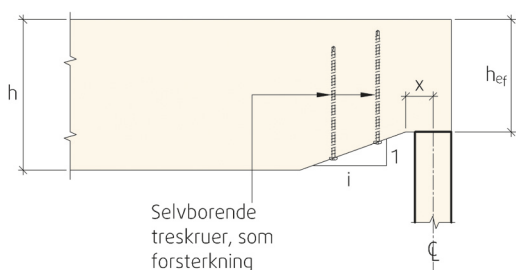


Fig. 261
Innsnitt ved endeopplegg, som reduserer kapasiteten til bjelken

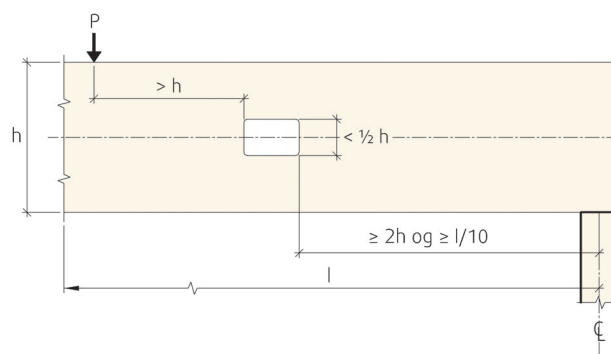


Fig. 265
Minimums- og maksimumsdimensjoner ved utsparing i en bjelke
l: bjelkens spennvidde, h: bjelkehøyde, P: punktlast

3 Dimensjoneringseksempler

31 Eksempel 1. Bærebjelke for golvbjelkelag

311 *Generelt.* En bærebjelke for et golvbjelkelag med spennvidde på 2,1 m skal dimensjoneres, se fig. 311. Husbredden er 8,0 m. Golvbjelkene er skjøtt over midtopplegget. Bærebjelken får dermed last fra en bredde på 2,0 m + 2,0 m. Lastene består av egenlast (permanent last) og nyttelast (halvårslast). Egenlasten for en standard trebjelkelagskonstruksjon antas å være $0,50 \text{ kN/m}^2$ (se Byggetal 471.031) mens nyttelasten i følge NS-EN 1991-1-1 er $2,0 \text{ kN/m}^2$ for boliger. Bærebjelken har opplegg på søyle i hver ende.

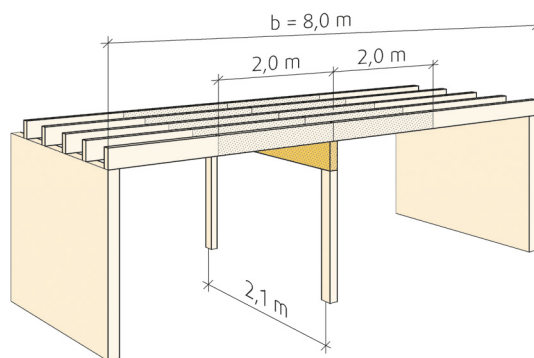


Fig. 311
Dimensjoneringseksempel. Golvbjelkelag understøttet av trebjelke og søyler

312 *Dimensjonerende last* finner man ved å multiplisere egenlast og nyttelast med sine respektive partialfaktorer, og summere disse verdiene. Dette gir en last på $((0,50 \cdot 1,2) + (2,0 \cdot 1,5)) \text{ kN/m}^2 = 3,6 \text{ kN/m}^2$. For bygninger i pålitelighetsklasse 1 kan man multiplisere variable laster med multiplikasjonsfaktoren K_{FF} . For småhus kan man velge pålitelighetsklasse 1 og dermed $K_{FF} = 0,9$. Det gir en last på $((0,50 \cdot 1,2) + (2,0 \cdot 1,5 \cdot 0,9)) \text{ kN/m}^2 = 3,3 \text{ kN/m}^2$. Dimensjonerende last per løpemeter bærebjelke blir $3,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 4,0 \text{ m} = 13,2 \text{ kN/m}$.

313 *Dimensjonering av bjelke.* Bjelken er innendørs og er derfor

i klimaklasse 1. Dimensjonerende last kan sammenliknes direkte med verdiene i tabellene for halvårslast, se tabell 21 a og c. Av tabell 21 a framgår det at en bjelke i fasthetsklasse C24 med dimensjon 73 mm × 198 mm har tilstrekkelig kapasitet (13,3 kN/m, markert med grått felt i tabellen). Alternativt kan man bruke to bjelker på 36 mm × 198 mm på høykant som festes godt sammen med spikre/skruer. Man kan også bruke en limtrebjelke på 90 mm × 180 mm, se tabell 21 c.

- 314 *Opplegg.* Det antas at bjelken legges opp på en søyle med dimensjon 73 mm × 73 mm som er dimensjonert i henhold til Byggdetaljer 520.233.
- 315 *Nødvendig oppleggsareal.* Dimensjonerende last per søyle er $(13,2 \text{ kN/m} \cdot 2,1 \text{ m}) / 2 = 13,9 \text{ kN}$. På kurven for heltre fra fig. 242 avleses et nødvendig oppleggsareal på om lag 5 000 mm². Søylene med dimensjon 73 mm × 73 mm gir et oppleggsareal på 5 330 mm². Dette er tilstrekkelig oppleggsareal.

32 Eksempel 2. Bærende hovedbjelker i hus

- 321 *Generelt.* Bærende hovedbjelker i et hus skal dimensjoneres, se fig. 321. Eneboligen skal bygges i Vennesla kommune i en høyde på 150 m.o.h.

Mønebjelken av limtre er opplagt på gavlveggene i endene og en søyle midt i spennet. Limtrebjelkene som bærer golvet i loftsetasjen, er hengt opp på hver side av søylen og spenner ut til gavlveggene. Bjelkelaget spenner kontinuerlig over hele husbredden. Huset er 8,0 m langt og 8,4 m bredt, og har en takhelning på 43°. Lastene består av egenlast (permanent last) av tak og etasjeskiller, nyttelast på etasjeskiller (halvårslast) og snølast (korttidslast) på tak:

- Egenlasten for tretak tekket med takstein antas å være 1,1 kN/m², se Byggdetaljer 471.031, som i horisontalprojeksjon gir $(1,1 / \cos 43^\circ) \text{ kN/m}^2 = 1,50 \text{ kN/m}^2$.
- Egenlasten for en standard etasjeskiller av trebjelkelag antas å være 0,50 kN/m², se Byggdetaljer 471.031.
- Nyttelast på golv er 2,0 kN/m² for boliger, jf. NS-EN 1991-1-1.
- Karakteristisk snølast på mark i Vennesla kommune er 4,5 kN/m² når byggestedet er inntil 150 m.o.h., jf. NS-EN 1991-1-3.

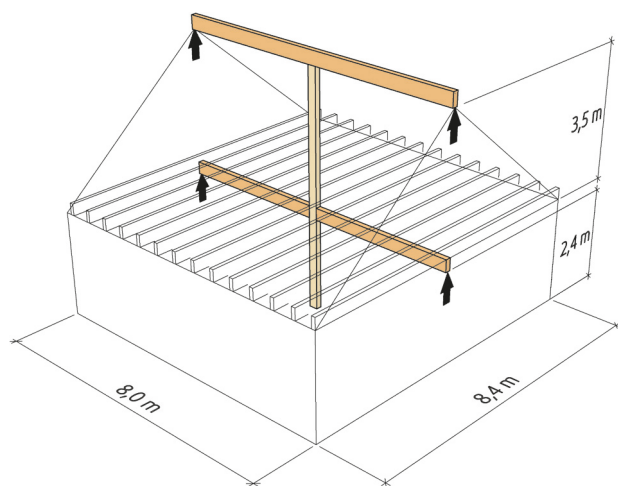


Fig. 321
Limtresøyle i halvannenetasjes enebolig

- 322 *Dimensjonerende last fra tak* finner man ved å multiplisere egenlast og snølast med sine respektive partialfaktorer, og summere disse verdiene. Med snøfangere på taket blir formfaktor for snølast, μ , lik 0,8.

Dette gir en horisontalprojisert last fra takflaten på $((1,5 \cdot 1,2) + (4,5 \cdot 0,8 \cdot 1,5)) \text{ kN/m}^2 = 7,2 \text{ kN/m}^2$. For bygninger i pålitelighetsklasse 1 kan man multiplisere variable laster med multiplikasjonsfaktoren K_{FI} . For småhus kan man velge pålitelighetsklasse 1 og dermed $K_{FI} = 0,9$. Det gir en last på $((1,5 \cdot 1,2) + (4,5 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 0,9)) \text{ kN/m}^2 = 6,66 \text{ kN/m}^2$. Mønebjelken får en last per løpemeter på $6,66 \text{ kN/m}^2 \cdot 8,4 \text{ m} / 2 = 28,0 \text{ kN/m}$.

Lasten ned i midtsøylen blir større når mønebjelken går kontinuerlig over søylen enn om det hadde vært en bjelke på hver side av søylen. Arealet som belaster søylen øker med 25 % når bjelken er kontinuerlig, sammenliknet med om den hadde vært skjøtt på midten over søylen. Det gir en last inn på søylen på $1,25 \cdot 28,0 \text{ kN/m} \cdot 8,0 \text{ m} / 2 = 140,0 \text{ kN}$.

- 323 *Dimensjonering av mønebjelke.* Bjelken er innendørs og er derfor i klimaklasse 1. Dimensjonerende last kan da sammenliknes direkte med verdiene i tabellen for korttidslast og limtre, se tabell 21 d. Beregningsmessig spennvidde for mønebjelken er 4,0 m, som er den lengden man kontrollerer mot. Av tabellen framgår det at en bjelke med dimensjon 140 mm × 360 mm har tilstrekkelig kapasitet (28,0 kN/m, markert med grått felt i tabellen).
- 324 *Dimensjonerende last fra etasjeskiller* finner man som for tak, men ved å benytte tilhørende egenlast og nyttelast. Også her benyttes multiplikasjonsfaktoren K_{FI} på grunn av pålitelighetsklasse 1.

Lasten blir her:

$$((0,50 \cdot 1,2) + (2,0 \cdot 1,5 \cdot 0,9)) \text{ kN/m}^2 = 3,3 \text{ kN/m}^2$$

Bjelkene i etasjeskiller får dermed en last på $((3,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 8,4 \text{ m}) / 2) \cdot 1,25 = 17,3 \text{ kN/m}$. Her er det multiplisert med 1,25 på grunn av kontinuerlige bjelkelag.

- 325 *Dimensjonering av bjelker i etasjeskillere.* Limtrebjelkene i etasjeskillere spenner 4,0 m og har en last på 17,3 kN/m. Siden lasten er en nyttelast, må man lete i tabell 21 c. Vi velger bjelke 140 mm × 270 mm med en kapasitet på 18,7 kN/m (markert med grått felt i tabellen). Her kunne man også valgt 90 mm × 405 mm eller 115 mm × 315 mm, men man må velge en bjelke med samme bjelkebredde som mønebjelken.
- 326 *Opplegg.* Det antas at bjelken legges opp på en limtresøyle med dimensjon 140 mm × 135 mm dimensjonert i henhold til Byggdetaljer 520.233.
- 327 *Nødvendig oppleggsareal for mønebjelke på søyle.* Lasten i toppen av søylen er 140,0 kN. Avlesning på fig. 252 på kurven for limtre gir et nødvendig oppleggsareal på ca. 36 000 mm². Vi kan redusere nødvendig areal ved å multiplisere det med 0,89 (se pkt. 255) fordi lasten er en korttidslast. Selv om søylen er plassert langt fra kanten av bjelken, kan vi ikke få utnyttet det siden vi har så stor søyle, det vil si $b > 100 \text{ mm}$. Nødvendig lastareal blir da $36 000 \text{ mm}^2 \cdot 0,89 = 32 000 \text{ mm}^2$.
- Den valgte limtresøylen (140 × 135 mm) gir et oppleggsareal på 18 900 mm², som er for lite. Her bør man legge inn en stålplate med tilstrekkelig areal og stivhet som lastfordeling, se fig. 257, eller velge en større søyle.

4 Referanser

41 Utarbeidelse

Denne anvisningen er revidert av Håkon Einstabland. Den erstatter anvisning med samme nummer, utgitt i 2002. Prosjektleder har vært Elisabeth Bjaanes. Faglig redigering ble avsluttet i mai 2011.

42 Litteratur

421 Tømmermålingsforeningenes Fellesorgan (TMF). *Måle-
reglement for skogsvirke: Sagtømmer*. Skien, 1998