



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R105 :1990

**Kvalitetskrav på byggnads-
virke**

Germund Johansson

Robert Kliger

Mikael Perstorper

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400135508

Byggforskningsrådet

R105:1990

KVALITETSKRAV PÅ BYGGNADSVIRKE

Germund Johansson
Robert Kliger
Mikael Perstorper

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 870601-4
från Statens råd för byggnadsforskning till SLU, Virkes-
lära, Kemi och molekylärbiologi, Uppsala.

REFERAT

Rapporten behandlar krav på byggnadsvirke. Bakgrunden till studien är den nuvarande bristande samordningen mellan producent och konsument. Signaler från slutanvändarna om kvalitetsförsämringar har blockerats på vägen och aldrig nått producentledet. Råvaruproducenterna har varit inställda på att producera största möjliga virkesvolym utan hänsyn till kvalitet. En intervjuundersökning med olika slutanvändare och aktörer i kedjan såg - bygg har utgjort utgångspunkten för studien.

Syftet har varit att formulera slutanvändarens önskemål i termer, som ger producenten möjlighet att kontrollera och verifiera produkternas kvalitet. I arbetet har både uttalade och outtalade krav på olika produkter sammanställts.

Undersökningsresultaten sammanfattas i tabeller med preciserade önskemål/krav på bland annat mått, form och fukt. Flera av de uppställda kraven är sådana som inte finns i de sorteringsregler som används idag. I framtiden bör byggnadsentreprenörer (slutanvändarna) och sågverk (producenterna) kunna ge synpunkter på de föreslagna kravspecifikationerna. Bland annat borde val och nivå på enskilda parametrar kontrolleras.

I Bygghörsningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R105:1990

ISBN 91-540-5294-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

gotab Stockholm 1990

INNEHÅLL	Sid
Förord	
1. INLEDNING	1
1.1 Bakgrund och syfte	1
1.2 Metodik	2
1.3 Avgränsningar	5
2. KVALITETSBEGREPP	7
3. UNDERSÖKNINGAR	11
3.1 Allmänt	11
3.2 Kvalitetsbegreppet	11
3.3 Leveranskontroll	11
3.4 Formfel	12
3.4.1 Måttavvikelser	12
3.4.2 Deformationer	13
3.5 Spill	14
3.6 Utvecklingen	15
4. SORTERINGSREGLER	16
EXISTERANDE OCH FÖRSLAG TILL FRAMTIDA REGLER	
4.1 Allmänt	16
4.2 Sortering av sågat virke	17
4.3 Hållfasthetssortering	18
4.4 Förslag till nya sorteringsregler och måttssystem	20
4.4.1 Eurograding	20
4.4.2 7 system och standardträ - ett förslag	21
5. KRAVSPECIFIKATION	23
5.1 Allmänt	23
5.2 Indelning i intressenter	23
5.2.1 Normer och föreskrifter	23
5.2.2 Byggherren	24
5.2.3 Entreprenör	24

5.2.4	Tillverkare av sammansatta element	24
5.2.5	Leverantör av virkesprodukter	24
5.3	Indelning i kravkategorier	25
5.3.1	Säkerhetsmässigt motiverade (tvingande) krav	25
5.3.2	Funktionsmässigt motiverade krav	25
5.3.3	Önskvärda egenskaper	25
5.3.4	Ej relevanta egenskaper	26
6.	BYGGNADSEDELAR	28
6.1	Vägg	28
6.2	Bjälklag	31
6.3	Yttertak	32
7.	VÄGG	34
7.1	Byggnadsdel	34
7.1.1	Säkerhetsmässigt motiverade krav	34
7.1.2	Funktionsmässigt motiverade krav	34
7.1.3	Önskvärda egenskaper	35
7.1.4	Ej relevanta egenskaper	35
7.2	Väggregel	35
7.2.1	Säkerhetsmässigt motiverade krav	36
7.2.2	Funktionsmässigt motiverade krav	36
7.2.3	Önskvärda egenskaper	47
7.2.4	Ej relevanta egenskaper	47
8.	BJÄLKLAG	49
8.1	Byggnadsdel	49
8.1.1	Säkerhetsmässiga krav	49
8.1.2	Funktionsmässiga krav	49
8.1.3	Önskvärda egenskaper	50
8.1.4	Ej relevanta egenskaper	51
8.2	Bjälklagsbalk	51
8.2.1	Säkerhetsmässigt motiverade krav	51
8.2.2	Funktionsmässigt motiverade krav	51
8.2.3	Önskvärda egenskaper	57
8.2.4	Ej relevanta egenskaper	57

9. YTTERTAK	59
9.1 Byggnadsdel	59
9.1.1 Säkerhetsmässigt motiverade krav	59
9.1.2 Funktionsmässigt motiverade krav	59
9.1.3 Önskvärda egenskaper	60
9.1.4 Ej relevanta egenskaper	60
9.2 Takstol - takstolsvirke	60
9.2.1 Säkerhetsmässigt motiverade krav	60
9.2.2 Funktionsmässigt motiverade krav	60
10. LIMTRÄ - LIMTRÄLAMELLER	65
10.1 Limträ	65
10.1.1 Säkerhetsmässigt motiverade krav	65
10.1.2 Funktionsmässigt motiverade krav	65
10.1.3 Önskvärda egenskaper	66
10.1.4 Ej relevanta egenskaper	66
10.2 Limträlameller	66
10.2.1 Säkerhetsmässigt motiverade krav	66
10.2.2 Funktionsmässigt motiverade krav	67
11. EGENSKAPSUPPDELNING	72
11.1 Allmänt	72
11.2 Styvhet och hållfasthet	72
11.3 Mått	72
11.4 Form	78
11.5 Fuktinnehåll	87
11.6 Övriga egenskaper	90
12. SAMMANFATTNING	92
13 LITTERATUR	94
APPENDIX	

Förord

Arbetet ingår som ett delarbete i ett större projekt, "Framtida kvalitetskrav på trä och träråvara" som genomförs som ett samarbetsprojekt mellan Sveriges Lantbruksuniversitet, Träteknik och avdelningen för Stål- och Träbyggnad vid Chalmers Tekniska Högskola. Projektet är samfinansierat av Skogs- och Jordbrukets Forskningsråd (SJFR), Statens Råd för Byggnadsforskning (BFR), Träteknik, Chalmers och av Sveriges Lantbruksuniversitetet (SLU). Vidare har detta arbete diskuterats i en referensgrupp bestående av representanter från övriga delprojekt samt av representanter från skogen, sågverken och byggnadsbranschen.

Det redovisade arbetet avslutas med ett antal förslag på kravspecifikationer på olika virkesprodukter. Tyvärr har vi inte lyckats hitta mätningar av hur det producerade virket verkligen ser ut efter torkning. Det har därför heller inte varit möjligt att bedöma hur stor del av den sågade varan som kan förväntas uppfylla ställda krav. I framtiden bör byggentreprenörer (slutanvändarna) och sågverk (producenterna) kunna ge synpunkter på de föreslagna kravspecifikationerna. Bland annat borde val av och nivå på enskilda parametrar kontrolleras. Det långsiktiga målet bör vara ett kvalitetssystem som både produktkontrollerar och kvalitetssäkrar virke.

Arbetet har utförts gemensamt av undertecknade Germund Johansson, Robert Kliger och Mikael Perstorper vid Chalmers Tekniska Högskola. Till alla som hjälpt till vill vi framföra vårt varma tack.

Göteborg i september 1990

Germund Johansson
Universitetslektor,
projektledare

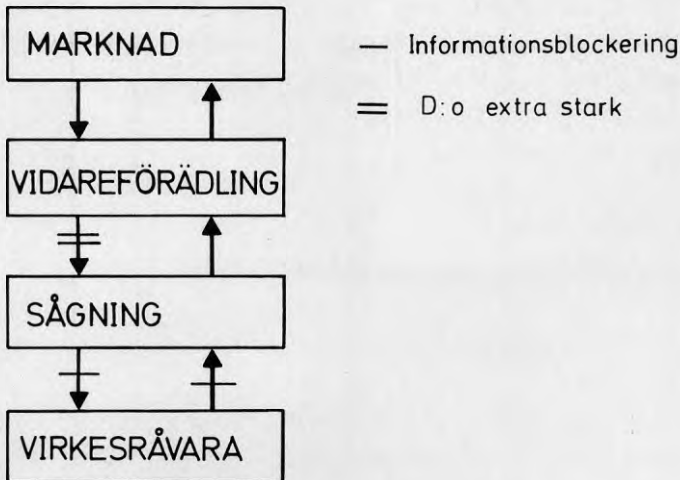
Robert Kliger
Tekn lic

Mikael Perstorper
Civ ing

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund och syfte

Detta arbete ingår som en del i ett större projekt, "Framtida krav på virkesråvaran", som behandlar de olika leden i kedjan skog - såg - marknad, där "marknad" representeras av byggnadsbranschen, det vill säga slutanvändarna av sågade trävaror. Bakgrunden är den nuvarande bristande samordningen mellan producent och konsument. Signaler från slutanvändarna om kvalitetsförsämringar har, mer eller mindre medvetet, blockerats på vägen och aldrig nått producentledet. Detta illustreras i figur 1.1, hämtad ur rapporten "Integrationsmöjligheter i kedjan Skog - såg - marknad [19]. Ett av skälen till den bristande kommunikationen är att råvaruproducenterna varit inställda på att producera maximalt möjlig volym virke utan någon större hänsyn tagen till kvaliteten och egenskaperna hos den producerade volymen. Volymtänkandet har genomsyrat skogsskötselarbetet under en lång följd av år. Det är svårt att påverka råvarukvaliteten och arbetet är mycket långsiktigt. Åtgärder som vidtas i dag får kanske inte effekt förrän om mer än 50 år.



Figur 1.1 Informationsflöden i kedjan Skog - Såg - Marknad [19].

Denna rapport behandlar byggnadsvirke. Slutanvändarna av sågade (och ev hyvlade) träprodukter har delats in i två grupper, dels byggnadsindustrin, dels snickeriindustrin. Kraven på snickerivirke kommer att redovisas inom ett annat delprojekt som leds av Träteknik.

Inom begreppet byggnadsvirke behandlas i det föreliggande arbetet lastbärande komponenter såsom golvbjälkar, väggreglar, takstolar och takstolsvirke samt limträ och limträlameller.

Arbetet avser att systematisera och sammanställa både uttalade och outtalade krav på de olika produkterna. Många användare vet inte vad man vill ha och vad värre är - man vet inte heller alltid vad man inte vill ha. Det vi försökt få fram är de framtida kraven, de krav som måste ställas på ingående komponenter för att slutprodukten skall tillfredsställa användaren. Kraven formuleras utgående från byggnadsbranschens önskemål. De föreslagna kraven på slutprodukten syftar till att man på ett mera nyanserat sätt skall kunna ställa krav på de komponenter som levereras från sågverk och hyvlerier. I förlängningen skall sågverken kunna ställa relevanta krav på stockens egenskaper.

De krav som ställs skall vara väldefinierade och mätbara. Kraven får inte heller innehålla substitutionsparametrar, det vill säga parametrar som i sig är ganska ointressanta men som antas påverka andra egenskaper. Om det är hög hållfasthet som eftersträvas är exempelvis timmerdiametern eller densiteten substitutionsparametrar. Idag är användning av substitutionsparametrar mycket vanligt förekommande vid sortering av virke.

1.2 Metodik

Både personliga intervjuer och frågeformulär har använts.

Vi startade med att intervjua ett antal företag: närmare bestämt ett sågverk, två byggnadsentreprenörer, en byggnadskonsult, tre tillverkare av färdiga trähus och en byggmaterialhandlare. Företagen valdes ut på ett sådant sätt att vi kontaktade enbart företag som vi bedömde kunna ge oss information om trä och träbyggande.

Efter denna första intervjugenomgång bearbetade vi materialet och utarbetade ett frågeformulär som sändes ut till cirka 50 företag inom byggbranschen. Frågeformuläret redovisas i appendix. De första intervjuerna visade att kunskapen om trä och träanvändning i allmänhet var mycket dålig - i vissa fall var den i det närmaste obefintlig. Däremot trodde man många gånger att man visste hur trä fungerade och varför. Många utbredda missuppfattningar fanns representerade i intervjusvaren. Med anledning av de intervjusvar som vi fick gjordes frågeformuläret enkelt. Det är möjligt att de tämligen enkla frågorna avskräckte företagen från att svara. Vi fick bara in 12 svar (svarsfrekvens 25%). En utvärdering av enkätsvaren gav inte heller speciellt mycket information. På de flesta frågor lämnades lika många ja-svar som nej-svar. Få lämnade svar med kommentarer.

Den första intervjuomgången visade hur viktigt det var att i den fortsatta undersökningen söka upp intresserade företag och personer i stället för att göra någon form av slumpmässigt urval. Vid den fortsatta undersökningen valde vi medvetet ut företag som vi hoppades skulle kunna lämna ett positivt bidrag till undersökningen.

Av praktiska skäl har intervjuer skett enbart med företag i södra Sverige, belägna på högst 300 km avstånd från Göteborg. De kontaktade företagen ställde välvilligt upp. Inte i något fall fick vi nekande svar på vår förfrågan. Företagen ställde i allmänhet upp med två eller flera personer och för varje företagsintervju avsatte vi cirka en halv dag. Intervjuerna var i allmänhet två eller tre personer. Endast i undantagsfall var det en ensam intervjuare. I tabell 2.1 redovisas företagsgrupper och antal företag i varje grupp som intervjuats. Förutom de i tabellen angivna företagen har ett stort antal underhandskontakter tagits framför allt med byggnadsentreprenörer och konsulterande byggnadsingenjörer.

Bland byggnadsentreprenörerna har vi valt både stora, medelstora och små företag. Fördelningen mellan stora, medelstora och små företag var

Stora byggnadsentreprenörer	5 st
Små och medelstora byggnadsentreprenörer	3 st

Tabell 2.1 Intervjuade företagsgrupper

Intervjuade företagsgrupper	Antal företag per grupp
Sågverk	2
Trähustillverkare*)	3
Byggnadsentreprenörer	8
Byggnadsingenjörer, konsulter	4
Byggmaterielltillverkare/handlare	5

*) Vissa av trähustillverkarna hade även egna sågverk.

Om man får kontakt med personer tillräckligt nära produktionen är det ingen större skillnad mellan de olika företagsstorlekarna.

Vid intervjuerna användes inte bandspelare för att inte lägga någon hämsko på den eller de intervjuade. I stället fördes kontinuerliga anteckningar av samtliga intervjuare. Fördelen härmed är att det leder till ett friare sätt att yttra sig. Nackdelen är att man riskerar att gå miste om någon information samt att man inte alltid får med den exakta formuleringen. Andemeningen i ett yttrande kommer dock med. Efter intervjun gjordes en sammanställning av de synpunkter och frågor som behandlats varefter sammanställningen översändes till de inblandade personerna för godkännande och för undvikande av missförstånd. Endast i ett fall ville någon av de intervjuade komplettera eller ändra något i sammanställningen. I det aktuella fallet var det ett lite tillspetsat yttrande som mildrades.

Vid intervjuerna försökte vi undvika att ställa ledande frågor eller att provocera fram siffervärden för tillåtna gränser på olika accepterade felaktigheter. Direkta frågor av typen "Hur stor krokighet tillåter Ni?" gick sällan att få något bestämt svar på. I stället försökte vi ställa "lirkande" frågor om konkreta problem. Som exempel på frågetyper som vi använt kan nämnas:

Varför använder Ni trä där men inte där?

Varför använder Ni stålreglar i stället för trä?

Vad var anledningen till att Ni reklamerade det virkespartiet?

Efter intervjuerna har vi sökt dra ut kontentan av lämnad information och sedan systematisera svaren. Ett av de mest konkreta resultaten av intervjuerna var missnöje med skevt virke. "Krokigt virke" och "virke som slår sig" visade sig vara det allt överskuggande problemet. Vidare konstaterades att byggbranschen inte "kan trä". Man har mycket diffus uppfattning om de sorteringsregler som används inom sågverksindustrin.

De krav som redovisas bygger i stor utsträckning på resultaten från intervjuundersökningen. Jämförelser har gjorts med nu tillämpad praxis och standard. Vidare har krav på "färdig produkt" som väggar och golv återförts till väggreglar och golvbjälkar. Vi har räknat på olika alternativ och diskuterat rimligheten med utomstående branschfolk. Effekten av olika förslag har undersökts, jämförelse med krav på andra konkurrerande material har gjorts. Vissa krav har förkastats på grund av att de lett till orimliga effekter. En ur både producents och brukares synpunkt rimlig och realistisk kravnivå har eftersträvat.

Rimligheten i kraven har vi bland annat testat i den referensgrupp som varit kopplad till projektet. Merparten av de olika alternativ som prövats redovisas inte i denna rapport.

1.3 Avgränsningar

Vid val av produkter som närmare skulle undersökas ställde vi upp vissa urvalskriterier. Produkterna skulle

- vara vanligt förekommande,
- ha en lastbärande funktion samt
- ingå i permanenta konstruktioner.

Att välja vanligt förekommande produkter och användningsområden var viktigt för att inte stora tillämpningsområden skulle undantas från de framställda kraven. Därmed inte sagt att kraven kan uppfattas som heltäckande - det är de inte.

Den lastbärande funktionen var viktig för att inte ta med virke som används huvudsakligen till distanser eller till underlag att spika i. Vidare innebar kravet ett praktiskt sätt att göra avgränsningarna. I denna grupp ingår komponenter som höjbelastade balkar och normalkraftbelastade pelare (ex väggreglar).

Slutligen begränsades området till att enbart omfatta produkter ingående i den permanenta konstruktionen. Skälet härtill var bland annat att kraven måste ställas högre på material som skall byggas in än på material i tillfälliga konstruktioner.

Utgående från ovan angivna kriterier har vi valt att studera följande produkter:

Väggreglar, både till innervägg och yttervägg.

Bjälklagsbalkar (golvbjälkar), både över kryprum och mellan första och andra våning.

Fackverkstakstolar och takstolsvirke.

Limträ och limträlameller.

I begreppet byggnadsvirke ingår många olika produkter, bland annat formvirke för betonggjutning och ställningsvirke. Både formvirke och ställningsvirke ingår i tillfälliga konstruktioner. Speciellt vad gäller formvirke kan kraven sättas betydligt lägre än vad de kan för exempelvis väggreglar och golvbjälkar ingående i den permanenta konstruktionen.

Vissa invändningar kan kanske resas mot att innerväggsreglar tagits med eftersom dessa oftast ingår i icke bärande innerväggar. Vi ansåg dock att alla typer av väggreglar skulle tas med dels för att gränsdragningen annars skulle bli oegentlig i vissa fall, dels för att även en "icke bärande innervägg" skall kunna motstå viss lastinverkan. Däremot har mer utpräglade klädsel-funktioner inte medtagits, ingen typ av panelbräder ingår i kravspecifikationen.

Vid uppställning av kravspecifikationer är det helt ogörligt att komma någon vart utan att ange användningsområden. Att t ex ställa krav på en regel 50 x 100 mm² (2" x 4") utan hänsyn till dess användning leder ingen vart.

2. KVALITETSBEGREPP

"Kvalitet" är ett begrepp som många använder sig av, ofta utan att egentligen tänka närmare på vad det innebär. "Kvalitet" används ofta i betydelsen "rätt kvalitet".

Ordet kvalitet kan lätt missförstås. Man talar t ex om en viss stål- eller betongkvalitet när man egentligen menar materialets hållfasthetsklass. Likaså används uttryck som hög och låg kvalitet, fel och rätt kvalitet, kvalitetsprodukt och kvalitetskänsla, vilka alla är diffusa begrepp, om de inte relateras till något. Det man ofta vill beskriva med ordet kvalitet är egentligen tillfredsställande egenskaper.

Ordet kvalitet kan enligt ISO [15] definieras som

"Alla sammantagna egenskaper hos en produkt som ger dess förmåga att tillfredsställa uttalade eller underförstådda behov".

Med låg kvalitet menas att en produkt eller tjänst saknar vissa egenskaper som kunden förväntat sig. Kunden blir inte nöjd. Med hög kvalitet menas att kundens alla behov och förväntningar blir tillfredsställda. Kunden blir nöjd. I bästa fall upptäcker man även någon bra egenskap hos produkten som man inte hade förväntat sig. Kunden blir då positivt överraskad och upplever kvaliteten som mycket hög.

M Juran använder "Fitness for use" [15] och P P Crosby "Conformance to requirements" [15]. Jurans beskrivning är riktad mot kunden medan Crosbys beskrivning i första hand skall ses som en intern vägledare.

Inte någon av de ovannämnda beskrivningarna på kvalitet är direkt tillämpbara på kedjan skog - såg - bygg, eftersom de förutsätter kunskap om vilka egenskaper som är nödvändiga respektive önskvärda. Vid beskrivning av träkvalitet används ofta substitutionsparametrar. Man registrerar en egenskap och tror sig därvid få ett mått på en annan. Hur har exempelvis införandet av maskinell hållfasthetssortering påverkat kvaliteten hos slutprodukten? Erfarenheter visar att man får ett högre sorteringsutbyte vid sortering av virke från klen timmer än vid sortering av bräder sågade ur grov stock. Sorteringen görs utgående från styvhetsmätningar medan andra egenskaper ofta inte vägs in alls. Är detta rätt form av kvalitetstänkande?

Trä är ett byggnadsmaterial som i flera avseenden skiljer sig från stål och betong. När konstruktören har valt att använda en viss betongkvalitet tar betongtillverkaren fram rätt recept och gör den önskade kvaliteten. När konstruktören väljer stål med vissa egenskaper så tillverkar järnverket den önskade produkten - om den nu inte finns i lager. När det gäller trä får man ta det som blir - i motsats till vad som gäller stål och betong. Man får istället söka välja ut det som eventuellt skulle passa. På grund av skogens normalt långa omloppstid har man inte gjort några allvarigare försök att påverka kvaliteten i skogen, men här måste man tänka om. Dagens urvalsmetoder för virke skulle, omsatta till betongsidan, innebära att man gjuter ett antal betongbalkar "på gehör" och sedan bara använder dem som verkar bra.

Trækvalitet är i allmänhet "negativt formulerad" och har olika innebörd beroende på vilken bransch användaren representerar. När trækvalitet skall beskrivas nämner man de egenskaper som inte får finnas. Man talar om kvistfritt, ingen röta, ingen tjurved, inte krokigt, inte skevt; - inga felaktigheter med andra ord. Man talar mera sällan om de egenskaper som man önskar hos materialet. Byggnadsindustrin använder ofta "kvalitet" synonymt med "hög kvalitet" och menar med det avsaknad av sådana fel som inverkar negativt på slutprodukten eller förädlingsprocessen. Sågverksindustrin avser med "kvalitet" t ex kvistfri råvara med hög densitet, jämna årsringar, liten avsmalning, stor kärnvedsandel och rakfibrihet. Dock skiljer man för närvarande inte på dessa parametrar vid inköp av råvaran från skogen.

När man i skogligt sammanhang talar om att producera kvalitetsvirke menar man virke utan felaktigheter. Man utgår från felaktigheter och betraktar kvalitet som brist på sådana fel som inverkar negativt på slutprodukten. Om man känner till orsakerna till felaktigheterna kan man i viss utsträckning undvika att felaktigheter uppstår. Kvistförekomst och kvistgrovlek är det vanligaste kvalitetsfelet. Åtgärder som täta föryngringar [22] och stamkvistning kan användas för att förbättra kvaliteten. För att skogsbruket skall lockas att producera kvalitetsvirke måste det betalas bättre än ordinärt virke, eftersom kvalitetsproduktion i skogen troligen medför högre kostnader än skötsel inriktad på maximal volym.

Skogsskötseln har under en lång följd av år syftat till så hög volymproduktion som möjligt medan egenskaperna hos det som produceras varit mindre viktigt.

På samma sätt har sågverken köpt allt sågbart timmer som man kommit över - även om stockarna bättre lämpat sig för framställning av pappersmassa än för sågning. Sågverken har varit mycket dåliga på att ange vilken typ av råvara man vill ha och av vilken kvalitet. Men lika lite som man talat om för skogssidan vilken typ av timmer som man vill ha lika lite har man försökt ta reda på vilka virkesegenskaper som byggbranschen önskar.

Man har inom byggnadsindustrin tagit upp kvalitetstänkandet på ett sätt som var näst intill otänkbart för bara några år sedan ... med kontrollistor och kontrollplaner. Ändå kan man många gånger inte ställa mer nyanserade krav på komponenterna än "billigt och bra" - märk billigt i första hand. Kvalitetssäkring är egentligen inte något nytt - det nya är att det sker i ordnade former. Ändå hävdar man ibland att det är för dyrt att köpa perfekta bygghandlingar. Utförandefel och projekteringsfel svarar för c:a 40% vardera av kostnaden för att rätta till fel och misstag. Man kan ibland fråga sig om byggnadsindustrin är intresserad av kvalitet. Statens provningsanstalt har infört P-märkning av småhus för att småhusköparens kvalitetskrav skall tillgodoses. Härvid har man tillgripit så drastiska åtgärder som att förbjuda träanvändning i vissa tillämpningar istället för att ange egenskapskrav.

Olika typer av handböcker används som "verktyg för att säkra kvaliteten". Vad man då menar är att kvalitet är att göra "som man alltid gjort". Många handböcker är bra men det finns en klar tendens att de verkar konserverande av både bra och dålig teknik.

Inom skogs- och sågverkssektorn skiljer man på "kvalitetsvirke" och "annat virke". Med kvalitetsvirke menar man då kvistfritt furuvirke. Man uttrycker sig sedan på ett sådant sätt att läsaren/lyssnaren inte kan få annan uppfattning än att till byggnadskonstruktionsvirke duger i stort sett vad som helst. Som exempel härpå räcker några citat. ".....visserligen ville klassa gran som vuxit på åkermark för sig men ändå ansåg att virket duger till byggnadsvirke." [26]. "Konstruktionsvirke - i bästa fall." [25]. "Det duger inte ens till alla delar inom konstruktionsvirkessektorn." [21]. I SIND-rapporten [24] anges i sammanfattningen att Sverige har en högkvalitativ råvara. Ett antal rader längre ner på sidan anges "En annan viktig aspekt vid val av marknad är att undvika konstruktionsvirkes- och emballageområdet". Inne i rapporten anges på sidan 23: "En annan viktig aspekt vid valet av marknad är att undvika marknadssegment där den framtida konkurrensen förväntas bli hård. Viktiga

sådana marknadssegment är konstruktionsvirkes- och emballageområdet. Här bestäms prisbilden i hög grad av världsmarknadspriset. Dessa marknadsavsnitt kan givetvis inte helt undvikas eftersom delar av den sågade varan inte håller en kvalitet som kan användas till mer högvärdiga produkter."

3. INTERVJUUNDERSÖKNINGAR MED BYGGNADSENTREPRENÖRER

3.1 Allmänt

Man talar ofta i ganska svepande termer om virkeskvalitet utan att egentligen kunna definiera vad man menar. I allmänhet begränsas byggnadsentreprenörens begrepp "kvalitet" till formfel medan övriga egenskaper inte beaktas i någon större utsträckning. En genomgående uppfattning hos samtliga intervjuade entreprenörer är att man får det virke man betalar för. Ett pressat pris ger sämre virke, eller som en byggnadsentreprenör uttryckte det hela: "Man får inte det bästa till de lägsta priserna". Kvaliteten på levererat virke går dock att påverka genom att "klaga gång på gång". Att reklamera en leverans uppges inte vara några större problem. Åtgärden vid reklamation blir antingen ett utbyte av virkespartiet eller en reduktion av priset. Återigen ett exempel på kopplingen mellan "pris och kvalitet".

3.2 Kvalitetsbegreppet

När man i entreprenörsledet talar om virkeskvalitet menar man i allmänhet något helt annat än vad skogs- och sågverksfolk menar med kvalitetsvirke. I den allmänna skogliga debatten sätts i allmänhet likhetstecken mellan kvalitetsvirke och kvistfritt virke. Ute på byggnadsarbetsplatsen är dock bedömningen och värderingen en annan. När man där talar om låg kvalitet menar man virke som är skevt, krokigt, kupigt, och även kvistigt etc. Det är i första hand avvikelser från den raka formen som man reagerar mot och som leder till allmänna uppfattningar om dålig kvalitet. Kommentarer om röta, blånad, mögel förekommer också, men inte i så stor utsträckning.

3.3 Leveranskontroll

Någon leveranskontroll värd namnet förekommer knappast. Möjligtvis en okulär besiktning åtföljd av en kommentar "det här verkar bra" eller något liknande. Problemen med deformationerat virke visar sig i allmänhet först efter det att virkespaketen öppnats och virkesbitarna inte längre tvingas i en "rak" position. På flera företag har man dock blivit medveten om bland annat fuktkvotens betydelse för virkesdeformationerna och planerat införskaffande

av mätinstrument för kontroll av fuktkvot hos levererat virke.

För att illustrera hur stora problemen med skevt virke kan vara kan nämnas att en entreprenör berättade att innan en bunt med regler öppnas (stålbanden klipps av) gissas det bland snickarna hur stor den kommer att bli när reglarna släpps lösa. "Spännande att se hur stor bunten blir".

Kvaliteten hos en virkesleverans är väldigt skiftande beroende på vilken leverantör som anlitas. Detta gäller speciellt V:e sort.

Att det många gånger brister i entreprenörens kunskap om virke och virkessortering är helt klart. Merparten är dock medveten om problemet och i ett fall har man internt ordnat seminarier om virkesklassificering.

I ett arbete från 1982 behandlar Erikson och Östergren [10] leveranskontroll på byggarbetsplatsen. I detta arbete nämns bland annat virke som exempel på materialslag som kräver mest kontroll. Författarna anger: "Beträffande virket är det ofta av dålig kvalitet och måste därför kontrolleras noggrant. En ganska vanlig åsikt är att kontrollnoggrannheten följer emballeringsgraden." "Det är lätt att kontrollera kvantitet men man har haft vissa problem med kvalitén - virket är fuktigt, krokigt och även dåligt fingerskarvat." Slutligen konstaterar författarna att "Ser man på antalet reklamationer så står virket för den ojämförligt största biten."

3.4 Mått- och formfel

Som tidigare nämnts utgör formfel av olika typ den viktigaste anledningen bland entreprenörerna till klagomål på och missnöje med levererat virke. Samtliga intervjuade har uttryckt sig mycket bestämt på den punkten.

Virke som inte håller tvärsnittsmåttet har också givit upphov till missnöje.

3.4.1 Måttavvikelser

Synpunkterna på måttavvikelser gäller i första hand panelbrädor. Det händer relativt ofta att olika leveranser har olika tjocklek på panelbrädorna (23-22-21 mm), vilket ger problem med nivåskillnader. Måttavvikelser kan vara tillfälliga variationer och de kan vara medvetna systematiska avvikelser. En

antydanden om det senare är följande två yttranden:

"... entumsbräderna blir mindre och mindre..."

samt

"...tummen blir mindre..."

Virke till bärande delar har man inte några större invändningar mot även om man anmärkt på att regeldimensionerna har utvecklats i en negativ riktning 48 - 45- 44- 42- 39 mm.

I detta sammanhang bör kanske även nämnas att ibland förekommer vankant i en för entreprenörens användning alltför stor utsträckning. En entreprenör angav till och med att vankant var ett vanligt fel. Huruvida vankantförekomst verkligen är ett fel beror på vilken kvalitet som köpts och vilka krav köparen ställt. Att det ur brukarens synpunkt är ett fel att exempelvis panelbrädor har vankant torde dock stå utom allt tvivel.

3.4.2 Formavvikelser

De formfel som styr entreprenörens uppfattning om kvalitet hos levererat virke är (se figur 3.1)

skevhet

kantkrokighet

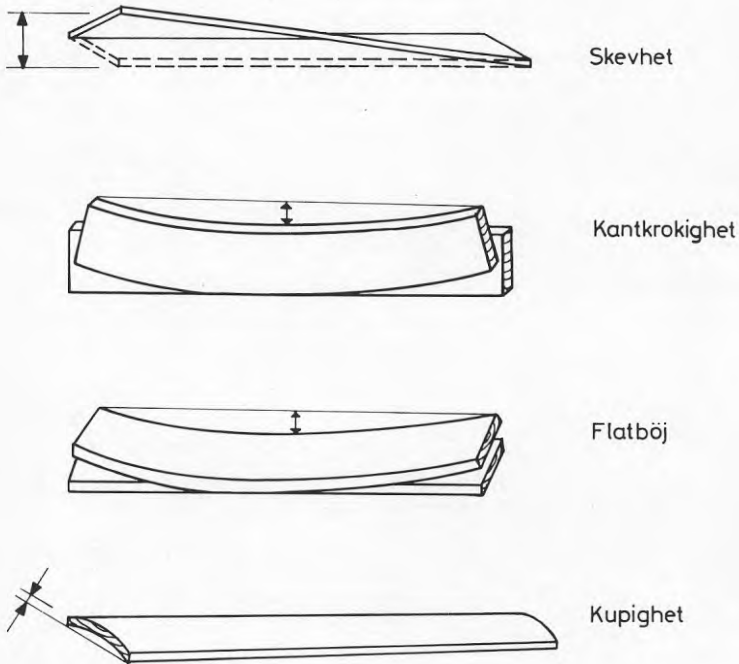
flatbøj

kupighet

I allmänhet nämns formfelen i den ordning som redovisas ovan.

Skevhet utgör alltså det mest avgörande formfelet. "Korkskruvar går inte att använda." Vid utfrågningarna har vi inte fått någon uppfattning om hur vanligt förekommande som skevt virke är. Vid användning av virke börjar man emellertid att välja ut de raka bitarna och det som är kvar i högen kommer att efter varje utplockning av "de bästa bitarna" bli sämre och sämre. När man så har plockat ut mer än 90% av ett virkespaket kan det hända att resten blir liggande och därigenom ge ett felaktigt intryck av att hela virkespartiet skulle vara skevt.

Kantkrokighet är ett lika allvarligt problem som skevhet. En entreprenör angav till och med kantkrokighet före skevhet som varande det största problemet. Flatbøj upplevs däremot inte som något större problem - "...det rättar man till ...".



Figur 3.1 Definition av formfel

3.5 Spill

Vid användning av träreglar inköpta i "fallande längd" uppstår mycket spill genom att längderna inte passar. Det spill som uppgivits är mellan 15 % och 30 %. Spillet beror inte bara på ändkap utan även på krokigt och skevt virke. I allmänhet anser man inte att det är någon större ekonomisk fördel att använda exaktkapat virke för att minska spillet. Det exaktkapade virket uppges kosta 22 - 28 % mer, men "...det blir propeller i alla fall...".

3.6 Utvecklingen

En allmän och ganska entydig uppfattning bland entreprenörerna är att virkeskvaliteten har sjunkit under årens lopp. Några uppger att man i ett virkespaket med 2" x 4" (45 x 95 mm²) V:e sort kan hitta regler som går av vid hanteringen på grund av en stor kvist. "Dagens V:e sort är VI:e sort med gårdagens mått mätt". Försämringen - att det verkligen rör sig om en försämring bekräftas av samtliga intervjuade entreprenörer - anges huvudsakligen ha skett under de senaste 10-15 åren. Detta kan kanske även sägas bekräftas av den intervjuundersökning som Elowson redovisar 1979 [5] och enligt vilken byggnadsentreprenörerna var nöjda med virkeskvaliteten.

Idag händer det att byggkontrollanterna klagar på att det används "formvirke" i ytterväggarna när materialet i själva verket inköps som V:e sort.

Många byggnadsentreprenörer förutspår att om inte kvaliteten ändras kommer trä i ännu större utsträckning att ersättas med andra material. Om man inte kommer till rätta med det krokiga och skeva virket "...blir det plåt i framtiden".

4. SORTERINGSREGLER - EXISTERANDE OCH FÖRSLAG TILL FRAMTIDA REGLER

4.1 Allmänt

Det finns olika regler och standard, som gäller för sortering och standardisering av trävaror. De är framför allt baserade på krav från sågverksindustrin. Den kanske viktigaste och mest använda sorteringsregeln, som gäller och som förbättrades kontinuerligt under 1900-talets andra hälft, är den så kallade "Gröna boken" - "Sortering av sågat virke av furu och gran" [31]. Denna bok är idag någon slags "bibel" som används som klassificeringsnorm för sortering av sågat barrträvirke och är avsedd för visuell sortering. Den är ursprungligen en handbok för exportsortering.

Hus AMA 83 [33] är en allmän material- och arbetsbeskrivning för husbyggnadsarbeten utgående från byggnadsindustrins och beställarnas önskemål och krav. De toleranser som anges i Hus AMA används inom byggnadsindustrin för att markera de gränser inom vilka mått, egenskaper m m tillåts variera. Det gäller avvikelser både i materialet och i noggrannheten vid tillverkning, utsättning och montering. Byggnadsindustrin har inga egna sorteringsregler för trä.

Både byggnads- och sågverksindustrin använder sina egna regler och anvisningar delvis oberoende av varandra, trots att 50% av den sågade varan går direkt till byggnadsindustrin. Sågverken använder sorteringsregler utan hänsyn till den framtida slutprodukten. I Hus AMA anges bland annat att allt virke skall vara sorterat enligt "Gröna boken" [31] och att konstruktionsvirke skall vara sorterat enligt "Instruktion för sortering och märkning av T-virke" (blå boken) [30] som avser visuell hållfasthetssortering. Vidare hänvisas i Hus AMA till olika SIS standard (Standardiseringskommissionen i Sverige). Där anges bland annat regler som gäller för dimensioner, måttoleranser och fuktkvot för sågat och hyvlat virke, konstruktions- och tryckimpregnerat virke, limträ, lister och andra trävaror. Det som är gemensamt för alla ovannämnda regler är att man inte sorterar trä eller specificerar krav som borde gälla för en definierad slutprodukt, t ex en väggregel.

Byggbranschen har knappast någon kännedom om innehållet i sorteringsreglerna (Gröna boken) och T-virkesreglerna eller hur olika SIS standard är formulerade. Trots den allmänna åsikten att virket är för krokigt och skevt har branschen inte försökt påverka sorteringsreglernas utformning och tillämpning. Man har bara konstaterat att den levererade produktens egenskaper är för "dåliga". Byggnadsindustrin hänvisar ofta till Hus AMA, som är en förhandlingsprodukt. Genom att hänvisa till Hus AMA i anbudshandlingar och i kontraktet skapar man möjligheten till entydiga bygghandlingar dels i konkurrensyfte dels vid eventuella tvister.

Under sista decenniet har två rapporter som behandlar standard och sorteringsregler publicerats. Den ena rapporten, "Ändamålsanpassad sortering av sågade och hyvlade trävaror" [7] anger dels anledning till behovet av nya sorteringsregler, dels detaljer angående sortering enligt Eurograding. Den andra, "Innovation i virke. Från 7-system till Standardträ" [4] diskuterar ett nytt måttssystem för virke samt andra kvalitetsaspekter på byggnadsvirke.

4.2 Sortering av sågat virke

För knappt 100 år sedan började man tillämpa en indelning av virke i 5 klasser (I till V), som senare kompletterades med en VI:sort eller utskott som den brukar kallas. Sort I-IV blandat benämndes o/s (osorterad) och I-V "sågfallande". Redan på tjugotalet slutade sågverken att skilja på de olika kvaliteterna i o/s och överlät i stället åt köparen att eventuellt göra denna uppdelning. Reglerna var inte klart definierade från början och kvalitetsnivån varierade starkt mellan sågverken. Den berodde ofta på verkets genomsnittliga produktkvalitet. Denna produktkvalitet var i sin tur bland annat beroende av traktens skogsproduktion, dess sammansättning och kvalitet, skogsskötsel, råvarans variation med tiden och marknadsläget.

År 1960 kom första upplagan av "Sortering av sågat virke av furu och gran" (Gröna boken) för att rationalisera sågverkens arbete och för att åstadkomma en enhetlig bedömningsnorm för exportsortering av virke över hela landet. I boken anges sorteringsregler som delar in virke i 6 klasser, men i praktiken skiljer man endast på tre grupper. Dessa är o/s, kvinta och utskott. Kvalitetsklassen bestäms med hänsyn till förekommande fel och till virkestyckets totala utseende.

Virkesfel indelas i två huvudgrupper, kvalitetsfel och konditionsfel. Inom gruppen för kvalitetsfel skiljer man på strukturefel som t ex kvistar, tjurved, kådlåpor, snedfibrighet, röta mm, på tillverkningsfel som t ex vankant och måttfel, på sprickor som kärnspricka, ringspricka och torkspricka samt på deformationsfel som skevhet, kupighet, flatböjning och kantkrokighet. Inom gruppen för konditionsfel skiljer man på fuktighetsfel, blånad och övriga färgförändringar. Samtliga krav som man ställer är negativa krav. Man tar inte hänsyn till sådana egenskaper som påverkar träets beständighet som t ex permeabilitet och andelen kärnved. Man gör inte heller någon skillnad mellan träslagen.

Sorteringen leder till ett för tidigt val av slutanvändningen av trävaror. En stor del av virket som klassas som o/s används som snickerivirke. Övrigt virke som är behäftat med diverse fel säljs som "byggkvalitet". Det kan genom hållfasthets-sortering likväl komma i högsta kvalitetsgruppen för konstruktionsvirke. Man skiljer överhuvudtaget inte på vad virket skall användas till inom gruppen för byggnadsvirke och konstruktionsvirke.

Sorteringsregler för formfel såsom skevhet, kantkrokighet, flatböjning och kupighet är inte inkluderade i "Gröna boken". För sågat virke har "Gröna boken" kompletterats med "Rekommenderade riktvärden beträffande formförändringar för sågat virke", Föreningen Svenska Sågverksmän (FSS) från 1987 [37]. Deformationsgränserna är samma för o/s och V-sort; de gäller för lägst 17% fuktkvot och de är angivna per 2 m längd.

"Rekommendationer avseende sortering av hyvlade trävaror av furu och gran" utgivna av Svenska Sågverks- och Trävaruexportföreningen (SSTEF) (senaste upplagan 1988) [35] gäller som framgår av namnet enbart hyvlat virke. Även här är deformationsgränserna angivna per 2 m längd. Däremot mäter man deformationerna i den visuella hållfasthets-sorteringen i Sverige (T-virkesreglerna) [30] per 3 m längd.

4.3 Hållfasthets-sortering

Det finns två principiellt skilda sätt att hållfasthets-sortera virke. Den ena är den visuella metoden och den andra metoden är maskinell. I Sverige används huvudsakligen två visuella sorteringsregler. Vanligast är "Instruktion för sortering och märkning av T-virke" [30] som kom ut först 1951. Den femte

upplagan kom 1981. Den viktigaste förändringen i denna upplaga var att en tredje kvalitet T18 tillkommit. Dessutom finns ett förslag till europeiska regler, ECE-reglerna [32] som gäller framför allt för hållfasthetsortering av virke för exportmarknader. Maskinell sortering regleras i "Maskinellt hållfasthetsorterat konstruktionsvirke" [29].

Vid visuell hållfasthetsortering är det de hållfasthetsnedsättande parametrarna som är av största intresse. Den viktigaste egenskapen är att fiberriktningen inte avviker från virkets längdriktning. Fiberstörningar förekommer bland annat kring kvistar och i form av vresved och snedfibrighet samt i samband med toppbrott. Kvistens typ, storlek och läge är av avgörande praktisk betydelse vid sorteringen. Kantsidekvist har större betydelse vid sorteringen än flatsidekvist, eftersom böjning på högkant är det vanligaste belastningsfallet.

I sorteringsinstruktionen tar man dessutom hänsyn till sprickor och hål, färg, svampangrepp, årsringsbredd och form som flatbøj, kantkrokighet, skevhet och vankant.

I samband med utgivningen av den nya byggnormen "Nybyggnadsregler" (NR) [36] har T-klasserna T30, T24 och T18 och ECE-klasserna S10, S8 och S6 hänförs till hållfasthetsklasserna K30, K24 respektive K18. De skall motsvara nedre 5%-fraktilen av böjhållfastheten (också kallat för karakteristisk hållfasthet). Hos 95% av allt virke i hållfasthetsklass K30 skall böjhållfastheten överstiga 30 MPa vid korttidsbelastning till brott. Ö-virke ersätts med klass K12, dvs 12 MPa i "karakteristisk" böjhållfasthet. ECE standard skiljer sig till viss del från svensk visuell T-virkessortering. Förutom andra beteckningar för olika hållfasthetsklasser, tar man på ett mera nyanserat sätt hänsyn till kvistens läge i trästycket.

Maskinsortering har bland annat tillkommit för att "öka utbytet", det vill säga klassa upp virke som är nedklassat vid visuell sortering, samt för att öka produktionen av sorterat konstruktionsvirke. En annan anledning varför vissa sågverk har investerat i maskiner som "hållfasthetsorterar" virke är krav som tillkommit från den engelska marknaden. Att kunna leverera maskinsorterat virke i de engelska hållfasthetsklasserna var ett försäljningsargument. Computermatic är den i särklass mest använda maskinen för "hållfasthetsortering" i Sverige. Computermaticmaskinen

belastar virket på flatsidan med en konstant kraft och mäter den utböjning som kraften ger upphov till. Mätning sker varje 0,15 m. Initialkrokigheten beaktas genom en särskild mätning på obelastat virke. Den andra maskintypen som används, dock i mycket mindre utsträckning, är Cook-Bolinder. Den arbetar enligt en annan princip dvs mäter den kraft som behövs för att tvinga virkesstycket till en på förhand bestämd utböjning. Mätning sker varje 0,1 m. Initialkrokigheten beaktas genom att virkesstycket körs genom maskinen två gånger och böjs åt båda hållen på flatsidan. Medelvärdet (för varje 0,1 m) från de båda lastmätningarna jämförs med inprogrammerade gränser för respektive hållfasthetsklass i maskinens dator.

Sorteringsprincipen bygger på ett visst statistiskt samband mellan virkets styvhet (deformationsmotstånd) på flatsida och böjhållfasthet på högkant. Maskinell sortering kompletteras med visuell sortering, där operatören bedömer varje virkesstycke med avseende på sprickor, toppbrott, tjurved, form, röta, insektsskador, vankant m m. Enligt uppgift är denna visuella kompletterings-sortering i praktiken mycket ofullständig och knappast förekommande. Ett vanligt omdöme är att maskinsorterat virke ser kvistigare ut än visuellt sorterat. Maskinell "hållfasthetssortering" ökar i betydelse och volymen uppskattas till nästan den dubbla i jämförelse med den visuellt sorterade mängden. Det som är mest anmärkningsvärt är att maskinsortering hittintills inte använts för hållfasthetssortering av limträlameller vilket kanske borde vara det mest berättigade.

Slutanvändare (byggnadsentreprenörer) av hållfasthetssorterat virke har ringa uppfattning om innehållet i sorteringsreglerna. Det enda man bryr sig om är om stämpeln finns vid mottagandet av konstruktionsvirke. För byggbranschen återstår endast att lita på sina leverantörer och att stämplat konstruktionsvirke representerar "rätt" klass enligt sorteringsanvisningarna.

4.4 Förslag till nya sorteringsregler och måttssystem

4.4.1 Eurograding [7]

Författarna Elowson och Lundgren [7] anger flera anledningar till att nya sorteringsregler behöver utarbetas. Det motiveras bland annat med att nya

produktionsmetoder utvecklats och att användning av trävaror ändrats sedan Gröna boken skrevs. Man menar att vidareförädling på sågverken för specifika produkter s k ändamålsanpassning kommer att öka. Nya byggmetoder kommer troligen att leda till hårdare krav på konstruktionsvirkets raket och måttnoggrannhet.

Man föreslår sortering med avseende på tre olika egenskaper: biologiska, geometriska och mekaniska. Inom varje egenskapsgrupp skulle virke sorteras i olika kvaliteter. Virkets ändamål kommer att avgöra vilka egenskaper som är viktiga. Virke sorteras först enbart efter dess biologiska egenskaper (de 4 bästa kvaliteterna enligt en skala från 6 till 0, där kvaliteten 6 är den bästa, och de andra gradvis sämre). Alla eller vissa biologiska kvaliteter sorteras vidare enbart efter de geometriska egenskaperna (de 3 bästa kvaliteterna enligt en skala från 6 till 0, där kvaliteten 6 är den bästa, och de andra gradvis sämre). Vissa kvaliteter sorteras vidare enbart efter de mekaniska egenskaperna (3 kvaliteter som kallas S_6 , S_8 och S_{10}). Den totala kvaliteten på virke sorterat enligt Eurograding anges som en kombination av dessa tre kvaliteter. I verkligheten är det kombinationen av tre kvaliteter, nya beteckningar, andra sätt att uttrycka mätbara storheter för deformationsfel och i viss mån ändrade storlekar och läge på kvistar som skiljer sig från nuvarande regler (Gröna- och Blå boken).

Reglerna i Eurograding är utarbetade ur sågverkens synvinkel och anger inga som helst kvalitetsklasser som borde gälla för varje enskild slutprodukt. Valet av rätt kvalitetskombination som passar ändamålet lämnar man istället åt köparen. Med det förfarandet finns det risk att man sorterar ut kvaliteter som inte passar alls till någon väldefinierad produkt, samtidigt som man till ingen nytta gör den väl sorterade bulkvaran dyrare.

4.4.2 7-system och standardträ [4]

En ökad mekanisering och prefabricering, klyvning och hyvling av virke ger anledning till en ny standard för tvärsnittsmått på sågade och hyvlade trävaror. Nuvarande tvärsnittsmått med tillhörande toleranser och fuktkvoter, som har sitt ursprung i tum-mått, visar för stor spridning i tvärsnittsmåtten mellan sågade och slutligen hyvlade produkter med samma beteckningsmått. Författarna Codrington och Wickholm från Byggstandardiseringen (BST) redovisar ett intressant förslag i sin studie

"Innovation i virke från 7-systemet till standardträ". Förslaget baseras på en millimeter-måttkedja med 5 mm modul som multipliceras med 2, 4 och 8 ju grövre tvärsnittet blir. De måtten får minskas med 3 mm som motsvarar klyvsågsnittets tjocklek. Serien kallades för 7-systemet, eftersom de flesta måtten slutade på siffran 7. Med hyvelmånen på 2 mm för två motstående sidor lämnas ett förslag på tjocklek och bredd på hyvlat virke enligt följande; 10, 20, 25, 35, 45, 55, 75, 95, 115, 155, 195, och 235 mm. Med utgångspunkt från dessa mått föreslås olika tvärsnitt för hyvlat virke som kallas för standardträ. Författarna pekade på viktiga förbättringar och förenklingar med det nya systemet, bland annat färre tvärsnitt, besparingar i sorterings- och lagringskapaciteten och mer rationell torkning, transport och hantering. Man tror att kunden får ett material som håller måttet och som han kan lita på. Genom intervjuer med olika producenter har man konstaterat bland annat att 13 av 15 besökta sågverk var villiga att producera standardträ. Vid marknadsundersökning och intervjuer med representanter för nio byggnadsentreprenörer var man positiv till färre dimensioner, men passade på att föreslå andra dimensioner som t ex 45 x 45 som inte fanns med i förslaget. Samtidigt klagades det på dålig formstabilitet hos virket och att man får mycket spill på grund av att virkeslängderna inte är anpassade till användningen. Även denna studie visade att inget försök gjordes för att föreslå standardtvärsnitt som kommer att gälla för olika slutprodukter. Det är inte bara standardtvärsnittsmått man är intresserad av, utan även av en slutprodukt som består av en kombination mellan standardtvärsnittsmått och längd vid en viss fuktkvot som är oförändrad efter en viss nedfuktning eller upptorkning.

5. KRAVSPECIFIKATION

5.1 Allmänt

Syftet har varit att bedöma vilka krav som ställs på virkesprodukterna ur olika intressenters synvinklar. Intressenterna har identifierats och indelats i olika nivåer medan kraven har delats in i kategorier.

5.2 Indelning i intressenter

Intressenterna är de vars attityder, behov och förväntningar direkt eller indirekt leder till egenskapskrav på virkesprodukterna. De har identifierats som samhället via bestämmelser och föreskrifter, byggherren, entreprenören, tillverkare av sammansatta element samt leverantör av virkesprodukter.

5.2.1 Bestämmelser och föreskrifter

Lagstiftarna föreskriver i bestämmelser, de krav som måste uppfyllas vid i princip all byggnadsverksamhet. De har sin grund i gemensamma och samhällliga mål. Grundprincipen är att risken för allvarlig personell och större materiell skada skall vara begränsad under byggnadens användningstid. Från och med 1991-01-01 skall bärande konstruktioner dimensioneras enligt Nybyggnadsreglerna (NR) [36], som till dess får tillämpas parallellt med Svensk Byggnorm 1980, SBN 80 [38].

Byggnadens funktion detaljregleras allt mindre i bestämmelser. I Nybyggnadsreglerna är funktionskraven av allmän karaktär när det gäller konstruktioner. Det åligger byggherren (nyttjaren) att formulera kraven på byggnadens beteende under normal användning.

Nybyggnadsreglerna tillskriver sorterat virke vissa hållfasthets- och styvhetsegenskaper beroende på hållfasthetsklass. Dessa grundvärden jämte regler för framtagning av dimensionerande värden skall i nu gällande regler användas även för verifikation av funktion!

5.2.2 Byggherre

Byggherren är den som låter uppföra byggnad eller anläggning. Byggherrens (nyttjarens) behov och förväntningar ligger till grund för funktionskraven på byggnaden och dess delar. Kraven är i allmänhet materialoberoende. Nedböjningskrav på ett bjälklag är t ex oberoende av om det är trä- eller stålbalkar som ger styvheten.

5.2.3 Entreprenör

Entreprenören är den som uppför byggnaden på uppdrag av byggherren. I första hand skall entreprenören tillgodose de krav som byggherren och normerna ställer på byggnaden och byggnadsdelarna. Entreprenören ställer i sin tur krav på de virkesprodukter som används i byggnadsdelarna.

I andra hand ställer entreprenören krav på produkterna med hänsyn till montaget. Produkterna skall ha egenskaper som möjliggör en effektiv och säker montering. Kraven ställs både på prefabricerade element och på virkesprodukter.

5.2.4 Tillverkare av sammansatta element

Tillverkaren av prefabricerade sammansatta element har att tillfredställa de krav som normerna och köparen (entreprenören) ställer på produkterna. Fabrikstillverkning kan ge andra krav på virkesprodukterna än de som entreprenören har vid användning av lösvirke. Limträ och takstolar tillhör också denna kategori.

5.2.5 Leverantör av virkesprodukter

De krav som formulerats av inblandade intressenter ger sammantagna en kravs-specifikation för varje produkt i en viss användning. Virkesleverantören kan utifrån denna specifikation med hjälp av produktkontroll se till att behoven och förväntningarna på virkesprodukterna tillfredställs hos alla intressenter. Kraven måste därför formuleras med mätbara egenskaper så att de kan verifieras och kontrolleras.

5.3 Indelning i kravkategorier

5.3.1 Säkerhetsmässigt motiverade (tvingande) krav

Den första kategorin har sitt ursprung i Nybyggnadsreglerna (NR). I dessa regler ställs bland annat krav på en acceptabel risknivå för allvarlig personskada vid kollaps av byggnadsdelen. Detta benämns krav i brottgränstillståndet.

5.3.2 Funktionsmässigt motiverade krav

Den andra kategorin är direkt kopplad till användarens behov och förväntningar på byggnadsdelen vid normal användning. Detta benämns i NR krav i bruksgränstillståndet när det gäller bärande funktion. Funktionskraven kan ge grövre dimensioner än vad som föranleds av erforderlig bärförmåga med hänsyn till säkerhet mot brott. Ett exempel på detta är bjälklagsbalkar vars dimensioner i de flesta fall bestäms av kravet på styvhet och inte av kravet på brottsäkerhet. Användaren kan dessutom ställa högre krav på bärförmåga än vad normen kräver för att minska risken för materiell skada.

Till denna kategori hör också entreprenörens montagemässigt motiverade krav på de virkesprodukter som bygger upp byggnadsdelen avseende montaget. Även tillverkaren av sammansatta element ställer krav på virket med hänsyn till produktionen.

5.3.3 Önskvärda egenskaper

Till den tredje kategorin, önskvärda egenskaper, hänförs krav som inte är nödvändiga för funktionen men som väsentligt höjer värdet hos produkten eller underlättar och förbilligar nästkommande bearbetningsled. Gränsen mellan denna kategori och funktionsmässigt motiverade krav är ofta diffus eftersom flertalet krav av den andra kategorin med en viss förstärkning faller under önskvärda egenskaper. Exempelvis kan en viss buktighet hos ett bjälklag vara funktionsmässigt godtagbar samtidigt som det vore önskvärt med fullständig planhet.

5.3.4 Ej relevanta egenskaper

Den fjärde kategorin, ej relevanta egenskaper, är avsedd för egenskaper som inte spelar någon roll för funktionen. Som exempel kan nämnas årsringsbredden som inte spelar någon roll för funktionen hos konstruktionsvirke.

Figur 5.1 Kravmatris med exempel på krav på olika nivåer. Observera att samhället och byggherren ställer krav på den sammansatta byggnadsdelen medan entreprenören ställer krav på virkesprodukten.

Kravkategorier				
	Säkerhetsmässigt motiverade egenskaper	Funktionsmässigt motiverade egenskaper	Önskvärda egenskaper	Ej relevanta egenskaper
Samhället Normer Föreskrifter	Säkerhet mot personskada. Bärförmåga. Brandmotstånd. Vindstabilisering. Beständig säkerhet	Funktion i allmänna ordalag Beständig funktion		
Byggherre Nyttjare		Mått, form, lukt, styvhet, beständighet, bärförmåga,	Estetiska värden, "varma" ytor, form, enkel att demontera och destruera.	Material
Entreprenör Montör		Hållfasthet, styvhet, mått, form fuktinnehåll, mögel, röta, spik- lim- och skruvbarhet, kvistplacering, vankant, tyngd	"Rätt" längd, fukttolerant, ej tryckimpr. Rätt pris	Blånad, träslag, uiseende

I n t r e s s e n t e r

6. BYGGNADSDELAR

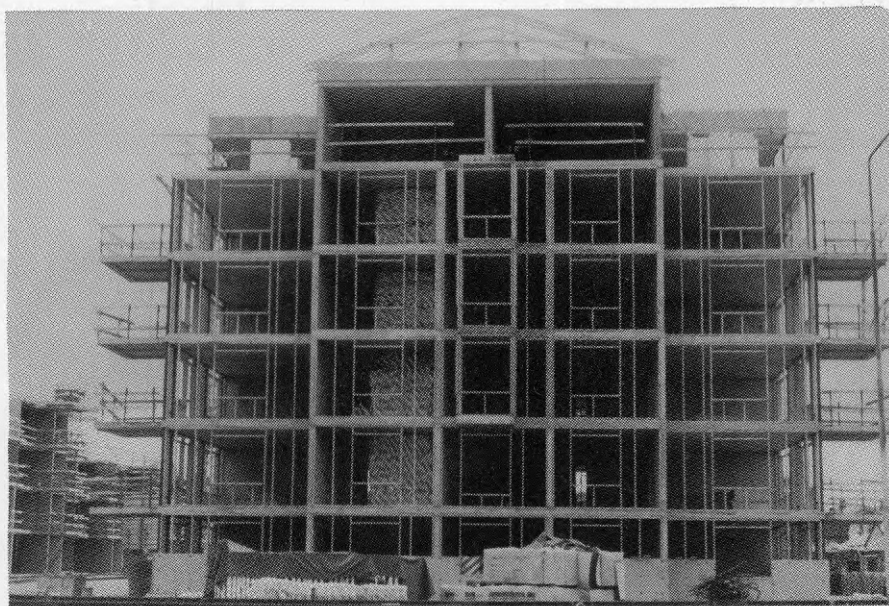
Med byggnadsdel avses en enhet i en byggnad som kan avgränsas med avseende på sin byggnadstekniska funktion. En vägg har t ex en horisontellt avgränsande eller avdelande funktion. Ett bjälklag är en byggnadsdel som avgränsar olika våningar i en byggnad.

I det följande beskrivs de byggnadsdelar som studerats med avseende på krav på ingående delar av trä. Beskrivningarna är inte avsedda att vara heltäckande. Tonvikten är lagd på de mest frekventa konstruktionssystemen.

6.1 Vägg

Väggen är en byggnadsdel vars funktion i första hand är horisontellt avskiljande. Ofta utnyttjas väggen för att föra ned vertikala laster från tak eller bjälklag. Väggen kallas då bärande. Dessutom används väggarna i många fall som stabiliserande skivor för t ex horisontell vindlast. Väggar som inte är avsedda att bära vertikala laster, icke bärande väggar, skall trots detta ha bärförmåga med hänsyn till horisontellt verkande belastningar av personer, vind, etc. Ytterväggarna i småhus är i allmänhet bärande (vertikala laster), medan innerväggarna oftast inte är avsedda att bära vertikala laster, se figur 6.3.

Den bärande stommen i flervåningshus består i allmänhet av betong. Ytterväggarna byggs i de flesta fall upp av en träregelstomme mellan de bärande stomdelarna, så kallad utfackningsvägg (se figur 6.1) Denna regelvägg bär ingen vertikal last.



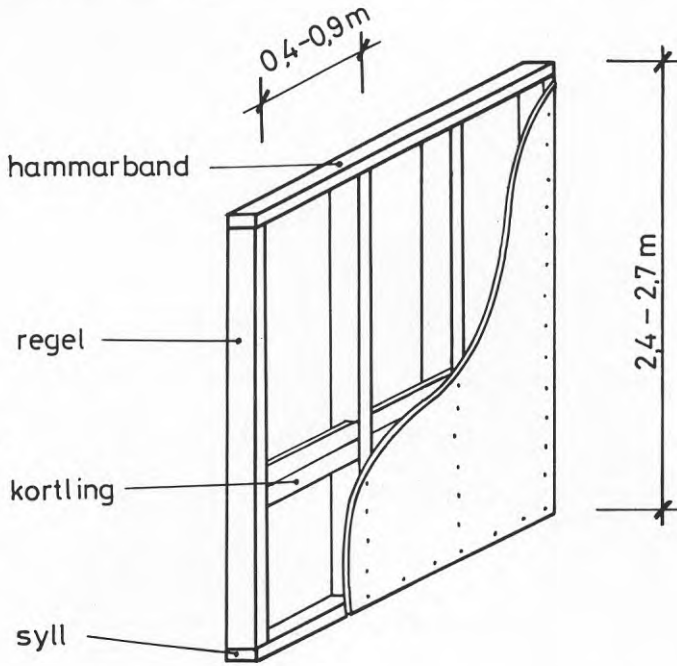
Figur 6.1 Exempel på utfackningsväggar av trä i en flervånings betongstomme.

De icke bärande innerväggarna i flervåningshus utförs numera oftast med stålreglar. Träreglar är i det närmaste helt utkonkurrerade.

Andra funktionskrav som ställs på väggen är: klimatskydd (värmeisolering, vind- regn- och fuktskydd), ljudisolering och brandsäkerhet. Dessa krav varierar i betydelse beroende på läge i byggnaden och angränsande rums användningssätt.

En trävägg utförs i allmänhet som ett regelverk beklätt med skivor eller panel. Stående reglar med centrumavståndet 600 mm (ev. 400 eller 900 mm) placeras mellan horisontellt liggande reglar (syll och hammarband) enligt figur 6.2. Vertikal last från takstolar eller bjälklagsbalkar förs ned i de stående reglarna som placeras direkt under lastangreppet. Fönster- och dörröppningar medför

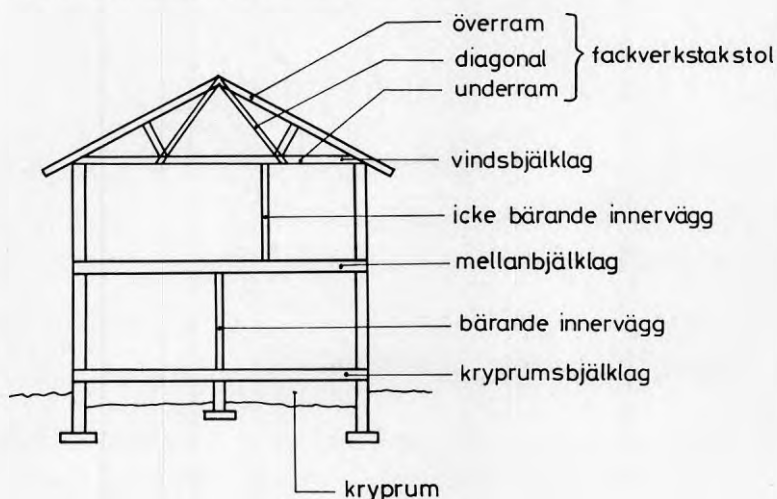
att man via balkar, s k avväxlingar, överför lasten till de vertikala reglarna på sidan av öppningen. Kortlingar mellan reglarna gör det möjligt att fästa in tyngre inredning mellan reglarna, exempelvis värmeelement eller skåp.



Figur 6.2 Träregeleväggs principiella uppbyggnad.

6.2 Bjälklag

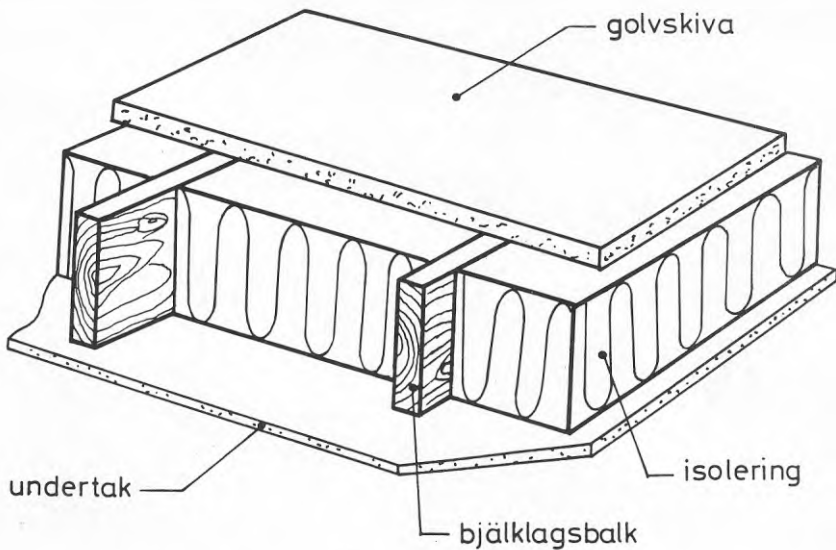
Med ett bjälklag menas en horisontell bärande byggnadsdel som åtminstone från endera över- eller undersidan avgränsar olika våningar i en byggnad. Bjälklagen benämns t ex mellanbjälklag, vindsbjälklag, kryprumsbjälklag, beroende på läge i byggnaden, se figur 6.3.



Figur 6.3 Väg, bjälklag och takstol i en småhusstomme, principiell utformning.

Kraven på bjälklagstyperna är olika eftersom både belastningen och miljöpåverkan varierar. Vindsbjälklaget, enligt figur 6.3, avses ej bli belastat av inredning och personer till skillnad från mellan- och kryprumsbjälklaget. Den fuktiga miljön i kryprum sommartid skiljer sig väsentligt från klimatet inomhus kring mellanbjälklaget.

Bjälklag där massiva träbjälkar utgör den primärt bärande delen utformas i allmänhet som ett fyllnadsbjälklag enligt figur 6.4.



Figur 6.4 Principiell figur av ett fyllnadsbjälklag

Balkarna placeras nästan uteslutande med centrumavståndet 600 mm. Golvbeläggningen som oftast utgörs av 22 mm golvspånskiva tar upp och fördelar lasten mellan balkarna. Undertaket bär upp eventuell isolering. Vid kryprumsbjälklag ersätts undertaket med någon typ av blindbotten som bär upp isoleringen, skyddar den mot luftcirkulation och som är klimatskydd mot kryprummet. Vindsbjälklaget saknar ofta golvbeläggning och har oftast 1200 mm mellan balkarna, som i de flesta fall också är underram i takstolen, se figur 6.3. Prefabricerade bjälklagselement har samma principiella uppbyggnad som bjälklaget i figur 6.4.

6.3 Yttertak

Yttertaket är en byggnadsdel som med hänsyn till den bärande funktionen oftast består av ett primärt bärverk (trätakstolar) eller ytelement i form av ytbärande kassettelement. Det sistnämnda tillverkas numera enbart av några få företag. Konstruktionsmässigt liknar ytelementen bjälklagselementen. Skillnaden är att bjälkarna (livbalkarna) samverkar med skivmaterialet som täcker bjälkarna på övre och undre sidan. Elementen monteras sedan med en viss lutning som motsvarar takets lutning. Trots den höga förtillverkningsgraden för yttertakselement används den lösningen i mycket

mindre omfattning än lösningen med konventionella trätakstolar. Det beror på att taket som består av ytelement medför estetiska begränsningar samt begränsningar till ett visst fabrikat.

Kraven på virket som används som balkar i ett ytbärande element torde likna de krav som ställs på balkarna som ingår i ett bjälklag över ett kryprum.

I fortsättningen behandlas endast tak som består av trätakstolar, se figur 6.3, och de krav som ställs på takstolsvirke.

Takformen ger ofta möjlighet att använda fackverkskonstruktion, vilket ger stor styvhet och liten materialåtgång. Yttertaket bär upp snölast och påverkas av vindlaster vilkas storlek beror på ortens klimatförhållanden. Vissa yttertakskonstruktioner med låg egentyngd kan påverkas av resulterande lyftkraft av vindlasten. Yttertaket skall också kunna ta upp laster av människor vid underhålls- och snöröjningsarbeten.

Brottsäkerhetskraven brukar ofta bli tillgodosedda med bred marginal. Styvhetskraven blir ofta dimensionerande med hänsyn till bland annat risker för skador på vattenisoleringen. Taket skall nämligen vara tätt och beständigt under lång tid. Takstolarna placeras nästan uteslutande med ett centrumavstånd av 1200 mm med tanke på standardbredd på isolerings- och beklädnadsskivor. I vissa fall minskas avståndet till 600 mm.

Utformningen av förbanden mellan takstolens över- och underram samt uppläggningsen av takstolen är några av de viktigaste skillnaderna mellan olika takstolstyper. Utvecklingsarbeten avseende förband som utförts under de sista tre decennierna har medfört att trätakstolar som finns på de flesta marknader är förtillverkade på fabriker med förband av spikplåtar.

7. VÄGG

7.1 Byggnadsdel

7.1.1 Säkerhetsmässigt motiverade krav

Väggar indelas ofta i bärande och icke bärande samt ytter- och innervägg enligt figur 6.3.

Med bärande vägg menas vägg som är avsedd att bära vertikal last t ex från mellanbjälklag (innervägg) eller taket (yttervägg). Enligt Nybyggnadsreglerna skall dock såväl bärande som icke bärande väggar antas bli belastade av horisontella laster. Exempel på sådana laster är invändig och utvändigt vindlast samt personlast. Sammantaget krävs alltså en viss bärförmåga även för "icke bärande" väggar som leder till hållfasthetskrav på de virkesprodukter som bygger upp väggen.

7.1.2 Funktionsmässigt motiverade krav

Normens allmänna kravformulering överlåter åt byggherre och entreprenör att komma överens om kravnivåer. I kontraktshandlingar mellan byggherre och entreprenör refereras ofta till Hus AMA 83 där krav på utförande formulerats för olika byggnadsdelar.

Dessa krav kan återföras till krav på reglarna som bygger upp väggen. Kraven på en väggs maximala buktighet är ± 5 mm på 250 mm längd och ± 12 mm på 2000 mm längd. Maximalt tillåten vegg lutning är ± 4 mm på hela vägghöjden upp till 2700 mm.

Det bör poängteras att de krav som Hus AMA föreskriver inte nödvändigtvis behöver vara godtagbara för byggherren. Det är troligt att man i många sammanhang kan och bör ställa högre krav än de som finns i Hus AMA. Emellertid ställer detta höga krav på byggherrens förmåga att formulera sina behov i mätbara egenskaper.

Några exempel på funktionsmässigt motiverade krav som byggherren skulle kunna ställa är:

Bärförmåga

Väggen skall utöver vad normen kräver tåla belastning av personer och inredning under användningstiden.

Styvhet

Väggen skall ha sådan styvhet att den vid personlast inte ger efter på ett besvärande sätt. Långtidsdeformationerna av upphängd inredning skall begränsas.

Lukt

Väggen skall inte under byggnadens användningstid avge besvärande lukt (mögel, formaldehyd, ättika, ...) om inte väggen utsätts för extrema miljöbelastningar (vattenskador, hög temperatur, ..).

7.1.3 Önskvärda egenskaper

Önskvärda egenskaper kan vara låg ljudgenomsläpplighet, högt brandmotstånd, estetiskt tilltalande, enkel att demontera, och enkel att destruera.

7.1.4 Ej relevanta egenskaper

Byggherren är i allmänhet likgiltig inför vilka produkter som ger väggen dess egenskaper. Kraven är alltså oberoende av materialet.

7.2 Väggregel

Entreprenören skall se till att väggen som helhet uppfyller de krav som byggherren och Nybyggnadsreglerna ställer. Detta leder till specifika krav på väggreglarna avseende bärförmåga, styvhet, form, luktaavgivning osv, beroende på utformning av väggen. Vid monteringen skall reglarna dessutom ha sådana egenskaper att ett rationellt och effektivt arbete är möjligt.

7.2.1 Säkerhetsmässigt motiverade krav

Med hänsyn till säkerhet mot personskada skall reglarna ha en viss dimension vid en given hållfasthet. Förutsatt att virket är av kvalitet V eller bättre (motsvarar hållfasthetsklass K12) och att centrumavståndet är 600mm skall "icke bärande" väggreglar minst ha följande standarddimensioner, i mm, vid dimensionering enligt Nybyggnadsreglerna:

<u>Vägghöjd</u>	<u>Innervägg</u>	<u>Yttervägg</u>
2400	45x38	45x95
	38x45	38x95
2700	45x45	45x95
	38x70	38x95

Måttet 38 mm är sågat mått enligt svensk standard. Det bedöms vara minsta acceptabla tjocklek med hänsyn till underlag för skivskarvar.

Samverkan med beklädnadsskivor har ej beaktats. Utvändig och invändig vindlast har varit dimensionerande.

Kravet på bärförmåga leder också till krav på infästningarna mellan syll och golv, mellan syll och regel och mellan regel och beklädnad. Om väggen utnyttjas som stabiliserande skiva ställs speciella krav på beklädnaden och dess infästning till regeln.

7.2.2 Funktionsmässigt motiverade krav

Hållfasthet

Byggherren har krav på att väggen skall kunna belastas av inredning (radiatorer, köksskåp, bokhyllor, tvättställ, hatthyllor,..). Beklädnaden förstärks ofta med kortlingar mellan reglarna enligt figur 6.1 men även reglarna bör kontrolleras för detta lastfall. Stötblastning av personer bör också kontrolleras.

Styvhet

Vid horisontell punktbelastning av en vägg mellan två stående reglar består den

totala deformationen av två delar; regelns och beklädnadens deformation. Eftergivligheten bör begränsas för att inte ge känsla av obehag och för att inte ge upphov till permanenta skador, som t ex sprickor.

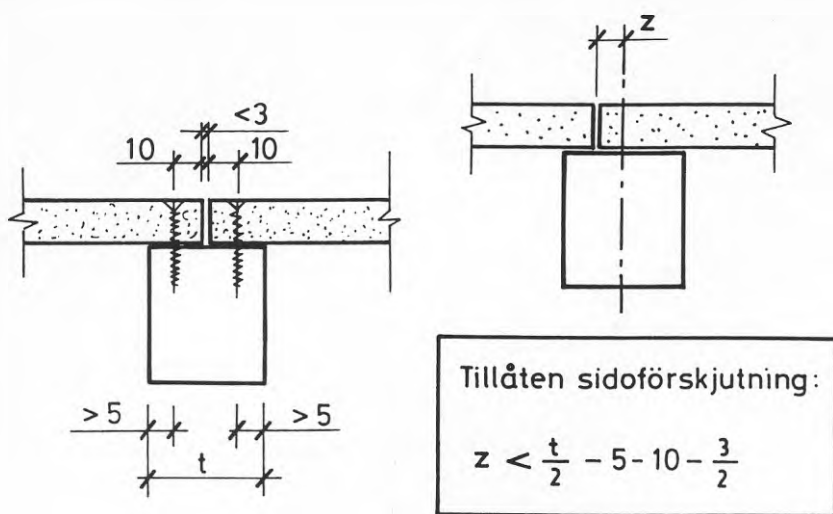
Mått

Längd

Längderna bör anpassas så att spillet blir minimalt genom att föreskriva en viss exakt längd med toleransen ± 2 mm. Ett annat system skulle kunna bestå i att reglarna har en längd som gör det möjligt att märka av rätt längd på regeln "på plats" (ritskapat). Toleransen kan vara ± 5 mm. En tredje variant är det traditionella systemet med fallande längder. Man bör då avstå från vissa längdintervall som ger onödigt spill. Exempelvis ger längden 4500 mm en regel på 2400 och en i princip obrukbar bit med längden 2100 mm. För längder till regelkonstruktioner finns det en svensk standard SS 23 27 16. Längdintervallet 3000 - 5400 mm är borttaget. Därutöver bildas standardlängder med multiplar av 100 mm istället för 300 mm, som är det traditionella modulmåttet. Toleranskravet är $-5 +0$ mm.

Tjocklek

Regelns tjocklek bestäms dels av hållfasthets- och styvhetskravet, dels av kravet på tillräckligt underlag för skarvning av beklädnadsskivor. Hus AMA föreskriver minsta avstånd från kant till skruv eller spik. För spånskivor är kravet 15 mm, för träfiberskivor 10 mm, för gipsskivor 10 mm vid pappklädd kant och 15 mm vid skuren kant, samt för plywoodskivor skivtjockleken men minst 10 mm. Skruven eller spiken bör också fästas en bit in på regeln, åtminstone 5 mm. Hus AMA tillåter 3 mm springa mellan skivorna. Detta innebär att regelns tjocklek skall vara minst $t = (10+5+1,5) * 2 = 33$ mm förutsatt att regeln saknar flatbøjning samt är rätt placerad i sidled, se figur 7.1.



Figur 7.1 Erforderlig tjocklek på regel för skarvning av gips- eller fiberskiva.

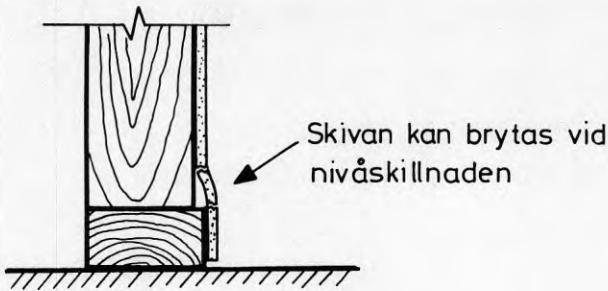
Eventuell vankant eller avrundade hörn minskar underlaget ytterligare och bör inte tillåtas hos 38 mm regler.

Rimlig tolerans är -0, +2 mm.

Bredd

Kravet på bärförmåga och styvhet medför vissa minimidimensioner beroende på virkeskvalitet. Bredden bör inte variera mellan regler och inom regeln så att väggen blir för buktig. Om skillnaden i bredd är för stor mellan regel och syll kan skivan brytas vid nivåskillnaden; detta gäller främst gipsskivor se figur 7.2.

Toleransen bör vara ± 1 mm.



Figur 7.2 Problem vid skillnad i bredd mellan stående regel och syll.

Form

Kraven på väggens form kontrolleras viss tid efter montaget, till exempel vid slutbesiktningen och vid garantibesiktningen efter två år. Virket får alltså inte röra sig i någon större utsträckning efter montaget.

Kupighet

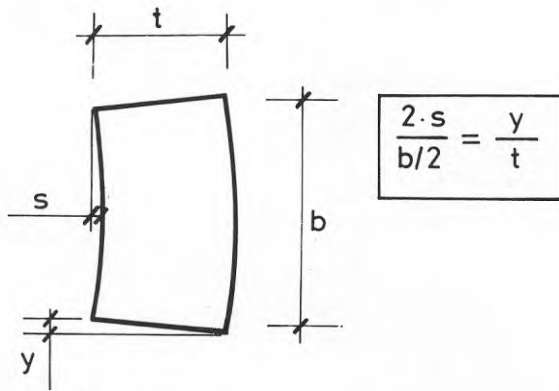
För stor kupighet kan ge luftspalter mellan isolering och regel i ytterväggar, dålig passning till anslutande element samt vinkeländring av ytan mot beklädnaden. Om kupigheten uppstått efter hyvling innebär det att regelns kortsidor inte är parallella, se figur 7.3. Detta medför att ett fogsprång uppstår vid skarvning av två skivor på en kupad regel. I figur 7.4 visas sambandet mellan fogsprång och lutande kantsidor. Fogsprång skall enligt Hus AMA begränsas till 2 mm. I figur 7.3 ges sambandet mellan kupighetsmåtten s/b och kortsidornas lutning. Kupigheten skall således med hänsyn till fogsprång begränsas till

$$\frac{s}{b} \leq \frac{1}{2\left(\frac{t}{2} + \frac{3}{2}\right)}$$

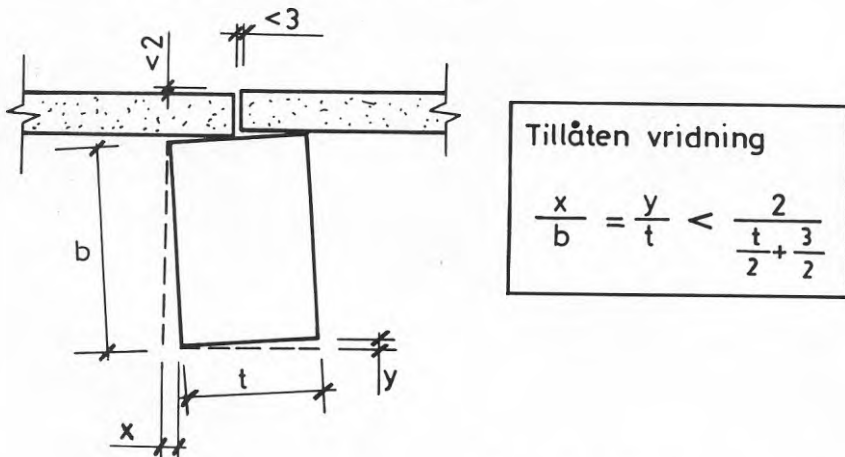
Tillåten kupighet, uttryckt som en bråkdel av bredden, blir

t [mm]	s/b [%]
38	2,4
45	2,1

Rimlig gräns för kupigheten bör vara 2 % av bredden.



Figur 7.3 Kupigheten ger ej parallella kantsidor. Deformationen antas vara cirkel- eller parabelformad.



Figur 7.4 Inverkan av lutande kantsidor på fogsprång. Skarven förutsätts vara mitt på regeln.

Flatbøj

Flatbøjning kan i allmänhet lätt åtgärdas genom justering med handkraft vid monteringen. Alltför ofta förekommande och för stor flatbøjning sänker dock effektiviteten. I vissa fall är justering omöjlig, exempelvis när plastfolie monterats på reglarna innan beklädnaden. Om inte justering är möjlig bör flatbøj begränsas med hänsyn till underlag för skarvning av skivor. Tillåten sidoförskjutning z beror av tjockleken t enligt figur 7.1. Detta motsvarar

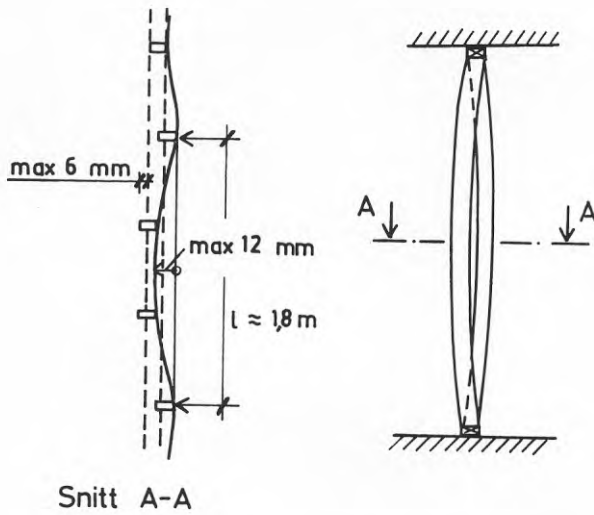
t [mm]	z [mm]
38	2,5
45	6,0

De angivna gränserna är inte relaterade till regelns längd utan är absoluta gränser. Avrundade hörn och vankant minskar underlaget ytterligare. Flatbøj kan också orsaka luftspringor i värmeisolering.

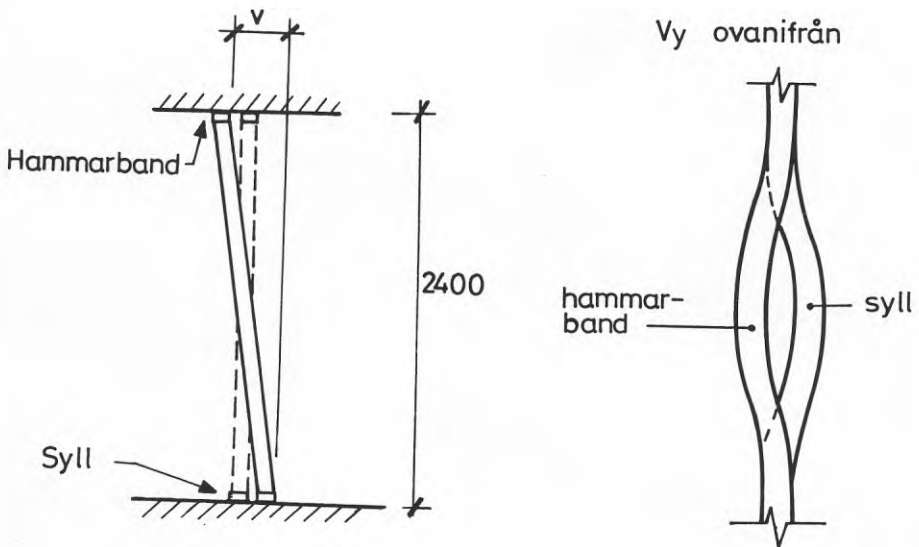
Kantkrokighet

Kantkrokighet ger i första hand problem med buktighet hos den färdiga väggen. Vid montaget försvåras dessutom skruvning och spikning eftersom skivan inte ligger an mot regeln utefter hela längden. Problem med nivåskillnader kan också uppstå mellan reglar och mellan regel och anslutande element.

Detta innebär enligt Hus AMA att kantkrokigheten inte får överstiga 6 mm på 2000 mm längd, se figur 7.5, samt 5 mm på 250 mm längd. Kravet på vertikal lutning, $v < 8$ mm, (se kap. 7.1.2) innebär att syllen och den överliggande regeln inte får ha större kantkrokighet än 4 mm på hela längden, se figur 7.6 Rimligt krav är 4 mm oberoende av längden.



Figur 7.5 Begränsning av kantkrokighet hos regel med hänsyn till buktighet.



Figur 7.6 Begränsning av kantkrokighet hos syll och hammarband med hänsyn till lutning.

Skevhet

Skevhet ger upphov till svåra problem. Den kan inte rättas till på ett enkelt sätt. Skevhet ger fogsprång vid skarvning och sidoförskjutning av regeln så att underlaget för skarvning minskar. Enligt figur 7.4 skall skevheten, uttryckt som en bråkdel av bredden med hänsyn till fogsprång, begränsas till

$$\frac{x}{b} \leq \frac{2}{\frac{t}{2} + \frac{3}{2}} \quad (\text{a})$$

vilket för olika tjocklekar innebär

t [mm]	x/b [%]
38	9,8
45	8,3
70	5,5

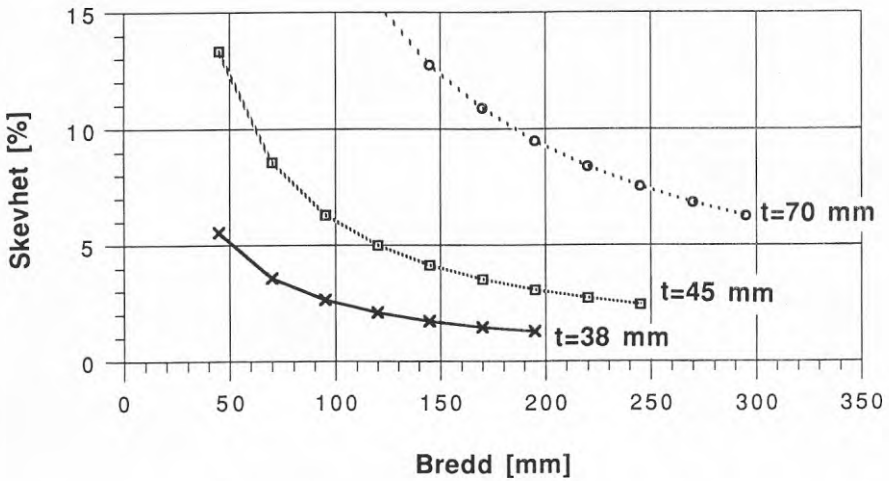
Sidoförskjutning z till följd av skevhet är

$$z = b \cdot \frac{x}{b}$$

och skall begränsas enligt figur 7.1. Detta ger följande samband för tillåten skevhet med hänsyn till underlag för skarvning

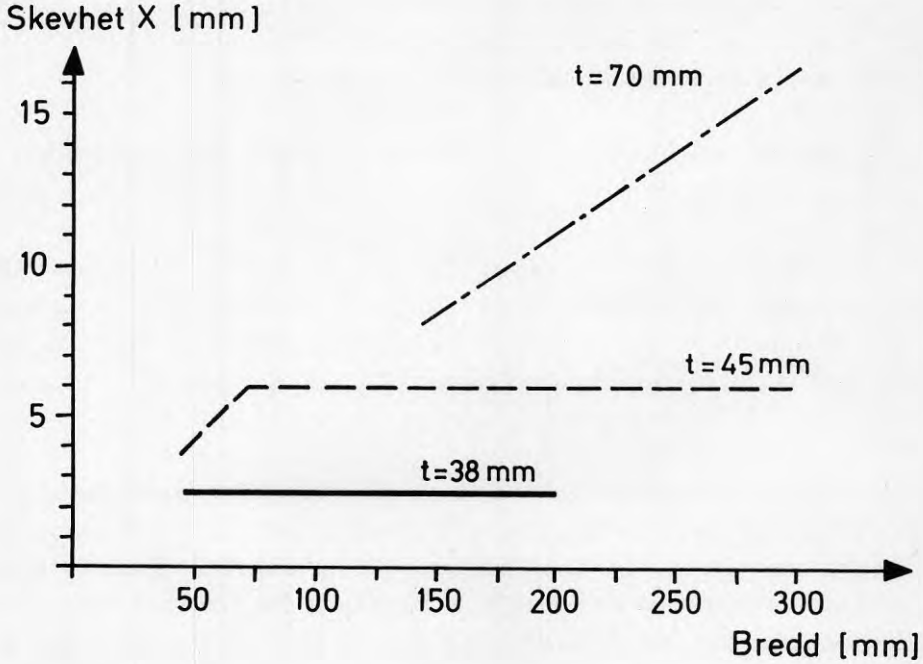
$$\frac{x}{b} \leq \frac{1}{b \left(\frac{t}{2} - 16,5 \right)} \quad (\text{b})$$

Sambandet (b) visas i figur 7.7 för t = 38, 45 och 70 mm.



Figur 7.7 Tillåten skevhet x/b med hänsyn till sidoförskjutning för olika tjocklekar enligt samband (b).

För $t = 70$ mm är fogsprång enligt ekvation (a) genomgående avgörande. För $t = 45$ mm däremot, begränsas skevheten av samband (b) för virke bredare än 70 mm. För $t = 38$ mm styr erforderligt underlag för skarvning, ekvation (b), tillåten skevhet för alla bredder. I figur 7.8 visas begränsningen av skevhet utgående från de två sambanden (a) och (b), härledda ur Hus AMA's krav. Observera att skevheten i figuren är definierad som en sidoförskjutning x , se figur 3.1



Figur 7.8 Begränsning av skevhet utgående från Hus AMA..

Hus AMA's regler resulterar i vissa fall i alltför stor skevhet med hänsyn till monteringsproblem och springor i värmeisolering. För enkelhets skull föreslås 2 % av bredden oavsett längd som gräns, dock godtas 3 mm för väggreglar.

Fukttinhåll

Om reglarna vid montage har hög fuktkvot kan det finnas risk för att de blir krokiga och skeva vid uttorkning till jämviktsfuktkvoten. Det innebär att en vid montaget godtagen vägg efter uttorkning kan visa sig vara alltför buktig.

Entreprenören har i detta fall två alternativ. Antingen monteras väggen med reglar som har den förväntade jämviktsfuktkvoten och tillfredsställande form

eller också används fuktigare regler vars form vid uttorkning till jämviktsfuktkvoten håller sig inom det tillåtna området.

I det förra fallet har entreprenören god kontroll över väggens slutgiltiga form och utseende. Det kan dock vara svårt att lagerhålla och hantera uttorkat virke på byggplatsen utan att det befuktas och därigenom mister sin form.

I det senare fallet ställs högre krav på att reglarna är formstabila vid fuktkvotsändringar.

Jämviktsfuktkvoten hos innerväggsreglar är enligt Hansson [12] föga studerad. Hansson anger dock att den varierar mellan 8% vintertid och 14% sommartid [13]. Mätningar på kryprumsbjälklagens översida och ytterväggarnas insida indikerar att jämviktsfuktkvoten för innerväggsreglar bör variera i det angivna intervallet \approx 8-13%, Bergström [2].

Ytterväggsreglarnas fuktillstånd beror till stor del av värmeisoleringens tjocklek och läge i väggen. Erforderlig isoleringstjocklek enligt Nybyggnadsreglerna innebär att väggen måste utföras i flera skikt för att få rimliga dimensioner på reglarna. En vanlig konstruktion med massivt virke är stående regler $45 \times 120-170 \text{ mm}^2$ kompletterade med liggande regler $45 \times 45-95 \text{ mm}^2$ på utsidan och eventuellt med stående alternativt liggande regler $45 \times 45-95 \text{ mm}^2$ på insidan. De på utsidan liggande reglarna ersätts ibland av ett helt skikt av hårdare isolering. Detta korslagda regelverk är ovanligt i prefabricerade småhus. Där används istället någon typ av lättregel, träflänsar med liv av board, som kan fås i bredder upp till 300 mm. I utfackningsväggar finns ofta ett helt skikt av värmeisolering utanför regelverket. Klimatskyddet placeras sedan utanför detta skikt.

I de flesta ytterväggskonstruktioner av massiva träreglar är alltså en stor andel av virket "skyddat" av ett yttre värmeisolerande skikt, vilket ger ett relativt varmt och därmed torrt klimat för reglarna. Ytterväggsreglarnas fuktillstånd liknar således i stor utsträckning innerväggsreglarnas.

Mikrobiella angrepp

För att undvika problem med lukt från mikroorganismer krävs att regeln skall vara fri från mögel vid inbyggnad. En redan angripen regel har lättare att bli

angripen igen och förorsaka lukt. Vad gäller svampangrepp godtas blånad men ej röta eller mögel.

Kvistar

I regelns ändrar bör det inte finnas så stora kvistar att den erforderliga skräspikningen försvåras.

Övrigt

Det skall vara möjligt att fästa upp beklädnad på ett enkelt sätt. Virket får därför inte vara för löst eller för hårt. Vid limning ställs speciella krav på ytans beskaffenhet beroende på limsystem.

7.2.3 Önskvärda egenskaper

Entreprenören skulle vara betjänt av fukttoleranta regler. Reglarna bör tåla att bli blöta utan att förlora form eller få mikrobiella angrepp. Det skulle avsevärt underlätta hantering och lagring på byggarbetsplatsen.

7.2.4 Ej relevanta egenskaper

Vilket träslag som används torde vara likgiltigt för alla intressenter om för övrigt alla egenskaper är tillfredsställande. Färg och utseende bör inte heller spela någon roll för regelns funktion.

Tabell 7.1 Sammanställning av krav på väggregeln

Hållfasthet och styvhet

Virket skall "tåla" hantering av snickaren samt uppfylla kraven på styvhet och bärförmåga mht normföreskrifter och byggherrens önskemål.

Mått

Längd:

Exaktkapat i standardlängder:
2370
2500 tolerans: ± 2 mm
2700

Ritskapat tolerans: ± 5 mm

Fallande: Ej $3,0 \text{ m} < L < 4,7 \text{ m}$

Tjocklek:

38, 45 mm tolerans: $-0, +2$ mm
(Om $t=38$ mm bör vankant och dödade hörn ej tillåtas)

Bredd:

70, 95, 120, 145 mm tolerans: ± 1 mm
(kravet gäller såväl mellan regler som inom en regel)

Form

Kupighet:

2% av bredden

Kantkrokighet:

4 mm på hela längden

Flatbøj:

max 2,5 mm för $t=38$ samt
max 6 mm för $t=45$ på hela längden
(vankant ej tillåten)

Skevhet:

2 % av bredden på hela längden dock
godtas 3 mm

Fuktinnehåll

1) Virket levereras nedtorkat till den förväntade jämviktsfuktkvoten 10 - 12 %
eller

2) Virket skall uppfylla formkraven vid torkning från leveransfuktkvot till jämviktsfuktkvot vid inbyggnad. Leveransfuktkvoten får inte överstiga 20 %.

Övrigt:

Mikrobiella angrepp:

Angrepp av mögel och röta tolereras
inte. Blånad tillåts

Kvist:

Kvistfritt 50 mm i varje ände för
skråspikning av exaktkapat virke

Dödade hörn:

Godtas om inte erforderligt underlag
för skarvning av skivor äventyras.

Vankant:

Tillåts om inte skivornas krav på
underlag vid skarvning äventyras och
om bärförmåga och styvhet är
tillräcklig.

Ytbeskaffenhet:

Vid limning ställs speciella krav
beroende på limsystem.

8. BJÄLKLAG

8.1 Byggnadsdel

8.1.1 Säkerhetsmässiga krav

Bjälklagets erforderliga bärförmåga med hänsyn till risk för brott bestäms av vilka laster som antas påverka bjälklaget. Förutom av egentyngheden belastas bjälklaget i allmänhet av nyttig last, det vill säga last av inredning och personer samt eventuellt gods. Storleken på den nyttiga lasten bestäms av hur lokalen förväntas bli använd. I Nybyggnadsreglerna skiljer man på olika lokaltyper t ex bostadshus, kontorsrum, ståplatsläktare osv, vars lastvärden varierar betydligt. Bjälklaget skall motstå såväl utbredda som godtyckligt placerade koncentrerade laster. Den koncentrerade lasten antas verka på en viss yta och är ofta avgörande för golvbelägningens egenskaper med hänsyn till genomstansning.

I de fall då bjälklaget utnyttjas för att stabilisera byggnaden mot t ex horisontell vindlast skall bjälklaget givetvis även dimensioneras för dessa laster.

8.1.2 Funktionsmässiga krav

Bestämmelser

Nybyggnadsreglerna föreskriver inte direkt vilka egenskaper bjälklaget skall ha under normal användning. Det är upp till byggherren att bestämma funktionskraven. Emellertid anges i Nybyggnadsreglerna en möjlig metod för att kontrollera att bjälklaget har erforderlig styvhet med hänsyn till svikt. Nedböjningen hos en enskild bjälke får enligt denna metod inte överstiga 1,5 mm under inverkan av en kortvarig punktlast på 1,0 kN. Lastfördelning till angränsande balkar samt samverkan med golvpanel eller golvskena får tillgodoräknas.

Byggherre

Nedböjningarna kan ge skador på mellanväggar och inredning, som är

känsliga för deformationer. Inventarier kan få oacceptabel lutning av för stora nedböjningar. Vinkeländringar över mellanstöd kan ge skador på golvbeläggningen.

Eftergivlighet när man går på bjälklaget (svikt) kan ge obehag för både den som går och för den som sitter eller står på bjälklaget. Fortgående svängningar kan uppstå till följd av pulserande last från maskiner. För att begränsa nedböjning, svikt och svängning hos ett bjälklag krävs alltså en viss styvhet hos bjälklaget.

Det finns en branschpraxis när det gäller dimensioneringskriterier med hänsyn till nedböjning. Nedböjningen av total last bör begränsas till $L/250$ och nedböjningen av enbart vanlig nyttig last av personer och inredning till $L/600$ där L är avståndet mellan upplagen. Med hjälp av överhöjning (medveten initiell uppböjning) kan nedböjningen av total last nedbringas.

Krav på planhet och ytjämnhet hämtas oftast från Hus AMA, vars utföranderegler i allmänhet hänvisas till i kontraktshandlingarna mellan byggherre och entreprenör. Golvets buktighet skall enligt Hus AMA begränsas till ± 2 mm på 250 mm mätlängd och ± 5 mm på 2000 mm mätlängd. Lutningen på en mätlängd, L , i intervallet 1,8 - 6,0 m får ej överstiga ± 8 mm. För kortare mätlängd är kravet ± 5 mm. För beläggning med parkett ställs hårdare krav. Kraven har utformats med hänsyn till utseende, rengörbarhet, möblerbarhet, snubbelrisk osv. För bjälklagets undersida (takets) finns generösare regler.

Precis som för väggen bör byggherren ställa krav på att bjälklaget inte skall avge besvärande lukt. Andra krav kan vara ljudgenomsläpplighet i lägenhetsskiljande bjälklag.

8.1.3 Önskvärda egenskaper

Det kan vara önskvärt med ett bjälklag som är i det närmaste fullständigt plant och inte nämnvärt ger efter vid personlast. Högt brandmotstånd, destruerbarhet och demonterbarhet kan vara egenskaper som höjer värdet hos produkten. Fukttålighet avseende vattenskadorna är positivt.

8.1.4 Ej relevanta egenskaper

Ingående material kan vara likgiltigt för byggherren.

8.2 Bjälklagsbalk

Entreprenören skall se till att bjälklaget som helhet uppfyller de krav som byggherren och Nybyggnadsreglerna ställer. Detta leder till specifika krav på bjälklagsbalkarna avseende bärförmåga, styvhet, form o s v beroende på bjälklagets utformning. För att försäkra sig om ett effektivt och rationellt montage kräver entreprenören dessutom för sin egen del vissa egenskaper hos balkarna.

8.2.1 Säkerhetsmässigt motiverade krav

Nybyggnadsreglernas krav på bjälklagets bärförmåga innebär att balkarna skall ha vissa dimensioner vid en given hållfasthetsklass hos virket. Ur säkerhetssynpunkt är böjhållfastheten i allmänhet den begränsande egenskapen för kryprums- och mellanbjälklag. Vindsbjälklagets balk ingår ofta i takstolskonstruktionen och blir därför både böjd och dragen.

8.2.2 Funktionsmässigt motiverade krav

Hållfasthet

Byggherren kan ställa högre krav på bärförmågan än Nybyggnadsreglerna i de fall då risken för materiell skada av kostnadsskäl skall hållas mycket låg.

Styvhet

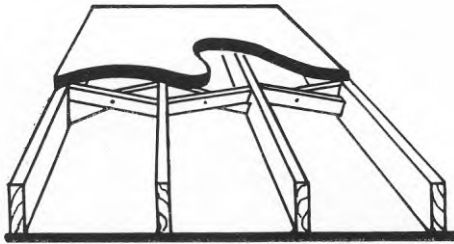
Kraven på begränsad nedböjning och svikt leder i de flesta fall till erforderliga tvärsnittsdimensioner, som klart överstiger de som föranleds av bärförmågekravet. Det vore därför lämpligt om entreprenören kunde köpa virket sorterat efter böjstyvhet på högkant istället för som idag efter böjhållfasthet.

Hus AMA anger att bjälklagsbalkar skall krysskolvas om den fritt upplagda spännvidden överstiger 3,0 m, se figur 8.1. Avsikten med detta är att öka

Samverkan mellan angränsande balkar så att enstaka koncentrerade laster i större utsträckning fördelas på fler balkar. Därmed skulle styvheten ökas. Provningar på verkliga bjälklag har dock visat att krysskolvning ger mycket små styvhetsökningar.

Långtidsdeformationerna är i vissa bjälklag dimensionerande, varför det kanske kunde vara av intresse att sortera virket efter krypningsbenägenhet.

Överhöjning av massiva träbjälkar kan åstadkommas genom kontrollerad kurvsågning eller nedhyvling.



Figur 8.1 Krysskolvning av bjälklag

Mått

Längd

Virkets längd bör anpassas till de spännvidder som föranleds av tvärsnittsdimensionerna. För att kunna utnyttja massivt trä i större bjälklag på ett rationellt sätt krävs inte bara ökade tvärsnittsdimensioner utan också längder över 6,0 m för att undvika fördyrande skarvar. Fingerskarvning av grövre tvärsnitt har visat sig vara svårt. Skarvarnas hållfasthet blir inte tillfredsställande. Fingerskarvning är dessutom dyr, jämför figur 11.1. Även traditionella skarvar med överlappsförband utförda på byggplatsen är kostsamma.

För småhusbjälklag torde det vara önskvärt med balkar som räcker över hela husbredden, det vill säga längder upp till 9,0 m.

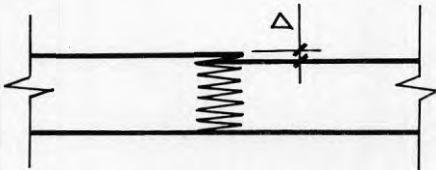
Toleransen för exaktkapade balkar bör vara +2, -10 mm. Det är viktigt att den förtillverkade balken verkligen ryms på den avsedda platsen. Då fallande längder används bör krav rimligtvis ställas på längdfördelningen så att spillet minimeras.

Tjocklek

Virkets tjocklek bestäms dels av hållfasthets- och styvhetskrav, dels av erforderligt underlag för skarvning av vissa typer av golvs kivor. Undermått accepteras inte. Tolerans: 0, +2 mm.

Bredd

Virkesbredden bestäms oftast med hänsyn till styvhetskraven men erforderlig isolering i t ex kryprumsbjälklag kan också vara avgörande. För att kunna överbrygga större spännvidder är det önskvärt att tillgängliga standarddimensioner ökas till åtminstone 300 mm (295 mm hyvlat). Vid fingerskarvning kan olika bredd förorsaka plötsliga språng enligt figur 8.2.



Figur 8.2 Plötsligt ökad bredd vid fingerskarvning.

Rimliga toleranser mellan balkar och inom en enskild balk kan vara ± 1 mm. Det bör finnas ett samband mellan bredd och tillgängliga längder.

Form

Balkarnas form styr bjälklagets form. Bjälklagets slutgiltiga form beror på ett flertal faktorer. Balkarna kan vid inbyggnad vara krokiga och de kan bli krokiga också efter uttorkning.

Kraven på buktighet och lutning enligt Hus AMA gäller bjälklaget som helhet under garantitiden (2 år). Buktheten består dels av balkarnas deformation dels av golvskevans deformation. Deformationerna kan ha sin orsak i ändrade fuktförhållanden eller belastningar eller kombinationer av dessa faktorer. Balkarna och golvskevans eller golvpanelen har i allmänhet också en viss initiell deformation.

Deformationer orsakade av fuktförhållandena kan minskas om komponenterna som bygger upp bjälklaget vid inbyggnad är konditionerade till det förväntade klimatet. I ett bjälklag över ett kallt uteluftsventilerat kryprum innebär klimatskillnaden mellan över- och undersidan att en fuktkvotsgradient uppstår i balktvärsnittet. Denna gradient kan förorsaka avsevärda nedböjningar.

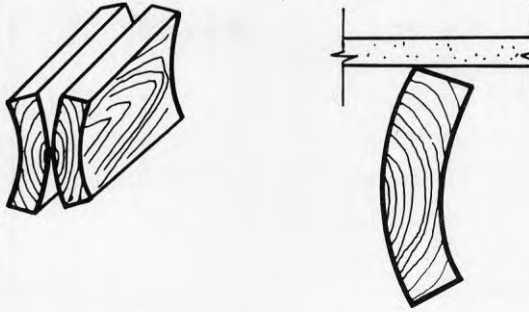
De tidsberoende deformationerna ökas avsevärt om balkarna samtidigt utsätts för uttorkning.

Den totala effekten av last-, fukt- och tidsberoende deformationer är svår att förutsäga och varierar starkt mellan olika byggsystem och bjälklagstyper. Det är därför vanskligt att formulera generella krav på balkarna.

Kupighet

Kupigheten medför dels att flatsidorna blir krökta, dels att kantsidorna inte blir parallella. Flatsidornas krökning kan innebära att glipor uppstår i isoleringen, varvid värmemotståndet försämras. Kantsidornas lutning medför att golvpanelens eller golvskevans anliggning mot balken försämras. Detta kan leda dels till knarr i golvet, dels till problem med limfogen i de fall samverkan mellan balk och golvskevans utnyttjas. En annan effekt av kupighet är att skarvning av virkesdelar försvåras, speciellt i de fall då delarna är "konvexa mot varandra". Balkarnas initiella styvhet försämras genom att anliggningsytan vid upplagen blir mycket liten.

Rimlig gräns för kupigheten kan vara 2 % av bredden.



Figur 8.3 Försvårad skarvning och minskad anliggning till följd av kupighet.

Flatbøj

Beräkningsanvisningarna i Nybyggnadsreglerna förutsätter att sidoutböjningen ej överskrider spännvidden/300. I normalfallet justeras flatböjningen vid montage av golvskivan eller vid krysskolvning. Om man vid en rationell prefabricering av bjälklagselement vill undvika denna justering bör kravet på flatböjning sättas till maximalt 10 mm på hela balklängden.

Fingerskarvade balkar kan få S-form, d v s flatböjning åt olika håll. Detta kan svårligen justeras. Kravet bör alltså vara strängare på virke till fingerskarvning.

Kantkrokighet

Kantkrokighet kan ofta utnyttjas för att få en överhöjning av bjälklaget. Balkarna läggs så att säga med "ryggen" uppåt. Vid belastning kröks balkarna så att golvet blir plant eller något nedböjt. (Detta utnyttjas systematiskt med limträbalkar där överhöjningen motsvarar belastning av egentygnd och c:a halv nyttig last av personer och inredning.) För att nå ett gott resultat krävs att virkets kantkrokighet är någorlunda lika för alla balkar i bjälklaget. Förutsatt att kantkrokigheten vänds åt rätt håll kan man vara generös med toleransen: 5 mm på 2 m, dock maximalt 8 mm på hela balklängden, vilket även överensstämmer med Hus AMA:s krav.

Läggs balkarna ut godtyckligt, vid exempelvis högt automatiserad prefabricering, bör kantkrokigheten begränsas ytterligare beroende på vilken nedböjning av last och fukt som förväntas.

Skevhet

Skevhet medför en sidoförskjutning som är svår att justera. Anläggningen mot golvskena eller golvpanel blir dålig på grund av att tvärsnittet är vridet längs balken.

Skevheten begränsas till 2 % av bredden på 2 m dock max 10 mm sidoförskjutning på hela balklängden.

Vankant

Vankant minskar underlaget för skarvning av golvskenor och golvpanel och bör undvikas vid tjockleken 38 mm.

Avrundade hörn

Avrundade hörn godtas om underlaget för skarvning är tillräckligt.

Fukttinhåll

Bjälklagsbalkar bör vid leverans vara konditionerade till det klimat som förväntas i konstruktionen för att förhindra samtidig uttorkning och belastning. Balkar i ett mellanbjälklag bör ha samma jämviktsfuktkvot som innerväggsreglar, det vill säga 8-14% beroende på årstid. De något grövre tvärsnitten kan bromsa variationen något. I ett kryprumsbjälklag fås däremot en fuktgradient där undersidan av balkarna har en avsevärt högre fuktkvot än översidan till följd av kryprummets fuktiga klimat. Undersökningar av Bergström [2] pekar på att skillnaden i fuktkvot är mellan 6 och 10% samt att bjälklagsbalkarnas undersida kan ha en fuktkvot kring 20% på hösten. Årsmedelfuktkvoten för hela tvärsnittet torde hamna kring 14%.

Mikrobiella angrepp

Röta och mögel accepteras ej, eftersom fuktkvotströskeln för nya angrepp är sänkt för redan angripet material. Blånadssvamp godtas dock.

Kvistar

För att underlätta skråspikning vid upplag för balken krävs att virket är kvistfritt i detta område.

8.2.3 Önskvärda egenskaper

Balkar med en medveten och jämn överhöjning skulle klart förbättra nedböjningsförhållandena. Om virket vore tolerant mot fuktbelastningar skulle transporterna och hanteringen på byggplatsen avsevärt förenklas. Det skulle exempelvis kunna vara önskvärt att synliga balkar av massivt trä av estetiska skäl är kvistiga, knotiga och bemängda med sprickor. Tryckimpregnering sänker värdet hos produkten avseende restvärdet vid nedmontering och destruering. Ett mindre krypbenäget virke vore värdefullt i syfte att nedbringa långtidsdeformationerna.

8.2.4 Ej relevanta egenskaper

Träslag och utseende torde inte spela någon roll för entreprenören om alla andra egenskaper är tillfredsställande.

Tabell 8.1 Sammanställning av krav på bjälklagsbalken

Hållfasthet och styvhet

Virket skall uppfylla kraven på styvhet och bärförmåga mht normföreskrifter och byggherrens önskemål.

Mått

Längd:
Exaktkapat i standardlängder:
tolerans: - 10, + 2 mm

Fallande:
Önskvärt upp till 9 m

Tjocklek:
38, 45, 70 mm
tolerans: - 0, + 2 mm

Bredd:
145 - 295 mm
tolerans: ± 1 mm
(kravet gäller såväl mellan balkar som inom en balk)

Form

Kupighet:
2% av bredden

Flatbøj:
Längden/300 dock max 10 mm på hela längden

Kantkrokighet:
5 mm på 2,0 m dock max 8 mm på hela längden

Skevhet:
2 % av bredden på 2,0 m dock max 10 mm på hela längden

Fuktinnehåll

1) Virket levereras nedtorkat till den förväntade jämviktsfuktkvoten 13 - 15 %
eller

2) Virket skall uppfylla formkraven vid torkning från leveransfuktkvot till jämviktsfuktkvot vid inbyggnad. Leveransfuktkvoten får inte överstiga 20 %.

Övrigt:

Mikrobiella angrepp:
Angrepp av mögel och röta tolereras inte. Blånad tillåts

Vankant:
Tillåts om inte belägningens krav på underlag vid skarvning äventyras och om bärförmåga och styvhet är tillräcklig.

Ytbeskaffenhet:
Vid limning av golvskena ställs speciella krav beroende på limsystem.

Kvist:
Kvistfritt i varje ände för att underlätta spikning (exaktkapat virke)

Dövade hörn:
Godtas om inte erforderligt underlag för skarvning av beläggning äventyras.

9. YTTERTAK

9.1 Byggnadsdel

9.1.1 Säkerhetsmässigt motiverade krav

Takets erforderliga bärförmåga bestäms av de utbredda lasterna snö, vind, och nyttig last. Snölasten verkar på takets utsida medan vinden belastar konstruktionen både ut- och invändigt. Den nyttiga lasten motsvaras av att vindsutrymmet utnyttjas som förråd. Yttertakskonstruktionen skall dessutom antas bli belastad av en enstaka koncentrerad last på 1 kN.

9.1.2 Funktionsmässigt motiverade krav

Takkonstruktionens funktion detaljregleras inte i Nybyggnadsreglerna. Det kommer an på byggherre och entreprenör att enas om kravnivåerna. Takkonstruktionens nedböjning kan skada spröda mellanväggar och annan inredning som är deformationskänslig. Nedböjningarna kan också upplevas obehagliga ur estetisk synvinkel. Detta gäller såväl innertaket som yttertaket. Takets vattenisolering kan dessutom skadas av för stora nedböjningar och vinkeländringar. Svikt- och svängningsproblem kan uppstå i takkonstruktioner i 1 1/2 planshus där underramen fungerar som bjälklag. Det är dock främst långtidsdeformationerna som är avgörande när det gäller takkonstruktionen.

Hus AMA ställer krav på innertakets form. Buktigheten skall begränsas till ± 5 mm per 125 mm mätlängd samt ± 12 mm på 2000 mm mätlängd. Lutningen får maximalt vara ± 20 mm per mätlängd i intervallet 1,8 - 6,0 m och ± 12 mm i intervallet 0-1,8 m.

Byggherren kan och bör ibland ha hårdare krav på formen än vad som anges i Hus AMA. Det krävs då att kraven formuleras i mätbara termer och att de skrivs in i konstruktionshandlingarna. Det är dock oftast så att Hus AMA's regler får gälla för entreprenaden.

9.1.3 Önskvärda egenskaper

Det kan vara önskvärt med ett tak som inte nämnvärt ger efter vid personlast. Högt brandmotstånd, destruerbarhet och demonterbarhet kan vara egenskaper som höjer värdet hos produkten. Takläckage bör inte förorsaka problem för stommen.

9.1.4 Ej relevanta egenskaper

Ingående material kan vara likgiltigt för byggherren.

9.2 Takstol - takstolsvirke

Entreprenören skall se till att taket som helhet uppfyller kraven ställda av byggherren och Nybyggnadsreglerna. När det gäller fribärande fackverkstakstolar förtillverkas oftast takstolarna med spikplåtsförband. Entreprenören köper alltså färdiga takstolar av en takstolstillverkare. I normalfallet är det alltså takstolstillverkaren som ställer krav på takstolsvirket, medan entreprenören kräver vissa egenskaper hos den sammansatta produkten.

9.2.1 Säkerhetsmässigt motiverade krav

Bärförmågan hos den sammansatta produkten beror dels på förbandens hållfasthet dels på virkesdelarnas hållfasthet. För att verifiera bärförmågan krävs dessutom någon typ av beräkningsmodell för bärverket. Denna modell skall utan för stor avvikelse motsvara verklig funktion hos takstolen.

Takstolstillverkarna använder sig av typgodkända datorprogram för dimensionering av takstolar med spikplåtar. Utförandet av spikplåtsförband är reglerat i Godkännanderegler nr 4 [27]. I dessa regler ställs bland annat krav på virkets egenskaper med hänsyn till förbandens bärförmåga.

9.2.2 Funktionsmässigt motiverade krav

Takstolens erforderliga styvhet bestäms med utgångspunkt från byggherrens krav på takets deformationer, innertaketets och yttertaketets buktighet samt risk för skador på innerväggar och vattenisolering. Den totala styvheten bestäms

dels av virkesdelarnas styvhet, dels av förbandens styvhet.

För att på ett enkelt och rationellt sätt kunna montera och hantera takstolen krävs att den har en viss hållfasthet och styvhet i sidled. Det är av vikt för entreprenören att takstolarna är tillräckligt plana för att taktäckningen enkelt skall kunna monteras.

Takstolstillverkaren ställer krav på att virket skall ha egenskaper, bland annat mått och form, som godtas enligt godkännandereglerne och som möjliggör ett rationellt montage.

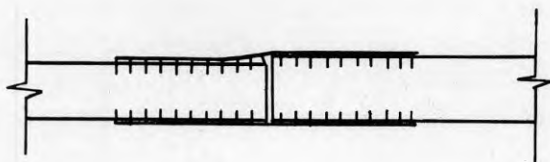
Mått

Längd

Virkets längd specificeras med hänsyn till takstolens geometri. Ofta skarvas överram och underram med spikplåtar. Det vore gynnsamt om ramstängerna kunde fås hellånga. Virkesdelarna kapas till rätt geometri av tillverkaren.

Tjocklek

Med hänsyn till spikplåtarnas anliggning mot virket begränsas variationen i tjocklek till $\pm 1,0$ mm inom takstolen, se figur 9.1. Mellan takstolar tolereras stor variation uppåt. Undermått begränsas till -2 mm med hänsyn till bärförmåga, styvhet och underlag för skarvning av skivor, åsar eller panel.



Figur 9.1 Inverkan av olika virkestjocklek på spikplåtsförbandets utformning.

Bredd

Virkets bredd kan variera betydligt utan att funktionen äventyras. Så länge takstolens yttre geometri bibehålls kan virket i princip vara hur brett som

helst. Krav på styvhet och bärförmåga begränsar undermättet till - 2 mm.

Form

Kupighet

Kupighet medför försämrad anliggning mellan plåt och trä. Om kravet på skillnader i tjocklek överförs till kupighet bör kupigheten begränsas till 2 mm, vilket motsvarar 1 % för virkesbredden 200 mm.

Flatbøj

Dimensioneringsreglerna med hänsyn till knäckning och vippning i Nybyggnadsreglerna förutsätter att virkets sidoutböjning begränsas till $L/300$, där L utgör den fria spännvidden eller stånglängden. En alltför stor flatbøj försvårar monteringen av spikplåten och i godkännandereglererna föreskrivs att "virkesdelarna skall ligga i samma plan ...".

Entreprenörens arbete påverkas om underram och överram har för stor sidoutböjning, eftersom skarvning av skivor eller panel försvåras. Diagonalernas utböjning påverkar dock inte entreprenörens arbetssituation. Rimlig gräns är 10 mm på hela längden.

Kantkrokighet

Nybyggnadsreglernas krav på sidoutböjning ($L/300$) gäller även kantkrokighet. Monteringen av spikplåtar påverkas inte direkt av kantkrokighet om inte geometrin förändras så att springor uppstår mellan virkesdelarna. Tas inte hänsyn till virkesdelarnas verkliga utseende vid tillkapning bör kantkrokigheten begränsas för att undvika för stora springor.

Med hänsyn till krav på buktighet hos innertak bör kantkrokigheten begränsas till maximalt 6 mm (gäller underramen).

Skevhet

Skevhet medför problem med anliggning mellan spikplåt och virke. Skevheten bör, med samma resonemang som för kupighet, begränsas till 2 mm oavsett

bredd och längd.

Vankant

Vankant tillåts inte i de delar av virket där spikplåten skall pressas in.

Avrundade hörn

Dövade hörn torde inte påverka förbandens funktion i någon större utsträckning utan godtas.

Fuktinnehåll

Enligt godkännandereglererna får virkets fuktkvot inte överstiga 20 % vid tillverkningen.

Takstolsvirke i kalla vindsutrymmen får en hög fuktkvot på vintern då varm, fuktig inomhusluft läcker upp till den kalla vinden där den avkyls. Den relativa luftfuktigheten kan under långa perioder vara kring 80%. Då finns risk för kondens på yttertaketets insida. Under sommarmånaderna sjunker fuktkvoten från vinterns nivå, 13-20%, till under 10% [12]. Årsmedelfuktkvoten bör bli ungefär 12-14%. De delar av en takstol som gränsar mot inneklimatet torde ha fuktförhållanden liknande ytterväggens.

Mikrobiella angrepp

På den kalla vinden ovanför ett uppvärmt utrymme fås ett mycket fuktigt klimat vintertid. Det krävs därför god ventilation för att inte svampväxt skall påbörjas. Det är mycket viktigt att virket inte tidigare blivit svampinfekterat. Mögel och röta tolereras inte. Blånadssvamp godtas dock.

Kvistar

Godkännandereglererna ställer inte krav på att virket skall vara kvistfritt där plåtarna pressas in trots att det vore ett rimligt krav. Det vore en klar fördel för både montage och funktion om åtminstone virkesdelarnas ändar vore kvistfria.

Tabell 9.1 Sammanställning av krav på takstolsvirket

Hållfasthet och styvhet

Virket skall uppfylla kraven på styvhet och bärförmåga mht normföreskrifter och byggherrens önskemål.

Mått

Längd:

Varierar med takstolstyp.
Diagonaler: $L < 3,0$ m
Över- och underram: önskvärt upp till 9 m

Tjocklek:

38,45, mm
tolerans: ± 1 mm

Bredd:

95 - 295 mm
tolerans: - 2, + ∞ mm

Form

Kupighet:

1% av bredden

Kantkrokighet:

Längden/300 dock max 6 mm på hela längden

Flatbøj:

Längden/300 dock max 10 mm på hela längden

Skevhet:

2 mm på hela längden oavsett bredden

Fuktinnehåll

1) Virket levereras nedtorkat till den förväntade jämviktsfuktkvoten 12 - 14 %

eller

2) Virket skall uppfylla formkraven vid torkning från leveransfuktkvot till jämviktsfuktkvot vid inbyggnad. Leveransfuktkvoten får inte överstiga 20 %.

Övrigt:

Mikrobiella angrepp:

Angrepp av mögel och röta tolereras inte. Blånad tillåts

Kvist:

Inga begränsningar enligt föreskrifterna, men virkesändarna bör dock vara kvistfria

Vankant:

Godtas inte i de delar där spikplåtar pressas in

Dövade hörn:

Godtas om inte erforderligt underlag för skarvning av beläggning äventyras.

10. LIMTRÄ - LIMTRÄLAMELLER

10.1 Limträ

10.1.1 Säkerhetsmässigt motiverade krav

För limträ anges vissa hållfasthetsegenskaper i i Nybyggnadsreglerna, varvid limträ förutsätts tillverkat och märkt enligt L-regler [34]. Dimensionering får ske enligt Limträhandboken [3], som är typgodkänd av Statens planverk. Bärförmågan skall verifieras på samma sätt som för konstruktionsvirke.

10.1.2 Funktionsmässigt motiverade krav

Norm

Nybyggnadsreglerna anger dimensioneringsregler för limträ på samma sätt som för konstruktionsvirke. Värderna på styvhet (elasticitetsmodul och skjuvmodul) anges. Erforderlig styvhet bestäms av byggherrens behov och förväntningar på bärverket. I verkligheten avgörs detta i de flesta fall av konstruktören.

Kraven på limträns hållfasthet och styvhet anses tillgodosedda om riktlinjerna för produktion och kontroll enligt [34] följs.

Byggherre

Byggherrens krav på limträ beror helt och hållet på vilken användning som avses. Kraven skiljer sig inte väsentligen från kraven på andra stomkomponenter med samma funktion; bjälklagsbalk, pelare (väggreglar) o s v.

10.1.3 Önskvärda egenskaper

Ett av skälen till att limträ väljs som konstruktionsmaterial är ofta estetiska hänsyn. Exempel på detta är kyrkobyggnader och offentliga rum, där träet exponeras för att det är vackert. I dessa miljöer ställs krav som liknar dem som ställs på möbler dvs ytbehandling, sprickfrihet, virke utan missfärgning, träslag, limmets färg etc.

10.1.4 Ej relevanta egenskaper

Där limträ används för dess konstruktionstekniska egenskaper spelar inte träslaget och träets färg någon roll.

10.2 Limträlameller

10.2.1 Säkerhetsmässigt motiverade krav

I reglerna för tillverkning av limträ [34] anges krav på lamellernas egenskaper för att säkerställa bärförmågan hos den färdiga balken.

Hållfasthet

Lamellerna skall enligt reglerna vara av furu eller gran och sorterade visuellt enligt T-virkesreglerna eller enligt de regler som anges i L-reglerna [34] eller maskinellt i T-virkesklasser. Olika lamellkvaliteter kombineras sedan i tvärsnittet för olika hållfasthetsklasser (L20, L30, L40, L50). Vanligast är L40 där de yttre sjättedelarnas lameller skall vara T30-virke eller LT30- virke (L-reglerna) och resten Ö-virke eller LT10-virke. Det har hitintills inte gått att få fram T30-virke i tillräcklig mängd varför LT30-virke nästan uteslutande använts.

10.2.2 Funktionsmässigt motiverade krav

Mått

Längd

Avståndet mellan fingerskarvarna i en ytterlamell får enligt reglerna inte vara mindre än 2 m, vilket därmed blir en undre gräns för längden. Ju längre virket är desto färre fingerskarvar blir det per balk. Det vore därför önskvärt med längre virke. Idag är virket till lameller i medeltal ca 4,5 m medan det med hänsyn till tillverkningen mycket väl kan vara 6,5 - 7,0 m. Det ställs inte krav på modulanpassad längdjustering. Virket får alltså ha godtycklig längd inom vissa intervall.

Tjocklek

Största tillåtna lamelltjocklek är 45 mm för raka element. I krökta element begränsas tjockleken beroende på krökningsradien. Vanligtvis används 45 och 33 1/3 mm lameller för raka respektive krökta element. Undantagsvis krävs tunnare lameller vid starkt krökta element. Ovanstående gäller hyvlat mått. Tjockleken av en och samma lamell får avvika högst 0,2 mm från medeltjockleken för att säkerställa en fullgod limning. Kutterslag begränsas av samma anledning till 0,025 mm. Sågverken levererar sågat virke med tjockleken 50 mm för nedhyvling hos limträ-tillverkaren till 45 mm.

Bredd

Virkets erforderliga bredd bestäms av avsedd bredd på det färdiga elementet. Standardbredder för färdiga element är: 42, 56, 66, 78, 90, 115, 140, 165, 190 och 215 mm. Dessa mått motsvarar ungefär sågade standardmått med 10 mm avdrag för hyvling. Hyvling sker av hela elementet efter limning och härdning. Standardbredden har begränsats på grund av att bredare lamellvirke än 225 mm knappast går att uppbringa i Sverige [3]. Genom att kantlimma lameller eller limma ihop flera element i sidled kan dock bredare enheter tillverkas.

Form

Kupighet

Stor kupighet hos den sågade råvaran innebär att stora delar av tvärsnittet hyvlas bort för att få godtagbar planhet hos lamellerna. Ofta måste man gå upp från 50 mm till 51-52 mm, sågat mått, för att bibehålla 45 mm lamelltjocklek. Problemen med kupighet ökar med ökande lamellbredd. En limträstillverkare anger att det är svårt att behålla 45 mm som lamelltjocklek med 225 mm breda lameller. Volymen är så liten för denna lamellbredd att sågverken är ovilliga att leverera specialsågat (52 x 225). Istället används lamelltjockleken 43 mm. Kupighet hos de hyvlade lamellerna ökar risken för uppsprickning i samband med limning (pressning). Den bör begränsas till 1 à 2 mm oberoende av bredden.

Flatbøj

Virkets krokighet i veka riktningen utgör inget större problem, eftersom presstrycket relativt enkelt pressar lamellerna raka. Alltför stor flatbøjning torde ge problem i själva hanteringen och vid fingerskarvningen. Tolererbar flatbøjning bör vara i storleksordningen 20 mm på hela längden.

Kantkrokighet

Virkets krokighet i styva riktningen utgör heller inget större problem, eftersom kanterna hyvlas raka efter limning. Stor kantkrokighet innebär emellertid att man måste hyvla bort mycket. Mycket stor kantkrokighet torde också försvåra hantering och fingerskarvning. Tolererbar kantkrokighet kan vara 10 mm på hela längden.

Skevhet

Enligt L-reglernas sorteringsregler tillåts inte skevhet. Detta omöjliga krav tillämpas inte idag. Man har dock stora problem med vridna lameller. Virket är ofta vridet åt samma håll, vilket efter fingerskarvning i vissa fall innebär att lameller vrider sig ett kvarts eller ett halvt varv på hela längden. Andra problem är att lamellerna får ett deformerat tvärsnitt av de stora presskrafter som behövs för att tvinga ihop limträelementet. Rimlig gräns för skevheten

torde vara 2 % av bredden på 2,0 m

Vankant

I L-reglernas sorteringsanvisningar begränsas vankanten till en tiondel av bredden för både kant- och flatsida. Detta gäller sågat, ej hyvlat, lamellvirke. Tillverkaren kan kräva skarpkantat virke.

Avrundade

Avrundade hörn tillämpas inte för hyvling av lamellvirke.

Fukttinhåll

Enligt L-reglerna får fuktkvoten variera mellan 8 % och 15 %. Vid sammanlimning begränsas dock skillnaden mellan olika delar till 5 %. Tillverkaren kräver ofta att fuktkvoten skall vara 12 ± 2 % vid leverans. Detta kontrolleras med elektrisk fuktkvotsmätare när virket tas emot.

Mikrobiella angrepp

Lös röta tillåts ej. Fast röta tillåts i någon omfattning för de två lägsta sorteringsklasserna LT10 och LT20. L-reglerna tillåter att virket har blånad, vilket vissa tillverkare inte gör av estetiska skäl. Mögel på den sågade ytan hyvlas bort och torde inte ge några problem för slutanvändaren.

Kvistar

Lamellvirket skall vara kvistfritt (50 mm) i varje ände med hänsyn till fingerskarvning. Andra regler gäller för fingerskarvning av konstruktionsvirke [28].

Övrigt

De längsgående sprickor som ibland uppstår i underkant på limträbalkar upplevs starkt negativt av många kunder. Dessa sprickor kan delvis ha sin orsak i att den nedersta lamellen innehåller märg. Vissa tillverkare kräver därför att virket skall vara märgklivet. (2 eller 4 ex log). Av samma anledning

tillåts inga genomgående sprickor i LT-30 virke.

Det vore idealiskt om allt lamellvirke vore 6,5 - 7,0 m, vilket skulle minska antalet skarvar per balk. Ju mindre kupigheten är desto mindre spill blir det vid hyvlingen.

Tabell 10.1 Sammanställning av krav på limträlamellen

Hållfasthet och styvhet

Virket skall vara sorterat antingen visuellt enligt T-virkesreglerna alternativt L-reglerna eller maskinellt i T-virkesklasserna .

Mått

Längd:

Ej under 2,0 m enligt föreskrifterna

Helst 6,5 - 7,0 m

Tjocklek:

33 eller 45 mm

tolerans: - 0 , + 2 mm

Bredd:

42 - 215 mm

tolerans: - 0 , + 2 mm

Form

Kupighet:

1 - 2 mm oberoende av bredden

Kantkrokighet:

10 mm på hela längden

Flatbøj:

20 mm på hela längden

Skevhet:

2 % av bredden på 2,0 m

Fuktinnehåll

Lamellernas fuktkvot får variera mellan 8 och 15 %. Sammanlimmade delars differens får dock ej överstiga 5%. Vissa tillverkare kräver $12 \pm 2\%$.

Övrigt:

Mikrobiella angrepp:

Angrepp av mögel och röta tolereras inte. Blånad tillåts inte av vissa tillverkare

Kvist:

Kvistfritt 50 mm i varje ände för fingerskarvning

Vankant:

En tiondel av bredden godtas. Vissa tillverkare kräver skarpkantat virke

Postning:

Vissa tillverkare kräver 2 ex eller 4 ex log. Virket skall alltså vara märkeklivet.

11. EGENSKAPSUPPDELNING

11.1 Allmänt

I kapitel 7-10 har egenskapskraven för fyra typer av produkter specificerats. I det följande sammanställs specifikationerna för varje egenskap. En jämförelse görs med existerande regler och rekommendationer. Detta ger en översikt över vilka krav som bör ställas på sågad vara (träprodukter) för att köparens behov och förväntningar skall tillfredsställas.

11.2 Styvhet och hållfasthet

Vid kontakterna med byggnadsentreprenörer har det framgått att det i stort sett inte är några problem med styvhet och hållfasthet hos virket. Väggreglar har dock i några fall visat sig ha så stora kvistar att de gått av i hanteringen. Dessa regler har inte hållfasthetssorterats varken visuellt eller maskinellt.

Vissa av de konstruktörer som intervjuats menar att antalet hållfasthetsklasser borde minskas. Det fanns heller inget uttalat behov av en högre hållfasthetsklass. Dessutom betonades att styvheten mycket ofta är avgörande vilket även framgått av specifikationerna i kap 7-10. Ur konstruktörens synvinkel vore det mera passande att det funnes virke sorterat efter styvhet med en viss lägsta hållfasthet (motsvarande klass K12), åtminstone när det gäller bjälklagsbalk.

11.3 Mått

Längd

Missnöjet med virkesprodukternas mått har främst gällt längden. Nuvarande system med fallande längder i 300 mm multiplar från 1,80 m till 6,00 m (SIS 232713) uppfyller inte byggnadsbranschens behov på ett bra sätt utan tycks vara ett system, som syftar till ett optimalt volymsutbyte för skogs- och sågverksbranschen.

Analysen av behoven för de valda produkterna visar att det finns ett område med olämpliga längder. Detta intervall, cirka 3-4 m, behövs i stort sett inte för

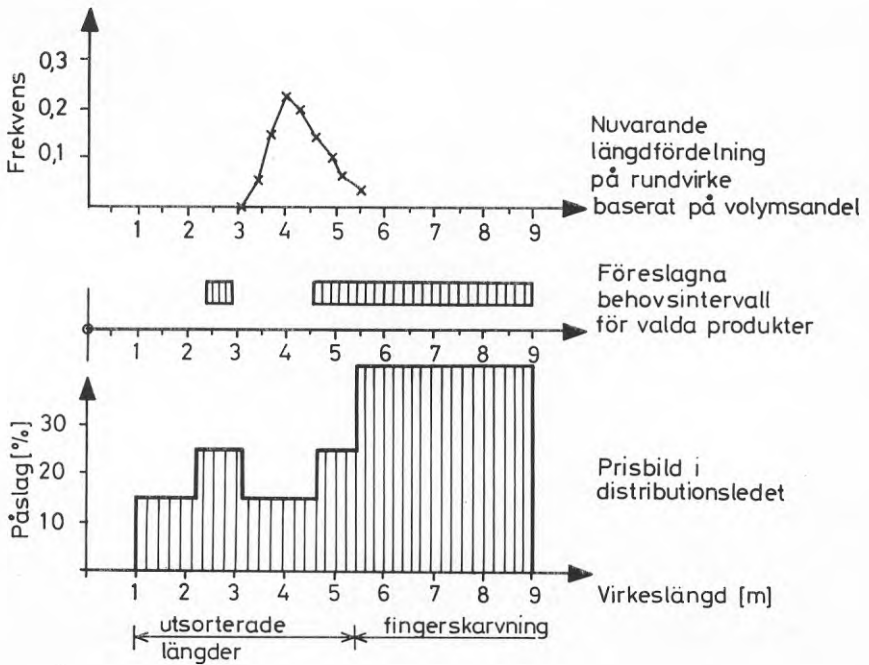
någon av produkterna väggregel, bjälklagsbalk, takstolsvirke eller limträlamell. Väggreglar och diagonalstänger i takstolar är i allmänhet kortare än 3 m. Bjälklagsbalkar, limträlameller ramstänger i takstolar är oftast längre än 4 m. Den nuvarande övre längdgränsen 5,70 m bör omvärderas, eftersom det för tre av de fyra produkterna vore önskvärt med avsevärt längre längd (upp till 9,0 m för bjälklagsbalk).

Längdfördelningen hos rundvirket som kommer in till sågverket har ett maximum kring 4,0. Prisbilden på sågat virke antyder att efterfrågan i intervallen 2,40 - 3,00 och > 4,80 är större än normalt, vilket understryker den föreslagna behovsbilden. Jämförelsen i figur 11.1 mellan nuvarande situation, behoven och prisbilden visar att dagens modulsystem bör ersättas med ett längdsystem mera anpassat till kraven på produkterna. Skogs- och sågverksbranschen skulle därmed få del av det påslag på utsorterade längder som idag tillfaller distributionsledet.

I en avhandling, Trävarulängdernas betydelse för olika användningsområden, har Jan Eric Lindgren [18] bland annat sammanställt längdfördelningar för olika byggkomponenter utgående från produktionsstatistik från bygggrossister och småhustillverkare. Studien visar att för vertikala väggreglar föreligger en klar preferens för längder i intervallen 2,4 - 2,7 m och 4,5 - 5,4 m. För komponenter till bjälklag och takstolar används till största del virke med längder i intervallet 4,5 - 5,4 m, men det finns, enligt Lindgren, också ett behov av kortare längder: 3,6 - 4,2 m. Lindgren bedömer att utbytet vid produktion av vertikala reglar kan bli upp till 20% större om trävarorna har en för produktionen ideal sammansättning jämfört med om ingen längdanpassning förekommer.

Palm [20] har i en studie av träanvändningen i småhus funnit att 40% av använd trävaruvolym utgörs av komponenter vars längd är kortare än 2,7 m. En tredjedel av volymen bestod av komponenter med en längd som överstiger 6,3 m.

Båda dessa undersökningar bekräftar de slutsatser som redovisats beträffande byggnadsbranschens behov av virkeslängder.



Figur 11.1 Jämförelse mellan nuvarande längdfördelning på rundvirket, (kontrollstockar VMF-syd 88/89) föreslagna behovsintervall samt prisbilden i distributionsledet.

På grund av begränsningar i sågverkens hanteringssystem och torkar är det svårt att få fram virke längre än 5,70 m. Vid behov av längre produkter än 5,40 m används i allmänhet fingerskarvning. Detta fördyrar produkten avsevärt (4-500:-/m³). Fingerskarvning av grövre tvärsnitt har dessutom visat sig ge alltför låg hållfasthet och är för närvarande inget alternativ för t ex hellånga bjälklagsbalkar i grova dimensioner. Man är hänvisad till traditionell skarvningsteknik med spikförband utförda på byggsplatsen till dryga kostnader. Sammantaget borde man undersöka möjligheterna att aptera längder upp till 9,0 m för att tillgodose behoven för de studerade produkterna.

Det finns en klar tendens att entreprenören vill minska arbetsinsatsen på byggsplatsen. Detta har medfört att exaktkapat virke alltmer efterfrågas. Som exempel kan nämnas innerväggsreglar. Samtidigt tenderar byggsystemen att bli mer enhetliga, vilket innebär att ett fåtal längder blir mycket vanligt förekommande. Det finns alltså goda skäl för att införa (exaktkapade) standardlängder. Småhusens tvärmått är oftast 7,2 m, 7,8 m eller 8,4 m (multiplar av 0,6 m), vilket skulle ligga till grund för bjälklagsbalkarnas standardlängder. Innerväggsreglarnas längd bestäms av rumshöjden, 2,4 m eller 2,7 m, och av byggsystem.

Det finns försöksstandard SS 232726 vars syfte är att få fram längder som är bättre anpassade till regelkonstruktioner. Här används multipeln 100 mm med början vid 2400 mm. Intervallet 3000 mm - 5400 mm har tagits bort. Toleransen är -0, +5 mm. Detta måttssystem kan inte användas för exaktkapade regler, eftersom rumshöjden och regellängd sällan överensstämmer. Spillet minskar dock avsevärt, eftersom längdintervallet 3 - 5,4 m är bortplockat.

Tvärmått

Tvärmåtten på sågade och hyvlade produkter är standardiserade i SIS 232711 och 232712. Standarden följs dock inte alltid. Flera intervju-personer har observerat att de verkliga dimensionerna minskar.

Det är viktigt att koppla samman längd och tvärmått. Balkar med grova tvärsnitt skall vara långa för att dess kapacitet skall kunna utnyttjas att överbygga större spännvidder.

Tjocklek

Föreslagna toleranser finns angivna i tabell 11.1. Övermått tolereras för alla fyra produkterna. Undermått godtas inte för väggreglar och bjälkar med hänsyn till skarvning av skivor.

Bredd

Breddtoleranserna föreslås vara lika för väggreglar och bjälklagsbalkar medan takstolsvirkets övre toleransgräns kan vara mycket stor förutsatt att takstolens geometri och form bibehålls.

Tabell 11.1 Sammanställning av föreslagna krav på mått.

	Väggregel	Bjälklagsbalk	Takstolsvirke	Limträlamell
Längd	Exaktikapat i standardlängder: 2370 2500 tolerans: ± 2 mm 2700 Ritskapat: ± 5 mm Fallande: ej $3,0 < L < 4,7$ m	Exaktikapat: standardlängder tolerans: $-10, +2$ mm Fallande: önskvärt upp till 9 m	Varierar med takstolstyp. Diagonaler $L < 3,0$ m Över- och underram önskvärt upp till 9 m	Önskvärt med $L = 6,5 - 7,0$ m
Tjocklek	38, 45 mm tolerans: $-0, +2$ mm	38, 45, 70 mm tolerans: $-0, +2$ mm	38, 45 mm tolerans: ± 1 mm	33, eller 45 tolerans: $-0, +2$ mm
Bredd	70, 95, 120, 145 mm tolerans: $\pm 1,0$ mm	145 - 295 mm tolerans: $\pm 1,0$ mm	95 - 295 mm tolerans: $-2, +\infty$ mm	42 - 215 mm tolerans: $-0, +2$ mm

11.4 Form

Bristande raket och form har ansetts som det viktigaste skälet till missnöje med träprodukter och har föranlett många entreprenörer att byta till produkter av andra material, t ex stålreglar i väggar. Skeva regler har oftast bedömts utgöra det allvarligaste problemet.

Problemen har bland annat gällt innerväggsreglar. Numera levereras dessa ofta sorterade i något som kallas byggkvalitet eller regelkvalitet. Med beteckningar enligt "Gröna Boken" motsvarar det en kvalitet mellan V:e och VI:e sort. Betecknande för situationen är att "Gröna Boken" inte ger några gränser för tillåtna formfel. Köparen av virke till regler enligt denna sorteringsregel kan alltså inte förvänta sig att leverantören tillgodoser det mest grundläggande behovet dvs raket. Köparen, entreprenören, har oftast ringa eller ingen uppfattning om innehållet i sorteringsreglerna. Detta innebär att köparen är i händerna på leverantören. Köparen kan oftast inte heller formulera kraven i andra termer än "i princip ej skevt".

Kraven i Hus AMA på byggnadsdelarnas form var utgångspunkten vid analysen av formkraven i kap 7-10. Därefter har formkraven i många fall skärpts när Hus AMA:s krav bedömts vara väl generösa. För limträlameller har bedömningen grundat sig på produktionens krav.

Definition av formavvikelser

Godtagna formavvikelser definieras i sorteringsreglerna som en pilhöjd på en viss sträcka, ofta 2,0 eller 3,0 m. Detta innebär en begränsning av krökningen. Långa produkter kan få en mycket stor absolut utböjning med detta system.

En annan definition är längdrelaterad. Nybyggnadsreglerna förutsätter t ex att virkets sidutböjning understiger $L/300$ (L = fri längd) med hänsyn till instabilitet. Detta medför att ju längre spännvidden är desto hårdare blir kravet på krökningen. Långa element innebär också stora tillåtna absoluta utböjningar.

En tredje typ begränsar den absoluta utböjningen, oavsett längd. Denna definition medför att längre element får hårdare krav på krökningen.

Av de tre typerna av begränsningar torde den sistnämnda passa entreprenören bäst. Det är ofta storleken på utböjningen som avgör om en balk är godtagbar eller inte.

Föreslagna gränser

I tabell 11.2 är de föreslagna gränserna för formavvikelsena sammanställda för de fyra produkterna. Det framgår att det är svårt att formulera krav som är gemensamma för produkterna. (När det gäller skevheten föreslås dock samma nivå.) Man bör alltså formulera godtagna formavvikelser för varje enskild produkt. Dagens sorteringsregler skiljer emellertid inte på virket till olika ändamål i detta avseende.

Tabell 11.2 Sammanställning av föreslagna krav på form.

	Väggregel	Bjälklagsbalk	Takstolsvirke	Limträlamell
Kupighet	2 % av bredden	2 % av bredden	1 % av bredden	1 - 2 mm oberoende av bredden
Flatbøj	2,5 mm för $t=38$ mm 6 mm för $t=45$ mm på hela längden	L/300 dock max 10 mm på hela längden	L/300 dock max 10 mm på hela längden	20 mm på hela längden
Kantkrokighet	4 mm på hela längden	5 mm på 2,0 m dock max 8 mm på hela längden	L/300 dock max 6 mm på hela längden	10 mm på hela längden
Skevhet	2 % av bredden dock godtas 3 mm	2 % av bredden på 2,0 m dock max 10 mm på hela längden	2 mm på hela längden oavsett bredden	2 % av bredden på 2,0 m

Jämförelse med sorteringsregler

I de följande tabellerna 11.3 - 11.6 jämförs de i tab. 11.2 föreslagna gränserna med olika sorteringsregler och rekommendationer. Sammantaget är de föreslagna kraven för de fyra produkterna betydligt strängare än nuvarande sorteringsregler. Om detta är en indikation på att kraven är alltför stränga återstår dock att se. Någon större undersökning av hur det sågade virket ser ut vid leverans finns inte tillgänglig. Att dagens regler inte alltid svarar mot slutanvändarens behov är i sig allvarligt men att de inte är kalibrerade mot produktionen är än värre.

Kupighet

Det framgår av tab. 11.3 att rekommendationerna för utseendesorterat hyvlat virke [35] i stort sett stämmer överens med de föreslagna värdena, medan det sågade virket sorterat enligt [37] inte uppfyller ställda krav. När det gäller det hållfasthetssorterade virket nämns inte kupighet i de svenska normerna [29], [30], [36], [38] men i "Europanormen" [32] ges ett tillåtet värde klart över det föreslagna. För sortering av sågade limträlameller enligt L-reglerna [34] anges inget krav på kupighet, men efter hyvling måste lamellerna uppfylla stränga krav på planhet. Den strängaste klassen enligt Eurograding [7] är i nivå med de föreslagna gränserna.

Flatbøj

Den gjorda jämförelsen i tab. 11.4 blir något haltande eftersom gränserna är angivna med olika definitioner, se kommentar om definitioner ovan.

För en väggregel med längden 2,4 m och tjockleken 45 mm föreslås i tab. 11.2 en gräns på 6 mm. För utseendesorterat sågat virke enligt [37] tillåts 29 mm och för hyvlat virke enligt [35] 9 mm, för denna regel. En bjälklagsbalk eller en stång i en takstol med längden 4,5 m och tjockleken 45 mm bedöms vara godtagbar med en flatbøj på 10 mm. Motsvarande värde för utseendesorterat virke blir 101 mm och 30 mm för sågat respektive hyvlat virke. Här förutsätts att krökningen är konstant längs virkesstycket. Det är uppenbart att dessa rekommendationer inte kan tillämpas för de studerade produkterna.

Hållfasthetssorterat T-virke [29], [30] klarar heller inte de föreslagna gränserna medan kravet på K12, [36], är strängare och i paritet med förslaget för kortare virke. ECE-reglerna [32] anger absolutvärden för tillåten flatbøj och är för 45 mm virke 26 mm (interpolation), vilket är klart över föreslagna gränser. Den strängaste klassen enligt Eurograding klarar de föreslagna kraven på väggregeln men inte kraven på längre balkar. Limträreglerna nämner inte flatbøj.

Det bör observeras att Nybyggnadsreglerna förutsätter, med hänsyn till instabilitet, att den initiella utböjningen understiger spännvidden $L/300$. Detta krav klarar bara den strängaste klassen enligt Eurograding, räknat på tre meters spännvidd och tjockleken 45 mm.

Kantkrokighet

På grund av olika definitioner på formfelet blir även jämförelsen i tab. 11.5 något haltande. Den föreslagna gränsen för väggregel är 4 mm. Utseendesorterat sågat virke enligt [37] tillåts ha en kantkrokighet på 13 mm för längden 2,4 m och bredden 70 mm. Motsvarande värde för hyvlat virke [35] är 7 mm. För bjälklagsbalk och takstolsvirke ökar skillnaden mellan rekommendationerna och författarnas förslag. Hållfasthetssorteringen enligt svenska regler [29], [30] följer samma mönster medan de europeiska reglernas krav [32] är i nivå med förslaget. Virke sorterat i strängaste klassen enligt Eurograding godtas i stort sett för de studerade produkterna om inte längden överskrider 4 m. Limträreglerna beaktar inte kantkrokighet.

Skevhet

De föreslagna kraven i tabell 11.6 på skevhet är klart strängare än de rekommenderade gränserna för sågat och hyvlat utseendesorterat virke. Detsamma gäller för hållfasthetssorterat virke. Lägg märke till att reglerna för limträlameller inte tillåter någon skevhet alls. Detta krav är orimligt och omöjligt att uppfylla. Återigen är den strängaste klassen enligt Eurograding godtagbar för kortare produkter. Kravet på takstolsvirke är dock svårt att uppfylla för bredare virke.

Tabell 11.3 Jämförelse mellan sorteringsregler och de i tab. 11.2 föreslagna gränserna för kupighet.

Kupighet	Väggregel	Bjälklagsbalk	Takstolsvirke	Limträlamell
Föreslagna gränser CTH	2 % av bredden	2 % av bredden	1 % av bredden	1 - 2 mm oberoende av bredden
"Gröna boken" Export-sortering [31]	"Påverka den sågade varans kvalitet och skall beaktas..."			
Föreningen Svenska Sågverksmän 87-03-27 [37]	Sågat virke o/s - V 3,4 - 4,3 % av bredden			
Sv. Sågverks och Trävaru-exportför. 88-02-01 [35]	Hyvlat virke 2 % av bredden			
"Blå boken" T - virke [30]	T30 - T18 Inga krav			
Maskin-sortering [29]	T30 - Ö-virke Inga krav			
SBN [38] NR [36]	Ö-virke /K12 Inga krav			
ECE [32]	S10 - S6 4 % av bredden			
L - regler Limträ [34]				Inga krav på sågat virke. "Fullständig" planhet krävs
Eurograding [7]	Tre klasser 2 - 3 - 5 % av bredden			

Tabell 11.4 Jämförelse mellan sorteringsregler och de i tab. 11.2 föreslagna gränserna för flatböj.

Flatböj	Väggregel	Bjälklagsbalk	Takstolsvirke	Limträlamell
Föreslagna gränser CTH	2,5 mm för t=38 mm 6 mm för t=45 mm på hela längden	L/300 dock max 10 mm på hela längden	L/300 dock max 10 mm på hela längden	20 mm på hela längden
"Gröna boken" Export-sortering [31]	"Påverka den sågade varans kvalitet och skall beaktas..."			
Föreningen svenska sågverksmän 87-03-27 [37]	Sågat virke o/s - V t ≤ 37 mm 26 mm/2m « = » 58 mm/3m 37 < t < 63 mm 20 mm/2m « = » 45 mm/3m t ≥ 63 mm 13 mm/2m « = » 29 mm/3m			
Sv. Sågverks och Trävaru-exportför. 88-02-01 [35]	Hyvlat virke t < 38 mm 10 mm/2m « = » 22 mm/3m t ≥ 38 mm 6 mm/2m « = » 14 mm/3m			
"Blå boken" T - virke [30] Maskin-sortering [29]	T30-T18 t = 38 mm 38 mm/3m (L/79) t t = 45 mm 15 mm/3m (L/200) t/3 t = 70 mm 23 mm/3m (L/129) t/3			
SBN [38]	Ö- virke Inga krav			
NR [36]	K12 5 mm/2m « = » 11 mm/3m (L/270)			
ECE [32]	S10 - S6 t=38 mm maximalt 30 mm t ≥ 75 mm maximalt 10 mm			
L - regler Limträ [34]				Inga krav
Eurograding [7]	Tre klasser t < 38 mm 10 - 20 - 50 mm/2m « = » 22 - 45 - 112 mm/3m t ≥ 38 mm 3 - 6 - 15 mm/2m « = » 7 - 14 - 34 mm/3m			

Tabell 11.5 Jämförelse mellan sorteringsregler och de i tab. 11.2 föreslagna gränserna för kantkrokighet.

Kantkrokighet	Väggregel	Bjälklagsbalk	Takstolsvirke	Limträlamell
Föreslagna gränser CTH	4 mm på hela längden	5 mm på 2,0 m dock max 8 mm på hela längden	L/300 dock max 6 mm på hela längden	10 mm på hela längden
"Gröna boken" Export-sortering [31]	"Påverka den sågade varans kvalitet och skall beaktas..."			
Föreningen Svenska Sågverksmän 87-03-27 [37]	Sågat virke o/s - V $b \leq 37 \text{ mm}$ 13 mm/2m « = » 29 mm/3m $37 < b < 150 \text{ mm}$ 9 mm/2m « = » 20 mm/3m $b \geq 150 \text{ mm}$ 6 mm/2m « = » 13 mm/3m			
Sv. Sägverks och Trävaruexportför. 88-02-01 [35]	Hyvlat virke 5 mm/2m « = » 11 mm/3m			
"Blå boken" T - virke [30] Maskin-sortering [29]	T30-T18 10 mm/3m (L/300)			
SBN [38] NR [36]	Ö - virke/K12 Inga krav			
ECE [32]	S10 - S6 $b = 63 \text{ mm}$ maximalt 10 mm $b \geq 250 \text{ mm}$ maximalt 5 mm			
L - regler Limträ [34]				Inga krav
Eurograding [7]	Tre klasser 2 - 4 - 8 mm/2m « = » 4 - 9 - 18 mm/3m			

Tabell 11.6 Jämförelse mellan sorteringsregler och de i tab. 11.2 föreslagna gränserna för skevhet.

Skevhet	Väggregel	Bjälklagsbalk	Takstolsvirke	Limträlamell
Föreslagna gränser CTH	2 % av bredden dock godtas 3 mm	2 % av bredden på 2,0 m dock max 10 mm på hela längden	2 mm på hela längden oavsett bredden	2 % av bredden på 2,0 m
"Gröna boken" Export-sortering [31]	"Påverka den sågade varans kvalitet och skall beaktas..."			
Föreningen Svenska Sågverksmän 87-03-27 [37]	Sågat virke o/s - V $b \leq 74 \text{ mm} \approx 6 \% \text{ av bredden/2m}$ $b \geq 75 \text{ mm} \approx 10 \% \text{ av bredden/2m}$			
Sv. Sågverks och Trävaruexportför. 88-02-01 [35]	Hyvlat virke 4 % av bredden/2m			
"Blå boken" T - virke [30] Maskin-sortering [29]	T30-T18 $t \leq 38 \text{ mm} \approx 5 \% \text{ av bredden/2m}$ $t > 38 \text{ mm} \approx 3 \% \text{ av bredden/2m}$			
SBN [38] NR [36]	Ö- virke/K12 Inga krav			
ECE [32]	S10 - S6 6 % av bredden/2m			
L - regler [34] Limträ				Skevhet tillåts inte
Eurograding [7]	Tre klasser 2 - 4 - 10 % av bredden/2m			

11.5 Fuktinnehåll

Virkets fuktinnehåll är i sig ingen viktig egenskap för användaren. Ett fuktigt virke är lite lättare att spika i men något tyngre att hantera. Anledningen till att fuktinnehållet är en viktig parameter är att konsekvenserna av en felaktig fuktkvot kan bli svåra. Ett alltför högt fuktinnehåll kan innebära att virket angrips av mikroorganismer, exempelvis mögel-, blånads- och rötsvampar. En annan effekt av högt fuktinnehåll är att mått och form ändras vid torkning till jämviktsfuktkvoten för det aktuella klimatet. Vid varierande fuktinnehåll i tvärsnittet uppstår ofta krokighet och skevhet.

Det levererade virket bör ha ett fuktinnehåll som motsvaras av det klimat som förväntas i byggnadsdelen, d v s jämviktsfuktkvoten. För att detta skall vara meningsfullt krävs dock att virket, på byggplatsen, lagras och hanteras så att fuktillståndet bibehålls fram till och med inbyggnad och idrifttagning. I många fall torde detta vara svårt att genomföra varvid virket får torka efter inbyggnad. Detta ställer höga krav på produkternas förmåga att bibehålla acceptabel form vid uttorkning. Byggnadsdelens konstruktion och uttorkningssättet har också betydelse för formförändringarna. Intensivare torkning förvärrar deformationerna ytterligare.

Virket levereras i många fall med en hög fuktkvot, > 20%, och får även torka på byggplatsen innan det byggs in. Det virke som är fritt att deformeras får då ofta en stor formförändring. Det gäller t ex översta lagret i virkesstaplar och enstaka friliggande virkesbitar.

Jämviktsfuktkvoten för trä i olika byggnadsdelar varierar med ytter- och innerklimatets variation över året beroende på hur "fukttrög" konstruktionen är. Större massiva tvärsnitt, väl inneslutna i en konstruktion, påverkas i ringa utsträckning av årstidsvariationer medan en tunn läkt i ett exponerat läge får en i hög grad varierande jämviktsfuktkvot. I figur 11.2 är de föreslagna intervallen för jämviktsfuktkvoten hos de studerade produkterna sammanställda tillsammans med de tre standardiserade fuktkvotklasserna enligt SS 232740.

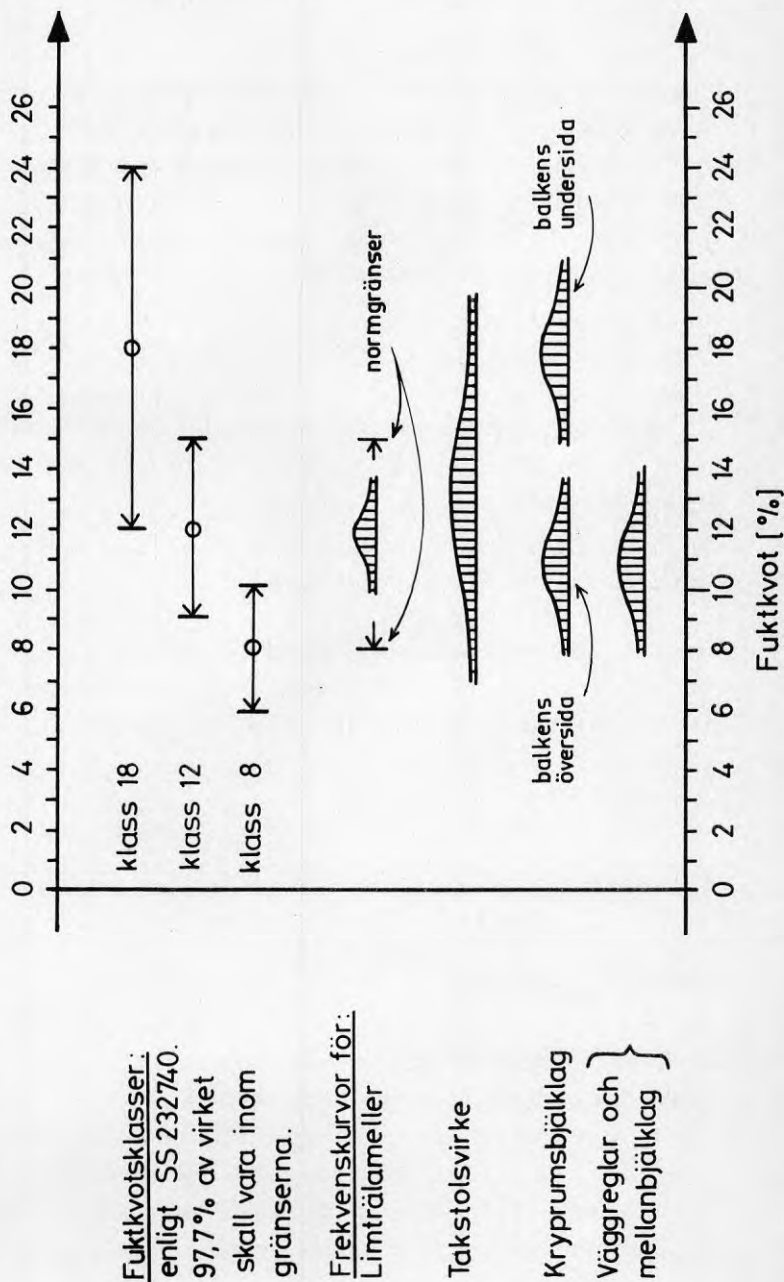
Det framgår att fuktkvotklass 12 täcker in de studerade produkternas intervall relativt väl. Denna klass bör och kan åberopas om syftet är att det levererade virket skall ha förväntad jämviktsfuktkvot. Därigenom minimeras form- och måttförändringarna, eftersom fuktinnehållet redan är nära det förväntade.

Om köparen väljer att få virket levererat i fuktkvotklass 18 kan fuktkvoten i princip variera mellan 12% och 24%. Detta intervall kan ge en tvärkrympning på cirka 2,4% ($12 \times 0,002$). Det motsvarar 5 mm på virkesbredden 200 mm vilket svårligen kan accepteras. Spridningen i denna klass är för stor för att den skall kunna användas i byggverksamhet med normala måttoleranser.

Bakgrunden till dessa fuktkvotklassers utformning är registrerad spridning i fuktkvot hos virke från ett 20-tal olika sågverk [11]. De är en anpassning till dagens produktion och tycks inte i första hand vara avsedda att svara mot byggbranschens behov.

Köpare som inte anser sig ha möjlighet att bibehålla en viss levererad fuktkvotnivå, med hänsyn till lagringsförhållanden, bör kräva att virket även i nedtorkat skick håller godtagen form.

Figur 11.2 Sammanställning av produkternas förväntade jämviktsfuktkvot och jämförelse med standardiserade fuktkvotklasser enligt SS 232740.



11.6 Övriga egenskaper

Mikrobiella angrepp

Angrepp av mögel och röta bör inte tillåtas för någon av de studerade produkterna. Mögelangripen virke ökar risken för lukt- och allergiproblem i den färdiga konstruktionen. Blånad kan godtas hos väggregeln, bjälklagsbalken och takstolsvirket, eftersom missfärgning saknar betydelse för dessa produkter. Vissa limträ tillverkare kräver dock att lamellvirket skall vara fritt från blånad. Troligtvis beror det på att limträkonstruktionen ofta friläggas och exponeras vilket ställer krav på utseendet.

Kvist

För samtliga studerade produkter föreslås att virkesändarna skall vara kvistfria för att underlätta spikning, intryckning av spikplåtar och fingerskarvning.

Vankant

Vankant tillåts för väggregel och bjälklagsbalk om inte bärförmåga och styvhet samt underlag för skarvning av skivor äventyras. För takstolsvirket godtas inte vankant i de delar där spikplåtar pressas in.

Avrundade hörn

Avrundning av virkets hörn godtas, men det är en "kosmetisk" åtgärd som knappast fyller någon viktigare funktion.

Önskvärda egenskaper

Ett mera fukttolerant virke skulle vara önskvärt, eftersom hantering och lagring på byggplatsen samt transporter avsevärt skulle förenklas. Låg densitet vore önskvärt med hänsyn till hanteringen. Det skulle vidare vara bra om man kunde minska virkets benägenhet att spricka vid spikning nära virkesändan. Med hänsyn till kostnader och problem när virkeskonstruktionerna en gång skall demonteras och kanske förbrännas bör

tryckimpregnerat virke undvikas. Tryckimpregnering hindrar heller inte att dålig lukt uppstår vid fuktbelastning, varför metoden bör användas med urskiljning.

Deformationer både av korttidslast och av långtidslast är ofta avgörande vid dimensionering av träkonstruktioner. Uppmärksamhet bör därför riktas bland annat mot att förbättra virkets elasticitetsmodul och dess långtidsegenskaper. Hållfasthet och styvhet hos träförband är också viktigt att förbättra.

Ett viktigt mål borde vara att kunna sortera fram virke med högre elasticitetsmodul. Härvid skall man eftersträva liten spridning i sorteringsgrupperna. Ytterligare långsiktigt mål kunde vara att förbättra och/eller sortera konstruktionsvirket med hänsyn till minskning av deformationer orsakat av långtidslast i varierande klimat. Dessa långtidsdeformationer (också kallade för krypning) hos träkonstruktioner är ofta avgörande för materialvalet vid jämförelse med konkurrerande material.

12. SAMMANFATTNING

Arbetet behandlar krav på byggnadsvirke. Bakgrunden till studien är den nuvarande bristande samordningen mellan producent och konsument. Signaler från slutanvändarna om kvalitetsförsämringar har blockerats på vägen och aldrig nått producentledet. Råvaruproducenterna har varit inställda på att producera största möjliga virkesvolym utan hänsyn till kvalitet. En intervjuundersökning med olika slutanvändare och aktörer i kedjan såg - bygg har utgjort utgångspunkten för studien.

Syftet har varit att formulera slutanvändarens önskemål i termer, som ger producenten möjlighet att kontrollera och verifiera produkternas kvalitet. I arbetet har både uttalade och outtalade krav på olika produkter sammanställts. Krav skall vara väldefinierade och mätbara. Krav får inte heller innehålla substitutionsparametrar, dvs parametrar som i sig är ganska ointressanta men som antas påverka andra egenskaper.

Intervjuundersökningen visade att kvalitet ofta används i betydelsen rätt kvalitet. Tråkvalitet är i allmänhet negativt formulerad och har olika innebörd beroende på vilken bransch användaren representerar. När tråkvalitet skall beskrivas nämner man de egenskaper som inte får finnas. Man talar om kvistfritt, ingen röta, ingen tjurved, inte krokigt, inte skevt - inga felaktigheter med andra ord. Man talar mera sällan om de egenskaper som man önskar hos materialet.

I allmänhet begränsas byggnadsentreprenörens begrepp om kvalitet till formfel medan övriga egenskaper inte beaktas i någon större utsträckning. En genomgående uppfattning hos samtliga intervjuade entreprenörer är att man får det virke man betalar för. Ett pressat pris ger sämre virke, eller som en byggnadsentreprenör uttryckte det hela: "Man får inte det bästa till de lägsta priserna". Många användare vet inte vad man vill ha och vad värre är - man vet inte heller alltid vad man inte vill ha. Bristande raket och form har angetts som det viktigaste skälet till missnöje med träprodukter. Det formfel som oftast nämnts som allvarligast är skevhet, "... propellrar vill ingen ha".

Många byggnadsentreprenörer förutspår att om inte kvaliteten ändras kommer trä i ännu större utsträckning att ersättas med andra material. Om

man inte kommer till rätta med det krokiga och skeva virket "...blir det plåt i framtiden".

Vid val av produkter som närmare skulle undersökas användes vissa urvalskriterier. Produkterna skulle vara vanligt förekommande, de skulle ha en lastbärande funktion och de skulle ingå i permanenta konstruktioner. Utgående från dessa kriterier valdes väggreglar, bjälklagsbalkar, fackverkstakstolar och limträ.

Intressenterna har identifierats som samhället via bestämmelser och föreskrifter, byggherren, entreprenören, tillverkare av sammansatta element samt leverantör av virkesprodukter. Det är de vars attityder, behov och förväntningar direkt eller indirekt leder till egenskapskrav på virkesprodukterna. Kraven kan å andra sidan delas upp i säkerhetsmässigt motiverade krav, funktionsmässigt motiverade krav, önskvärda egenskaper och ej relevanta egenskaper.

Undersökningsresultaten sammanfattas i tabeller med preciserade önskemål/krav på bland annat mått, form och fukt. Flera av de uppställda kraven är sådana som inte finns i de sorteringsregler som används idag. I framtiden bör byggnadsentreprenörer (slutanvändarna) och sågverk (producenterna) kunna ge synpunkter på de föreslagna kravspecifikationerna. Bland annat borde val av och nivå på enskilda parametrar kontrolleras.

13. LITTERATUR

- [1] Anneling, R et. al. Regler för P-märkning av småhus. Statens Provningsanstalt Rapport 1989:42. Borås 1989.
- [2] Bergström, U.: Fukt och temperaturberoende rörelser i småhus-trästommar. Träförädlingsbyrån 1981.
- [3] Carling, O. - Johannesson, B.: Limträhandboken. Svenskt Limträ, Stockholm 1988,
- [4] Codrington, J. - Wickholm, H.: Innovation i virke. Från 7-system till standardträ. Rapport 2'95 från Byggstandardiseringen.
- [5] Elowson, T.: Ekonomisk utvärdering av ändamålsanpassad sortering.(TRÄKLAS-SYSTEMET). Stencil. Träinformation, Stockholm 1979.
- [6] Elowson, T.: Utvärdering av nytt träklassificeringssystem. - Möjliga vinster vid användning av ett bättre sorterat virke. - Ekonomiska överväganden vid fyra sågverk och fyra byggnadsarbetsplatser. Stencil.
- [7] Elowsson, T - Lundgren, M.: Kvalitetssortering. Ändamålsanpassad sortering av sågade och hyvlade trävaror. Eurograding. Styrelsen för Teknisk Utveckling. Information nr 190-1980.
- [8] Ericsson, B. - Elowson, T.: Träklassificering. Träinformation 18/6 1975, Rapport 72. Stockholm 1975.
- [9] Ericsson, B.: Ändamålsanpassad sortering. Träinformation 31/3 1976. Rapport 81. Stockholm 1976.

- [10] Eriksson, B. - Östergren, T.: Leveransk kontroll på byggarbetsplatsen. Examensarbete 147, Institutionen för Byggnadsekonomi och byggnadsorganisation, Chalmers Tekniska Högskola. Göteborg 1982.
- [11] Esping, B.: Trätorkning 2. Torkningsfel - Åtgärder. TräteknikCentrum, Stockholm 1988.
- [12] Hansson, T.: Fuktkvot i inbyggt virke. Träteknikcentrum. Rapport I 8706038. Stockholm 1987.
- [13] Hansson, T.: Att bygga torrt. Träteknikcentrum Rapport I 8604021. Stockholm 1986.
- [14] Hansson, T.: Att bygga torrt. Byggförlaget. Motala 1989.
- [15] Jackson, L. - Samuelsson, H.: Kvalitetssäkring i byggsektorn. Erfarenheter och råd till företag . Svensk Byggtjänst. Stockholm 1988.
- [16] Juvonen, R.: Sågvarans tekniska kvalitet och kvalitetskontroll. STFI meddelande serie C nr 61 (TT:6).
- [17] Kliger, I. R. - Johansson, G.: Virkeskvalitet - framtida krav. Väg- och vattenbyggaren 3, 1989, s 23-25.
- [18] Lindgren, J. E.: Trävarulängdernas betydelse för olika användningsområden. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Virkeslära, Rapport 190. Uppsala 1987.
- [19] Lönner, G.: Integrationsmöjligheter i kedjan skog - sågmarknad. SLU, Institutionen för virkeslära. Rapport 164. Uppsala 1985.

- [20] Palm, R.: Längdanpassning av sågtimmer och sågade trävaror. STFI meddelande Serie A nr 419. Stockholm 1976.
- [21] Sandberg, L G.: De sydvenska sågverkens marknad och konkurrensförmåga i Västeuropa. Föredrag vid konferensen "Marknad - Skog - Såg" i Jönköping 90-04-19.
- [22] Thörnqvist, T.: Ungdomsved i barrträd. Sveriges Lantbruksuniversitet, SIMS. Rapport 10, Uppsala 1990.
- [23] Träklasprojektet, fortsättning. Träinformation 27/9 1977. Rapport 91. Stockholm 1977.
- [24] Integration Skog - såg - marknad. Tre projekteringsexempel inför 1990-talet. SIND PM 1986:9. Statens Industriverk, Stockholm 1986.
- [25] Eftergift åt tekniken: Kvista inte granbestånd i onödan. Skogen nr 2, 1988, s 26-27.
- [26] Sydsvensk grantimmer klarar konkurrensen. Aktivt skogsbruk Nr 2 (april) 1989, s 18-19.
- [27] Spikplåtsförband. Regler för dimensionering utförande och kontroll av spikplåtsförband. Statens planverk. Godkännanderegler nr 4. Stockholm 1974.
- [28] SBN Godkännanderegler. Fingerskarvat konstruktionsvirke. Tillverkning och kontroll. Statens planverk 1975:7. Stockholm 1975.

- [29] SBN Godkännanderegler. Maskinellt hållfasthetssorterat virke. Statens planverks författningssamling 1978:3. Stockholm 1978.
- [30] Instruktion för sortering och märkning av T-virke. 5:e upplagan. T-virkesföreningen, Stockholm 1981.
- [31] Sortering av sågat virke av furu och gran. ("Gröna boken"). 5:e upplagan. Föreningen Svenska Sågverksmän AB. Svensk Trävarutidning, Stockholm 1982.
- [32] ECE recommended standards for stress grading and finger-jointing of structural coniferous sawn timber. Timber bulletin for Europe, Vol. XXXIV, Supplement 16. Geneva, November 1982.
- [33] Hus AMA 83. Allmän material och arbetsbeskrivning för husbyggnadsarbeten. Stockholm 1983.
- [34] L-regler. L-märkt limträ. Tillverkning och kontroll. Svensk Limträkontroll 1983:1.
- [35] Rekommendationer vid bedömning av formförändringar hos hyvlat virke. Svenska Sågverks- och Trävaruexportföreningen, Stockholm. Förslag 88-02-01.
- [36] Nybyggnadsregler (NR). Föreskrifter och allmänna råd. Boverkets författningssamling, BFS 1988:18. Stockholm 1989.
- [37] Rekommendationer vid bedömning av formförändringar hos sågat virke. Föreningen Svenska Sågverksmän. Förslag 87-03-27

- [38] SBN 1980. Svensk Byggnorm. Statens planverks författningssamling PFS 1980:1, Stockholm 1980..
- SIS 232711 Sågat virke. Dimensioner. År 1970.
- SIS 232712 Hyvlat virke. Mått och fuktkvot. År 1970.
- SIS 232713 Sågat och hyvlat virke. Längder. År 1971.
- SIS 232714 Tryckimpregnerat virke. Tvärsnittsmått. År 1975.
- SIS 232715 T-virke. Tvärsnittsmått. År 1975.
- SS 050216 Byggtoleranser - Krav och redovisning. År 1978.
- SS 232721 Limträ. Mått och ytbeskaffenhet. År 1980.
- SS-ISO 3443/5 Byggtoleranser - Del 5: Värden för toleransvidder. År 1984.
- SS 232716 Trävaror - Byggvirke av gran - Längder . År 1986.
- SS-ISO 1803/1 Byggtoleranser - Terminologi - Del 1: Generella termer. År 1986.
- SS 020104
(ISO 8492-1986) Kvalitet - Terminologi. År 1987.
- SS-ISO 6284 Byggtoleranser - Bygggritningar - Toleransangivelser. År 1987.
- SS 230130 Trävaror - Konstruktionsvirke, hållfasthetsklass K12. År 1988.

SS 050212

Byggtoleranser - Samverkan mellan olika
specificerade avvikelser och toleranser. År 1988.

SS 232740

Träråvaror - Sågat och hyvlat virke av barrträ -
Fuktkvot. År 1989.

I. Svare med ett enkelt ja eller nej på frågorna samt gör eventuellt en enkel kommentar.

TAK-STOLAR	REGLAR	BJÄLKAR	ÖVRIGT BYGG-NADS-VIRKE (ej snickeri-virke)	KOMMENTAR Ev. precisera svaret!
Ja/Nej	Ja/Nej	Ja/Nej	Ja/Nej	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1. Ställs krav på att fuktkvoten ej får överstiga ett visst tillåtet värde? Om ja: vilket är högsta tillåtna värde?				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. Mäts fuktkvoten regelbundet vid varje varumottagning?				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. Utförs visuell kontroll av trävaror? I så fall hur och på vad? (Se frågorna 4 till 11)				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4. Begränsas kvistars antal och/eller storlek? (Om ja: kommentera!)				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5. Tillåts vankanter?				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6. Tillåts blånad?				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7. Tillåts sprickor?				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8. Tillåts måttavvikelser? (bredd eller tjocklek) (Om ja: vilka gränser?)				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9. Får virket innehålla kärnved?				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

TAK STOLAR	REGLAR	BJÄLKAR	ÖVRIGT BYGG- NADS - VIRKE (ej snickeri- virke)	KOMMENTAR Ev. precisera svaret!
Ja/Nej	Ja/Nej	Ja/Nej	Ja/Nej	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10. Får virket innehålla splintved?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11. Får virket innehålla tjurved?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12. Sker det regelbundet kontroll av skevhet, kantkrokighet och/eller annan typ av form- förändring? om ja: vad kontrolleras?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13. Förvaras virket under tak?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14. Förvaras virket under presenning?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15. Får virkesdelar sågas ur:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
a) klen timmer? (≤ 15 cm toppdiameter)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
b) grovt timmer (≤ 20 cm toppdiameter)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

II. Svara antingen ja eller nej.

Ja/Nej

1. Är Du i allmänhet nöjd med det virke som levereras?

2. Har Du någon gång reklamerat en virkesleverans?

3. Behövs virkeskvaliteten förbättras?

Om ja i så fall hur?

(Svara under spontana kommentarer.)

III. Försök att svara på följande frågor.

1. Har Du någon idé hur man skall begränsa rörelsen hos sågade trävaror?

2. Anser Du att takstolsdelar kan ha olika fuktkvoter vid inbyggnadstillfället?

3. Vad avser Du med väggregelkvalitet?

4. Har Du några speciella synpunkter på hur regler borde sågas ur en stock?

5. Spontana kommentarer!

.....
/Namn/
Företag



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 870601-4
från Statens råd för byggnadsforskning till SLU, Virkeslära,
Kemi och molekylärbiologi, Uppsala.

R105 : 1990

ISBN 91-540-5294-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6801105

Abonnemangsgrupp:
S. Byggplatsens verksamhet
Z. Konstruktioner och material

Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna

Cirkapris: 55 kr exkl moms