

## Kapittel 3

# Hva er en sammensatt konstruksjon?

### 3.1 Grunnlag og prinsipp

Utgangspunktet for å fremstille sammensatte konstruksjoner er at vi ønsker en konstruksjon som kan spenne fra A til B, og som samtidig tilfredsstiller gitte geometriske krav. I tillegg må en slik konstruksjon kunne bære de ulike lastene som angriper den i ferdig montert tilstand, og overføre dem til oppleggspunktene uten at det oppstår brudd eller for store deformasjoner. Utfordringen er å skape en konstruksjon som kan tilfredsstille disse kravene og samtidig være kostnadseffektiv.

For å kunne overføre kreftene mellom de ulike konstruksjonsdelene i for eksempel en fagverkskonstruksjon, er det nødvendig med et forbindelsesmiddel som kan overføre store krefter i de ulike knutepunktene. En spikerplatekonstruksjon er en plan konstruksjon som er satt sammen av flere konstruksjonselementer, og brukes hovedsakelig til å overføre krefter i sitt eget plan. Elementene er blant annet overgurt, undergurt, delstav, veggstav og hanebjelke (→ fig. 3.2).

### 3.2 Trevirket

Gurtene i en spikerplatekonstruksjon er bjelkeelementer som blir belastet med for eksempel snølast, egenlast og vindlast. Noen av disse lastene har komponenter både normalt på og langs bjelkeaksen som overfører krefter i sitt eget plan ved momenter, skjærkrefter og aksialkrefter. Diagonalstavene overfører normalt bare aksialkrefter, trykk og strekk.

Trevirket som vanligvis benyttes til produksjon av takstoler, er i de fleste konstruksjoner justert trelast med tykkelse 36 og 48 mm. Andre tykkelser kan også benyttes, men avhengig av spikerplate-type er det begrensninger for hvor tynt virket kan være. Noen typer presseutstyr setter også begrensninger for tykkelsen av virket. Det er viktig at tredelene som skal presses sammen i et knutepunkt, er like tykke slik at området der spikerplaten plasseres, blir mest mulig plant. Alt trevirke som benyttes, er styrkesortert i ulike fasthetsklasser. Sorteringen kan være utført enten visuelt eller maskinelt.

Det benyttes overveiende fasthetsklasse T18, T24

og T30 i sammensatte konstruksjoner. Standarden krever at det ikke anvendes dårligere kvalitet enn T18. Ettersom stadig flere sagbruk har styrkesorteringsmaskiner, er det snarere regelen enn unntaket at det blir brukt maskinsortert virke, og at virket er NS-merket. Kvaliteter som T24 og T30 blir mye brukt som gurter i konstruksjonene for å oppnå stor bæreevne i forhold til materialforbruket.

Det foreligger nå en ny standard for fasthetsklasser; NS-EN 338 *Konstruksjonstrevirke – Styrkeklasser*. Her betegnes fasthetsklassene C18, C24, C30 osv. C står for conifer som betyr bartre.



Figur 3.1 Merkene for styrkesortert trelast. Øverst visuell sortering, nederst maskinell sortering.

### 3.3 Spikerplaten

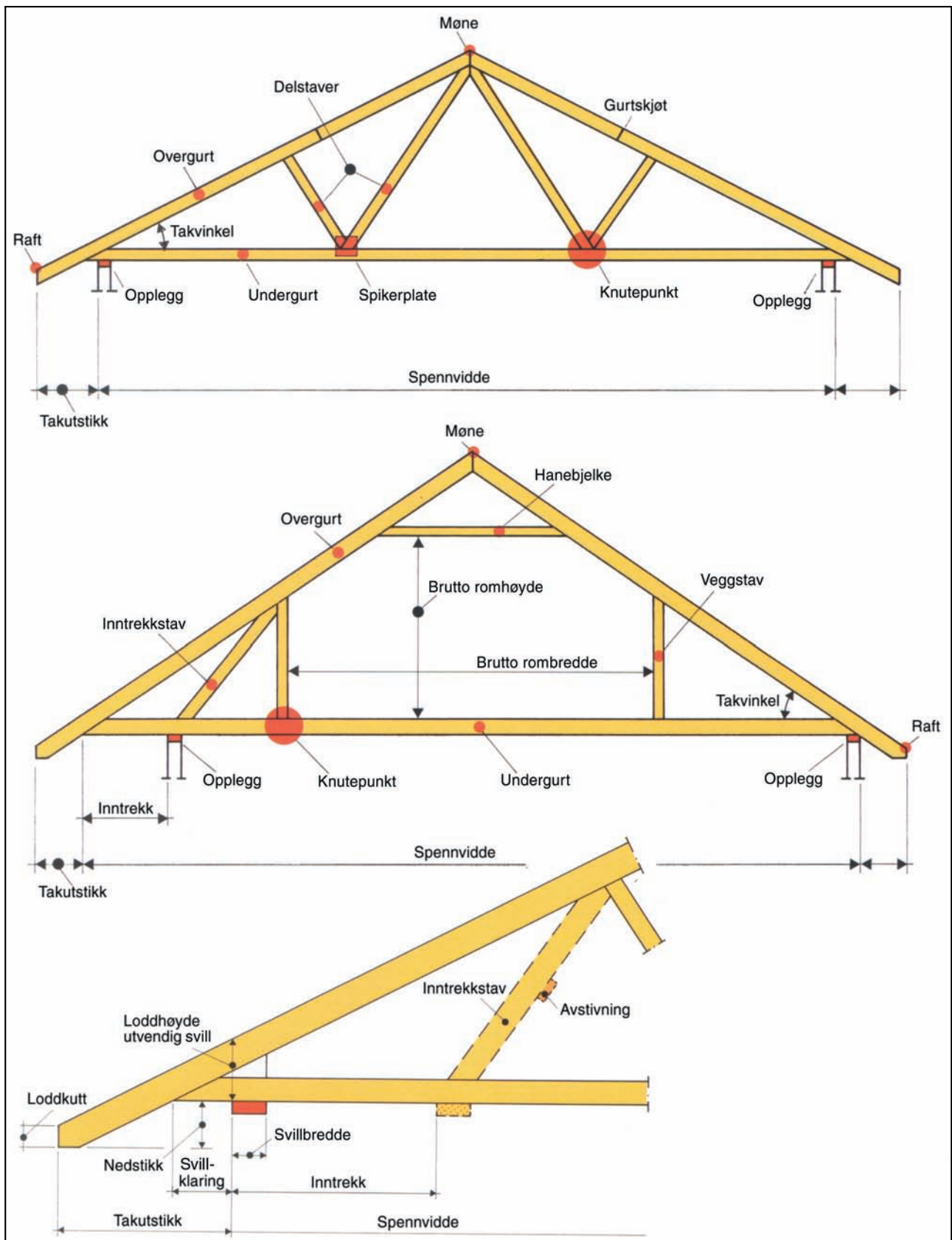
De ulike konstruksjonselementene vi har omtalt tidligere, må festes til hverandre med et forbindelsesmiddel som kan overføre kreftene mellom dem. Sammenlignet med andre festemidler, for eksempel bolter, hullplater eller finerlasker, har spikerplaten vist seg som det mest kostnadseffektive forbindelsesmidlet for trekonstruksjoner.

Spikerplatene produseres av høyfast stål i tykkelser fra ca. 1,0 til 2,0 mm. Tennene blir stanset ut etter et bestemt mønster som er mer eller mindre unikt for hver platetype. Ulike stål kvaliteter og ulike stansemønstre fører til at styrkeverdiene kan variere for de ulike platetypene, særlig når det gjelder brudd i selve spikerplaten.

For alle typer spikerplater som er godkjent i Norge, skal det foreligge verdier for karakteristiske fasthetsegenskaper. Verdiene for de ulike platetypene blir bestemt ved prøving etter en standardisert prosedyre og skal angi både forankringskapasitet og platekapasitet. Verdien for

forankring er avhengig av vinkelen mellom kraften og platens hovedretning, og vinkelen mellom kraften og trevirkets fiberretning. Platene i knutepunktene må derfor kontrolleres både for

forankring og platebrudd. Dimensjonering av spikerplateforbindelser er beskrevet i gjeldende standard for prosjektering av trekonstruksjoner, NS 3470. En mer utførlig beskrivelse med regne-

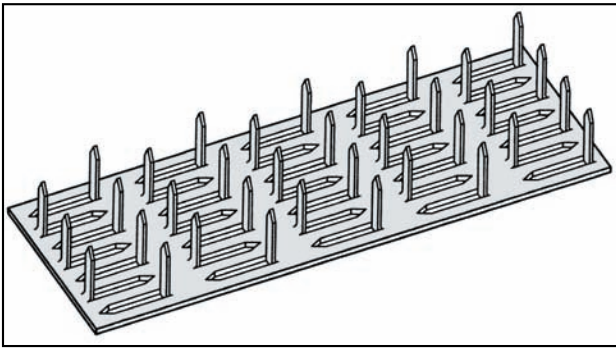


Figur 3.2 De ulike elementene i en sammensatt konstruksjon.

eksempler finner vi i Teknisk småskrift nr. 24, *Mekaniske treforbindelsesmidler*.

Korrosjonsbeskyttelsen består vanligvis i at stålplatene er varmgalvanisert før utstansing av tennene. For konstruksjoner utsatt for aggressive miljøer leveres det spikerplater produsert av rustfritt stål.

Spikerplatene produseres i ulike bredder og lengder slik at man ved dimensjonering av et knutepunkt kan velge å bruke det mest økonomiske formatet. Innpressing i trevirket gjøres med hydrauliske presser, rullepresser eller en kombinasjon av begge presstypene. Styrkeverdiene eller kapasitetene som er angitt for hver enkelt platetype, er målt når platene er helt innpresset i virket. I den daglige produksjonen er det derfor viktig å påse at platene alltid er fullstendig innpresset, da manglende innpressing reduserer kapasiteten vesentlig.



Figur 3.3 En type spikerplate.

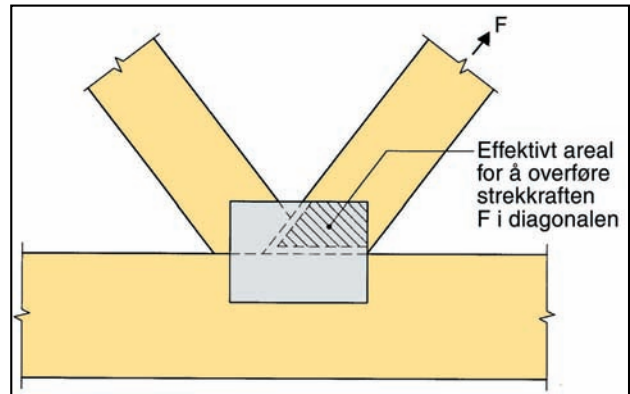
### 3.4 Samvirke mellom trevirket og spikerplaten

Spikerplaten oppgave er å overføre kreftene fra de ulike konstruksjonselementene i et knutepunkt.

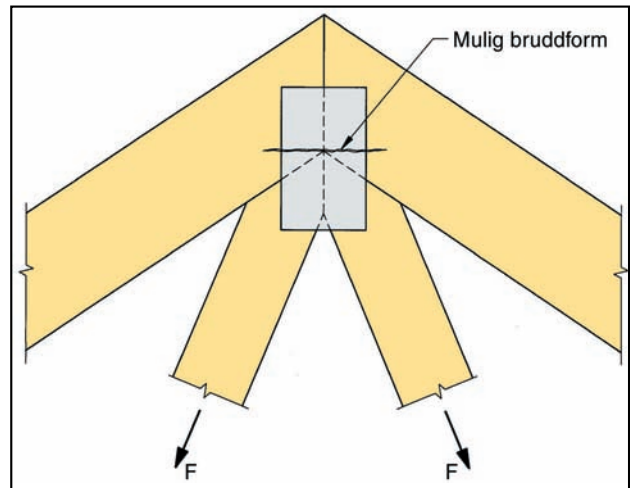
For at kreftene kan overføres fra trevirket og over i spikerplaten via de innpressede tennene, må vi alltid sørge for å ha tilstrekkelig forankringskapasitet. Selv om spikerplaten kan overføre store krefter over et lite areal, kan det av og til være nødvendig for konstruktøren å gjøre visse justeringer, for eksempel i knutepunkter med spesielt store krefter. For å kunne oppta alle kreftene etter gjeldende beregningsregler, kan det for eksempel være aktuelt å

- endre dimensjonen på spikerplaten
- endre kappsnitt eller stavføring
- øke dimensjonen på én eller flere diagonalstaver som har store aksialkrefter

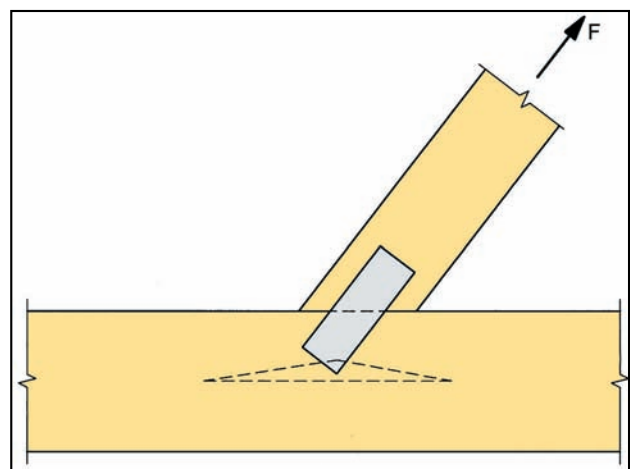
- flytte eller rotere spikerplaten slik at retningen på platen blir mer optimal i forhold til kreftene
- bruke to eller flere spikerplater i samme knutepunkt



Figur 3.4 Effektivt areal som skal overføre strekkraften  $F$  i delstaven.



Figur 3.5 Det må også kontrolleres for brudd i selve spikerplaten.



Figur 3.6 Noen virkesdeler kan få belastning på tvers av fiberretningen og må kontrolleres spesielt for denne belastningen.

### 3.5 Konstruksjonstyper

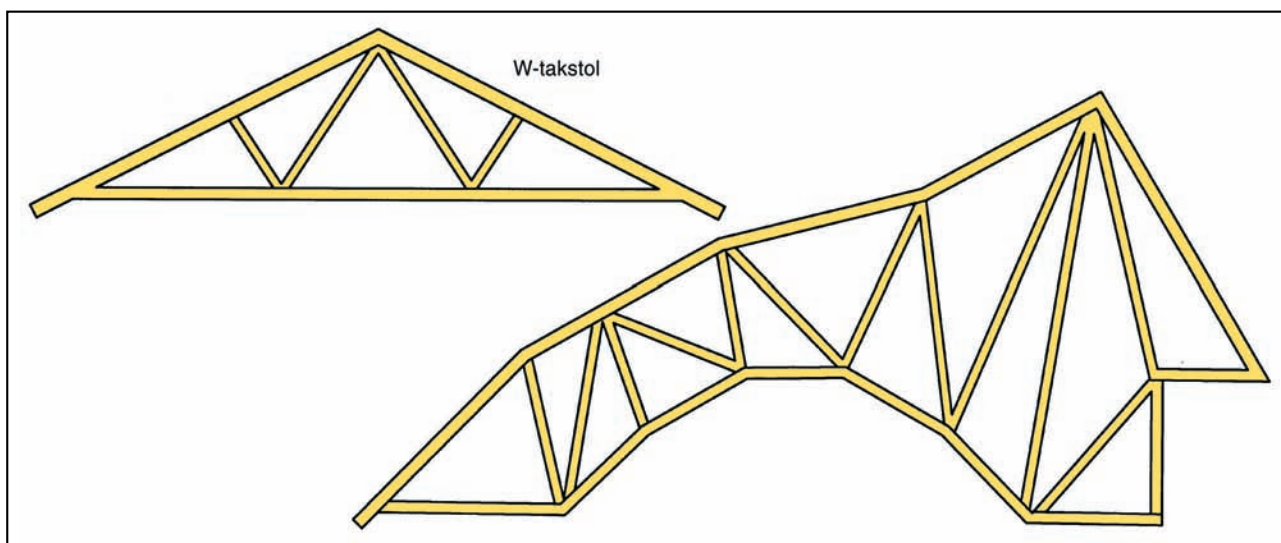
Det er gjerne byggeskikken som bestemmer utformingen av taket, sjelden spikerplatekonstruksjonen som danner bærekonstruksjonen. Det finnes selvfølgelig produksjons- og transportbegrensninger, men for øvrig er det nesten bare arkitektens og ingeniørens fantasi og kjennskap til produktet som setter grenser.

Med den byggeskikk vi har for boliger i dag, bygges takene enten som fagverkstak med kalde, unyttbare loft, eller som loftromstak der taket isoleres og benyttes som boligrom.

#### 3.5.1 Fagverkstakstoler

Den vanligste av alle fagverkstakstoler er den vi gjerne kaller for W-takstol. Den har en ytterkontur hvor overgurtene danner et saltak, og undergurtene danner en horisontal himling.

Men det finnes også en rekke andre fagverkløsninger som på grunn av varierte spennvidder har behov for ulik stavføring, mønt himling, inntrekk, valmløsninger, pulttakstoler og gitterdragere. Anvendelsesområder er blant annet frittstående tak og bjelkelag, oppfôret tak på betongdekker og forskalingskonstruksjoner til broer, tunneler osv.

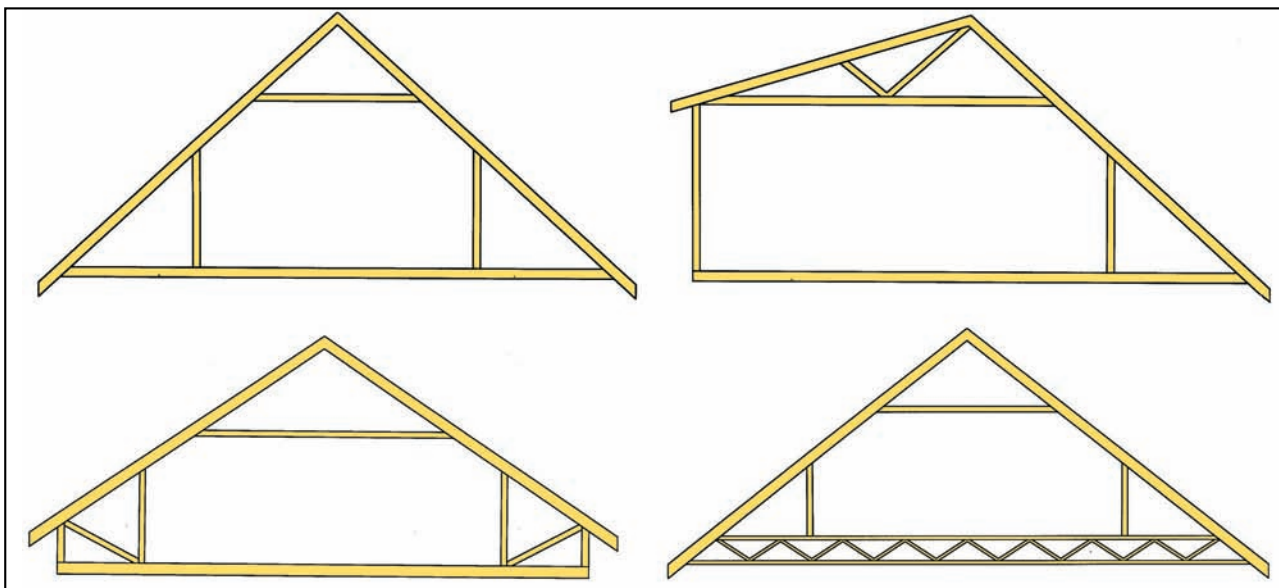


Figur 3.7 Fra det enkle til det kompliserte.

#### 3.5.2 Lofttakstoler

Det er blitt stadig vanligere å benytte loftsrommet til boligrom, og de fleste slike tak er godt egnet for bygging med spikerplatekonstruksjoner. Kon-

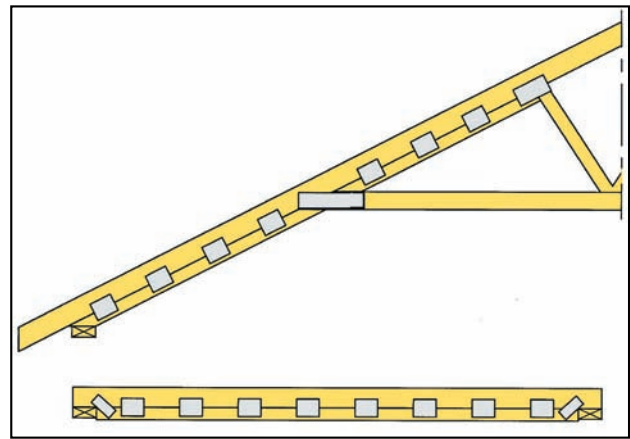
struksjonen krever som regel utvekslinger i forbindelse med ark, opplett, takvindu, trappevekslinger etc. Dette gjør det nødvendig med et stort antall forskjellige lofttakstoler.



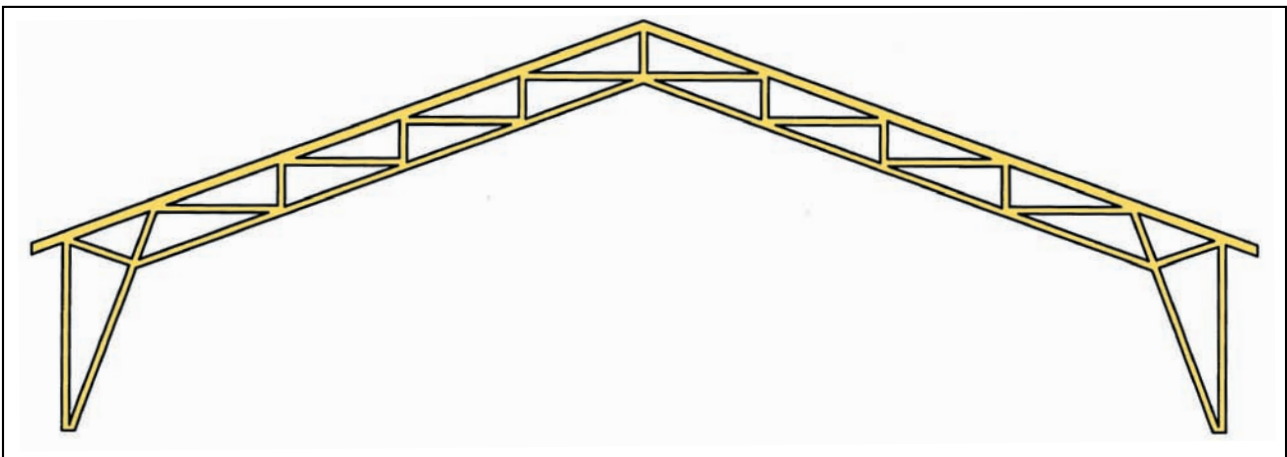
Figur 3.8 Ulike typer lofttakstoler.

### 3.5.3 Rammer

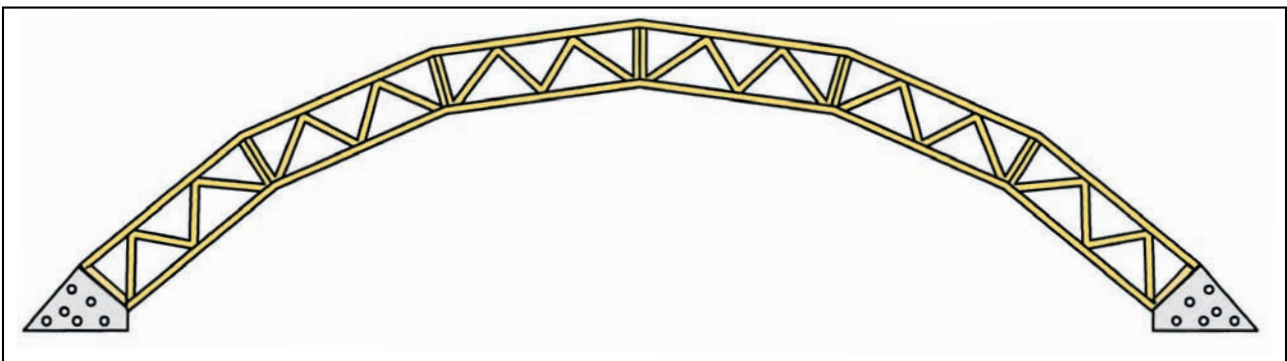
I industribygg, landbruksbygg og lagerbygg er rammekonstruksjoner mye brukt. Det er da to eller treleddsrammer hvor rammekonstruksjonen normalt produseres i to deler som sammenføres i mønet på byggeplassen. En slik ramme vil være stiv i planet, og vi kan dermed unngå å bruke innspente søyler i veggene. En rammekonstruksjon forutsetter imidlertid at oppleggspunktene skal kunne oppta både horisontale og vertikale oppleggskrefter. Sideveis avstivning må selvfølgelig dimensjoneres spesielt for en slik type konstruksjon. Det som er noe spesielt for en rammekonstruksjon, er at det ofte blir store trykkrefter i undergurten som danner så vel innvendig himling som det skrå rammebenet (→ fig. 3.9).



Figur 3.11 Sammensatt bjelke og forsterkning av takstol ved opplegg på overgurt.



Figur 3.9 Rammekonstruksjon.



Figur 3.10 Buekonstruksjon.

### 3.5.4 Buer

Når vi trenger større spenn enn ca. 30 m, er buekonstruksjoner aktuelle. Buekonstruksjoner har den store fordelen at kreftene føres ut til oppleggene ved å «gå gjennom» gurtene i form av trykkrefter (→ fig. 3.10).

### 3.5.5 Sammensatte bjelker

Som et prisgunstig alternativ til for eksempel bjelker av andre materialer kan to eller flere hel-

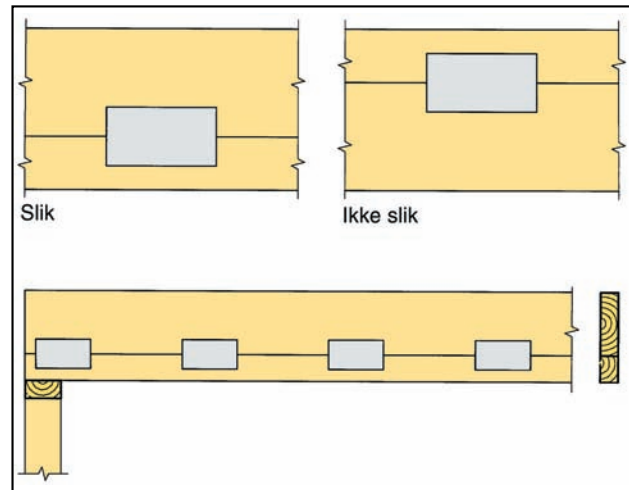
tretverrsnitt presses sammen til ett tverrsnitt hvor spikerplatene brukes til å overføre skjærspenningene. Dette er særlig aktuelt når konstruksjonen skal være skjult, eller når det visuelle er av liten betydning. Spikerplaten overfører her skjærspenningen i fugene, på samme måte som i en limtrekonstruksjon hvor spenningene blir overført gjennom limfugene (→ fig. 3.11).

Forsøk har vist at en slik sammensatt bjelke normalt har en kapasitet på ca. 75–80 % av et tilsvarende heltretverrsnitt. En sammensatt bjelke kan

også benyttes i deler av en spikerplatekonstruksjon for eksempel ved opplegg på overgurt og ved lange spenn på bjelkelag i lofttakstoler.

Dimensjonering av sammensatte bjelker gjøres ved at skjærspenningene som skal overføres i fugen, beregnes ut fra et skjærkraftdiagram og bjelketverrsnittet. Spikerplatene blir så dimensjonert for disse kreftene.

Skjærspenningen er størst på midten av et rektangulært tverrsnitt. Det lønner seg derfor å bruke tverrsnitt med ulike dimensjoner dersom dette er mulig. Det er i så fall å anbefale at det største tverrsnittet ligger øverst ved bruk i bjelkelag. Krypning som gir åpning mellom virkesdelene, vil derfor ikke så lett kunne føre til lokale svingninger og knirk i bjelkelaget (→ fig. 3.12).



Figur 3.12 Legg alltid den største dimensjonen øverst ved bruk i bjelkelag.