STATENS PROVNINGSANSTALT
Laboratoriet för byggnadsteknik
Box 857, 501 15 BORÅS Tel 033-16 50 00

SP-RAPP 1982:38
ISSN 0280-2503

RUNE ZIETHÉN

HÅLLFASTHETSPROVNING AV SPÅNSKIVOR

EFFEKTER AV ÄNDRADE PROVNINGSMETODER

BORÅS 1982

HÅLLFASTHETSPROVNING AV SPÅNSKIVOR

EFFEKTER AV ÄNDRADE PROVNINGSMETODER

STRENGTH TESTING OF CHIPBOARD

EFFECTS OF CHANGED TEST METHODS

SAMMANFATTNING

För att utröna vilken effekt en föreslagen ny provningsstandard för spånskivor får på uppmätt böjhållfasthet och elasticitetsmodul, har en jämförande provning gjorts enligt nu gällande och föreslagen standard.

Resultatet visar att värdet på böjhållfastheten sjunker med 3-7 %. Skillnadens storlek varierar efter fabrikat. Elasticitetsmodulens värde däremot förväntas öka med 4-6 %.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och omfattning	1
2	PROVKROPPAR	2
3	PROVNINGSMETOD	3
3.1	Allmänt	3
3.2	Metod 1 (SIS 23 48 01 och NTI-metoden)	3
3.3	Metod 2 (SIS 27 02 24)	3
4	RESULTAT	7
4.1	Jämförelse mellan metod 1 och 2	7
4.1.1	Allmänt	7
4.1.2	Densiteten	7
4.1.3	Elasticitetsmodulen	7
4.1.4	Böjhållfastheten	8
4.2	Konditioneringsklimatets inverkan	10
5	SLUTSATSER	12
6	REFERENSER	13
Bilaga 1		14

FÖRORD

I föreliggande rapport redovisas ett projekt, i vilket effekten av införandet av en ny standard för spånskivor studeras.

Finansieringen av projektet har skett inom Statens provnings-anstalts normala ramar för bidragsmedel.

Borås i december 1982

Rune Ziethén

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

En arbetsgrupp inom Byggstandardiseringen (TK 58/AG "Spånskivor") diskuterar för närvarande ett förslag till ny standard för spånskivor. Förslaget innebär bl a, att bestämning av böjhållfastheten kommer att ske enligt en annan metod, än den som nu gäller. Skillnaden är främst att provkropparna blir avsevärt större. Det kan inte uteslutas att detta leder till lägre uppmätta böjhållfasthetsvärden och att nu gällande kravvärden för olika kvaliteter måste justeras. Man kan nämligen misstänka, att det liksom för t ex trä, föreligger en storlekseffekt, se [3].

1.2 Syfte och omfattning

Syftet med undersökningen har varit att utröna om det blir någon ändring i uppmätt böjhållfasthet respektive elasticitetsmodul vid en eventuell övergång från provning enligt den nuvarande standarden SIS 23 48 01 [1] respektive den s k NTI-metoden [5] till provning enligt SIS 27 02 24 (Byggskivor - Bestämning av böjhållfasthet) |2|. De båda metoderna har tillämpats på tre skivtyper.

Vid provning enligt SIS 27 02 24 har gjorts ett avsteg vad gäller konditioneringen av provkropparna. Det anges att konditioneringsklimatet ska vara 23 °C 50 % RH. För att göra det möjligt att studera den s k storlekseffekten för sig utan inverkan av skillnader i fuktkvot har emellertid tillämpats samma konditioneringsklimat som i SIS 23 48 01, dvs 20 °C 65 % RH. Effekten av skillnaden i konditioneringsklimat och därmed följande skillnad i fuktkvot har studerats i en separat mindre provserie.

SIS 23 48 01 tillsammans med NTI-metoden benämns i fortsättningen metod 1. SIS 27 02 24 med konditioneringsklimatet 20 °C 65 % RH istället för 23 °C 50 % RH benämns metod 2.

2 PROVKROPPAR

Undersökningen har omfattat följande spånskivetyper:

Skivtyp	Tjocklek	Övriga kännetecken
1	22 mm	grovt material i ytskikt
2	22 mm	fint material i ytskikt
3	13 mm	fint material i ytskikt

Det antogs att den s k storlekseffekten kunde påverkas av hur homogent materialet i skivorna var, det vill säga i första hand, av vilken ytstruktur skivorna hade. Av detta skäl har två olika fabrikat av 22 mm:s skivor tagits med.

En uppskattning av erforderligt antal provkroppar gjordes på följande grunder:

1. En eventuell skillnad i böjhållfasthet på 6 % mellan metod 1 och 2 skulle kunna betraktas som signifikant skild från 0 på 1 % signifikansnivå. (6 % motsvarar 1 MPa i området kring kravnivån 16 MPa för golv- och K-spånskivor).
2. Variationskoefficienten för böjhållfastheten var i tidigare provningar av de aktuella fabrikaten omkring 9 %.

Uppgifterna ovan utnyttjades i ett ensidigt t-test. På så sätt bestämdes erforderligt antal provkroppar till 20-30 st per skivtyp och metod. Tillgängliga skivformat medgav att sex par provkroppar per skiva utsågades. Prov togs ur fyra skivor, varför antalet provkroppar blev 24 per skivtyp och metod. Uppsågning skedde enligt planen i bilaga 1.

För undersökning av konditioneringsklimatets inverkan uttogs 12 provkroppar för vardera klimatet 20 ^{o}C 65 % RH och 23 ^{o}C 50 % RH.

3 PROVNINGSMETOD

3.1 Allmänt

Provkropparna för jämförelse mellan metod 1 och 2 konditionerades till jämnviktsfuktkvot i klimatet 20 °C 65 % RH.

För senare kontroll av att de båda metoderna tillämpades på provkroppar av så likvärdigt material som möjligt bestämdes densiteten genom uppmätning, vägning och torkning av böjprovkropparna.

3.2 Metod 1 (SIS 23 48 01 och NTI-metoden)

Böjhållfastheten bestäms på provkroppar med bredden 50 mm och en spännvidd som är 10 x tjockleken, se tabell 1. Provning sker med en punktlast i fältmitt, se vidare fig 1. Lasten påförs med konstant ökning av nedböjningen så att brott inträffar inom ca 30 s.

Elasticitetsmodulen bestäms på provkroppar med bredden 50 mm och spännvidden 20 x tjockleken. Provningen sker i en särskild apparat - - NTI-apparaten - i vilken provkroppen belastas med en punktlast på ca 200 N. Nedböjningen mäts innan lasten påförs och när den har vilat på provkroppen i 30 s, se fig 1.

I föreliggande undersökning har först E-modulen bestämts. Sedan har provkroppen kapats av och böjhållfastheten provats.

3.3 Metod 2 (SIS 27 02 24)

Böjhållfastheten och elasticitetsmodulen bestäms i ett moment. Provkroppens bredd är 75 mm och spännvidden 25 x tjockleken. Belastning sker som för böjhållfastheten i metod 1, men tiden till brott ska vara ca 60 s. Elasticitetsmodulen utvärderas ur sambanden mellan kraft och nedböjning i intervallet 0,1 till 0,3 gånger brottkraften, se fig 1.

I föreliggande undersökning har utvärderingen skett med hjälp av minsta kvadratmetoden på samhörande värden på kraft och nedböjning i det nämnda intervallet.

Tabell 1 Provkroppsstorlekar

ℓ = stödavståndet vid provning, b = bredden, t = tjockleken

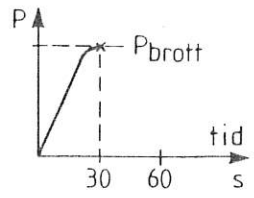
Skivtyp	Metod 1		Metod 2	
	E-modul t x b x ℓ	Böjhållf	E-modul t x b x ℓ	Böjhållf
1	22x50x440	22x50x220	22x75x550	22x75x550
2	22x50x440	22x50x220	22x75x550	22x75x550
3	13x50x260	13x50x200	13x75x325	13x75x325

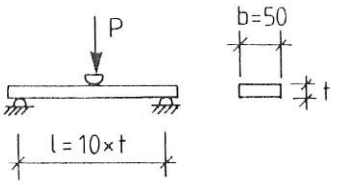
3.4 Jämförande provning med avseende på skilda konditioneringsklimat

Inverkan av konditioneringsklimatet har studerats vid bestämning av E-modul och böjhållfasthet enligt metod 2, se avsnitt 3.3 ovan.

METOD 1

Böjhållfasthet

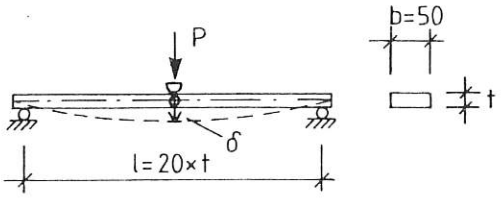




$$f_b = \frac{P_{brott} \cdot \ell}{4} \cdot \frac{1}{W}$$

$$W = \frac{b \cdot t^2}{6}$$

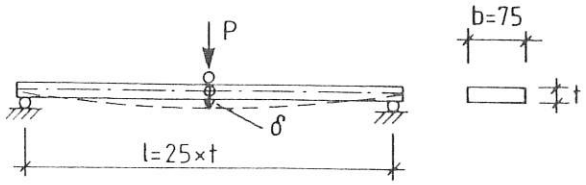
Elasticitetsmodul

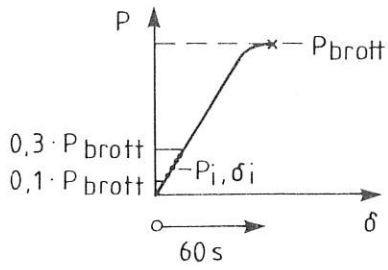


$$E_b = \frac{P \cdot \ell^3}{48 I \cdot \delta}$$

$$I = \frac{b \cdot t^3}{12}$$

METOD 2





Böjhållfasthet

$$f_b = \frac{P_{brott} \cdot \ell}{4} \cdot \frac{1}{W}$$

$$W = \frac{b \cdot t^2}{6}$$

Elasticitetsmodul

$$E_b = \left(\frac{P}{\delta}\right) \frac{\ell^3}{48 I}$$

$$I = \frac{b \cdot t^3}{12}$$

$\left(\frac{P}{\delta}\right)$ bestämd med minsta kvadratmetoden

Figur 1 Principerna för metod 1 och metod 2

f_b = böjhållfasthet E_b = elasticitetsmodul vid böjning

4 RESULTAT

4.1 Jämförelse mellan metod 1 och 2

4.1.1 Allmänt

I tabell 2 redovisas torrdensitet, E-modul och böjhållfasthet för varje skivtyp och metod. Skillnaden mellan metod 1 och metod 2 har beräknats för varje par av provkroppar och medelvärdet för dessa differenser anges i procent av medelvärdet för metod 1. Dessa differenser har också studerats i ett ensidigt t-test. t_0 till höger i varje kolumn i tabellen kan utnyttjas för att bedöma hur starkt signifikant skild från noll differensen mellan resultaten enligt respektive metod är Om t ex t_0 är lika med eller större än 2,50 är differensen signifikant skild från 0 på 1 %-nivån och om t_0 är lika med eller större än 1,71 är differensen signifikant skild från 0 på 5 %-nivån.

4.1.2 Densiteten

För skivtyp 1 och 2 noteras att skillnaden i densitet är försumbar. Differensen är däremot signifikant skild från 0 på 5 %-nivån för skivtyp 3.

4.1.3 Elasticitetsmodulen

E-modulen blir för både skivtyp 1 och 2 något högre med metod 2 jämfört med metod 1. Differensen är måttligt signifikant men av samma storleksordning i båda fallen. För skivtyp 3 gäller det omvända förhållandet. Metod 1 ger 2 % högre E-modul än metod 2, vilket är en effekt av skillnaden i densitet.

Resultatet vad gäller E-modulen är anmärkningsvärt. En större skillnad mellan de båda metoderna hade förväntats av följande två skäl.

1. Spännvidden i metod 2 är längre än i metod 1. Därmed bör man få en mindre relativ inverkan av skjuvdeformationerna vid provning enligt metod 2.

2. Effekten av krypning är större vid bestämning enligt metod 1 än enligt metod 2.

Tabell 2 Resultat från jämförelse mellan metod 1 och 2
Antalet provkroppar per skivtyp och metod är 24

Skivtyp	Metod[1)]	Torrdensitet (kg/m³)				E-modul (MPa)				Böjhållfasthet (MPa)			
		$\rho_{o,u}$	$s_{\rho_{o,u}}$	diff (%)	t_0	$\bar{E}_b$	s_{E_b}	diff (%)	t_0	f_m	s_{f_m}	diff (%)	t_0
1	1	627	21			3780	250			21,8	2,4		
				-0,2	0,38			-0,8	0,87			6,5	4,43
	2	628	22			3810	280			20,4	2,3		
2	1	606	9			2890	110			19,7	1,3		
				0	0			-0,7	1,40			3,3	2,05
	2	606	9			2910	100			19,0	1,3		
3	1	656	29			3580	530			24,5	4,0		
				0,6	1,86			2,0	1,97			4,1	2,35
	2	652	27			3500	450			23,4	3,8		

1) Metod 1 Böjhållfasthet enligt SIS 23 48 01, E-modul enligt NTI-metoden

Metod 2 Böjhållfasthet och E-modul enligt SIS 27 02 24

E-modulen E_b är, såsom den bestäms enligt fig 1, endast ett skenbart mått på elasticitetsmodulen vid böjning.

Ett mera korrekt uttryck för sambandet mellan kraft (P) och nedböjning (δ) i de båda metoderna är:

$$(1) \qquad \delta = \frac{P\ell^3}{48E^*I} + \frac{P\ell \cdot \beta}{4GA}$$

ℓ = spännvidden — A = tvärsnittsarea

E^* = verklig E-modul — I = tröghetsmomentet

G = skjuvmodul — β = tvärsnittsberoende konstant

Den första delen av högerledet utgör bidraget från böjdeformationerna och den andra delen anger skjuvdeformationernas inverkan. I [4] anges att skjuvdeformationernas inverkan kan försummas om $\ell > 15 \cdot t$. Värdena på E_b i tabell 2 har beräknats med hjälp av uttrycket

$$(2) \qquad \delta = \frac{P\ell^3}{48E_bI}$$

Om δ elimineras ur ekv (1) och (2) erhålles

$$(3) \qquad E_b = \frac{E^*}{1 + \frac{E^*}{G} \cdot \beta \cdot (\frac{t}{\ell})^2}$$

Av detta framgår att E_b beror av förhållandet mellan provkroppens tjocklek (t) och spännvidden (ℓ).

Med ledning av uppgifter från (4) kan E^*/G och β sättas till 16 respektive 1,2. Därmed kan E_b beräknas till $E^*/1{,}048$ vid bestämningen enligt metod 1 (NTI-metoden med $t/\ell = 1/20$) och $E^*/1{,}03$ för metod 2 ($t/\ell = 1/25$). Detta innebär att elasticitetsmodulen E_b enligt metod 2 kan förväntas bli 1,7 % större än enligt metod 1.

Till detta kan sedan läggas effekten av den krypning som sker vid E-modulbestämning enligt metod 1. Som framgår av avsnitt 3.2 låter man lasten ca 200 N vila på provkroppen i 30 s innan avläsning sker. Under denna tid sker en krypning som uppgår till 3-6 % av den totala nedböjningen efter 30 s. En inverkan av krypningen fås naturligtvis även i metod 2 men är väsentligt mindre på grund av att mätningen sker under en kort tid (ca 10 s) jämfört med i metod 1 (30 s). Effekten av krypningen kan därmed mycket grovt uppskattas till 2-4 %.

Den sammanlagda inverkan av skillnaden i spännvidd och krypning mellan metod 1 och metod 2 kan därmed förväntas leda till att E-modulen enligt metod 2 blir 4-6 % högre än enligt metod 1. Tabell 2 anger emellertid en i det närmaste försumbar skillnad.

Efter en noggrann genomgång av förfaringssätten i de båda metoderna har det framkommit att nedböjningsmätningen i metod 2 har varit något felaktig. Lasten på provkropparna har överförts via en stålrulle (ϕ 15 mm). Nedböjningen har mätts på denna rulle. Därmed utgör det registrerade nedböjningsvärdet egentligen summan av provkroppens nedböjning och bl a last- och upplagsrullarnas intryckning i provkroppen. Det senare motsvarar ca 3 % av det registrerade nedböjningsvärdet. Genom att mäta nedböjning på lastrullen har alltså erhållits en ca 3 % för låg E-modul. Detta har nästan helt motverkat den förväntade effekten (4-6 %) av spännviddsskillnaden och krypningen.

Det i undersökningen tillämpade sättet att mäta nedböjningen är visserligen principiellt felaktigt, men det mest rationella vid rutinmässiga provningar. En korrektare mätning skulle bli tidskrävande och därmed verka fördyrande.

4.1.4 Böjhållfastheten

Tabell 1 visar som väntat att böjhållfastheten blir lägre med användning av metod 2 jämfört med metod 1. Störst är skillnaden för skivtyp 1. Densitetsdifferensen för skivtyp 3 på 0,6 % innebär att den angivna skillnaden i böjhållfasthet sannolikt kan sänkas från 4,1 % till ca 3,6 %.

För både skivtyp 1 och 2 är provkroppen enligt metod 2 nästan 4 gånger större än enligt metod 1. Det framgår också att skivtyp 1 med sin grövre ytstruktur uppvisar en större spridning hos hållfasthetsresultaten än skivtyp 2, som har fint material i ytskikten. Variationskoefficienterna är 11 respektive 7 %. Det tycks alltså föreligga ett samband mellan inverkan av storlekseffekten och variationskoefficienten, sådant att ju lägre variationskoefficienten är dessto mindre blir hållfasthetssänkningen vid en ökning av provkroppsstorleken.

För skivtyp 3 skiljer sig provkropparnas storlek med en faktor 2.4, dvs mindre än för skivtyp 1 och 2. Å andra sidan är variationskoefficienten så hög som 16 %, varför skillnaden i böjhållfasthet ändå blir relativt stor.

Den noterade storlekseffekten kan förklaras med hjälp av Weibulls statistiska brotteori [3] för spröda material. Spånskivor uppvisar nämligen ett sprött brott. Weibulls teori antar att när hållfastheten i en punkt (delvolym) uppnås så kollapsar hela balken, provkroppen etc. Enligt denna teori beror hållfastheten på den volym som är utsatt för stora påkänningar och hur stor skillnaden i hållfastheten är mellan olika delvolymer. Ett mått på det senare är variationskoefficienten.

4.2 Konditioneringsklimatets inverkan

Konditionering till jämvikt i klimaten 20 °C 65 % RH respektive 23 °C 50 % RH gav en uppmätt skillnad i jämviktsfuktkvot på ca 1 %-enhet.

Som framgår av tabell 3 ger denna fuktkvotsskillnad ingen signifikant effekt på E-modul och böjhållfasthet. Skillnaden i böjhållfasthet på 2,1 % är "åt fel håll". Det är ju inte sannolikt att böjhållfastheten ökar med fuktkvoten.

Tabell 3 Resultat från undersökning av konditioneringsklimatets inverkan
Antalet provkroppar per klimat är 12

Skiv-typ	Metod[1)]	Klimat	Torrdensitet (kg/m^3)				E-modul (MPa)				Böjhållfasthet (MPa)			
			$\bar{\rho}_{o,u}$	$s_{\rho_{o,u}}$	diff	t_0	$\bar{E}_b$	s_{E_b}	diff (%)	t_0	$\bar{f}_b$	s_{f_b}	diff (%)	t_0
1	2	20/65	616	21			3680	270			19,1	2,3		
					0,3	0,37			1,4	0,85			2,1	0,80
1	2	23/50	614	21			3630	240			18,7	2,2		

1) Metod 1: Böjhållfasthet enligt SIS 23 48 01, E-modul enligt NTI-metoden

Metod 2: Böjhållfasthet och E-modul enligt SIS 27 02 24

5 SLUTSATSER

Av undersökningsresultaten i kapitel 4 kan man dra följande slutsatser vad avser en eventuell övergång från provning enligt SIS 23 48 01 och NTI-metoden till SIS 27 02 24.

1. Uppmätt böjhållfasthet blir 3-7 % lägre beroende på skivtjockleken och på hur hållfastheten varierar inom en skiva (variationskoefficienten).

2. Uppmätt elasticitetsmodul kan, vid övergång till provning enligt SIS 27 02 24, förväntas öka med 4-6 %.

3. Konditioneringsklimatet, dvs om provkropparna före provning har konditionerats till jämvikt i 20 ^{o}C 65 % RH eller i 23 ^{o}C 50 % RH, har försumbar inverkan.

6 REFERENSER

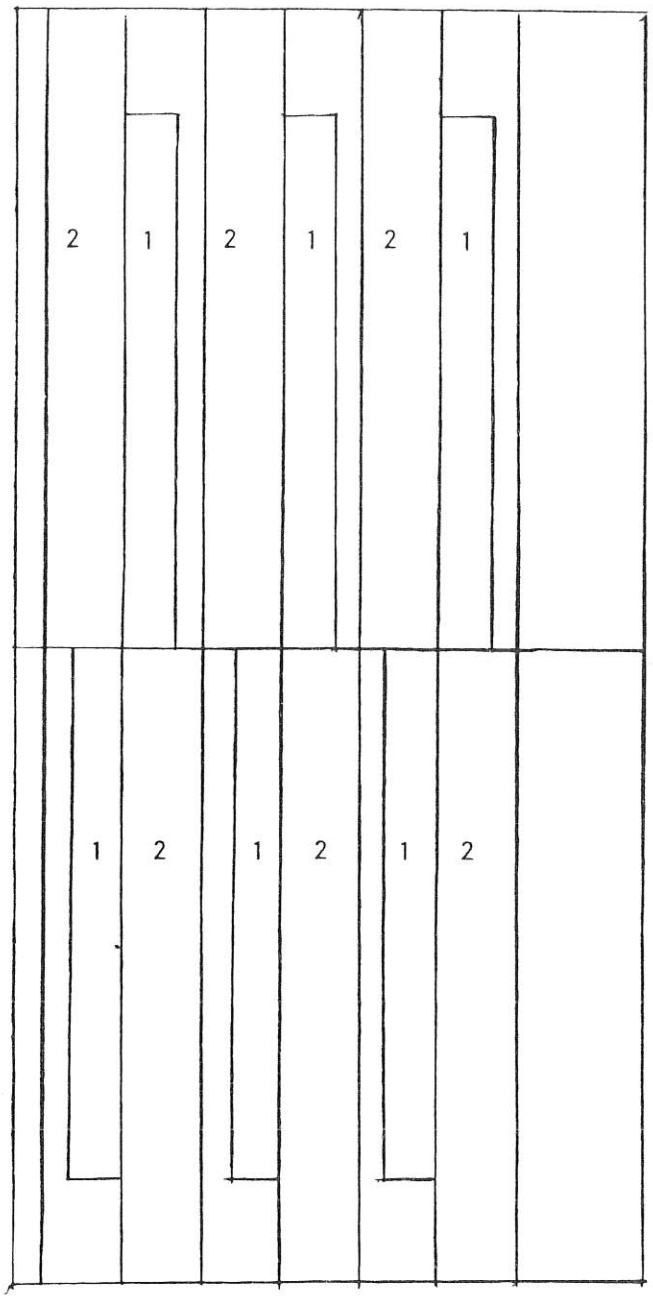
|1| Svensk Standard SIS 23 48 01, Spånskivor, Byggstandardiseringen, Stockholm 1968

|2| Svensk Standard SIS 27 02 24, Byggskivor - Bestämning av böjhållfasthet. Byggstandardiseringen, Stockholm 1976

[3] Weibull, W.:A Statistical Theory of The Strength of Materials. Ingenjörvetenskapsakademiens Handlingar Nr 151, Stockholm 1939

[4] Kollman, F.F.P. et all.: Principles of Wood Science and Technology, Part II - Wood Based Materials. Springer-Verlag 1975

[5] NTI-metoden, E-modulmåler for Spånplater. Norsk Treteknisk Institutt, mars 1974



1. Provkroppar för bestämning av böjhållfasthet enligt SIS 23 48 01 och E-modul enligt NTI-metoden, 490 x 50 mm

2. Provkroppar för bestämning av böjhållfasthet och E-modul enligt SIS 27 02 24, 600 x 75 mm

STATENS PROVNINGSANSTALT
Byggnadstekniska laboratoriet

Schema för uttagning av provkroppar ur en skiva

Ritad av	Granskad av		
Ort, datum	Skala	Intyg nr	Bilaga nr
			1