

# Spesielle detaljer

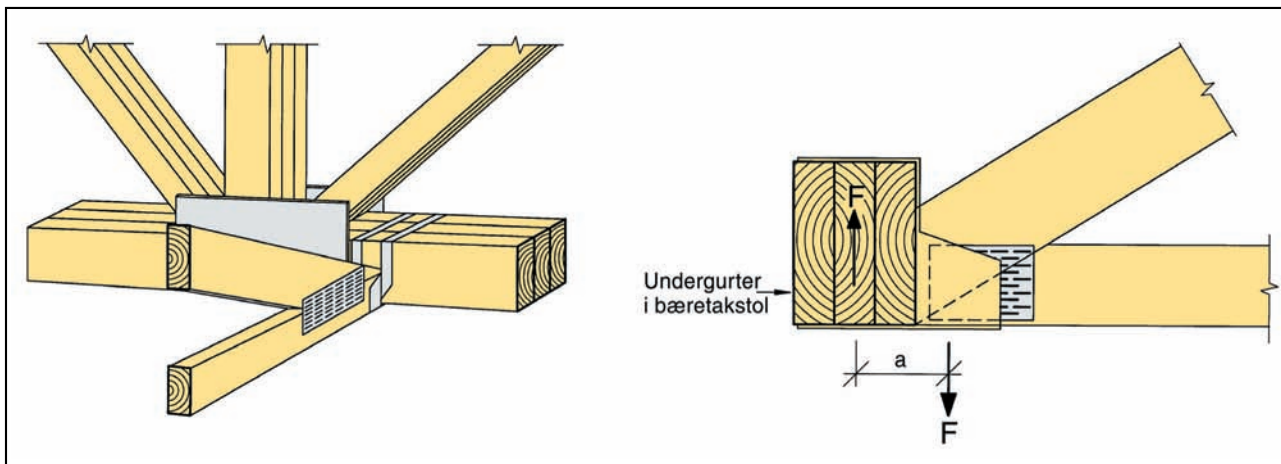
## 8.1 Utvekslinger og opphengs- detaljer

I mange bygg vil det være behov for at noen takstoler, ofte kalt bæretakstoler eller oppleggskonstruksjoner, danner opplegg for andre takstoler eller bærende komponenter. Dette kan for eksempel være aktuelt i vinkelbygg og ved utvekslinger for trapper, porter og arker.

Dersom oppleggskreftene ikke er for store, kan det benyttes standard utvekslingsbeslag for å føre dem inn på bæretakstolene, men i mange tilfeller er lastene så store at beslagene må konstrueres

F i andre fugen, regnet fra beslaget. For å oppta disse fugekreftene kan det benyttes spiker, bolter eller tømmerforbindere, avhengig av kreftenes størrelse. Fordi det under belastning alltid vil oppstå en viss glidning i slike forbindelser, dimensjoneres forbindelsesmidlene i fugene for 50 % høyere kraft enn beregnet.

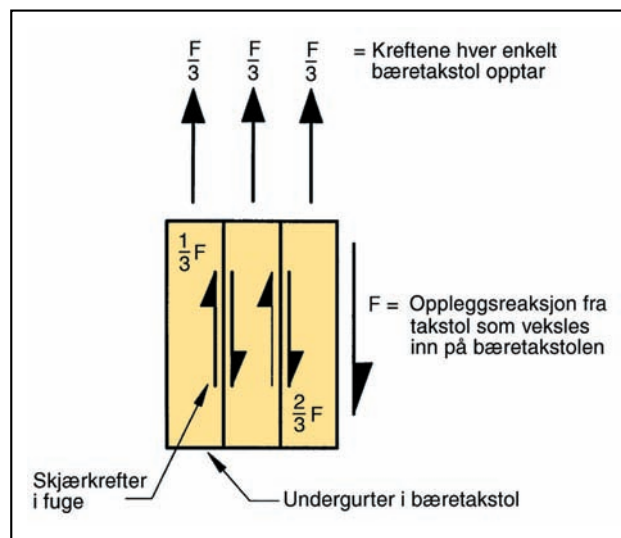
Hele oppleggsdetaljen må utformes for å ta opp vridningsmomentet som oppstår ved at lasten  $F$  kommer inn på siden av oppleggskonstruksjonen. Vi ser av kreftene  $M$ ,  $S$  og  $T$  at det blir strekk i underkant og trykk i overkant av den vertikale fugen mellom oppleggskonstruksjonen og tak-



Figur 8.1 Enkle saltakstoler opphengt med beslag på en tredobbel takstol.

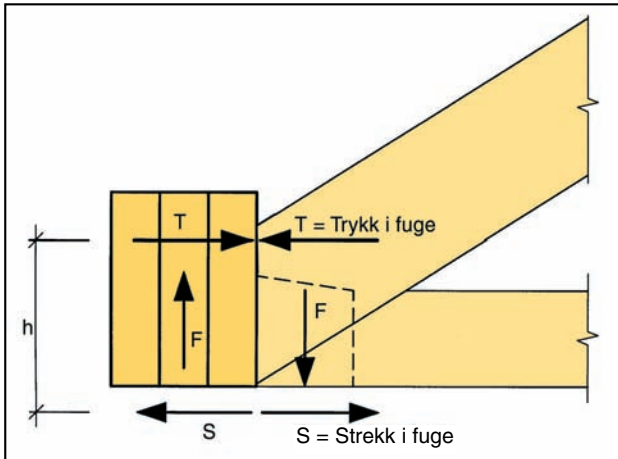
spesielt. Ved bruk av slike utvekslingsbeslag vil det på bæretakstolens undergurt oppstå et torsjonsmoment,  $M = F \cdot a$ , fordi lastene blir påført fra den ene siden ( $\rightarrow$  fig. 8.1). Dette momentet må både beslaget og konstruksjonene dimensjoneres for, og det må settes strenge krav til deformasjoner i slike forbindelser. Forsøk viser at dersom undergurten i bæretakstolen får anledning til å vri seg, vil kreftene fordele seg på en helt annen måte enn det som er forutsatt.

Beslaget skal overføre hele oppleggskraften,  $F$ , inn på siden av oppleggskonstruksjonen. I dette tilfellet ( $\rightarrow$  fig. 8.2), med tre takstoler sammen, vil hver konstruksjon ideelt oppta  $1/3$  av denne punktlasten. Det gjør at vi får ulike skjærkrefter i de vertikale fugene mellom bæretakstolene. Den første konstruksjonen bidrar med  $1/3 F$  slik at fugekraften blir redusert til  $2/3 F$  i første og til  $1/3$



Figur 8.2 Fordeling av skjærkrefter i fugene mellom bæretakstolene.

stolen som skal bæres (→ fig. 8.3). Trykket T kan tas opp som flatetrykk mellom tredelene dersom det er godt anlegg. Strekket S i underkant av fugen kan tas opp med for eksempel en lang hullplate som forbinder de to konstruksjonene. Armen, h, for kraftparet S og T, som skal ta opp momentet  $M = F \cdot a$ , vil variere både med høyden av fugen og med momentet M.



Figur 8.3 Opptak av vridningskreftene. Ved godt anlegg kan trykket i overkant av fugen tas opp som kontaktrykk mellom tredelene. Stålplaten i underkant av fugen tar opp strekket.

Som for fugekreftene er det særdeles viktig at momentet kan tas opp uten for store deformasjoner i forbindelsene. Forsøk viser at selv en meget liten vinkelendring av undergurten vil føre til at den ytterste bæretakstolen, den nærmest beslaget, vil få vesentlig større krefter enn de to andre. Figur 8.4 viser et beslag som er konstruert ut fra erfaringer som er gjort i fullskalaforsøk med denne type forbindelser.

Den foregående beskrivelsen gjelder for alle typer utvekslinger der punktlaster blir ført inn på siden av en konstruksjon. Det vil alltid oppstå vridningskrefter som belaster både beslaget og konstruksjonene.

Det ideelle for utvekslinger med takstoler ville være å konstruere et spesielt beslag eller utforme takstolene slik at oppleggskraften F påføres sentrisk i overkant av bæretakstolens undergurter. Med riktig utførelse vil det samtidig bli lettere å få til en god lastfordeling til alle bæretakstolene. Her kan det være aktuelt å bruke trevirke og spikerplater som en form for «beslag». Figur 8.5 viser et eksempel på dette der de to spikerplatene overlapper hverandre for å kunne ta opp strekk på tvers av fiberretningen.

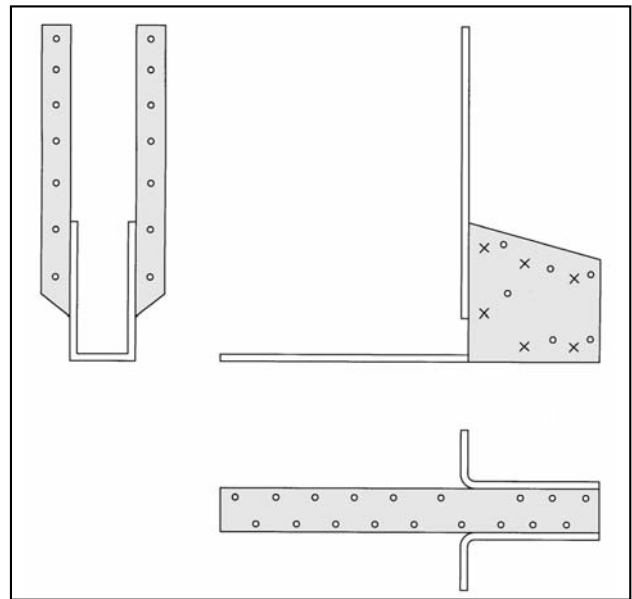
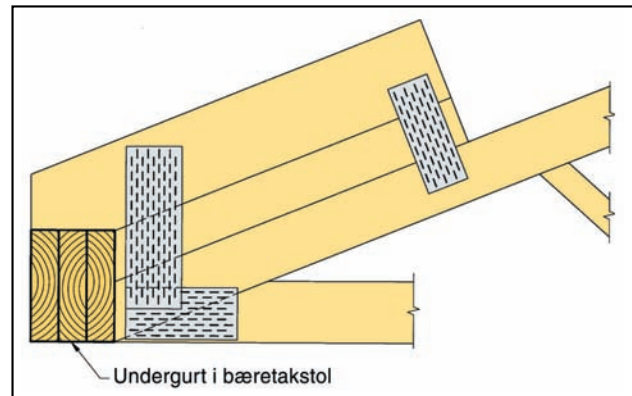


Fig 8.4 Beslaget er konstruert ut fra erfaringene gjort i fullskalaforsøk med slike forbindelser.



Figur 8.5 Eksempel på sentrisk innføring av oppleggskreftene på en tredobbel bæretakstol, hvor lastfordelingen oppnås ved bruk av trevirke og spikerplater. For å armere trevirket mot tverstrekk er spikerplatene plassert slik at de overlapper hverandre.

## 8.2 Innføring av andre punktlaster

I mange tilfeller kan det være aktuelt å henge opp andre typer punktlaster i takkonstruksjonen. I landbruks- og industribygg kan det for eksempel være skinner for en løpekatt, eller oppheng av turnapparater i gymnastikksaler. I alle slike tilfeller er det viktig å konstruere opphengsdetaljene slik at punktlastene blir fordelt til flere konstruksjoner. Ved oppheng av en løpekattskinne i stål på tvers av takstolene vil skinnen i de fleste tilfeller være så stiv at lasten fordeles på tre takstoler – den som punktlasten henger rett under og de to nabotakstolene.

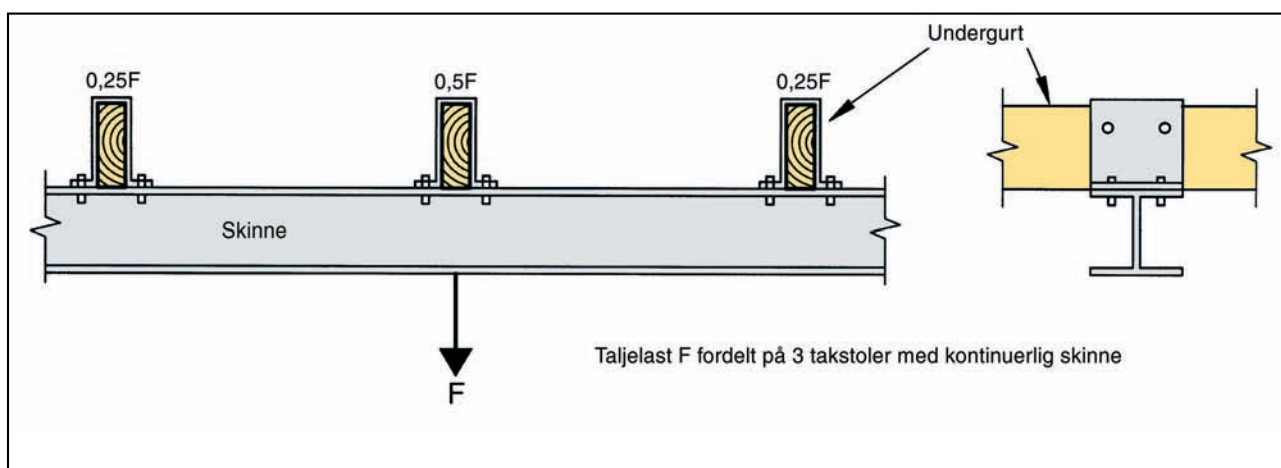
Nøyaktige beregninger viser at det allerede ved en liten deformasjon av takstolen rett over punkt-

lasten skjer en lastfordeling til nabetakstolene. Å regne lik fordeling på de tre konstruksjonene er noe for gunstig, men regner man 50 % til takstolen rett over punktlasten og 25 % til de to nabetakstolene, vil man være på den sikre siden (→ fig. 8.6). Dersom løpekattskinnen skjøtes slik at det oppstår ledd, eller den går i bue over siloen, gjelder ikke denne fordelingen. Det samme gjelder når lasten er plassert i enden av skinnen. Konstruktøren må derfor alltid ha plantegninger av slike

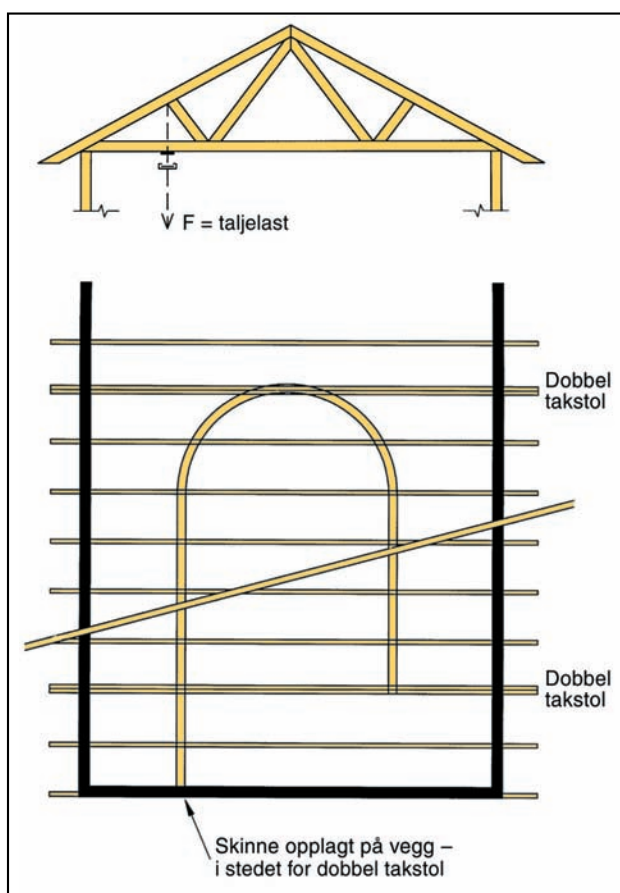
bygg for å kunne beregne belastningen på hver enkelt takkonstruksjon (→ fig. 8.7).

### 8.3 Skjult bæring med gitterdragere, stålbjelker eller limtrebjelker

Konstruksjoner som krever opplegg på innvendige bærevegger, vil pga. planløsningen ofte måtte bæres av dragere. Det er ikke alltid ønskelig å



Figur 8.6 Fordeling av punktlast ved en kontinuerlig løpekattskinne.



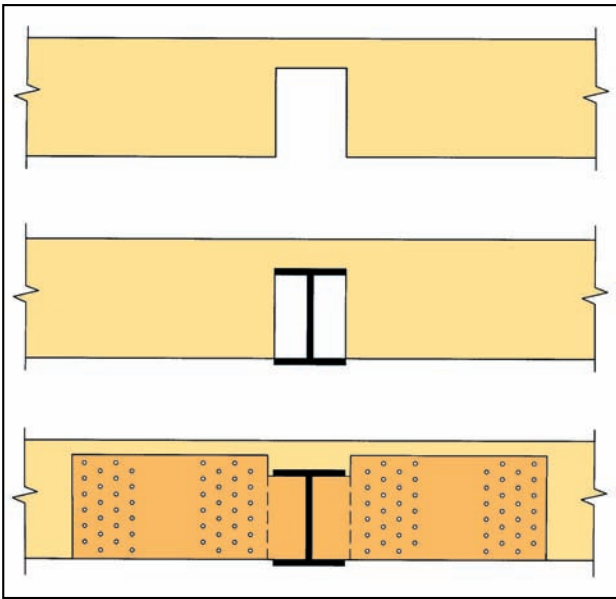
Figur 8.7 Dersom løpekattskinnen går i bue, leddskjøtes, eller lasten står i enden av skinnen, skjer ikke lastfordelingen på samme måte som på en kontinuerlig skinne.

ha disse dragerne synlige ned i rommet. Dersom slike bæringer skal kunne legges skjult, må høyden av dem være mindre eller lik høyden av tilstøtende konstruksjoner. I lofttakstoler, der det ofte kan være aktuelt med innvendig bæring, betyr dette høyden av undergurten pluss tykkelsen av eventuelle elektrikerlekter. Da kan flensen på for eksempel en ståldrager ligge under undergurten.

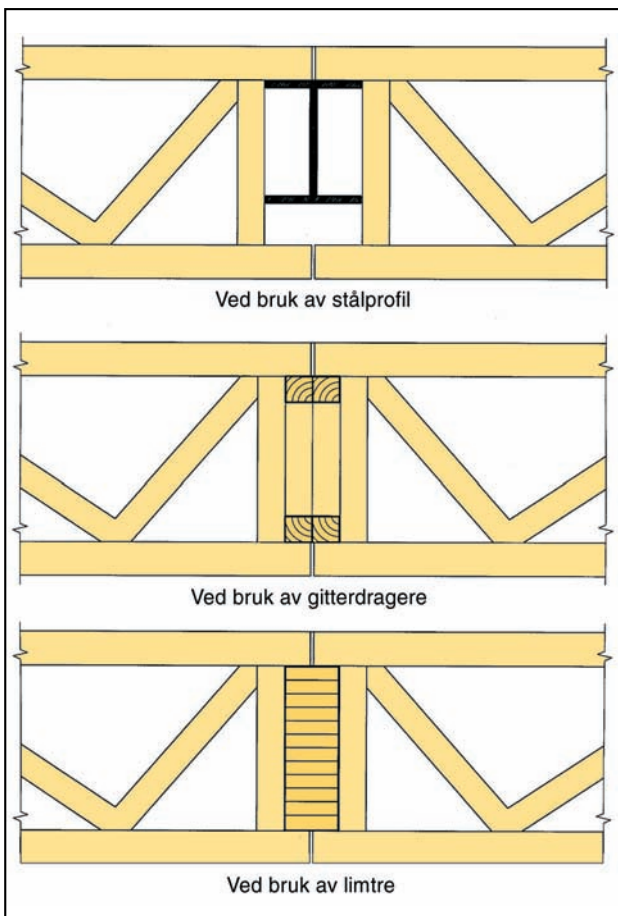
Dersom undergurten i den statiske beregningen er forutsatt å være kontinuerlig, må utførelsen av denne oppleggsdetaljen være konstruert slik at støttemomentet virkelig blir tatt vare på. Dette vil i praksis være vanskelig å få til, fordi det i skjøter og knutepunkter alltid vil oppstå en viss deformasjon før momenter av noen størrelse kan tas opp.

Det vanlige ved bruk av stålbjelke som skjult bæring er å hake ut i undergurten slik at takstolen kan senkes ned på midtopplegget under monteringen. Som oftest blir undergurtens resttverrsnitt her så lite at forbindelsen må forsterkes med finerlasker, stålbånd eller lignende. Dersom finerlaskene ligger an på stålbjelkens underflens, må de dimensjoneres både for momenter, aksialkrefter og skjærkrefter. Undergurtens støttemoment tas da opp som trykk i underkant mot stålbjelkens steg, og strekk i overkant av undergurtens resttverrsnitt. Forbindelsen krever nøyaktig utførelse, og

det må tas hensyn til at undergurten kan krympe (→ fig. 8.8).



Figur 8.8 Dersom undergurten skal kunne regnes kontinuerlig, kreves det meget nøyaktig utførelse av oppleggsdetaljen. Restvernsnittet av undergurten må kontrolleres for kreftene som oppstår.

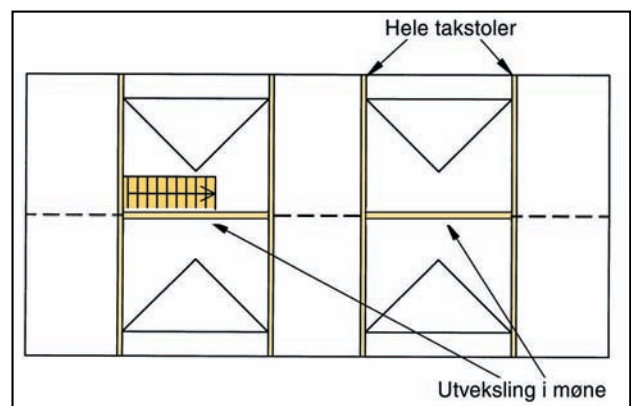


Figur 8.9 Skjult bæring: stålprofiler, limtrebjelker, gitterdragere.

Består bæresystemet av gitterdragere, står vi noe friere med hensyn til høyden. Avhengig av lastenes størrelse kan det her benyttes limtrebjelke, stålbjelke eller gitterdrager, eventuelt flere sammen. I figur 8.9 er det vist noen eksempler på slike skjulte bæringer.

## 8.4 Utvekslinger i takflate og bjelkelag

I bygg med nyttbart loft er det alltid en trapp, og i mange tilfeller er det aktuelt å øke bruksverdien ved anvendelse av opplett eller mønte arker. I disse områdene kan både takflate og bjelkelag bli brutt, slik at takstolene i denne delen av konstruksjonen ikke lenger har sin opprinnelige bæreevne. Dette krever enten ekstra bærevegger eller en veksling ut til takstoler på hver side av arken. Arkene på de to takflatene bør plasseres rett overfor hverandre slik at én utveksling dekker begge. Det samme gjelder utveksling i bjelkelaget for trappeløpet som også bør legges innenfor den samme utvekslingen (→ fig. 8.10).

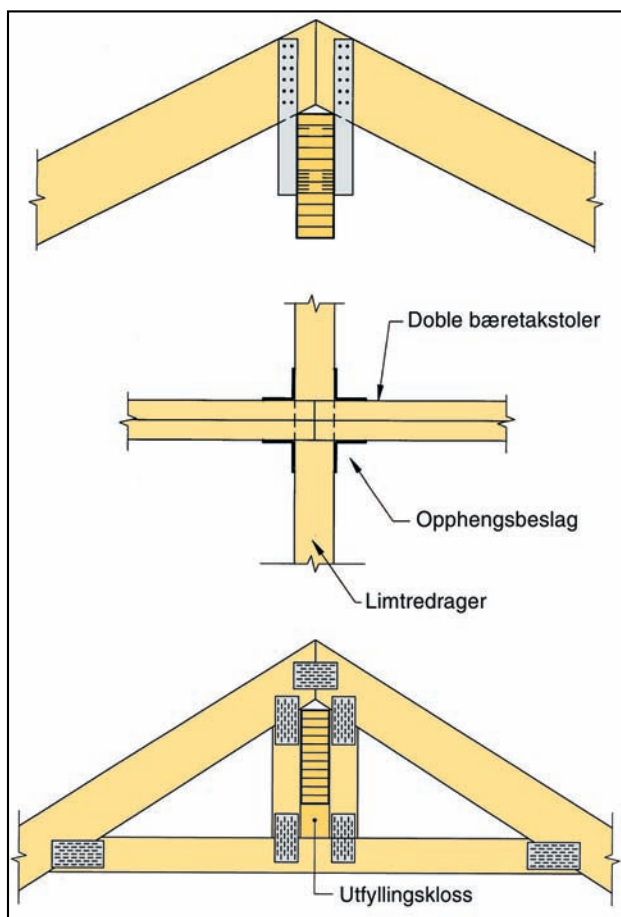


Figur 8.10 Plassering av arker og trappeløp slik at samme utveksling i mønet kan dekke både arker og trappeløp.

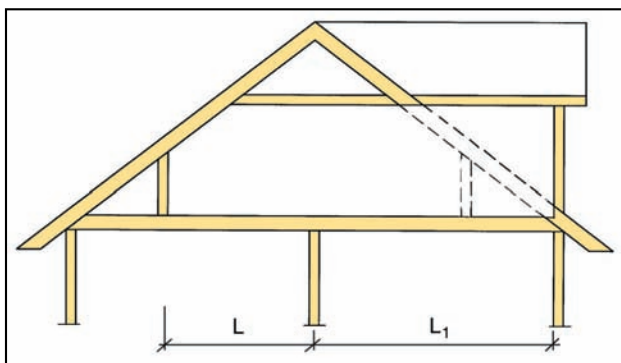
Det er vanlige å sette flere takstoler sammen på hver side av arken og la disse bære en vekslingsdrager i mønet. Her er det som regel god plass mellom underkant overgurt og overkant hanebjelke. Innfesting av vekslingsdrageren kan gjøres med stålbeslag, eller takstolen kan konstrueres med to vertikale staver mellom hanebjelke og overgurt slik at drageren passer imellom. I figur 8.11 er det vist noen eksempler på dette.

Arker fører også til at bjelkelaget får lengre spenn fordi rombredden i arken er større (→ fig. 8.12). For å tilfredsstille bjelkelagstabellens krav til stivhet av undergurten i disse områdene må det i noen tilfeller benyttes større tverrsnitt eller settes inn forsterkning. Det kan for eksempel gjøres ved hjelp av en bjelke som spikres på siden av under-





Figur 8.11 Innfesting av utvekslingsdrager i møne på loft-takstoler. Dersom det brukes stålbeslag med hull, skal de ytterste spikrene i hvert forankringsareal slås inn først. Stålplaten armerer da trevirket, og vi unngår at trevirket sprekker når vi fyller inn de siste spikrene.



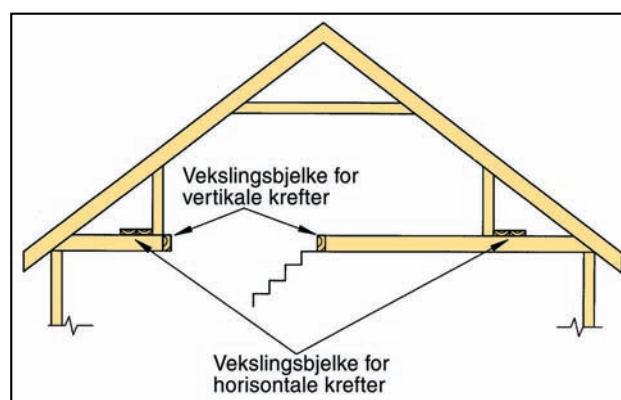
Figur 8.12 Bjelkelaget får lengre spenn i arkområdet og må forsterkes.

gurten. Det kan i noen tilfeller bli nødvendig å øke undergurdtdimensjonen for hele huset. Dersom arken ikke er for bred, kan det også være aktuelt å endre bjelkelagsretningen  $90^\circ$  og veksle den ut mellom oppleggstakstolene på hver side av arken.

Trappeveksling i loftstakstoler kan også utføres uten utveksling i mønet. Det krever at både skjærkrefter og aksialkrefter i undergurtene blir ivaretatt på annen måte. Med trappeløpet parallelt til undergurtene vil disse kreftene ikke skape så

store problemer, fordi det bare er én eller to takstoler som kappes av ( $\rightarrow$  fig. 8.13). Både de vertikale skjærkreftene og aksialkreftene kan tas opp i vekslingsbjelker og overføres til nabotakstolene som ekstra punktlaster. Dersom det er plater som undergulv, kan disse benyttes for å oppta aksialkreftene. Man må da passe på at platene spikres for disse kreftene.

En løsning for å oppta horisontalkreftene er å legge inn horisontale vekslingsbjelker utenfor veggstavene ( $\rightarrow$  fig. 8.13). Det kan da lages ferdig opplegg for disse bjelkene på bæretakstolene på hver side av arken. Vekslingsbjelkene i eksemplet nedenfor må da dimensjoneres for de horisontale aksialkreftene fra takstolene som kappes for trappeløpet.



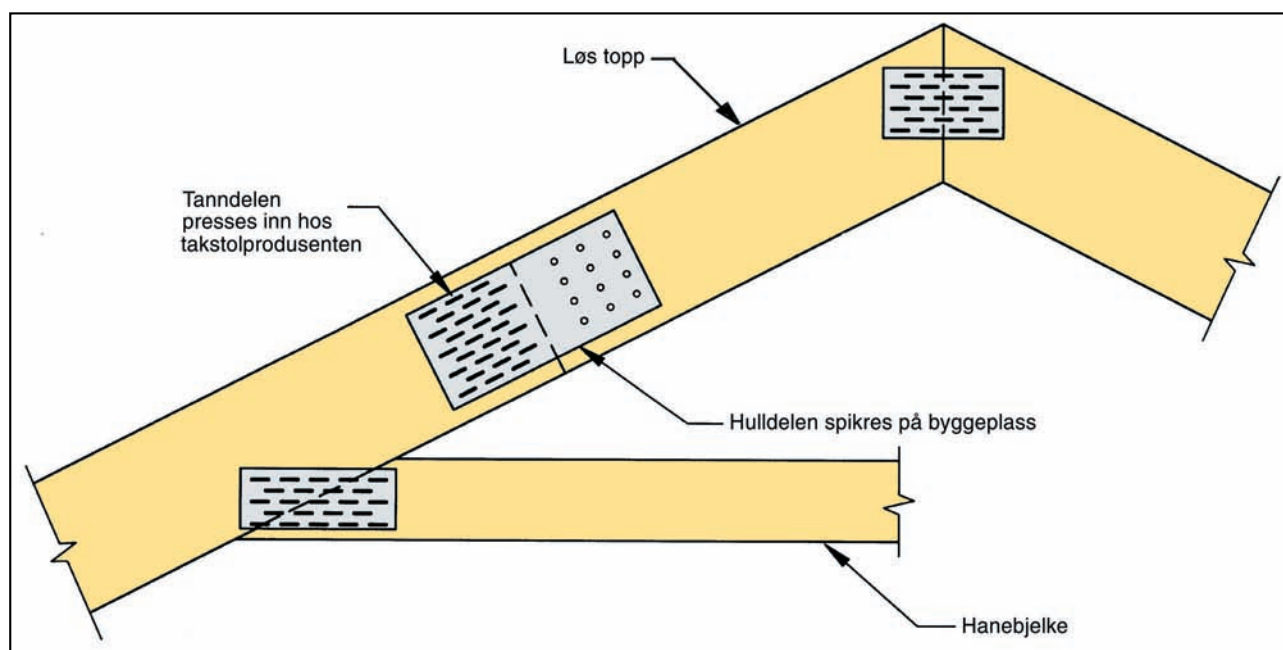
Figur 8.13 Trappevekslinger uten bæring i møne. De horisontale vekslingsbjelkene utenfor veggstavene dimensjoneres for å oppta aksialkraften i de takstolene som kappes. Vekslingsbjelkenes oppleggsreaksjoner belaster takstolene på hver side av arken.

## 8.5 Skjøting av konstruksjoner på byggeplassen

I noen tilfeller kan transportbegrensninger føre til at konstruksjonene må deles opp i mindre enheter som så skjøtes igjen på byggeplassen. For at den komplette konstruksjonen skal virke som forutsatt, må det skjøtes for de kreftene som beregningene viser.

Det finnes spesielle skjøteplater som benyttes til dette formålet. De har tenner i den ene enden og spikerhull i den andre. Tanndelen blir presset fast i trevirket under produksjonen slik at «laskene» følger med som en del av konstruksjonen. Disse platene dimensjoneres i beregningsprogrammene, og det gis anvisning om hvordan spikringen på byggeplassen skal utføres.

Det vanlige er å forutsette overgurtsskjøten i loft-takstoler som leddet for å redusere både plate-



Figur 8.14 Kombiplate for skjøting på byggeplassen.

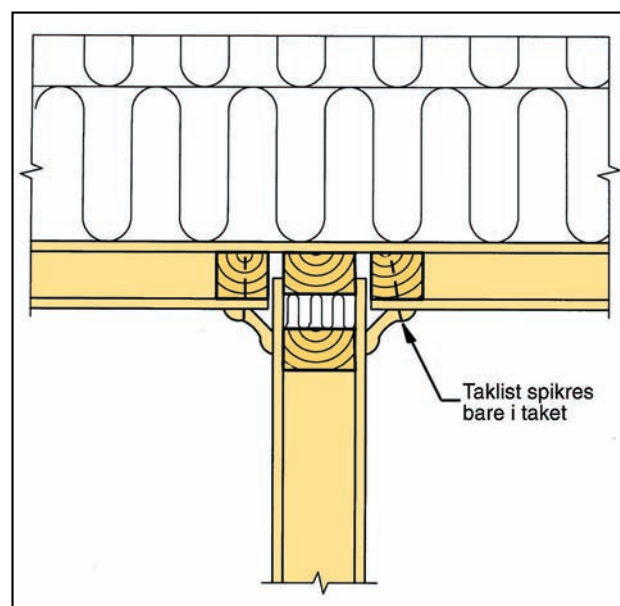
størrelse og antall spiker. Enkelte ganger kan det være aktuelt å regne forbindelsen mellom hanebjelke og overgurt som momentstiv. Hanebjelken vil dermed kunne oppta momenter og avlaste overgurten, særlig ved usymmetrisk last. Dermed blir også kreftene som skjøteplaten i overgurten skal dimensjoneres for, noe mindre. Momentene som overføres fra overgurten til hanebjelken, er som regel beskjedne (→ fig. 8.14).

## 8.6 Ikke tilsiktet bæring

Frittstående takkonstruksjoner har den fordel at planløsningen for bygget kan utformes uten å ta hensyn til innvendige bæringer. I de statiske beregningene er det derfor forutsatt at det kun er to opplegg – ett i hver ende eller i nærheten av enden. Alle lastvirkningene er dermed beregnet, og konstruksjonen dimensjonert med dette som grunnlag.

Når det påføres laster, vil konstruksjonene deformere seg – bøye seg ned. Dersom en delevegg blir montert mellom gulv og himling når konstruksjonen er ubelastet, vil denne veggen virke som et opplegg når takstolen bøyer seg ned under belastning. Selv delevegger bygget opp av 36 x 73 mm stendere og med platekledning på hver side, kan beregningsmessig oppta ganske store laster ved en romhøyde på 2,4 m. Det fører til at den statiske forutsetningen fra beregningene har endret seg. Slanke delstaver som er beregnet for strekk, kan i dette tilfellet bli trykkstaver og vil knekke ut sideveis. Slike utknekkninger skjer meget raskt og uten

forvarsel. Dersom vi på en frittstående konstruksjon skal forhindre at deleveggene danner utilsiktede opplegg, må innfestingsdetaljene planlegges og utføres med dette for øyet (→ fig. 8.15).

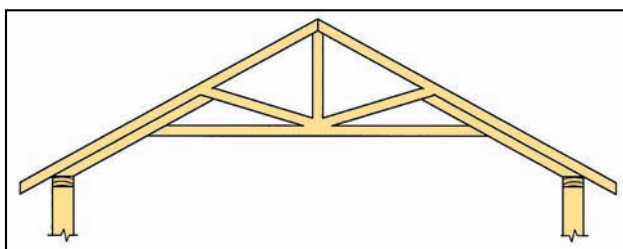


Figur 8.15 Utforming av feste for lettvegg mot himling for å unngå at deleveggen opptar vertikallast.

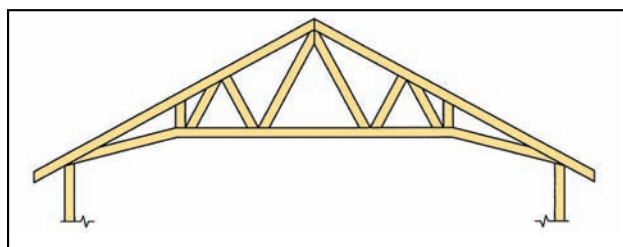
## 8.7 Opplegg på overgurt

For å redusere totalhøyden på bygget, ønsker noen arkitekter at himlingen i rommet skal ha en liten skråflate ute ved langveggen. Dette blir ofte løst ved at takstolen har opplegg på overgurten utenfor det vanlige oppleggspunktet ved enden av undergurten. Bare ved korte skråflater er dette

en grei løsning. Ellers fører den raskt til dimensjonsøkning av overgurten som blir utsatt for større momenter fordi den må bære på utkraging. Den statiske modellen må selvsagt utformes slik at dette momentet blir tatt vare på. Det vanlige er å forsterke overgurten, for eksempel ved å lage den mest belastede delen som en sammensatt bjelke. En annen måte kan være å utforme fotpunktet på samme måte som i en sakstakstol. Løsningene er vist på figur 8.16 og 8.17.



Figur 8.16 Takstol med opplegg på overgurt. Her er overgurtens mest belastede deler laget som et sammensatt tverrsnitt.



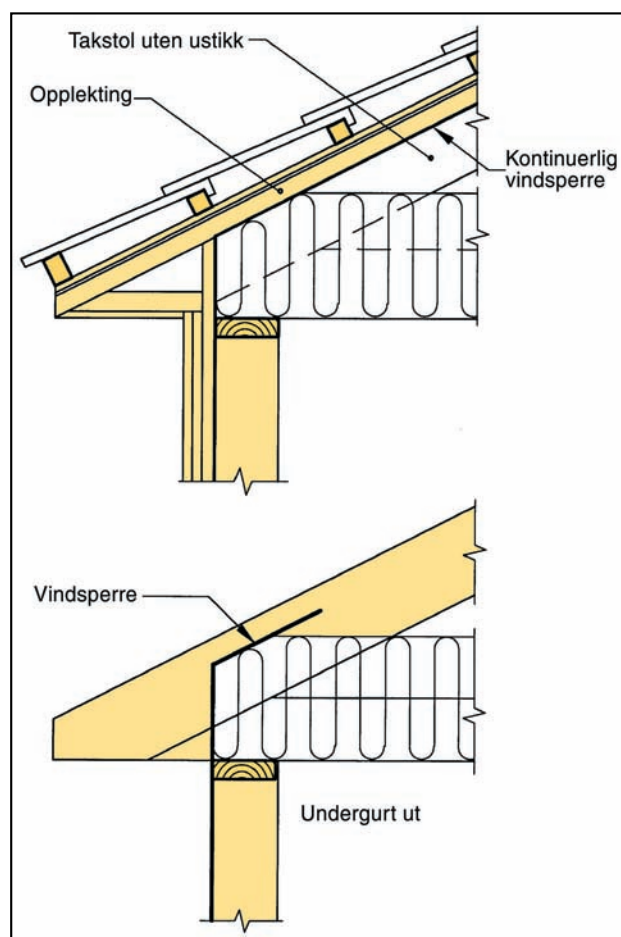
Figur 8.17 For å oppnå en skrå himlingsflate ute ved ytterveggen kan fotpunktet utformes på samme måte som i en sakstakstol.

## 8.8 Utforming av raft og takutstikk

Takutstikk og oppleggspunkt i takstolene kan utformes på mange ulike måter bl.a. for å forenkle arbeidet på byggeplassen og for at isolasjonshøyde og konstruksjonshøyde skal stemme bedre overens. I de reviderte byggeforskriftene stilles det krav til større isolasjonstykkelse. For å unngå for liten isolasjonshøyde over langveggen kan takstolene produseres med svillklaring eller ved å føre undergurten helt ut.

En annen utforming er å avslutte takstolen ved ytterkant vegg slik at vindsperren kan legges kontinuerlig fra vegg til tak. Takutstikket lages da med opplektingen.

Svillklaring som dekker tykkelsen av vindtetting, utlekting og stående kledning, er praktisk å legge ytterkledningen mot ved å montere et bord på undersiden (→ fig. 8.18).



Figur 8.18 Forskjellige utforminger av takutstikket for å oppnå bedre isolasjonshøyde og bedre vindtetting.

## 8.9 Små takvinkler

Ved små takvinkler kan det noen ganger bli problemer med skjærkraftkapasiteten i overgurten og resttverrsnittet av undergurten. I tillegg vil slike takstoler også ha større gurtkrefter. En løsning kan da være å benytte en større spikerplate som går inn over svillen og «armerer» trevirket i oppleggssonen.

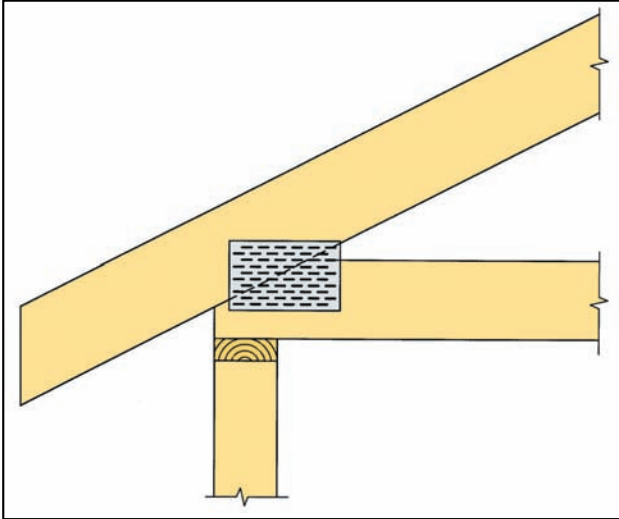
En annen løsning er å øke høyden over opplegget ved å heve takflaten noe, selv om dette fører til større eksentrisitet i knutepunktet. Undergurten får dermed to kortere sagsnitt i enden i stedet for ett svært langt. Det er en stor fordel fordi slike lange snitt også er tidkrevende å produsere. I figur 8.19 er det vist et eksempel på utforming av et slikt knutepunkt.

## 8.10 Avstivning av underliggende trykkurter

I de fleste konstruksjoner blir overgurten fastholdt sideveis ved å forankre den til takflaten. Denne flaten kan bestå av bordtak, platekledning, lekter eller åser og må være utført slik at avstag-

ningskreftene kan tas opp – takflaten må virke som en stiv skive.

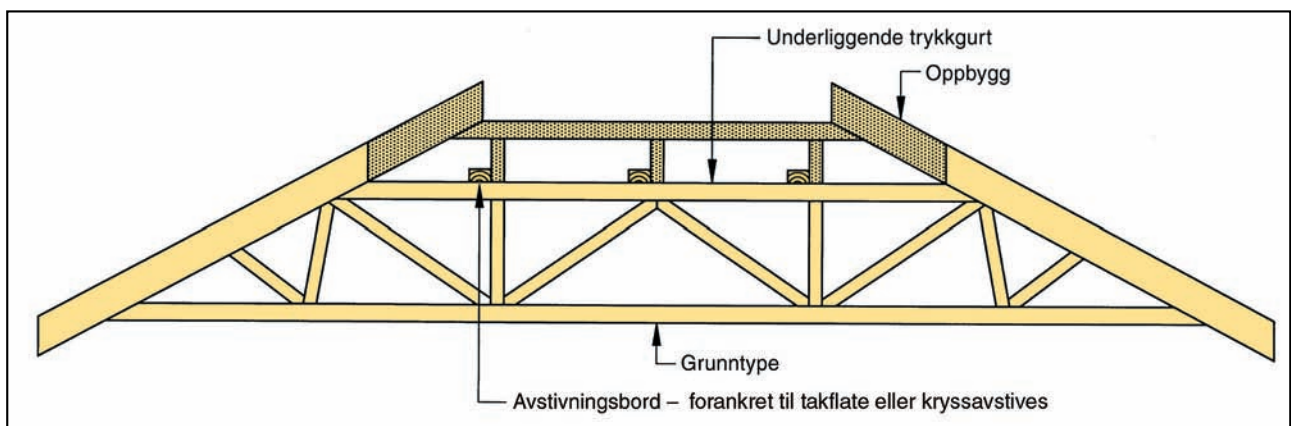
En måte å oppføre valmtak på er å benytte den laveste valmtakstolen som grunntype og bygge på den opp mot valmpunktet. Det gjøres ved å legge



Figur 8.19 Løsning av oppleggspunkt ved små takvinkler.

inn en ekstra horisontal overgurt i riktig høyde samtidig som de skrå overgurtene forlenges tilsvarende. Bæringen for denne påføringen skjer med vertikalstaver ned til knutepunktene i grunntypen. Dermed kommer ikke de horisontale overgurtene i grunntypen i kontakt med takflaten, og de må avstives spesielt. Det gjøres vanligvis med 23 x 98 mm bord som spikres til gurtene i en senteravstand på 600 mm. Forankring av bordene til takflaten skjer ved at de også spikres til den laveste, grunntypen, som er forankret i skiftesperrene og dermed i takflaten (→ fig. 8.20).

I noen få tilfeller kan det være aktuelt å bygge opp takfall på flate tak der det er benyttet gitterdragere med parallelle gurter. Dersom dette utføres på samme måte som for valmtakstoler, med vertikalstaver festet til de underliggende overgurtene, vil disse overgurtene måtte avstives spesielt, eller det gamle undertaket beholdes på. Det samme gjelder dersom takflaten på et skråtak heves, her bør man heller ikke fjerne det gamle undertaket. Se også kapittel 11 *Montering og avstivning*.



Figur 8.20 Valmtakstol bygget opp på en grunntype. De underliggende horisontale overgurtene i grunntypen må avstives spesielt fordi de ikke kommer i kontakt med taksken.