

Kvalitetssikring

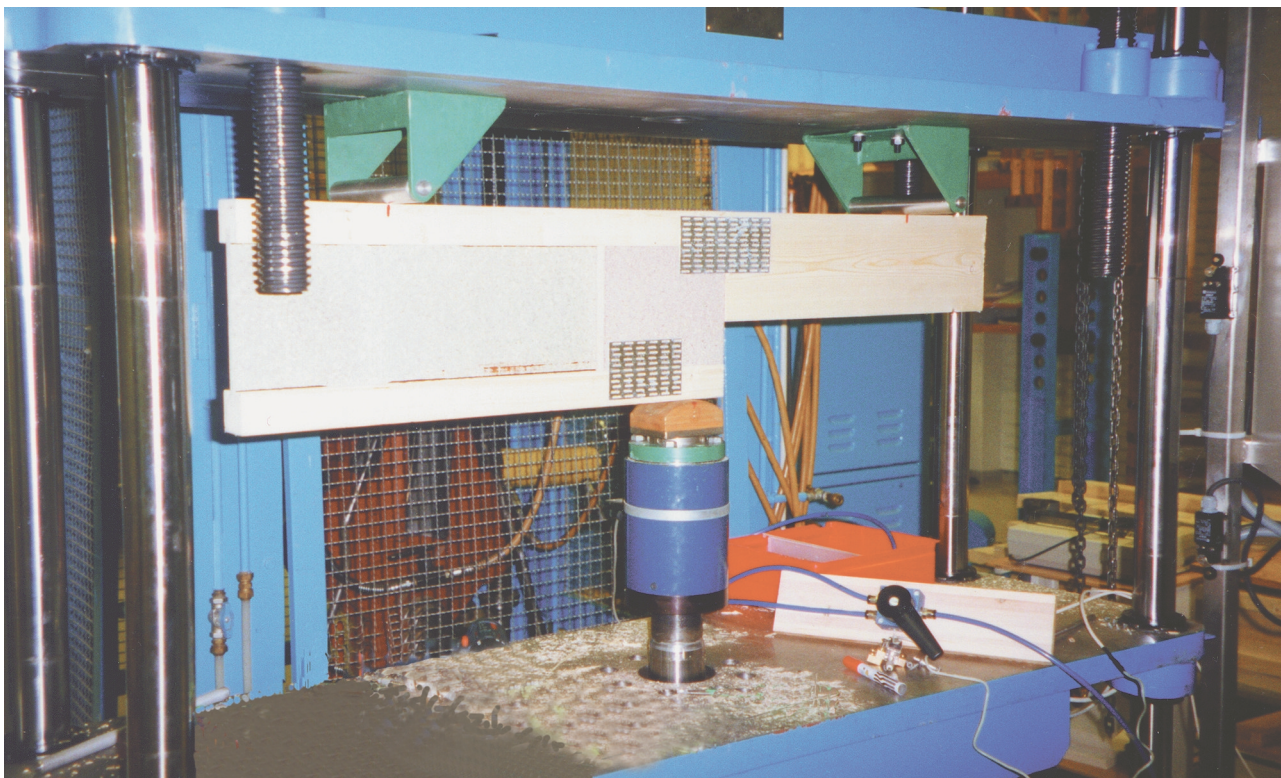
12.1 Kontrollordninger

12.1.1 Historikk

Ved all industriell og håndverksmessig tilvirkning kan det oppstå mangelfulle eller dårlige produkter, enten ved menneskelige feil, maskinell svikt eller fordi materialet ikke var godt nok. Til alle tider har det derfor eksistert enkle former for kvalitetskontroll. Men da den industrielle masseproduksjonen tok til på begynnelsen av 1900-tallet, ble det nødvendig med en mer systematisk inspeksjon av produktene. Den nyere kvalitetshistorikken starter her.

fulle produkter, man begynte også å sette inn ressurser på å forebygge feil. Men fortsatt var det de spesialiserte kontrollørene som skulle ha ansvaret for kvalitetssikringen. Målsetningen forble uendret: Produktene skulle ha akseptabel kvalitet, produseres på kortest mulig tid og til lavest mulig pris.

På 1970- og 80-tallet oppstod litt etter litt en helt ny internasjonal konkurransesituasjon. Det var



Figur 12.1 Grundige tester av både trevirket og spikerplatene sikrer kvaliteten i produktene.

Kvalitetskontrollen ble først foretatt av operatørene. Men kravene til kvalitet ble stadig skjerpet, og kontrollopgaven ble etter hvert overført til spesialiserte kontrollører.

I 1930-årene tok industrien i bruk statistiske metoder, og stikkprøvekontroll kunne langt på vei erstatte kontroll av hver enkelt produsert enhet.

På 50-tallet skjedde en endring i kontrollfilosofien: Det gjaldt ikke lenger bare å sortere ut mangel-

først og fremst Japan som nå fikk en sentral rolle som eksportnasjon. Mange vestlige firmaer, også de helt store konsernene innen for eksempel bilindustrien, fikk alvorlige problemer med den japanske konkurransen. Hele bransjer brøt sammen som følge av den japanske overlegenheten, bl.a. den tyske fotoindustrien og produksjonen av radioer og fjernsynsapparater i USA.

Fremgangen for de japanske firmaene ble som regel forklart med lave lønninger og stor arbeids-

innsats. Men det var bare delvis riktig. Ved siden av nye produksjonsmetoder, for eksempel systemet med *Just In Time*-levering av råvarer og halvfabrikata, og organisasjonsformer, blant annet delegert produksjons- og kvalitetsansvar til basisgrupper i selve produksjonen, hadde japanerne på 1960- og 70-tallet satset på en helt ny kvalitetsfilosofi. Den ble etter hvert kjent som Total Quality Management og gjorde at de japanske fabrikkene kunne produsere både billigere og med høyere produktkvalitet enn de vestlige konkurrentene.

Den japanske filosofien om total kvalitet har i mellomtiden slått igjennom også i vår del av verden. Den retter kvalitetskrav til alle prosesser og strukturer i bedriften, ikke bare til sluttproduktet. I dagens skarpe konkurranse blir sammenhengen mellom kvalitet og økonomi stadig klarere. Feil koster, ikke bare i kroner og øre, men fører også til tapt tillit i markedet. Det må derfor skapes kvalitetssikringssystemer som sikrer mot feil i alle ledd av produksjonen.

Tanken om total kvalitet omfatter også alle som arbeider i bedriften. Uten motivasjon og engasjement hos alle ansatte vil ikke bedriften kunne nå sine kvalitetsmål. Her må ledelsen gå foran som pådrivere i prosessen. I tillegg må det drives en kontinuerlig kvalitetsforbedring som tar sikte på å redusere prosessvariasjoner.

12.1.2 Byggeforskrift 1997

Produksjon av varer og tjenester uten noen form for kvalitetskontroll er en sløsing vi ikke kan tillate oss. I 1997 ble avvikskostnadene innen den norske byggebransjen, dvs. kostnader som skyldes feil og dårlig kvalitet, gjerne kamuflert som 'budsjettoverskridelser', anslått til 4 milliarder kroner årlig. Tallene bygger på NBI-rapport 163/1994 der kostanden for skader utgjør 5 % av omsetningen.

Også myndighetene ser det som viktig å få ned dette skadeomfanget, og byggeforskriften fra 1997 stiller langt strengere krav enn tidligere til at de som utfører arbeidet, har de nødvendige kvalifikasjoner. Forskriften skal sikre kvalitet i alle ledd, og dermed at bygget blir som forutsatt. Selv om gjennomføringen av disse kvalitetssikringssystemene kan føre til en viss økning av de regulære byggekostnadene, vil det likevel være lønnsomt totalt sett, både for den enkelte byggherre og nasjonaløkonomisk.

12.1.3 Teknisk forskrift 1997 og nye godkjenningssystemer

Teknisk forskrift 1997, kap. 5, angir regler for produkter til byggverk. En takstol er i denne sammenheng et «produkt til byggverk», og forskriften angir at egenskapene skal kunne dokumenteres før produktet markedsføres. Forskriften stiller ikke krav om at en bedrift skal være med i en kontrollordning, men i praksis er det vanskelig å oppfylle kravene på annen måte.

Forskriften angir også nye godkjenningssystemer for produkter til byggverk, men det vil ta tid før dette er fullt ut gjennomført. For takstoler angir den at dokumentasjon av egenskapene skal foreligge i form av sertifisering. Sertifisering innebærer at et sertifiseringsorgan dokumenterer at produktet er i overensstemmelse med og oppfyller kravene i en gitt produktstandard. For takstoler er dette NS-EN 1059. Produkter som er underlagt kontroll og sertifisering, kan merkes med det europeiske godkjenningssmerket, CE-merket.

Sertifiseringsorganet vil normalt engasjere et kontrollorgan til å foreta nødvendige kontroller. For takstoler vil kontrollorganet også i nærmeste fremtid være Takstolkontrollen (→ fig. 11.2) der regler for intern og ekstern kontroll i hovedsak allerede er tilpasset det nye regelverket. I praksis vil derfor omleggingen til et sertifiseringssystem innebære små endringer for den enkelte takstolprodusent.

I *teknisk forskrift 1997* er det tatt hensyn til at overgangen til sertifisering vil ta tid. Det er derfor angitt at de eksisterende kontrollordningene innvilget videre aksepteres og at deres vurderinger gjelder som dokumentasjon av produktenes egenskaper. Takstolkontrollen aksepteres derfor som tidligere.

12.2 Takstolkontrollen

Takstolkontrollen er en frivillig kontrollordning som ble etablert i 1969. Kontrollordningen har som formål å sikre at produksjonen skjer under betryggende forhold i overensstemmelse med gjeldende forskrifter, normer og bestemmelser. I likhet med flere andre, frivillige kontrollordninger var denne også knyttet til det offentlige ved at Statens Bygningsteknisk Etat (BE) oppnevnte en representant til styret. Som følge av etableringen av europeiske godkjenningssystemer er dette opphørt for samtlige kontrollordninger.

Takstolkontrollen ledes i dag av et kontrollutvalg bestående av fire personer. Én er oppnevnt av Norges byggforskningsinstitutt, én av Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, én av Rådgivende Ingeniørers Forening og én av takstolprodusentene. Sekretariatet er Norsk Treteknisk Institutt.

12.2.1 Kontrollsystemer

Takstolkontrollen gir regler for kontroll og dokumentasjon av selve produktet. Kontrollen skal sikre at produktet oppfyller både standardens og kontrollordningens krav. For produsenten er det i tillegg nødvendig å oppfylle en rekke krav og ønsker ut over det rent tekniske. Dette omfatter for eksempel så opplagte ting som at kunden får takstolene leverert på riktig sted til riktig tid. Takstolprodusenten må derfor ha størst mulig kontroll over alle prosesser som har betydning for produksjon og levering, ikke bare selve produksjonsprosessen i bedriften.

For at produktene skal få riktig kvalitet og kunne leveres til avtalt tidspunkt, er takstolprodusenten helt avhengig av en rekke produkter og tjenester som andre leverer til *ham*: trelastleverandører, spikerplateleverandører, konsulenter, maskinleverandører osv. Ved utvalget av disse underleverandørene bør produsenten ikke bare vurdere priser, men også leverandørenes rutiner for kvalitetssikring og generelle pålitelighet, for på den måten å minimalisere eventuelle «avvikskostnader», som forsinkelser, feil osv.

Dette knytter direkte an til kvalitetstankegangen, fordi forsinkelser, feil eller mangler fra en underleverandør kan påføre takstolprodusenten både kostnader og problemer. Det kan også påvirke kvaliteten på takstolene umiddelbart ved at mindre gode løsninger (nødløsninger) må velges. Stort arbeidspress for å ta igjen forsinkelser kan også ofte føre til feil.

Hver enkelt bedrift bør for egen del ha en helhetlig og bevisst kvalitetsfilosofi der Takstolkontrollens regler, rutiner og skjemaer inngår som hjelpemidler i kvalitetsprosessen.

12.2.2 Tilslutning til Takstolkontrollen

Bedrifter som ønsker å bli medlem av Takstolkontrollen, søker om tilslutning på eget skjema. Søknaden skal inneholde beskrivelse av fabrikk, opplysninger om maskiner og produksjonslokaler, samt navn og kvalifikasjoner til den som er ansvarlig for produksjonen. Dersom bedriften har

egen sortering av trelast, må den ansvarlige for sorteringen ha nødvendig kompetanse.

Hvis bedriften har eget beregningskontor, må den som dimensjonerer konstruksjonene oppfylle byggeforskriftens krav til utdanning og praksis. Vedkommende må være godkjent av Statens Bygningstekniske Etat for «prosjektering av prefabrikerte takstoler med spikerplater». Bedriften skal ha rutiner for prosjektering og prosjekteringskontroll slik at kravene i NS 3470 – *Prosjektering av trekonstruksjoner* oppfylles. I tillegg må dataprogrammer som benyttes, være akseptert av Takstolkontrollen.

Det foretas så et avtalt første gangs kontrollbesøk ved bedriften, der blant annet rutiner for Takstolkontrollens internkontroll (egenkontroll) gjennomgås, og kvaliteten på produksjonen vurderes. Eventuelle feil eller mangler som registreres, må rettes. Før bedriften får medlemskap, foretas et nytt uanmeldt kontrollbesøk. Er produksjon og rutiner da i orden, blir medlemskapet innvilget.

12.2.3 Ekstern kontroll

Takstolkontrollen foretar minst ett uanmeldt kontrollbesøk årlig. Som følge av ny takstolstandard vil dette sannsynligvis bli økt til to. Ved besøkene kontrolleres først at beregningssystemer og beregninger er i orden, og at det interne kontrollsystemet fungerer som forutsatt. Videre foretas en detaljert kontroll av ferdige produkter, vanligvis fra tre forskjellige serier. Det er innarbeidede rutiner og egne skjemaer til bruk ved denne kontrollen.

Registrerer kontrolløren feil, blir dette påtalt. Er feilen alvorlig, pålegges bedriften å utbedre konstruksjonene, eventuelt å vrake dem. Alvorlige feil vil resultere i ekstrakontroller for å påse at bedriften retter opp de påtalte kvalitetsmanglene. Bedrifter som ikke følger opp Takstolkontrollens påbud om utbedringer, mister retten til medlemskap.

12.2.4 Intern kontroll (egenkontroll)

Den interne kontrollen, altså bedriftens egenkontroll, skal kontinuerlig sikre og dokumentere kvaliteten. Hovedoppgaven til Takstolkontrollen er å påse at den interne kontrollen fungerer som retningslinjene tilsier.

Tidligere utformet hver bedrift sine egne kontrollrutiner, men dette viste seg å fungere dårlig i praksis. Takstolkontrollen innførte derfor en fast kontrollprosedyre med tilhørende kontrollskje-



Takstolkontrollen – kontrollskjema I

Mai 1993

LØPENDE PRODUKSJONSKONTROLL

Dato: _____

Produksjonsnummer/kunde: _____

Arbeidstegning (plot) nr: _____ Takstol type: _____

Kontroll av første takstol i serien og kontroll av materialer som skal benyttes:

	Riktig	Feil	Krav – se også Takstolkontrollens regler
Trelast:			
Kvalitet	☐	☐	Som angitt i arbeidstegning.
Fukttinnhold	☐	☐	Mindre enn 20 %
Dimensjon	☐	☐	Som angitt i arbeidstegn. Toleranser trelast +/- 1 mm
Tilpasning knutepunkt	☐	☐	Tett (ren strekkforbindelse maks. 2 mm åpning)
Tykkelsesforskjell knutepunkt	☐	☐	Mindre enn 1 mm
Spikerplater:			
Type	☐	☐	Som angitt i arbeidstegning
Størrelse: bredde	☐	☐	Som angitt i arbeidstegning. B minst som angitt*
lengde	☐	☐	Som angitt i arbeidstegning. L minst som angitt*
Plasseringsmål	☐	☐	Som angitt i arbeidstegning. Avvik maks. 5 mm
Platevinkel	☐	☐	Som angitt i arbeidstegning
Innpressing	☐	☐	God kontakt spikerpl./tre. Plate må ikke skades
<i>*Spikerplatene på begge sider av takstolen skal være like store.</i>			
Sprekkdannelser i stavender	☐	☐	Spikerplatene må ikke forårsake sprekker
Toleranser (mål) takstol	☐	☐	Ytre mål inntil 10 m: maks. 10 mm. Deretter 1 mm per m. Maks. avvik mellom takstolene innen en serie: 10 mm

Når samtlige kontrollerte punkter er riktige, kan produksjonen igangsettes.

Sluttkontroll:

- Det er kontrollert at samtlige takstoler i serien er riktige.
- Avstivninger og opplegg er merket.
- Takstolene tildekkes og lagres forskriftsmessig.

Produksjonsserien er godkjent:

(sign.)

produksjonsansvarlig (formann)

Ikke godkjent (utbedring, vraking):

Figur 12.2 Kontrollskjema I. Løpende produksjonskontroll.



Takstolkontrollen – kontrollskjema II

Mai 1993

OVERVÅKENDE INTERNKONTROLL

Dato: _____

Produksjonsnummer/kunde: _____

Beregning nr.: _____ Takstol type: _____

	Riktig	Feil	Utbedring, tiltak
Beregninger	☐	☐	
Arbeidstegninger (plot)	☐	☐	
Trelast:			
Kvalitet	☐	☐	
Fuktinnhold	☐	☐	
Dimensjon	☐	☐	
Tilpasning knutepunkt	☐	☐	
Tykkelsesforskjell knutepunkt	☐	☐	
Spikerplater:			
Type	☐	☐	
Størrelse: bredde	☐	☐	
lengde	☐	☐	
Plasseringsmål	☐	☐	
Platevinkel	☐	☐	
Innpressing	☐	☐	
Sprekkdannelser i stavender	☐	☐	
Toleranser (mål) takstol	☐	☐	
Merking:			
Stempel	☐	☐	
Avstivninger	☐	☐	
Oppleggssoner	☐	☐	
Lagring takstoler	☐	☐	
Håndtering, transport	☐	☐	
Monteringsbeskrivelse	☐	☐	

Andre registrerte feil:

(sign.)

kontrollør

Figur 12.3 Takstolkontrollskjema II. Overvåkende internkontroll.

maer. Disse hjelpemidlene bør betraktes som et internt supplement i kvalitetsarbeidet og må selv sagt tilpasses bedriftens hovedsystem for kvalitetssikring.

12.2.4.1 Løpende produksjonskontroll

For å forenkle den løpende kontrollen er krav, toleranser og maksimalt tillatte avvik angitt på kontrollskjemaet. Kontrollen foretas av den som har produksjonsansvaret, vanligvis formannen.

Den første takstolen i en ny serie kontrolleres for å stoppe eventuelle feil tidligst mulig. Takstolkontrollens kontrollskjema I *Løpende produksjonskontroll* benyttes. Registreres feil, må dette rettes før videre produksjon igangsettes. Om nødvendig kontaktes hovedansvarlig. Når eventuelle feil er rettet, igangsettes produksjonen, og samtlige takstoler kontrolleres visuelt fortløpende for å sikre at de er riktige (identiske med den første riktige takstol). Formannen signerer på kontrollskjemaet når serien er ferdig og godkjent.

12.2.4.2 Overvåkende internkontroll

Hensikten med den overvåkende internkontrollen er å sikre mot systematiske feil. En person som gjør en systematisk feil, vil ha vanskelig for å oppdage det og fortsette i den tro at han gjør ting riktig. En person som til daglig ikke står i produksjonen, skal derfor foreta denne kontrollen, vanligvis den hovedansvarlige for takstolproduksjonen. Kontrollen skal i utgangspunktet foretas minimum én gang pr. uke. For bedrifter med jevnt høy kvalitet kan Takstolkontrollen tillate at hyppigheten reduseres til minimum én kontroll per måned.

12.2.4.3 Konstruksjoner i pålitelighetsklasse 3, utvidet kontroll

Pålitelighetsklasse og kontrollklasse er angitt i prosjekteringsgrunnlaget. I tillegg til den vanlige produksjonskontrollen skal samtlige konstruksjoner i pålitelighetsklasse 3, utvidet kontroll, kontrolleres av en kompetent uavhengig person. Det vises til NS 3470 pkt. 7.2. Det skal også dokumenteres at det er avtalt med vedkommende myndighet om det skal foretas spesielle kontrolltiltak ut over det ovennevnte.

Konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4 er normalt uaktuelle for trekonstruksjoner.

Registreres feil ved internkontrollen, må dette umiddelbart utløse tiltak, både for å rette feilene i de aktuelle konstruksjonene og for å sikre at feilene ikke gjentas i den videre produksjonen.

12.3 Prøving av konstruksjoner

Med prøving av konstruksjoner forstås normalt at ferdige konstruksjoner, eksempelvis hele takstoler, prøves. Men prøvingen kan også omfatte mindre sammensatte deler av en konstruksjon.

12.3.1 Fullskalaprøving

Tidlig i takstolenes historie var fullskalaprøving viktig både for å vurdere bæreevne av konstruksjonen og for å prøve ut forskjellige beregningsmodeller.



Figur 12.4 Fullskalaprøving av takstol.

En stadig utvikling av statiske modeller og beregningsprogrammer gjør etter hvert at det er mindre behov for fullskalaprøving som dokumentasjon av mer tradisjonelle konstruksjoners bæreevne.

For spesielle konstruksjoner er imidlertid fullskalaprøving fortsatt aktuell. Det kan for eksempel dreie seg om konstruksjoner der trevirket er kombinert med andre materialer. I slike tilfeller kan det være viktig ikke bare å bestemme styrke, men også deformasjoner.

Ved en fullskalaprøving er det vanligste å prøve enkelttakstoler i en spesiell testjigg som har sideveis avstivning av takstolens trykkstaver. Lastpåføringen kan skje ved hydraulisk anordning, og oppleggsreaksjonene kan måles ved hjelp av lastceller plassert i takstolens oppleggspunkter.

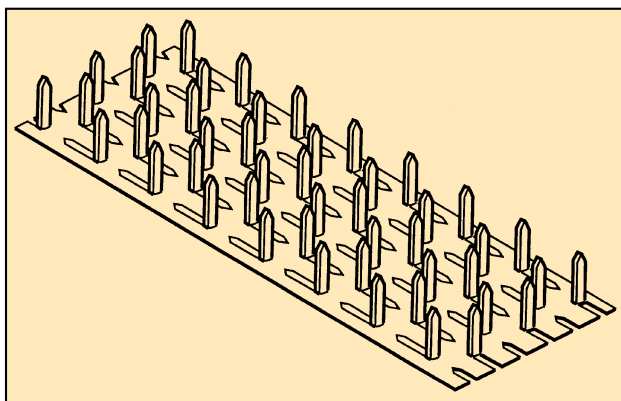
Ved testing av konstruksjoner og mindre konstruksjonsdeler må det vurderes hvilke prøve-regler som er hensiktsmessige, det finnes blant annet europeiske standarder. Prøvere-reglene som er gitt i NTI Teknisk småskrift nr. 24 *Mekaniske treforbindelsesmidler* kan også være aktuelle.

12.4 Prøving av spikerplater

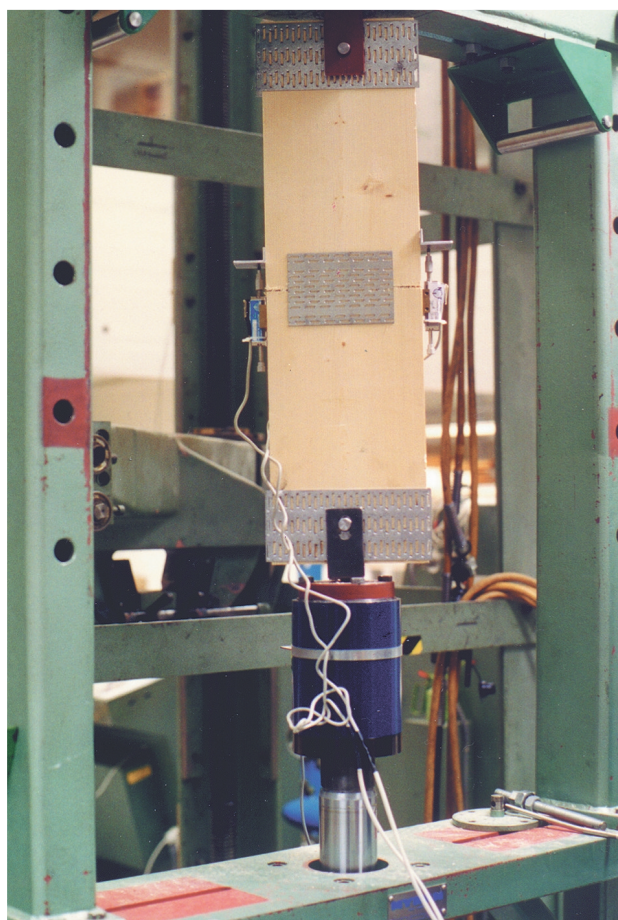
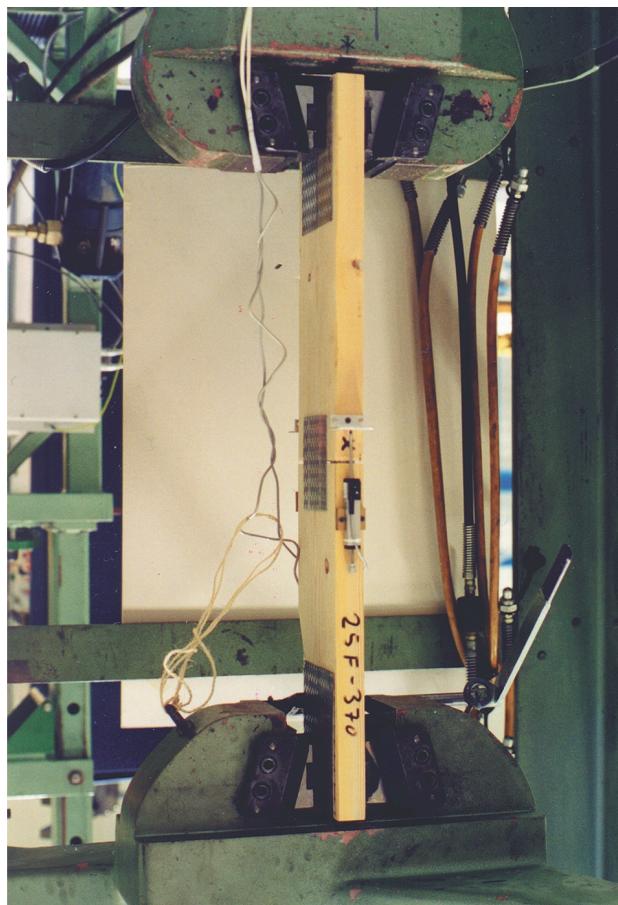
En spikerplate er en plan stålplate med utstansede tenner. Som forbindelsesmiddel fungerer spikerplaten både som lask og spiker. Tennene presses inn i trevirket med hydrauliske presser eller valser.

Kapasiteten bestemmes dermed i prinsippet av to faktorer: forankringen av tennene i trevirket og stålstyrken i den utenpåliggende stålplaten.

Produsentene har siden starten prøvd forskjellige utforminger av spikerplatene. Utviklingen har imidlertid gått mot stadig likere plater. I dag er følgende definisjon av en spikerplate gitt i Europeisk Standard EN 1075 *Timber structures – Joints made of punched metal plate fasteners*: «En spikerplate er et forbindelsesmiddel laget av metallplate med tykkelse mellom 0,9 og 2,5 mm med tenner stanset ut i én retning og bøyd vinkelrett på metallplaten. Spikerplaten brukes til å forbinde to eller flere tredeler med samme tykkelse og i samme plan». De dimensjoneringsreglene som benyttes, både i NS 3470 og Norsk Standard NS-ENV 1995-1-1 *Prosjektering av trekonstruksjoner*, forutsetter spikerplater som oppfyller denne definisjonen.



Figur 12.5 Typisk spikerplate. Tennene er stanset ut i samme retning.



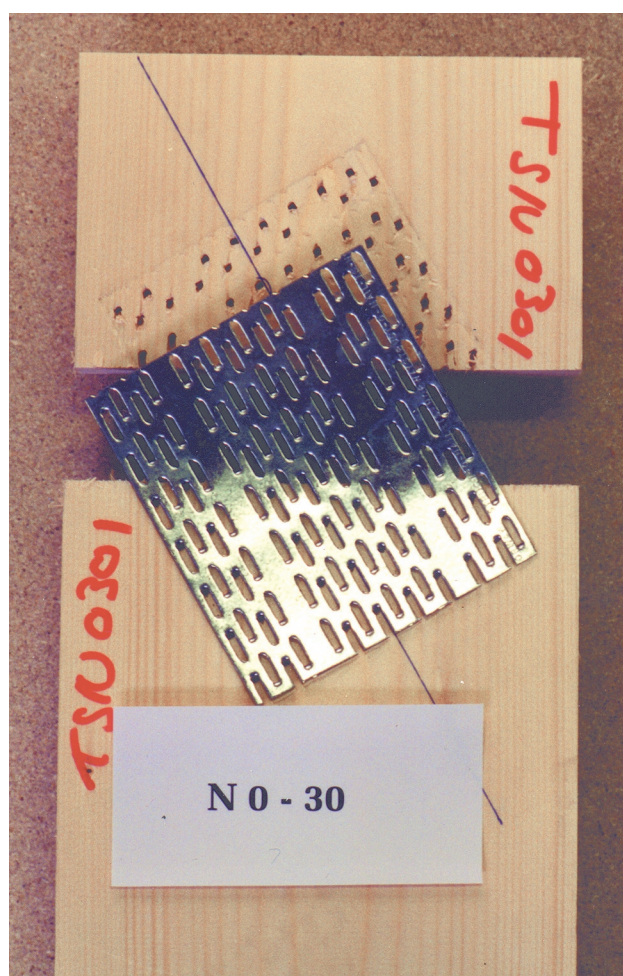
Figur 12.6 Testing av spikerplateforbindelse.

Spikerplatenes kapasitet må bestemmes gjennom tester for hver enkelt platetype. I dag benyttes følgende som grunnlag: Europeisk Standard EN 1075 *Timber structures – Joints made of punched metal plate fasteners*.

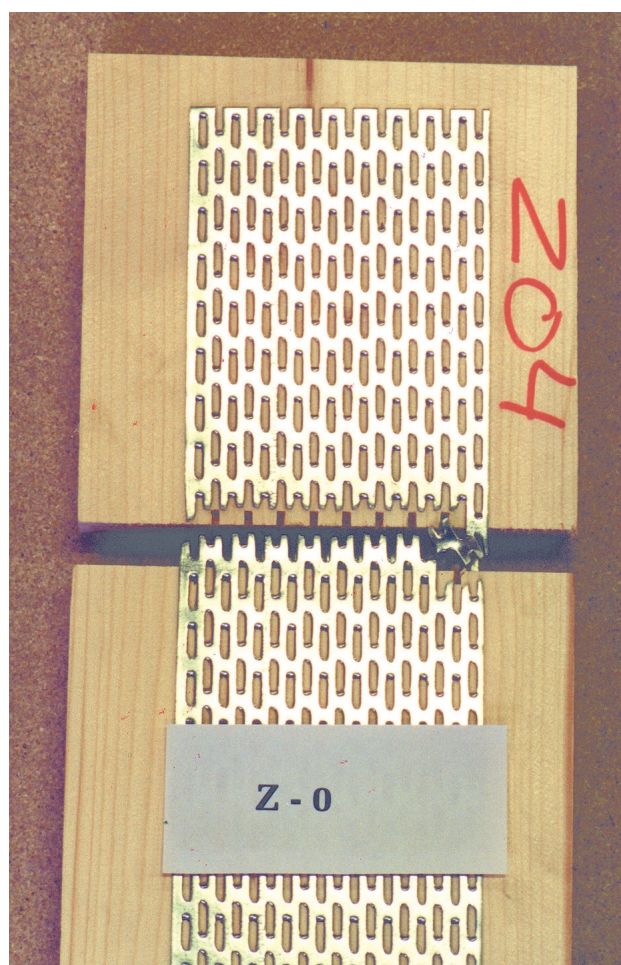
12.5 Godkjenning av spikerplater

Byggeforskriftene angir godkjenningssystemer for produkter til byggverk. For spikerplater skal dokumentasjon av egenskapene foreligge i form av såkalt teknisk godkjenning. Teknisk godkjenning er en del av det europeiske godkjenningssystemet.

Når den europeiske harmoniseringen av standarder og regler er gjennomført, vil en europeisk teknisk godkjenning gjelde i de fleste europeiske land inklusive Norge. Frem til dette tidspunktet vil nasjonale tekniske godkjenninger gjelde. I Norge har Statens Bygningstekniske Etat (BE) utpekt Norges byggforskningsinstitutt (NBI) til å forestå teknisk godkjenning av produkter til byggverk.



Figur 12.7 Tennene har sluppet taket i trevirket. Forankringskapasiteten er overskredet.



Figur 12.8 Her har det oppstått brudd i stålet.



Figur 12.9 Typisk brudd når platen utsettes for skjærkraft.

En teknisk godkjenning for spikerplater må baseres på tester utført av et laboratorium som er akkreditert for denne type testing. I Norge akkrediteres prøvelaboratorier av Norsk Akkreditering (NA), som er en avdeling i Justervesenet. Norsk Treteknisk Institutt er hittil det eneste laboratoriet i Norge som er akkreditert for testing av spikerplater.

12.6 Produksjonskontroll av spikerplater

I en teknisk godkjenning vil det normalt være forutsatt at spikerplatene er underlagt intern og ekstern produksjonskontroll. Beskrivelse av kontrollen vil være gitt i godkjenningen. Produsenten av spikerplater må dermed sørge for at det foretas

systematisk produksjonskontroll av platene samt kontroll av produksjonsutstyret.

I tillegg vil et eksternt kontrollorgan normalt to ganger årlig ta ut spikerplater og stålprøver for kontroll på eget laboratorium. Denne kontrollen omfatter da tannform, tanngemetri, stålqualität, ståltykkelse og tykkelse på sinkbelegget. Spikerplatens tenner skal også tåle et visst antall bøyninger i tannroten før det oppstår brudd. På det norske markedet brukes i dag hovedsakelig plater produsert i Sverige, hvor den eksterne produksjonskontroll utføres av Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut.

Karakteristiske kapasiteter for de godkjente spikerplatene på det norske markedet er gitt i *Teknisk Godkjenning* og i NTI *Teknisk småskrift* nr. 24.

