



Byggforskserien

UDK 624.04

SfB (27)

Stikkord: bjelker

Bjelker

Trebjelker Dimensjonering for jevnt fordelt last

A 520.224

Høsten 1981



Utgitt i samarbeid med:

Norsk Treteknisk Institutt, Forskningsveien 3 b, Blindern, Oslo 3. Tlf. (02) 46 98 80

0 GENERELT

- 01 Bladet behandler rette, fritt opplagte trebjelker med jevnt fordelt last, se fig. 01. Beregningene er gjort for spennvidder inntil 5,4 m.
- 02 Det vises til følgende norske standarder:
NS 3080 Kvalitetskrav til skurlast og justert skurlast
NS 3470 Prosjektering av trekonstruksjoner. Beregning og dimensjonering
NS 3479 Prosjektering av bygningskonstruksjoner. Dimensjonerende laster
Det vises også til flg. byggdetaljblad:
G 471.031 Egenlaster. Konstruksjoner og konstruksjonsdeler
A 520.221 Bjelker. Rette limtrebjelker for små spenn. Dimensjonering

1 MATERIALER

- 11 Trevirke
I beregningene er det forutsatt justert skurlast av furu eller gran sortert etter NS 3080 til Standard last eller bedre. Det vil si fasthetsklasse T 24 i NS 3470. Virke som oppfyller kravene til Ekstra last, T 30, har større kapasitet.
- 111 Limtre har vanligvis større bæreevne enn vanlig virke. Limtrebjelker er behandlet i byggdetaljblad A 520.221.
- 112 Fingerskjøtt virke kan vanligvis sidestilles med annen trelast til konstruksjonsformål. Det forutsettes at produsenten av fingerskjøtt trelast er godkjent av Norsk Limtrekontroll. Virket skal stemples med registrert kontrollmerke med bøyebryddstyrke og firmasymbol. Fingerskjøtte materialer er ikke tillatt brukt i stillaser. Det samme gjelder i strekkpåkjennte konstruksjonsledd der svikt av en enkelt skjøt vil føre til sammenstyrting av vesentlige konstruksjonsdeler.
- 113 Trykkimpregnert virke har samme fasthetsegenskaper som annet virke.

2 PROSJEKTERING

Statiske beregninger må legges fram for de lokale bygningsmyndighetene. Slike beregninger utføres vanligvis av byggetekniske konsulenter.
Enkle tilfeller kan dimensjoneres som vist i dette bladet.

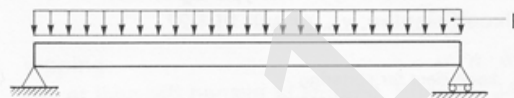


Fig. 01
Fritt opplagt trebjelke med jevnt fordelt last

21 Dimensjoneringsprinsipper

Bjelkenes bæreevne eller kapasitet må minst være like stor som den dimensjonerende lasten beregnet i henhold til pkt. 22.

Kapasiteten beregnes i bruddgrensetilstanden med kontroll av skjær- og momentkapasitetene. Dessuten kontrolleres nedbøyningen i bruksgrensetilstanden.

22 Dimensjonerende last

Dimensjonerende last beregnes i henhold til NS 3479 som summen av karakteristiske laster multiplisert med de respektive lastkoeffisientene.

Følgende karakteristiske laster er aktuelle for bjelker i bygninger:

Egenlaster. Det vises til byggdetaljblad G 471.031 der karakteristiske egenlaster er angitt. Egenlaster er langvarige laster.

Nyttelaster. Karakteristiske nyttelaster er gitt i pkt. 3.2 i NS 3479. Nyttelast i bygninger skal betraktes som langvarige.

Snølast. Karakteristisk snølast på mark for de enkelte kommunene er gitt i NS 3479, tillegg C. Snølast betraktes som kortvarig last. Karakteristisk snølast på tak framkommer som produktet av karakteristisk snølast på mark og en formfaktor for den aktuelle takkonstruksjonen som er gitt i pkt. 4.1.4., NS 3479.

Lastkoeffisientene er sikkerhetsfaktorene gitt i punkt 1.8 i NS 3479. Nedenfor er angitt lastkoeffisienter for noen laster i bruddgrensetilstanden

Lasttype	Lastkoeffisient
Egenlast	1,2
Nyttelast i bygninger	1,6
Snølast	1,6

Dimensjonerende last på en bjelke beregnes pr. meter bjelke ut fra den flaten og de lastene som bjelken skal bære.

Ettertrykk forbudt

23 Bæreevne/kapasitet

Trevirkets bæreevne er større for kortvarige belastninger enn for langvarige. Det er utarbeidet tabeller for begge tilfeller.

I tabell 23 a er det forutsatt langtidslast (belastningsklasse A). Dette dekker f.eks. nyttelast i boliger, også personlast.

I tabell 23 b er det forutsatt korttidslast (belastningsklasse B). Dette dekker snølast, tilfeldig personlast og nyttelast på tribuner og stillaser.

I beregningene av bjelkenes kapasitet er det regnet med koeffisienter for materiale, lasttype og klima.

Materialkoeffisienten, γ_m , er satt til 1,27.

$$\gamma_m = \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot \gamma_4$$

$\gamma_1 = 1,1$, koeffisient for sortering

$\gamma_2 = 1,1$, " " utførelse

$\gamma_3 = 1,0$, " " beregningskontroll

$\gamma_4 = 1,05$, " " bruddkonsekvens

Koeffisientene er valgt slik at de dekker de vanligste bruksområdene innenfor husbygging.

24 Nedbøyning

Klimaklasse 1 eller 2 er forutsatt. Det vil si konstruksjoner som er beskyttet mot regn og fukt.

Klimaklasse 3 omfatter konstruksjoner som ikke er beskyttet mot fuktighet eller regn, eller som er i direkte kontakt med terrenget. Ved klimaklasse 3 må kapasitetene som er gitt i tabellen, multipliseres med 0,75.

I tillegg til kontroll i bruddgrensetilstanden er kapasiteten av bjelkene i tabellene begrenset av en nedbøyning på 1/200 av spennvidden. For å unngå separat kontroll i bruksgrensetilstanden, er det i disse beregningene forenklet antatt at den gjennomsnittlige lastkoeffisienten for bruddgrensetilstanden er 1,45. Selv om 5 % avvik fra dette kan tenkes å opptre i praksis, vil konsekvensene som regel være uvesentlige.

Tabell 23 a

Langtidslast

Kapasitet i kN/m ved jevnt fordelt last og fritt opplagt bjelke. I området til høyre for skillelinjen er nedbøyningen dimensjonerende.

Merk: Lastene skal multipliseres med de respektive lastkoeffisientene, se pkt. 22, før de sammenlignes med kapasitetene i tabellen!

Dim. mm	Spennvidde i meter																	
	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	5,1	5,4	
36 × 98	12,31	7,17	4,03	2,58	1,79	1,19	0,80	0,56	0,41	0,31	0,24	0,19	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07	
36 × 123	15,45	10,30	6,35	4,07	2,82	2,07	1,57	1,11	0,81	0,61	0,47	0,37	0,29	0,24	0,20	0,16	0,14	
36 × 148	18,59	12,39	9,20	5,89	4,09	3,00	2,30	1,82	1,40	1,05	0,81	0,64	0,51	0,42	0,34	0,29	0,24	
36 × 173	21,73	14,49	10,86	8,04	5,59	4,10	3,14	2,48	2,01	1,66	1,30	1,02	0,82	0,66	0,55	0,46	0,38	
36 × 198	24,87	16,58	12,43	9,95	7,32	5,38	4,12	3,25	2,63	2,18	1,83	1,53	1,23	1,00	0,82	0,68	0,58	
48 × 98	16,41	9,56	5,38	3,44	2,39	1,58	1,06	0,75	0,54	0,41	0,31	0,25	0,20	0,16	0,13	0,11	0,09	
48 × 123	20,60	13,73	8,47	5,42	3,77	2,77	2,10	1,47	1,07	0,81	0,62	0,49	0,39	0,32	0,26	0,22	0,18	
48 × 148	24,79	16,52	12,27	7,85	5,45	4,01	3,07	2,42	1,87	1,41	1,08	0,85	0,68	0,55	0,46	0,38	0,32	
48 × 173	28,97	19,31	14,49	10,73	7,45	5,47	4,19	3,31	2,68	2,22	1,73	1,36	1,09	0,89	0,73	0,61	0,51	
48 × 198	33,16	22,11	16,58	13,26	9,76	7,17	5,49	4,34	3,51	2,90	2,44	2,04	1,63	1,33	1,09	0,91	0,77	
48 × 223	37,35	24,90	18,67	14,94	12,38	9,09	6,96	5,50	4,46	3,68	3,09	2,64	2,27	1,90	1,56	1,30	1,10	
61 × 98	20,86	12,15	6,83	4,37	3,04	2,01	1,35	0,95	0,69	0,52	0,40	0,31	0,25	0,20	0,17	0,14	0,12	
61 × 123	26,18	17,45	10,77	6,89	4,79	3,52	2,67	1,87	1,37	1,03	0,79	0,62	0,50	0,40	0,33	0,28	0,23	
61 × 148	31,50	21,00	15,59	9,98	6,93	5,09	3,90	3,08	2,38	1,79	1,38	1,08	0,87	0,70	0,58	0,48	0,41	
61 × 173	36,82	24,55	18,41	13,63	9,47	6,95	5,32	4,21	3,41	2,82	2,20	1,73	1,38	1,13	0,93	0,77	0,65	
61 × 198	42,14	28,09	21,07	16,86	12,40	9,11	6,98	5,51	4,46	3,69	3,10	2,59	2,08	1,69	1,39	1,16	0,98	
61 × 223	47,46	31,64	23,73	18,98	15,73	11,56	8,85	6,99	5,66	4,68	3,93	3,35	2,89	2,41	1,99	1,66	1,40	
73 × 98	24,96	14,54	8,18	5,23	3,64	2,41	1,61	1,13	0,83	0,62	0,48	0,38	0,30	0,24	0,20	0,17	0,14	
73 × 123	31,33	20,88	12,88	8,25	5,73	4,21	3,19	2,24	1,63	1,23	0,95	0,74	0,60	0,48	0,40	0,33	0,28	
73 × 148	37,69	25,13	18,65	11,94	8,29	6,09	4,66	3,68	2,85	2,14	1,65	1,30	1,04	0,84	0,70	0,58	0,49	
73 × 173	44,06	29,37	22,03	16,31	11,33	8,32	6,37	5,03	4,08	3,37	2,63	2,07	1,66	1,35	1,11	0,93	0,78	
73 × 198	50,43	33,62	25,21	20,17	14,84	10,90	8,35	6,60	5,34	4,42	3,71	3,10	2,48	2,02	1,66	1,39	1,17	
73 × 223	56,80	37,86	28,40	22,72	18,82	13,83	10,59	8,37	6,78	5,60	4,71	4,01	3,46	2,89	2,38	1,98	1,67	
98 × 98	33,51	19,52	10,98	7,03	4,88	3,23	2,17	1,52	1,11	0,83	0,64	0,51	0,40	0,33	0,27	0,23	0,19	
98 × 198	67,70	45,13	33,85	27,08	19,92	14,64	11,21	8,85	7,17	5,93	4,98	4,17	3,33	2,71	2,23	1,86	1,57	
98 × 223	76,25	50,83	38,12	30,50	25,27	18,57	14,21	11,23	9,10	7,52	6,32	5,38	4,64	3,87	3,19	2,66	2,24	

25 Oppleggslengde

Nødvendig oppleggslengde ved forskjellige laster er vist i tabellene 25 a og b.

Tabell 25 a
Nødvendig oppleggslengde i mm ved langtidslast (lastklasse A)

Bjelke- bredde i mm	Dimensjonerende last på opplegg i kN									
	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30
36	25	31	38	50	63	76	94			
48		24	28	38	47	57	71	94		
61			22	30	37	45	56	74		
73				25	31	37	47	62	78	
98					23	28	35	46	58	69

Tabell 25 b
Nødvendig oppleggslengde i mm ved korttidslast (lastklasse B)

Bjelke- bredde i mm	Dimensjonerende last på opplegg i kN								
	5	6	8	10	12	15	20	25	30
36	26	31	42	52	63	79	105		
48		24	31	39	47	59	78		
61			25	31	37	46	62	77	
73				26	31	39	52	65	78
98					23	29	38	48	58

Tabell 23 b
Korttidslast

Kapasitet i kN/m ved jevnt fordelt last og fritt opplagt bjelke. I området til høyre for skillelinjen er nedbøyningen dimensjonerende.

Merk: Lastene skal multipliseres med de respektive lastkoeffisientene, se pkt. 22, før de sammenlignes med kapasitetene i tabellen!

Dim. mm	Spennvidde i meter															
	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	5,1
36 × 98	14,77	8,61	4,84	3,10	2,08	1,31	0,88	0,62	0,45	0,34	0,26	0,20	0,16	0,13	0,11	0,09
36 × 123	18,54	12,36	7,63	4,88	3,39	2,49	1,73	1,22	0,89	0,67	0,51	0,40	0,32	0,26	0,22	0,18
36 × 148	22,31	14,87	11,04	7,07	4,91	3,60	2,76	2,12	1,54	1,16	0,89	0,70	0,56	0,46	0,38	0,31
36 × 173	26,07	17,38	13,04	9,65	6,70	4,93	3,77	2,98	2,41	1,85	1,43	1,12	0,90	0,73	0,60	0,50
36 × 198	29,84	19,90	14,92	11,94	8,78	6,45	4,94	3,90	3,16	2,61	2,14	1,68	1,35	1,10	0,90	0,75
48 × 98	19,69	11,47	6,45	4,13	2,77	1,74	1,17	0,82	0,60	0,45	0,35	0,27	0,22	0,18	0,15	0,12
48 × 123	24,72	16,48	10,17	6,51	4,52	3,32	2,31	1,62	1,18	0,89	0,68	0,54	0,43	0,35	0,29	0,24
48 × 148	29,74	19,83	14,72	9,42	6,54	4,81	3,68	2,82	2,06	1,55	1,19	0,94	0,75	0,61	0,50	0,42
48 × 173	34,77	23,18	17,38	12,87	8,94	6,57	5,03	3,97	3,22	2,47	1,90	1,50	1,20	0,97	0,80	0,67
48 × 198	39,79	26,53	19,90	15,92	11,71	8,60	6,59	5,20	4,22	3,48	2,85	2,24	1,80	1,46	1,20	1,00
48 × 223	44,81	29,88	22,41	17,93	14,85	10,91	8,35	6,60	5,35	4,42	3,71	3,16	2,57	2,09	1,72	1,43
61 × 98	25,03	14,58	8,20	5,25	3,52	2,21	1,48	1,04	0,76	0,57	0,44	0,35	0,28	0,23	0,19	0,15
61 × 123	31,41	20,94	12,92	8,27	5,74	4,22	2,93	2,06	1,50	1,13	0,87	0,68	0,55	0,45	0,37	0,31
61 × 148	37,80	25,20	18,71	11,97	8,31	6,11	4,68	3,59	2,62	1,97	1,51	1,19	0,95	0,78	0,64	0,53
61 × 173	44,18	29,45	22,09	16,36	11,36	8,35	6,39	5,05	4,09	3,14	2,42	1,90	1,52	1,24	1,02	0,85
61 × 198	50,57	33,71	25,28	20,23	14,88	10,93	8,37	6,61	5,36	4,43	3,63	2,85	2,28	1,86	1,53	1,28
61 × 223	56,95	37,97	28,48	22,78	18,87	13,87	10,62	8,39	6,79	5,62	4,72	4,02	3,26	2,65	2,19	1,82
73 × 98	29,95	17,45	9,82	6,28	4,21	2,65	1,78	1,25	0,91	0,68	0,53	0,41	0,33	0,27	0,22	0,19
73 × 123	37,59	25,06	15,46	9,90	6,87	5,05	3,51	2,47	1,80	1,35	1,04	0,82	0,66	0,53	0,44	0,37
73 × 148	45,23	30,16	22,39	14,33	9,95	7,31	5,60	4,30	3,13	2,35	1,81	1,43	1,14	0,93	0,76	0,64
73 × 173	52,87	35,25	26,44	19,58	13,59	9,99	7,65	6,04	4,89	3,76	2,89	2,28	1,82	1,48	1,22	1,02
73 × 198	60,51	40,34	30,26	24,21	17,81	13,08	10,02	7,91	6,41	5,30	4,34	3,41	2,73	2,22	1,83	1,53
73 × 223	68,15	45,44	34,08	27,26	22,59	16,60	12,71	10,04	8,13	6,72	5,65	4,81	3,90	3,17	2,62	2,18
98 × 98	40,21	23,43	13,18	8,43	5,65	3,56	2,38	1,67	1,22	0,92	0,71	0,56	0,44	0,36	0,30	0,25
98 × 198	81,24	54,16	40,62	32,50	23,91	17,56	13,45	10,62	8,61	7,11	5,83	4,58	3,67	2,98	2,46	2,05
98 × 223	91,50	61,00	45,75	36,60	30,32	22,28	17,06	13,48	10,92	9,02	7,58	6,46	5,24	4,26	3,51	2,93

26 Utsparinger

Hvis det skjæres ut av bjelken ved opplegget, kan bæreevnen reduseres vesentlig, men tendensen til oppsprekking blir minst når bjelkehøyden økes jevnt fra h_1 til h . Vinkelen bør maksimalt være 30° , se fig. 26. Reduksjon av tverrsnittet nær midten må unngås.

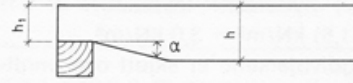


Fig. 26
Innsnitt ved endeopplegg. Skjærkraftkapasiteten reduseres, se pkt. 5.2 i NS 3470.

27 Vipping

Det er ikke tatt hensyn til vipping. Etter NS 3470 forutsettes at bjelken er avstivet ved oppleggene slik at rotasjon om bjelkens lengdeakse (velting) er hindret (gaffellagring).

Ved lange spenn med slanke bjelker må en være oppmerksom på vippefaren. Det må sørges for avstiving slik at vridning eller sideveis utbøyning av trykksiden hindres effektivt. Platekledning på trykksiden er tilstrekkelig avstiving.

28 Eksempler

- 281 En 2,1 m lang bærebjelke for et golvbjelkelag skal dimensjoneres, se fig. 281.

Egenlast 0,51 kN/m² (fra byggdetaljblad G 471.031)

Nyttelast 1,50 kN/m² (fra NS 3479 tabell 4)

Dimensjonerende last (lastfaktorer se pkt. 22):

Egenlast $\times$ lastfaktor + nyttelast $\times$ lastfaktor

$$= (0,51 \cdot 1,2 + 1,50 \cdot 1,6) \text{ kN/m}^2 = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

Husbredden er 8 m, golvbjelkene er skjøtt over midt-opplegget. Lastflaten blir dermed 4 m² pr. løpemeter bærebjelke.

Dimensjonerende last: 3,0 kN/m² $\cdot$ 4 m = 12 kN/m

Klimaklassen stemmer med forutsetningene i tabellen.

Dimensjonerende last kan derfor sammenliknes direkte med verdiene i tabellen for langtidslast, tabell 23 a. Av tabellen framgår at en bjelke med dimensjon 73 mm $\times$ 223 mm har tilstrekkelig kapasitet (13,83 kN/m). To stk. 48 mm $\times$ 198 mm har også tilstrekkelig kapasitet, $2 \times 7,17 \text{ kN/m} = 14,34 \text{ kN/m}$

Last på opplegget i hver ende av bjelken:

$$12 \text{ kN/m} \cdot \frac{2,1 \text{ m}}{2} = 12,6 \text{ kN}$$

Av tabell 25 a finnes nødvendig oppleggslengde: 73 mm bjelkebredde og 15 kN gir 47 mm.

Mer nøyaktig interpolering gir

$$47 \text{ mm} \cdot \frac{12,6 \text{ kN}}{15 \text{ kN}} = 40 \text{ mm}.$$

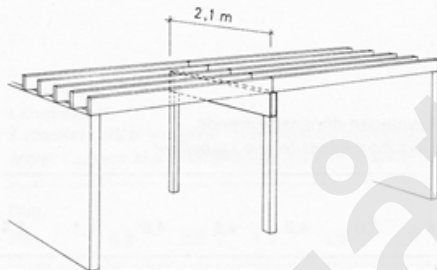


Fig. 281
Beregningseksempel
Golvbjelkelag understøttet av trebjelke

- 282 Bjelke i mønet av en hytte som i fig. 282. Husbredden er 6 m, spennvidden 2,4 m, takhellingen 22°.

Karakteristisk snølast på mark er 2,5 kN/m². Formfaktor iflg. NS 3479, $\mu = 1,0$. Egenlast: tak med takstein, horisontalprojeksjon 1,305 kN/m² (Byggdetaljblad G 471.031).

Dimensjonerende last pr. m bjelke blir:

$$q = \text{lastflatebredde (formfaktor} \cdot \text{snølast} \cdot \text{lastfaktor} + \text{egenlast} \cdot \text{lastfaktor})$$

$$q = 3 \text{ m} \cdot (1,0 \cdot 2,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,6 + 1,305 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,2) = 16,7 \text{ kN/m}.$$

Snø er kortvarig last, og bjelke dimensjonen finnes i tabellen for korttidslast (tabell 23 b):

Bjelke med dimensjonene 98 mm $\times$ 223 mm har kapasiteten 17,06 kN/m som er tilstrekkelig.

Av tabellen framgår også at 2 stk. 48 mm $\times$ 223 mm har tilstrekkelig kapasitet: $2 \times 8,35 \text{ kN/m} = 16,70 \text{ kN/m}$.

Last på opplegget i hver ende av bjelken:

$$16,7 \text{ kN/m} \cdot \frac{2,4 \text{ m}}{2} = 20,0 \text{ kN}$$

Av tabell 25 b finnes nødvendig oppleggslengde, 38 mm.

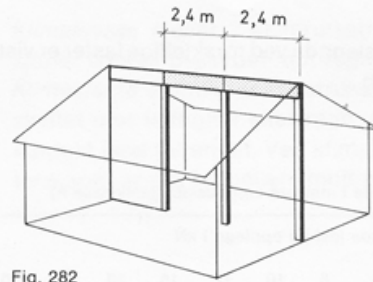


Fig. 282
Beregningseksempel
Sperretak med trebjelke i mønet

- 283 Bærebjelke for balkong som er understøttet av søyler i framkant og festet i vegg, se fig. 283

Spennvidde for bjelken er 3,0 m og balkongdybden 1,8 m. Snølasten forutsettes i dette tilfellet beregnet til 4,5 kN/m² etter NS 3479, og dette gir større last og større bjelke dimensjon enn kombinasjonen egenlast/nyttelast i langtidslasttilfellet. Egenlast 0,6 kN/m². (Nyttelast regnes ikke samtidig med snølast).

Dimensjonerende last

$$q = \frac{1,8 \text{ m}}{2} \cdot (4,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,6 + 0,6 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,2) =$$

$$7,13 \text{ kN/m}.$$

Snølast er korttidslast, dvs. tabell 23 b kan brukes.

Bjelken er utsatt for fukt og tilhører klimaklasse 3. Kapasiteten i tabellen må multipliseres med 0,75 (NS 3470 pkt. 4.6).

Bjelken 98 mm $\times$ 223 mm har kapasiteten 10,92 kN/m $\cdot$ 0,75 = 8,19 kN/m.

Det skal brukes trykkimpregnerte materialer i balkongbjelker.

To stk. 73 mm $\times$ 173 mm har også tilstrekkelig kapasitet: $4,89 \text{ kN/m} \cdot 2 \cdot 0,75 = 7,34 \text{ kN/m}$.

$$\text{Oppleggslasten blir } 7,13 \text{ kN/m} \cdot \frac{3,0}{2} \cdot \frac{1}{0,75} = 14,3 \text{ kN}.$$

Oppleggslengden blir etter tabell 25 b 29 mm.

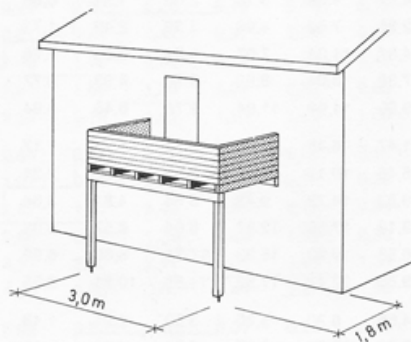


Fig. 283
Beregningseksempel
Bærebjelke for balkong understøttet av søyler

3 REFERANSER

- 31 Bladet er utarbeidet av Paal Jensen, Norsk Treteknisk Institutt, og redigert av Johan H. Gåsbak. Redaksjonen avsluttet oktober 1981.

32 Litteratur

- 321 Petter Aune. Trekonstruksjoner, Tapir 1975