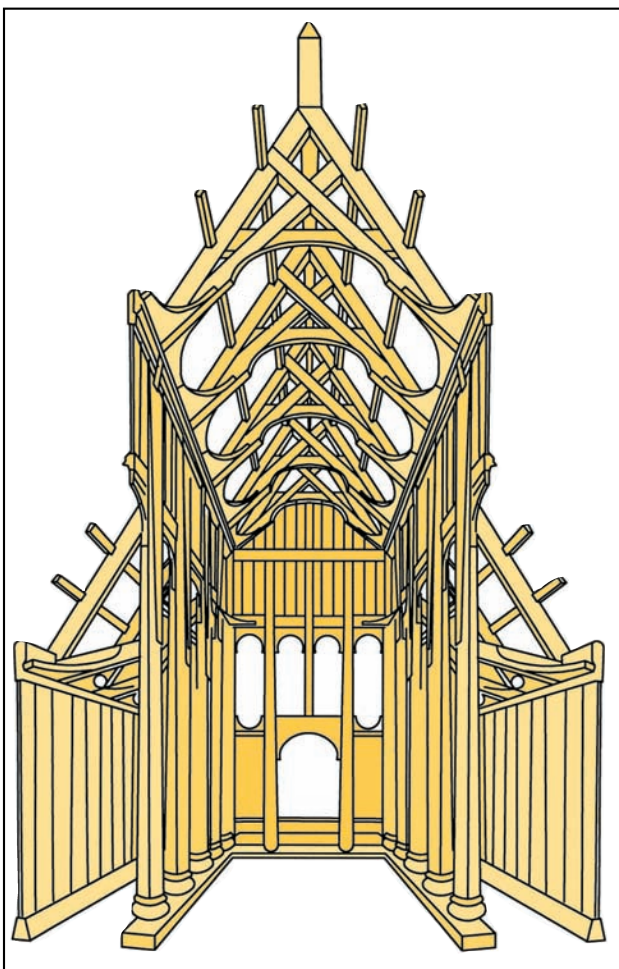


Takstolprodusentene er byggeindustriens komponentfabrikker

2.1 Historikk

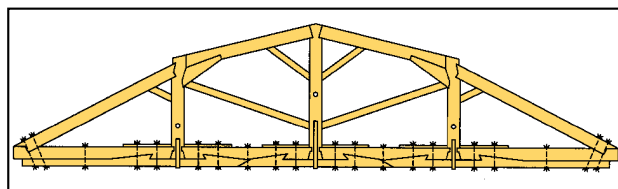
Ser vi på takkonstruksjonen til en av våre stavkirker, som ble bygget for over 800 år siden, så ligner disse takbindene til en viss grad på våre moderne sakstakstoler (→ fig. 2.1). Prinsippet om at stavføringens alltid skal danne trekanter, slik ideelle fagverk defineres i dag, er imidlertid ikke gjennomført i disse konstruksjonene. Det vil derfor opptre bøyepåkjenninger, særlig i overgurtene opp mot møne, selv om lastene stort sett er påført i knutepunktene. Om tanken opprinnelig har vært



Figur 2.1 Stavkirke – typisk konstruksjon.

å lage fagverksbind som spenner fritt mellom stavrekkene, skal være usagt, men at konstruksjonene i praksis langt på vei har oppført seg som

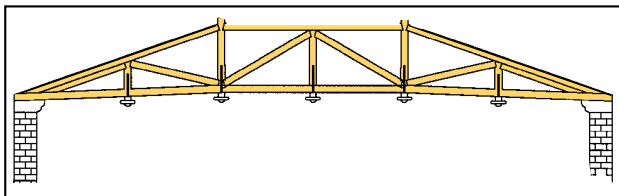
fagverk, er det ingen tvil om. I sammenføyningene mellom de ulike trekomponentene var det treet selv som ble utformet på en slik måte at krefter kunne tas opp – uten bruk av beslag. At disse håndverkerne visste hva de gjorde, ser vi både av detaljer som skulle ha bærende funksjon og detaljer som tjente til drenering. Ved siden av at bygget skulle ha styrke og stabilitet, var det lagt stor vekt på at trevirke etter en fuktperiode kunne tørke raskt ut. At mange av disse byggverkene har stått i snart 1000 år, er derfor ingen tilfeldighet.



Figur 2.2 Takkonstruksjonen til Wren's Sheldonian Theatre i Oxford. Tidlig stadium i takstolens utvikling.

I høy- og senmiddelalderen (1100–1400), omtrent på samme tid som stavkirkene ble bygget her i landet, ble det i andre deler av Europa utviklet forskjellige former for fagverk som takkonstruksjoner til de gotiske kirkene. Disse konstruksjonene kunne ha frie spenn på opp til 30 m og fikk stor betydning for utformingen av større byggverk i hele Europa. Fagverkene ble nok bygget uten den helt store forståelsen for kreftene som oppstod (→ fig. 2.2). Mange av dem var ofte sammenknyttede buekomponenter, og ikke det vi i dag regner som ideelle fagverk. Likevel representerte disse konstruksjonene en dristig nytenkning og viste seg ofte som godt fungerende løsninger. Mange av dem står jo den dag i dag.

På slutten av 1500-tallet ble det presentert tegninger av fagverk til broer med spennvidde på 30 m. På dette tidspunktet var også forståelsen for hvordan et fagverk virket, blitt mye bedre. Det kan vi se av en tegning (→ fig. 2.3) som ble laget av Andrea Palladio i 1570 av en bro over elven Cismone i Nordøst-Italia. Vi ser her at sammenføyningene, som er benyttet mellom vertikal- og diagonalstaver, sammen med måten brodekket er

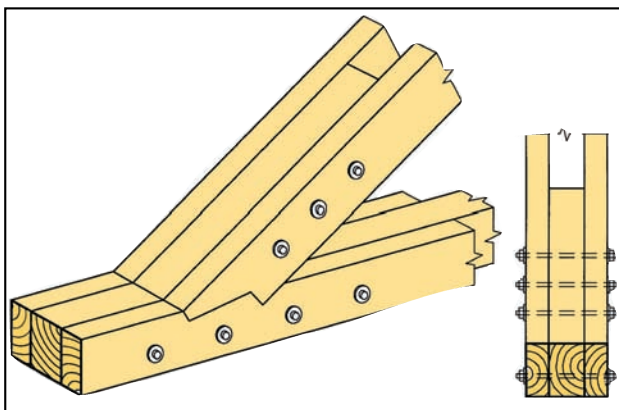


Figur 2.3 Palladios forslag til en bro med 30 m spenn.

opphengt på, vil føre til at forbindelsene «snører seg til» når broen belastes.

Både før og under den store utbyggingen av jernbanen på 1800-tallet ble det i England og USA bygget mange fagverksbroer i tre. Kombinasjoner av enkle og dobbelte tverrsnitt, sammen med bolter, gjorde det lettere å knytte sammen stavene i fagverkene enten de var av rundtømmer eller skurlast. Etter hvert ble det også mer vanlig å benytte en kombinasjon av stålbeslag og bolter i knutepunktene.

Mot slutten av 1800-tallet ble det utviklet forskjellige typer tømmerforbindere som i kombinasjon med bolter kunne oppta større krefter. Dette var også en form for spikerplater eller tannplater som ble presset inn i trevirket ved hjelp av boltene. Noe senere kom det vi kaller spordybler, stålringer eller runde stålplater, som monteres i utfreste spor i trevirket.



Figur 2.4 Typisk knutepunkt med flere tverrsnitt og bolter.

Slik ble de fleste trefagverk både til takkonstruksjoner, broer og lignende utført helt frem til midten av dette århundre (→ fig. 2.4). Men det benyttes fortsatt både bolter, stavdybler, tømmerforbindere og stålbeslag til mange store fagverkskonstruksjoner.

2.2 Spikerplaten ble en revolusjon for sammensatte trekonstruksjoner

Den første knuteplaten av stål med utstansede tenner ble utviklet av amerikaneren A. Carrol Sandford fra Florida i 1952, og er regnet som det viktigste gjennombruddet innen amerikansk trekonstruksjonsteknikk siden 2" x 4"-dimensjonen ble tatt i bruk på 1830-tallet. At det plutselig eksisterte en rasjonell og rimelig metode til å sammenføye trestaver på, var den rene katalysatoren i utviklingen av en industri som skulle komme til å forandre store deler av trebyggeskikken verden over. Skreddersydde komponenter til store deler av en takkonstruksjon kunne nå produseres ferdig på fabrikk, og det medførte ikke minst betydelige tidsbesparelser ute på byggeplassene. Alle som var involvert i byggeprosessen, som byggmestere, entreprenører, arkitekter, ingeniører og byggherrer, så snart fordelene med å benytte slike prefabrikkerte takstoler og etter hvert mulighetene til å utvide bruksområdene for dette systemet.

Det skulle gå omtrent ti år før de første spikerplatene ble tatt i bruk her i landet. Fra 1962 og utover ble det, både fra England og USA, importert flere platetyper som ble styrketestet på NTI. Det hadde inntil da, heller ikke i USA, vært noe regelverk for hvordan spikerplater skulle testes og dimensjoneres. Først i 1961 ble den første industristandarden som omhandlet dette, publisert av Truss Plate Institute (TPI). Frem til da hadde det meste dreiet seg om standarder for å dimensjonere trevirket, gurter og delstaver i fagverkene, dimensjoneringen av knutepunktene ble gjort mer etter skjønn og erfaring.

Etter hvert som de ulike platetyperne ble testet og godkjent, oppstod det i løpet av 1960-årene flere takstolfabrikker her i landet. Den første var Block Watne i Stavanger med Gang Nail Plate. Senere kom Raumnes Bruk på Årnes med Twinaplate, Berger Langmoen i Brumunddal med Bewe Plate, Nordisk Kartro i Sandvika med Truss Nail og Trelastkompaniet i Stavanger med Struct-O-Nail. Alle disse bedriftene importerte spikerplater for videresalg til takstolprodusenter i hele Norden. Det var mot slutten av 1960-årene og særlig utover i 1970-årene at den norske takstolindustrien begynte å utvikle seg for alvor. Rundt 80 bedrifter drev i denne perioden med takstolproduksjon. De fleste var eksisterende sagbruk eller husfabrikker som ønsket å utvide produktspekteret, men noen ble etablert utelukkende for å produsere takstoler.

Det ble snart klart at prosjektering og beregning av slike sammensatte konstruksjoner var en

- 6 -

DATE FEB 17,77 PAGE 1 TRUDE VERSJON 770210-01

* TRUDE *

PROGRAM FOR TAKSTOLDIMENSJONERING

NORSK TRETEKNISK INSTITUTT, BOKS 337 BLINDERN, OSLO 3, TLF. 02-469880

***** INNLESTE DATA : *****

TAKSTOLTYPE		H-TAKSTOL	
BEREGNINGSREGLER		NS 3470	
TRELASTKVALITET		T 30	
SPIKERPLATETYPE		STRUCT-O-NAIL	
SPENNVIDDE 8400 MM			

TAKVINKEL	22,0 GR	EGENLAST TAK	1000 N/H2
UTSTIKK	600 MM	EGENLAST HIMLING	200 N/H2
SVILLKLARING	0 MM	SNØLAST	2000 N/H2
INNTRÉKK HØYRE	0 MM	NYTTEL, HIMLING	500 N/H2
INNTRÉKK VÆNSTRE	0 MM		
C/C-AVSTAND	600 MM	MATERIALKOEFF. TRE	1.16
SVILLBREDDE	98 MM	MATERIALKOEFF. PLATER	1.05
TVERRSNITTSBREDDE	48 MM		

***** RESULTATER : *****
(MÅL I MM)

TRELASTDIMENSJONER :		I	SPIKERPLATEDIMENSJONER :			
KVALITET :		T 30	PLATETYPE :		STRUCT-O-NAIL	
STAV	B*H	I	KNUTE	B*L	LX	LY PV
OVERGURT	48*123	I	A	95*209		
UNDERGURT	48* 98	I	B	45* 95		
B =D	48* 73	I	C	95*152		
D =C	48* 73	I	D	120*133	46	60 0
C =D'	48* 73	I	E	95*171		
D' =B'	48* 73	I	F	95*133		

H=999: H=223 HOLVER IKKE B*L=0+0: PLATE IKKE FUNNET
H=888: FOR STOR SLANKHET

MAX. SVILLTRYKK VED HØYRE OPPLAGER = 14321 N, KAPASITETEN = 17630 N
MAX. SIDEAVSTIVERAVSTAND OVERGURT = 772 MM, INNLEST KRAV = 0 MM

TRUDE VERSJON 770210 ER GODKJENT AV TAKSTOLKONTROLLEN DEN 17/2-77

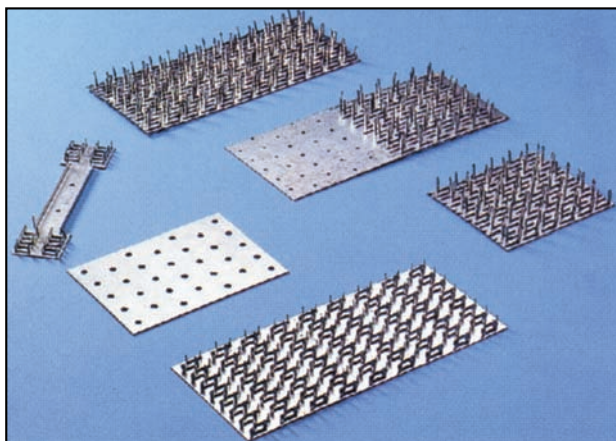
Figur 2.5 Utskrift fra gamle «Trude».

flaskehals. Fra plateimportørene ble det derfor i 1968 gitt et oppdrag til NTI om å utvikle et data-program som kunne dimensjonere takstoler. Med den tids utviklingsverktøy på datasiden ble dette et møysommelig og arbeidskrevende prosjekt. Resultatet ble programmet «TRUDE», som står for Truss Design, og som ble tatt i bruk i 1973 (→ fig. 2.5). I starten var det kun vanlige saltakstoler som kunne beregnes, og programmet krevde så mye regnekapasitet at det måtte kjøres på en av datidens kraftigste datamaskiner i Norge. Flere takstoltyper ble etter hvert lagt inn, og programmet ble stadig forbedret. En utvidet og mer moderne versjon tilpasset PC er fortsatt i bruk.

2.3.1 Eksempler på konstruksjoner



Figur 2.7.1 Enebolig med spesiell ark, valm og karnapper. Leverandør: Kaupanger Tre AS.



Figur 2.6 Spikerplater, hullplater og kombiplater slik de ser ut i dag.

2.3 Muligheter for mange ulike produkter

Det hele startet med å lage sammensatte, lette takkonstruksjoner av tre på en rasjonell og kostnadseffektiv måte. I de siste ti årene har det skjedd en rivende utvikling både av prosjekterings- og produksjonssystemer. Samtidig er selve spikerplatene utviklet videre ved at tannutforming, ståltykkelse, ståltykkelse og formater er optimalisert. I tillegg er det utviklet spesialplater for bl.a. skjøting på byggeplassen, slik at produsentene kan dele opp store komponenter for å gjøre transporten enklere. Det er også laget spesielle stålstaver med spikerplate i hver ende for bruk til gitterdragere (→ fig. 2.6).

Med dagens verktøy er det få andre produkter som har tilsvarende muligheter til å kunne tilfredsstille nesten ethvert ønske både til geometrisk utforming og stor bæreevne. Praksis har da også vist at det meste innen takkonstruksjoner, bjelkelag, etasjeskillere, forskaling, industribygg, broer, gangbaner o.l. i de fleste tilfeller lar seg løse både billigere og mer rasjonelt med spikerplatekonstruksjoner enn med andre systemer.





Figur 2.7.2 Butikk/enebolig. Leverandør: Kaupanger Tre AS.



Figur 2.7.5 Tunnelforskaling i ventehall Mannheller. Leverandør: Kaupanger Tre AS.



Figur 2.7.3 Fra Rena Leir. Gitterdragere og takelementer. Leverandør: RingAlm Tre AS.



Figur 2.7.6 Bensinstasjon/veikro i Fåvang. Beregnet for torvtak. Leverandør: RingAlm Tre AS.



Figur 2.7.4 Takforskaling til Slottsparken statsjon (kilde: Nordisk Kartro AS)



Figur 2.7.7 Industribygg – rammer med spennvidde 24 m. Leverandør: Vest Tre AS.



Figur 2.7.8 Kirkebygg i Halden, kombinasjon av rette og buede elementer. Leverandør: Are Brug AS.





Figur 2.7.9 Sammensatte bjelker brukt i parkeringsanlegg. Leverandør: Kaupanger Tre AS.



Figur 2.8 Buer til idrettshall i halv målestokk. Leverandør: Vest Tre A/S.

Inntil for ca. ti år siden var det en allmenn oppfatning at spennvidden for lette trekonstruksjoner sammensatt med spikerplater var begrenset til ca. 25 m. Da det første innendørs skøyte løpet ble arrangert i en stor hall bygd opp av stålkonstruk-



Figur 2.9 Forskaling til Trollplattformen, buede gitterdragere (kilde: NTI).

sjoner, var det en del bransjefolk som begynte å leke med tanken om å lage tilsvarende bygg ved hjelp av spikerplatekonstruksjoner. Ved å benytte bufasong og flere konstruksjoner festet inntil hverandre viste det seg at dette teoretisk sett var fullt mulig. Som en fortsettelse på disse teoretiske betraktningene ble det i denne perioden prosjektert en idrettshall i Haugesund med fritt spenn på ca. 80 m. Hallen ble ikke bygget, men en prøve av konstruksjonen i halv målestokk ble montert og står fortsatt, selv om disse buene har vært eksponert for snølast, vindlast, regn og sjødrev (→ fig. 2.8).

I 1992 fikk bransjen mulighet til å vise frem et prosjekt som en gang for alle skulle bevise at det var mulig å lage store trekonstruksjoner med spikerplater. I konkurranse med stål ble det valgt å bruke tre som forskaling for noen store kuleskall til Trollplattformen i Nordsjøen (→ fig. 2.9 og 2.9a). Hver konstruksjon besto av 144 fagverbuer som støttet seg mot en trykkring, også bygget sammen med spikerplater, i senter av det 32 m store skallet. Belastningene på denne konstruksjonen var svært store, da tykkelsen på betongen varierte fra 0,5–4,5 m, i tillegg til en anelig mengde med armeringsstål. Under utstøpingen ble



Figur 2.9a Samme konstruksjon sett innenfra (kilde: NTI).

deformasjonene målt kontinuerlig og viste seg å være vesentlig mindre enn beregnet. Konstruksjonene ble med andre ord utsatt for den beregnede maksimalbelastningen og innfridde alle krav til holdbarhet og styrke. Denne vellykkede testen av tre og spikerplater som konstruksjonselementer fikk avgjørende betydning for den videre utviklingen.

Et annen konstruksjon som bør nevnes, er en vei- bro i nærheten av Atna i Østerdalen. Broen er beregnet for å tåle tømmertransport og spenner fritt 26 m. Bæresystemet består av to bunter med svakt buede gitterdragere, 21 stk. i hver bunt, som er plassert rett under hjulbanene. Dekket består av vanlig skurlast opplagt på tvers av gitterdragerne, og er forspent i broens lengderetning. Som slitelag

er det lagt 36 mm plank i broens lengderetning. Alle materialer er kreosotimpregnert (→ fig. 2.10).

Som vi ser, er mulighetene for spikerplatekonstruksjoner mange. Det er egentlig bare fantasien som begrenser bruksområdene. Med dagens beregningsverktøy kan de fleste ideer til nye konstruksjoner og anvendelser analyseres i løpet av kort tid for å se om de lar seg gjennomføre. Alle typer konstruksjoner får samme behandling under prosjekterings- og produksjonsfasen – enten det dreier seg om vanlige saltakstoler til boliger, gitterdragere, eller kompliserte ramme- og buekonstruksjoner til haller. Flexibiliteten gjør at takstolprodusentene med sine ulike produkter etter hvert er blitt en av byggeindustriens viktigste komponentfabrikker.



Figur 2.10 Fossbroen i Atna, 21 gitterdragere i hver hoveddrager. Leverandør: Trekonstruksjoner AS.

2.3.7 Eksempler på konstruksjoner



Figur 2.11.1 Landbruksbygg. Leverandør: Bredesen Opseth AS.



Figur 2.11.2 Industribygg. Gitterrammer og vindfagverk. Leverandør: Kaupanger Tre AS.



Figur 2.11.3 Sammensatte bjelker brukt i takelementer (kilde: Kaupanger Tre AS).



Figur 2.11.4 Gitterbjelker med spesielle stålstaver (kilde: Pre Tre AS).



Figur 2.11.6 Industribygg. Leverandør: Vest Tre AS.



Figur 2.11.5 Enebolig. Leverandør: Kaupanger Tre AS.



Figur 2.11.7 Forskalingselementer. Leverandør: Takstolfabrikken AS.



Figur 2.11.8 Finansbygg i Tønsberg. Skal se ut som en ørn med utslåtte vinger. Leverandør: Ugland Takstoler AS.





Figur 2.11.9 Landbruksbygg. Leverandør: Takstolfabrikken AS.



Figur 2.11.10 Tribuneanlegg (kilde: NTI).



Figur 2.11.11 Broforskaling E18 i Sande. Leverandør: ECO Bygg AS/Naglestad Bruk AS.

2.4 Skreddersydde konstruksjoner med høy ferdighetsgrad av stor nytteverdi

Konstruksjonene kan i de aller fleste tilfeller tilpasses kundens egne ønsker, og leveres med nøyaktige mål og med høy ferdighetsgrad. Det gjør at montering på byggeplassen og lukking av bygget går mye raskere enn før. En annen fordel er at komponentene er lette å arbeide med, slik at det ved vanlig boligbygging sjelden er behov for å ha kraner til hjelp. Det meste dreier seg om å plassere ut, feste sammen, forankre og avstive de ulike komponentene, uten kapping og tilskjæring. Det gir store tidsbesparelser og en ryddig og oversikt-

lig byggeplass, i tillegg er produktene i utgangspunktet også rimelige i innkjøp.

2.5 Kvalitet skal kjennetegne produktene

Takstolindustrien har helt fra starten av satset på et solid grunnlag i forskning, utvikling og anvendelse av produktene i byggverk. Det gjør at industrien kan stå inne for kvaliteten av produktene, og at de til enhver tid er i samsvar med gjeldende krav i lover og forskrifter. Få bransjer innen byggenæringen har lagt ned slike resurser for å sikre både kvalitet, rasjonalitet og utvikling som tak-

stolbransjen. Takstolkontrollen, som er en frivillige kontrollordning, ble opprettet allerede i 1969 og har et meget strengt regelverk for hvordan kvalitetsnivået for slike produkter skal være. Alle medlemsbedriftene blir uten forhåndsvarsel

avlagt ett kontrollbesøk i året, dessuten har kontrollordningen klare regler om en streng internkontroll. Er ikke kvaliteten som forutsatt, må bedriften selv bekoste én eller flere ekstrakontroller til kvaliteten er tilfredsstillende.



Figur 2.12 Takstollkontrollens stempel slik det kommer frem på konstruksjonene.

