



## 0 Generelt

### 01 Innhold

Denne anvisningen viser dimensjonering og utførelse av takstoler i form av enkle trekantstrammer, som egner seg for framstilling på byggeplass. Takstolene er mest aktuelle til mindre bygninger som garasjer, uthus og hytter.

Anvisningen omtaler prinsipper for oppbygging og sammenføyning, materialer, dimensjonering med dimensjoneringstabeller og utførelse ved raft, møne og skjøt av undergurt.

Prefabrikkerte takstoler er behandlet i Byggdetaljer 525.831 og kan ofte være et alternativ i forhold til egen framstilling på byggeplass.

### 02 Henvisninger

Standarder:

NS 3470-1 Prosjektering av trekonstruksjoner – Beregnings- og konstruksjonsregler – Del 1: Allmenne regler

NS 3490 Prosjektering av konstruksjoner – Krav til pålitelighet

NS 3491-4 Prosjektering av konstruksjoner – Dimensjonerende laster – Del 4: Vindlast

NS-EN 338 Konstruksjonstrevirke – Styrkeklasser

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

NS-EN 1991-1-3 Eurokode 1: Laster på konstruksjoner – Del 1-3: Allmenne laster – Snølast

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

NS-INSTA 142 Nordiske regler for visuell styrkesortering av trelast

Byggdetaljer:

471.041 Snølast på tak. Dimensjonerende laster

471.043 Vindlast på bygninger

520.241 Vindforankring av trehus

525.831 Fabrikframstilte takstoler

571.523 Trelast av gran og furu. Egenskaper og dimensjoner

573.151 Mekaniske treforbindelsesmidler

Gruppe 525 om tak

## 1 Hovedprinsipper

### 11 Generelt

Takstoler kan bygges opp som vist i fig. 11 a og b og

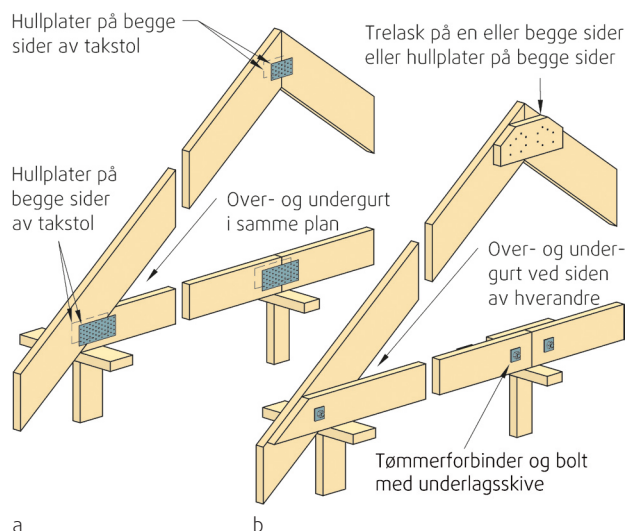


Fig. 11 a og b

Oppbygging av takstoler. En eventuell skjøt plasseres på midten av spennet over en understøtting.

a. Med hullplater av stål og spiker

b. Med tømmerforbindere og bolter med underlagsskiver

sammenføytes med hullplater av stål og spiker eller med tømmerforbindere og bolter med underlagsskiver.

### 12 Spennvidder og takvinkler

Anvisningen gjelder takstoler med spennvidder 3,0–6,6 m og med takvinkler fra 18 til 45°, se fig. 12. En eventuell skjøt av undergurten plasseres på midten av spennet over en understøtting. For spennvidder over 4,2 m uten understøtting anbefales bruk av prefabrikkerte takstoler med spikerplater.

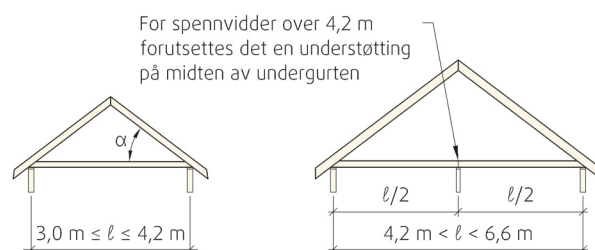


Fig. 12

Takstoler

Spennvidde, takvinkel og plassering av eventuell understøtting

### 13 Sammenføyning med hullplater av stål og spiker

Hullplater av stål og spiker kan brukes til sammenføyning både ved raft, i mønet og ved en eventuell undergurtsskjøt, se fig. 11 a. Her ligger over- og undergurtene i samme plan. Det må brukes hullplater og spiker på begge sider av takstolene. En eventuell skjøt av undergurtene plasseres over understøttingen på midten og gurtene legges med endene mot hverandre.

### 14 Sammenføyning med tømmerforbindere og bolter med underlagsskiver

Sammenføyning mellom over- og undergurt kan også gjøres med bruk av tømmerforbindere og bolter med underlagsskiver, se fig. 11 b. Ved raft legges over- og undergurt ved siden av hverandre. I mønet kan det brukes sammenføyning med trelask eller hullplater med spiker. I en eventuell undergurtsskjøt kan det brukes tømmerforbindere og bolter med underlagsskiver sammen med en trelask med minst samme dimensjon som undergurtene. Lasken plasseres parallelt med undergurtene. Skjøten plasseres over understøttingen midt i spennet.

## 2 Materialer

### 21 Trelast

I gurtene er det forutsatt konstruksjonsvirke i fasthetsklasse minst C18. Dette tilsvarer sorteringsklasse T1 etter NS-INSTA 142.

Hvis det brukes fingerskjøtt trelast, må fingerskjøtingen være utført av en bedrift godkjent av Norsk Limtrekontroll eller tilsvarende offentlig godkjent kontrollordning. Trelasten vil da være stemplet F18, F24 eller F30.

### 22 Hullplater av stål

Hullplatene det er vist til i denne anvisningen, er forutsatt å være av varmforsinket stål med en karakteristisk nedre flytespenning på 250 N/mm<sup>2</sup>.

Tykkelsen på platene skal være 1,5 mm og standard hullmønster som vist i fig. 22. Nødvendig størrelse på platene er angitt i pkt. 4, 5 og 6.

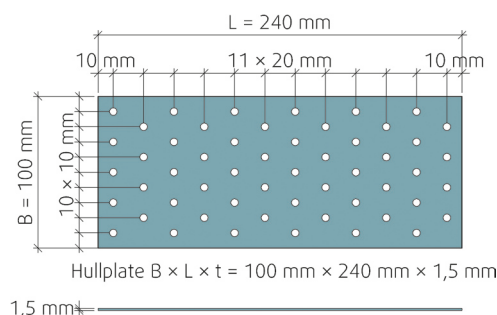


Fig. 22  
Eksempel på hullplate av stål med standard hullmønster som sikrer nødvendig spikeravstand

### 23 Lasker av tre

Lasker av tre til bruk i mønet skal være av minst 15 mm kryssfiner eller 30 mm bord. I undergurtsskjøt med bolt og tømmerforbinder skal det brukes lask med samme materialdimensjon som undergurtene.

### 24 Spiker

Til spikring i hullplater av stål er det forutsatt rillet beslagspiker med dimensjon 4,0–40 mm tilpasset hullplater, og en dokumentert karakteristisk kapasitet ved tverrbelastning på minst 1,50 kN.

Til spikring i lasker av tre eller kryssfiner er det forutsatt firkantspiker med dimensjon 3,4–95 mm.

### 25 Tømmerforbindere med bolter og underlagsskiver

Det er forutsatt bruk av tannede tømmerforbindere, type C2, med varmforsinkede bolter og underlagsskiver, se [921].

Nødvendig dimensjon av tømmerforbindere for ulike tilfeller er angitt i tabell 31. I denne anvisningen brukes 2 stk. 50 eller 62 mm ensidige tannede tømmerforbindere type C2, 20 mm bolt og 2 stk. 60 mm × 60 mm × 5 mm underlagsskiver.

## 3 Dimensjonering

### 31 Dimensjoneringstabell

Tabell 31 viser trevirkedimensjoner for ulike takstoler avhengig av takvinkel, spennvidde og snølast på mark. For forbindelse ved raft og eventuell skjøt av undergurt, angir tabellen, avhengig av valgt løsning:

- spikerantall ved bruk av hullplater av stål. Det er forutsatt at håndspikring skal kunne benyttes, alternativt maskinspikring.
- dimensjon av tømmerforbinder ved bruk av tømmerforbindere og bolter

Dimensjonering av forbindelsen ved møne er angitt i pkt. 5.

Dersom man velger å gjøre en spesiell beregning for den typen takstol som skal benyttes, kan man oppnå en løsning som er mer optimalisert med hensyn til dimensjoner på trevirke, tømmerforbindere, spikerantall og -plassering enn de verdiene som angis i tabellene.

### 32 Laster

321 *Snølastene* som er angitt i tabell 31, gjelder for snølast på mark. En oversikt over karakteristiske snølast på mark i de enkelte kommunene er gitt i NS-EN 1991-1-3. Teknisk etat i kommunen kan eventuelt gi tilleggsoppløsninger om krav til snølast på spesielt utsatte steder.

Det er forutsatt formfaktor for snø på 0,8, se Byggedetaljer 471.041. Dette tilsvarer ugunstigste tilfelle for frittliggende saltak, og bruk av snøfangere.

322 *Egenlast av taket* er forutsatt å være 1,1 kN/m<sup>2</sup>. Dette omfatter takstolens gurter, taktro, papp, lekter og takteking som kan være takstein eller lettere teking.

323 *Vindlasten* er regnet etter NS 3491-4, med basisvindhastighetstrykk,  $q_b$ , på 1,0 kN/m<sup>2</sup>. Dette tilsvarer en stedsvindhastighet på ca. 40 m/s, noe som dekker de fleste steder i Norge. Innvendig undertrykk er satt til 0,3 kN/m<sup>2</sup>. Det er

Tabell 31

Tverrkedimensjoner<sup>1)</sup>, spikerantall ved bruk av hullplate av stål og dimensjon av tømmerforbindere ved bruk av tømmerforbinder og bolt

Snølast	Spennvidde	Takvinkel $18^\circ \leq \alpha \leq 22^\circ$				Takvinkel $22^\circ < \alpha \leq 37^\circ$				Takvinkel $37^\circ < \alpha \leq 45^\circ$			
		Overgurt	Undergurt	Raft og undergurtskjøt <sup>5)</sup>		Overgurt	Undergurt	Raft og undergurtskjøt <sup>5)</sup>		Overgurt	Undergurt	Raft og undergurtskjøt <sup>5)</sup>	
				Antall spikre <sup>4)</sup>	Tømmerforbinder $D_{\text{tøm.f.}}^{3)}$ mm			Antall spikre <sup>4)</sup>	Tømmerforbinder $D_{\text{tøm.f.}}^{3)}$ mm			Antall spikre <sup>4)</sup>	Tømmerforbinder $D_{\text{tøm.f.}}^{3)}$ mm
$s_0$ kN/m <sup>2</sup>	$l^2)$ m	h mm	h mm	Antall spikre <sup>4)</sup>	$D_{\text{tøm.f.}}^{3)}$ mm	h mm	h mm	Antall spikre <sup>4)</sup>	$D_{\text{tøm.f.}}^{3)}$ mm	h mm	h mm	Antall spikre <sup>4)</sup>	$D_{\text{tøm.f.}}^{3)}$ mm
2,5	3,0	123	173	6	50	123	173	5	50	123	173	3	50
	3,6	148	198	7	62	148	198	6	50	148	198	4	50
	4,2	173	223	8	-	173	223	7	62	173	223	4	50
	4,8	198	148	9	-	198	148	8	-	198	148	5	62
	5,4	198	148	10	-	198	148	8	-	198	148	5	62
	6,0	223	173	11	-	223	173	9	-	223	173	5	62
	6,6	223	173	12	-	223	173	10	-	-	-	-	-
4,5	3,0	123	173	8	-	123	173	7	62	123	173	4	50
	3,6	173	198	10	-	148	198	9	-	148	198	5	62
	4,2	198	223	11	-	173	223	10	-	173	223	6	62
	4,8	223	148	13	-	223	148	11	-	223	148	7	-
	5,4	223	148	14	-	223	148	12	-	223	148	7	-
6,5	3,0	148	173	11	-	148	173	9	-	148	173	5	62
	3,6	173	198	13	-	173	198	11	-	173	198	6	-
	4,2	223	223	15	-	198	223	13	-	198	223	7	-

<sup>1)</sup> Tverrsnittsbredde 48 mm på gurtene, trelastkvalitet C18, senteravstand mellom takstolene 600 mm

<sup>2)</sup> For  $l > 4,20$  m (skravert område) er det regnet med en understøtting på midten av undergurt.

<sup>3)</sup> Tilhørende bolt og skiver, se pkt. 25

<sup>4)</sup> Benyttet dimensjonerende kapasitet  $F_{vd} = 646$  N/spiker. Antallet gjelder på hver side av skjøt og på begge sider av takstolen.

<sup>5)</sup> Undergurtskjøt skal plasseres over understøtting på midten av spennet.

kontrollert for vindlast i bruddgrensetilstanden sammen med full snølast.

- 324 *Nyttelast på himlingsbjelkelaget* er forutsatt å være 1,0 kN/m<sup>2</sup>, slik at loftet kan brukes til lagerplass. I beregningene er det også forutsatt egenlast på undergurtene på 0,5 kN/m<sup>2</sup> som inkluderer varmeisolasjon, golv- og himlingsplater.

### 33 Beregningsforutsetninger

Takstolene er dimensjonert etter NS-EN 1995-1-1. Følgende forutsetninger gjelder:

- utstikk maks 500 mm, se fig. 34
- klimaklasse 2, som dekker bærende elementer i bygninger som vanligvis ikke er oppvarmet, men ventilert
- pålitelighetsklasse 1 i henhold til NS 3490
- materialkoeffisient,  $\gamma_{Mv}$  på 1,3

Det er kontrollert for maks nedbøyning ved samlet egenlast og nyttelast. Vindlast er ikke regnet samtidig med snølast ved nedbøyningsberegninger.

### 34 Senteravstand og opplegg

Senteravstanden mellom takstolene skal være 600 mm. Takstolene må ha et opplegg som er minst 73 mm bredt. Opplegget plasseres helt inntil skjæringspunktet mellom over- og undergurt, se fig. 34.

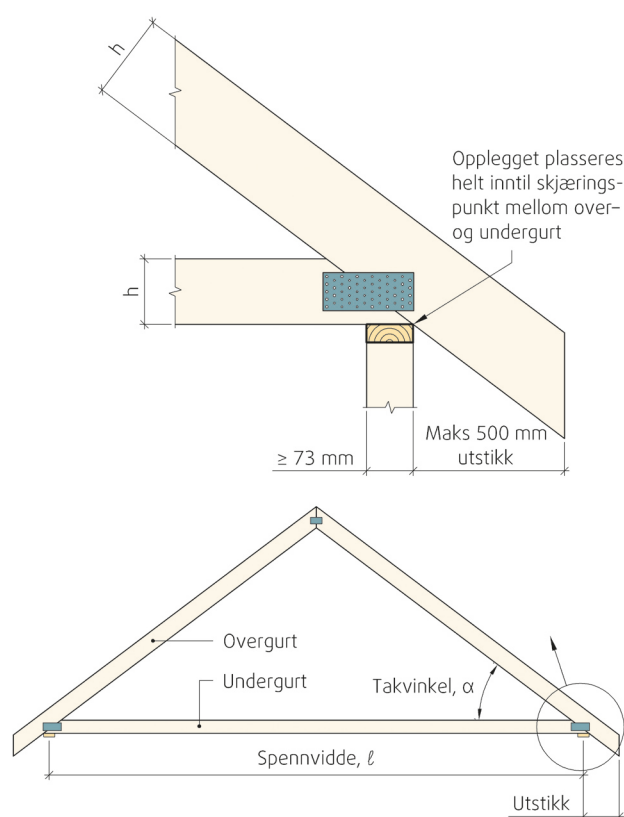


Fig. 34  
Måling av takstol

## 4 Utførelse av forbindelse ved raft

### 41 Hullplater av stål

Bruk av hullplater av stål og spiker forutsetter at undergurten er skråkappet i riktig vinkel slik at det blir god kontakt til overgurten i knutepunktet. Hullplatene plasseres på begge trevirkesidene, og symmetrisk over skjøten. Spikrene plasseres jevnest mulig fordelt på de ytterste spikerhullene innenfor et tillatt areal, se fig. 41. Hullplatestørrelse for last- og spennviddekombinasjon i henhold til tabell 31 er:

- 100 mm × 240 mm × 1,5 mm for spennvidde  $l \leq 4,2$  m og snølast  $s_0 \leq 4,5$  kN/m<sup>2</sup>
- 120 mm × 300 mm × 1,5 mm for spennvidde  $l \leq 4,2$  m og snølast  $s_0 \leq 6,5$  kN/m<sup>2</sup>
- 100 mm × 300 mm × 1,5 mm for spennvidde  $l > 4,2$  m og snølast  $s_0 \leq 4,5$  kN/m<sup>2</sup>

Figur 41 viser eksempel på forbindelse med hullplater av stål og spiker. Nødvendige kant- og endeavstander går fram av figuren.

Hullplatestørrelse:

- 100 mm × 240 mm × 1,5 mm for  $l \leq 4,2$  m og  $s_0 \leq 4,5$  kN/m<sup>2</sup>
- 120 mm × 300 mm × 1,5 mm for  $l \leq 4,2$  m og  $s_0 \leq 6,5$  kN/m<sup>2</sup>
- 100 mm × 300 mm × 1,5 mm for  $l > 4,2$  m og  $s_0 \leq 4,5$  kN/m<sup>2</sup>

Hullplata plasseres på begge sider av takstolen.

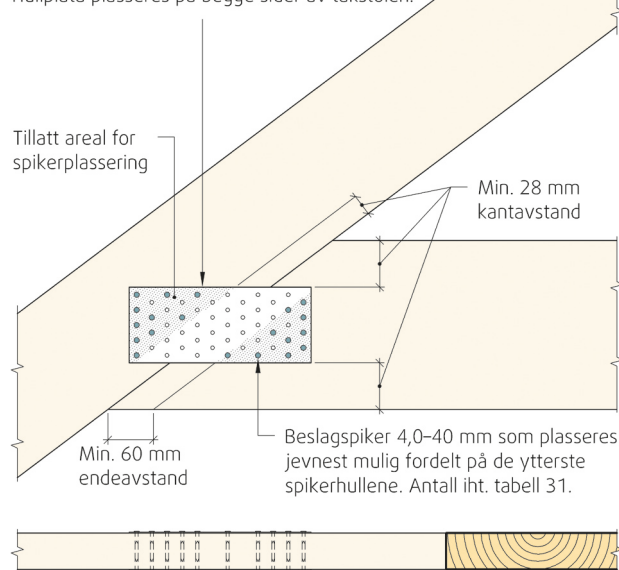


Fig. 41

Forbindelse ved raft mellom overgurt og undergurt med hullplater av stål

### 42 Tømmerforbindere

Ved bruk av tømmerforbindere, presses disse inn ved hjelp av bolten. Litt fett på gjengene vil lette sammen trekkingen. Det forutsettes at gurtene blir presset helt sammen.

Figur 42 viser eksempel på forbindelse med tømmerforbinder og bolt med underlagsskive. Nødvendige kant- og endeavstander går fram av figuren og tabell 42.

Tabell 42

Minste kant- og endeavstander  
Forbindelser med tømmerforbindere og bolter

Tømmerforbinder (mm)	Minste kant- og endeavstand (mm)		
	$a_{3,t}$	$a_{4,t}$	$a_{4,c}$
50	100	37	30
62	124	46	38

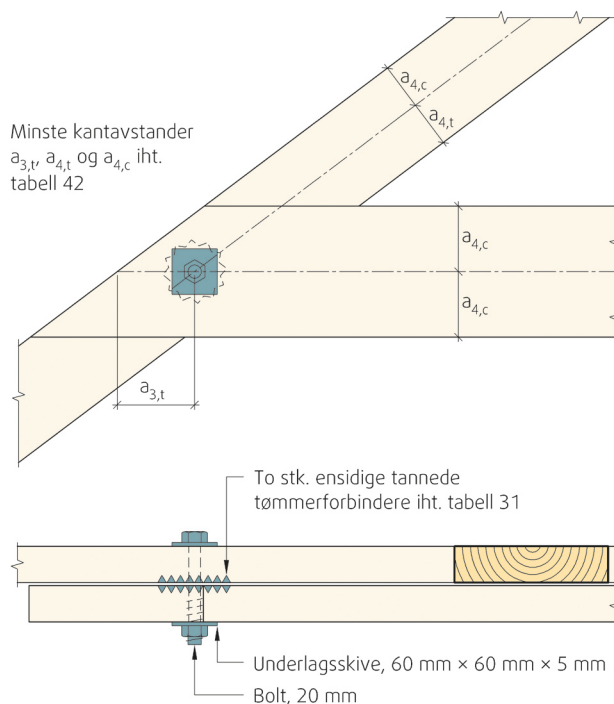


Fig. 42

Forbindelse ved raft mellom overgurt og undergurt med tømmerforbindere og bolter med underlagsskiver

## 5 Utførelse og dimensjonering av forbindelse ved møne

### 51 Hullplater av stål

I mønet må eventuelt hullplata senkes noe ved spisse vinkler for at den ikke skal stikke over kanten av takstolen. Hullplata må plasseres symmetrisk over skjøten og på begge sider av takstolen. Hullplatedimensjon er 80 mm × 140 mm × 1,5 mm, for alle takstoler, uansett snølast og spennvidde og i henhold til denne anvisning. Det er forutsatt to spikre med dimensjon 4,0–40 mm på hver side av skjøten, plassert i ytterkantene av hullplata som vist i fig. 51.

### 52 Lasker

Mønet kan forbindes med lasker av bord eller kryssfiner. Lasken må plasseres symmetrisk over skjøten, eventuelt må den senkes noe ved spisse vinkler for at den ikke skal stikke over kanten av takstolen.

Lasker med dimensjon 148 mm × 300 mm av minst 15 mm kryssfiner eller 30 mm bord kan benyttes for alle takstoler, uansett snølast og spennvidde og i henhold

til denne anvisning. Spikre med dimensjon 3,4–95 mm plasseres innenfor et tillatt areal som vist på fig. 52, med åtte spikre på hver side av skjøten. Alternativt kan man bruke lasker på begge sider, med halvparten av det angitte spikerantallet på hver side.

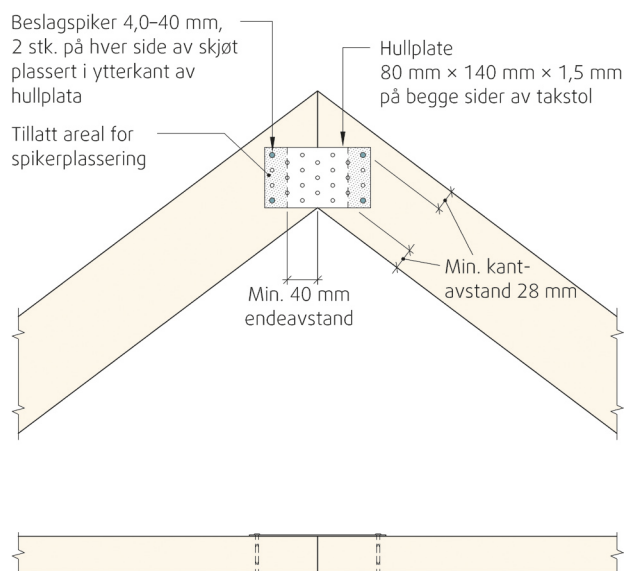


Fig. 51  
Møneforbindelse med hullplater av stål

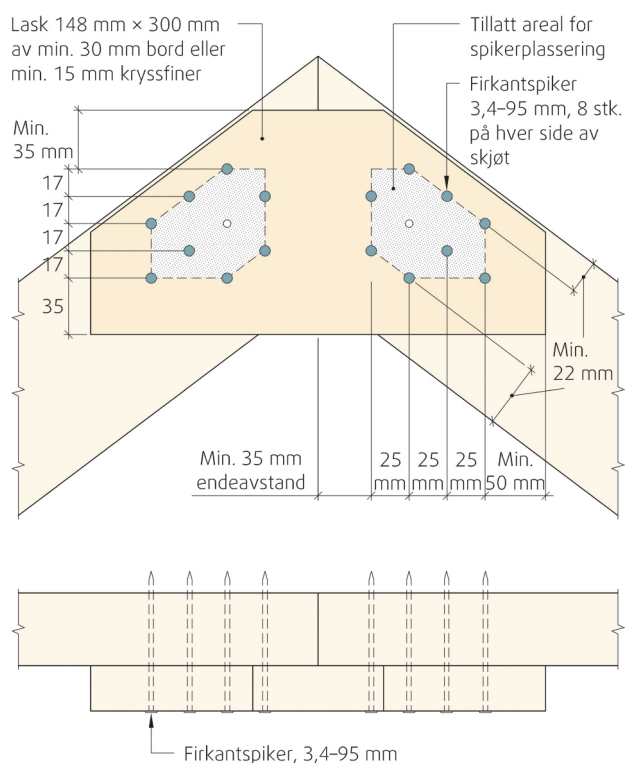


Fig. 52  
Møneforbindelse med lask av bord eller kryssfiner  
Eksempel på ensidig lask

## 6 Utførelse av skjøt i undergurt

### 61 Generelt

Dersom undergurten skjøtes, skal skjøten plasseres over en understøtting på midten av undergurten. Skjøt kan utføres med hullplater av stål og spiker eller med lask, tømmerforbindere og bolter med underlagsskiver, se fig. 61.

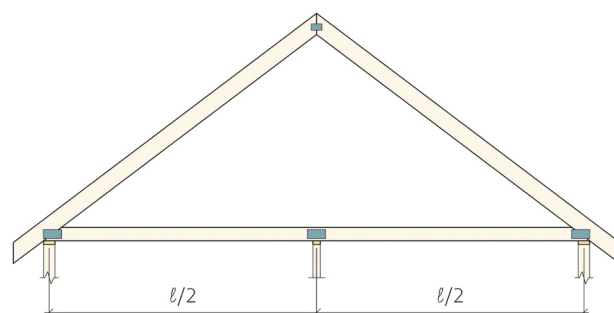


Fig. 61  
Plassering av skjøt i undergurt  
Skjøten skal plasseres midt over understøttingen. Undergurter som ikke er understøttet, utføres uten skjøt.

### 62 Hullplater av stål

Figur 62 viser eksempel på skjøting av undergurt med hullplater av stål med spiker. Hullplata plasseres på begge sider av undergurten og symmetrisk over skjøten. Spikerantall er gitt i tabell 31. Spikrene plasseres jevnest mulig fordelt i de ytterste spikerhullene innenfor et tillatt areal som vist på fig. 62. Hullplatestørrelse er 100 mm x 300 mm x 1,5 mm for alle snølast og spennvidder.

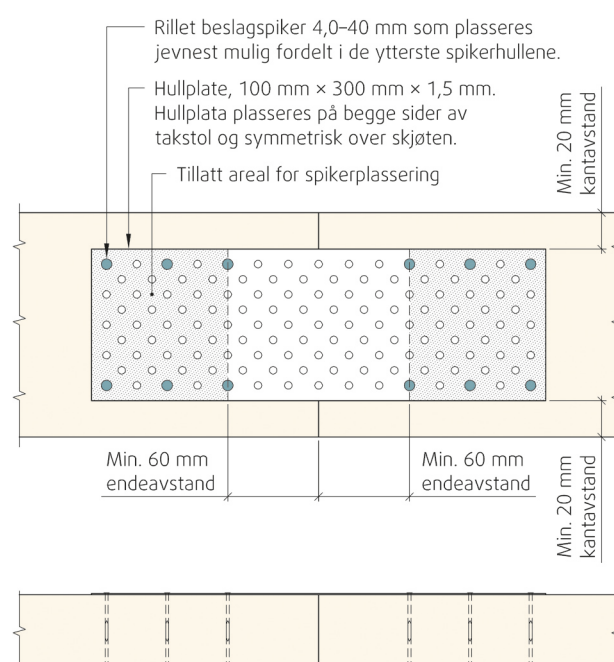
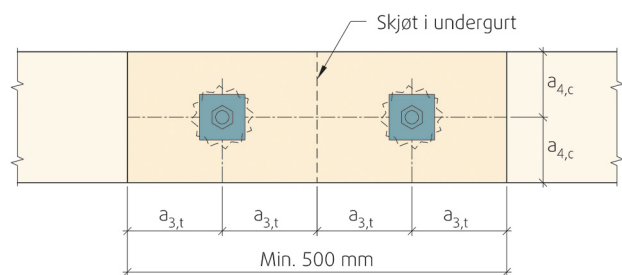


Fig. 62  
Skjøting av undergurt med hullplater av stål med spiker

### 63 Lask og tømmerforbindere

Ved bruk av tømmerforbindere, presses disse inn ved hjelp av bolten. Litt fett på gjengene vil lette sammentrekkingen. Det forutsettes at lasken og gurtene blir presset helt sammen.

Trelasken skal ha samme dimensjon som undergurt. Størrelsen på tømmerforbinder går fram av tabell 31. Nødvendige kant- og endavstander er vist i fig. 63 og gitt i tabell 42.



Minste kantavstander  $a_{3,t}$ ,  $a_{4,t}$  og  $a_{4,c}$  iht. tabell 42

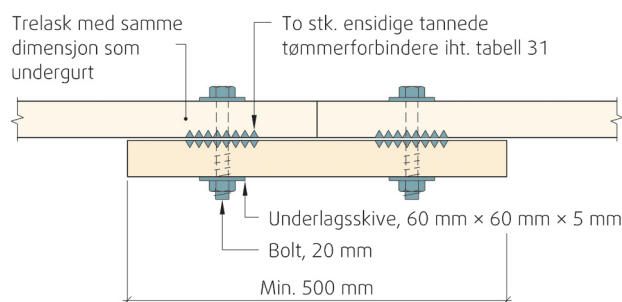


Fig. 63 Skjøting av undergurt med lask, tømmerforbindere og bolter med underlagsskiver

## 7 Oppføring av takkonstruksjonen

### 71 Montering

Takstolene festes med midlertidige monteringslektet som sikrer vertikal montering og riktig senteravstand. Lektene gir ikke tilstrekkelig avstivning, og det må også monteres skråbord som sikrer avstivning i byggefasen.

De angitte senteravstandene mellom takstolene må ikke overskrides. Det skal heller ikke skjæres ut hakk i takstolene. Ved monteringen må det kontrolleres at takstolene blir stående nøyaktig vertikalt for å hindre skjev belastning og fare for velting.

### 72 Vindavstivning

Vindavstivningen av takflaten blir erfaringsmessig tilfredsstillende ved bruk av taktro av kryssfiner, sponplater eller sutak av trefiberplater.

Benyttes taktro av bord eller ikke-bærende undertak som armert plastfolie og kartong, er det nødvendig med permanent skråavstivning i takflaten. Dette kan gjøres med bord med dimensjon 23 mm x 98 mm som mon-

teres i tilnærmet 45° vinkel med overgurtene. Bordene festes til hver takstol med tre spikre med dimensjon 2,8–75 mm eller 3,4–95 mm. Bordene spikres til overgurtens underside og skal gå fra møne til raft, se fig. 72. Alle takflatene skråavstives.

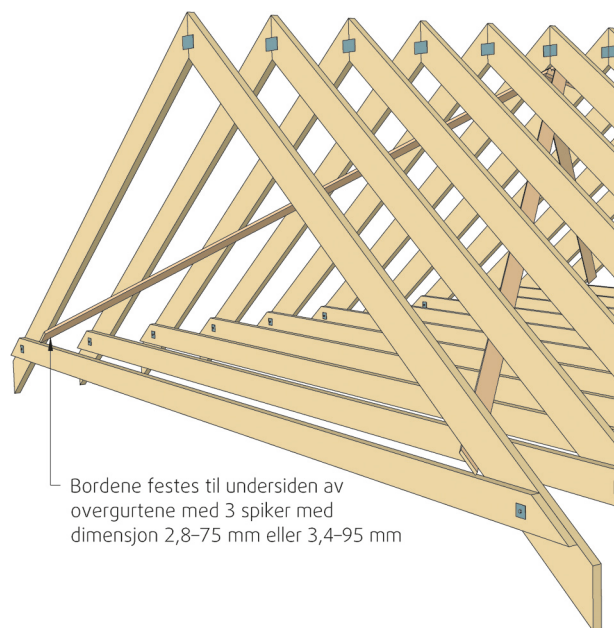
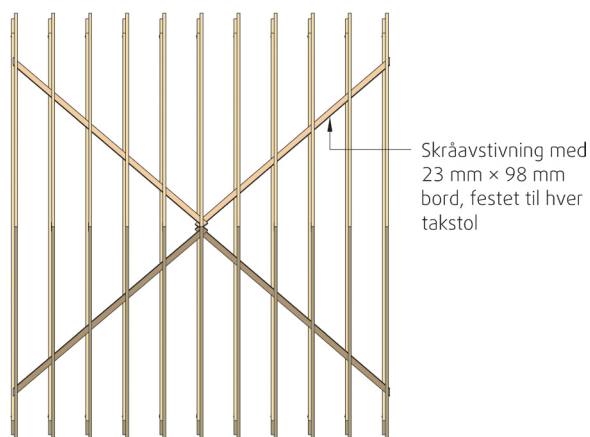


Fig. 72 Skråavstivning med bord

### 73 Forankring

Takstolene må forankres til bygget, se fig. 73. Se ellers Byggedetaljer 520.241.

### 74 Gjennomføringer

Dersom skorsteiner eller andre gjennomføringer kommer i veien for en takstol, bør den aktuelle takstolen flyttes til siden og taket suppleres med en ekstra takstol som vist i fig. 74. Man må ikke kutte takstolen og veksle ut.

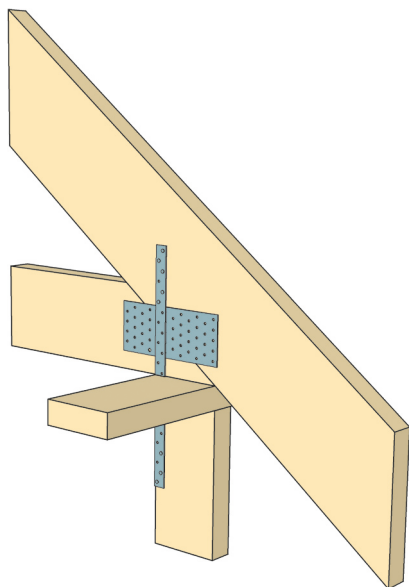


Fig. 73  
Forankring med hullbånd

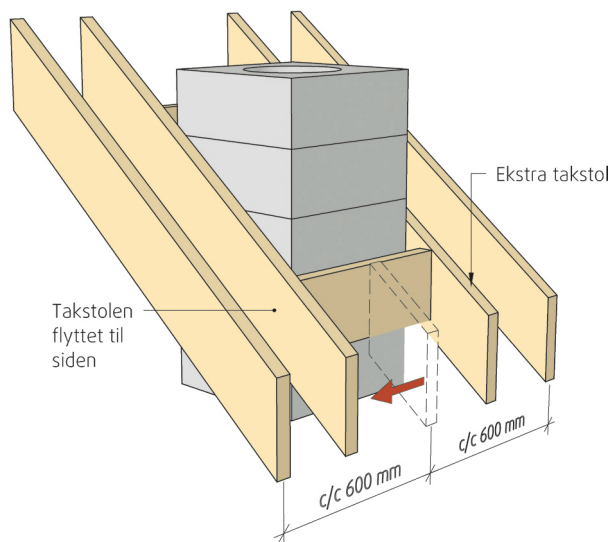


Fig. 74  
Når takstolen kommer i veien for skorstein eller andre gjennomføringer, flyttes takstolen til siden. På den andre siden forsterkes det med en ekstra takstol.

## 8 Eksempel

### 81 Generelt

Et bygg med uisolert, frittstående tak skal settes opp i en kommune der snølasten på mark er  $2,5 \text{ kN/m}^2$ . Taket skal ha spennvidde 5 m og takvinkel  $40^\circ$ .

### 82 Trevirkedimensjoner

Tabell 31 gir trevirkedimensjoner på over- og undergurt for takstoler med senteravstand 600 mm. Man må bruke

dataene for takstol med spennvidde 5,4 m. Det må også brukes en understøtting på midten av undergurten.

Dette gir:

- Overgurt:  $48 \text{ mm} \times 198 \text{ mm}$
- Undergurt:  $48 \text{ mm} \times 148 \text{ mm}$

### 83 Forbindelser

Forbindelsene kan utføres på to måter. Tabell 83 a viser sammenføyninger med hullplater av stål og spiker ved raft, i mønet og ved skjõt av undergurten. Tabell 83 b viser sammenføyning med tømmerforbindere og bolter med underlagsskiver ved raft og ved skjõt av undergurt og sammenføyning med lask av bord eller kryssfiner i mønet.

Tabell 83 a  
Eksempel på sammenføyninger med hullplater av stål og spiker

Sted		Størrelse/antall	Henvisning
Raft	Hullplate	$100 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 1,5 \text{ mm}$	pkt. 41
	Antall spikre	5 stk. på hver side av skjõt og på begge sider av takstolen	tabell 31 og fig. 41
Møne	Hullplate	$80 \text{ mm} \times 140 \text{ mm} \times 1,5 \text{ mm}$	pkt. 51
	Antall spikre	2 stk. på hver side av skjõt og på begge sider av takstolen	pkt. 51 og fig. 51
Skjõt i undergurt	Hullplate	$100 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 1,5 \text{ mm}$	pkt. 62
	Antall spikre	5 stk. på hver side av skjõt og på begge sider av takstolen	tabell 31 og fig. 62

Tabell 83 b  
Eksempel på sammenføyning med tømmerforbindere og bolter med underlagsskiver samt lask av bord eller kryssfiner i mønet.

Sted		Størrelse/antall	Henvisning
Raft	Tømmerforbinder	Diameter 62 mm	tabell 31
	Bolt og underlagsskive	Bolt 20 mm, underlagsskive $60 \text{ mm} \times 60 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$	pkt. 42 og fig. 42
	Kant- og endeavstander	$a_{3,t} = 124 \text{ mm}$ $a_{4,c} = 38 \text{ mm}$ $a_{4,t} = 46 \text{ mm}$	tabell 42 og fig. 42
Møne	Lask av 30 mm bord eller 15 mm kryssfiner	$148 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$	pkt. 52 og fig. 52
	Antall spikre	8 stk. på hver side av skjõt	pkt. 52 og fig. 52
Skjõt i undergurt	Lask av trevirke	Samme dimensjon som undergurt, $48 \text{ mm} \times 148 \text{ mm}$	pkt. 63 og fig. 63
	Tømmerforbinder	Diameter 62 mm	tabell 31
	Bolt og underlagsskive	Bolt 20 mm, underlagsskive $60 \text{ mm} \times 60 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$	pkt. 63 og fig. 63
	Kantavstander	$a_{3,t} = 124 \text{ mm}$ $a_{4,c} = 38 \text{ mm}$	tabell 42 og fig. 63

## 9 Referanser

### 91 Utarbeidelse

Denne anvisningen er revidert av Ole Morten Braathen. Den erstatter anvisning med samme nummer, utgitt i 1997. Prosjektleder har vært Brit Roald. Faglig redigering ble avsluttet i juni 2009. Dimensjoneringen er utført på grunnlag av statiske beregninger med programmet Focus konstruksjon, utarbeidet av Focus Software AS.

### 92 Litteratur

921 Mekaniske treforbindelser – dimensjonering. Teknisk håndbok nr. 3, 5. utg. Norsk Tretknisk Institutt, Oslo 2007