STFI NYTT
12-79 TS
träteknik och skivor

Eddy Sandström, Ingemar E. Carlsson, Ernst L. Back

Accelererad åldring av träbaserade skivor – jämförelse av metoder på basis av hållfasthetsparametrar

STFI-meddelande serie B nr 535

Rapporten kan beställas av anställda och företag inom svensk skogsindustri på bifogade svarskort.

Detta digitala dokument skapades med anslag från

Stiftelsen Nils och Dorthi Troëdssons forskningsfond

Accelererad åldring av träbaserade skivor

För en utvändigt placerad träbaserad skiva, t ex en fasadskiva, utgör dygns- och årstidsväxlingar i temperatur och relativ luftfuktighet den största påfrestningen, särskilt hög temperatur kombinerad med hög fuktighet. Skivan kommer ständigt att befinna sig i ett uppfuktnings- eller torkningsförlopp – ofta med skyddade eller förseglade sågkanter.

I accelererade åldringsmetoder utsätts skivmaterial för ett antal kortvariga extremt valda fukt- och temperaturbetingelser på provbitar med stor öppen sågkantyta för att gradera stabiliteten vid några års utomhusexponering i varierande väderlek. Alltför extrema påfrestningar kan dock rangordna materialen annorlunda än naturlig utomhusexponering, åtminstone för vissa egenskaper. Den valda metoden bör vara enkel och snabb, vara känslig i sin gradering och gradera i god korrelation med långvarig väderresistens.

Vissa metoder för s k accelererad åldring finns standardiserade i olika länder. Gemensamt för dessa är att prov i relativt litet format på ett standardiserat sätt genomgår sekvenser av extrema fukt- och temperaturcykler, t ex vattenlagring, frysning och torkning. Med litet provformat accelererar man kanteffekter i dessa anisotropa skivmaterial med vanligen väsentligt högre porositet i sågkant än i skivyta. Vanligen utvärderas skivornas egenskaper, exempelvis utseende och hållfasthet, före och efter sådan accelererad åldring, ibland även under denna.

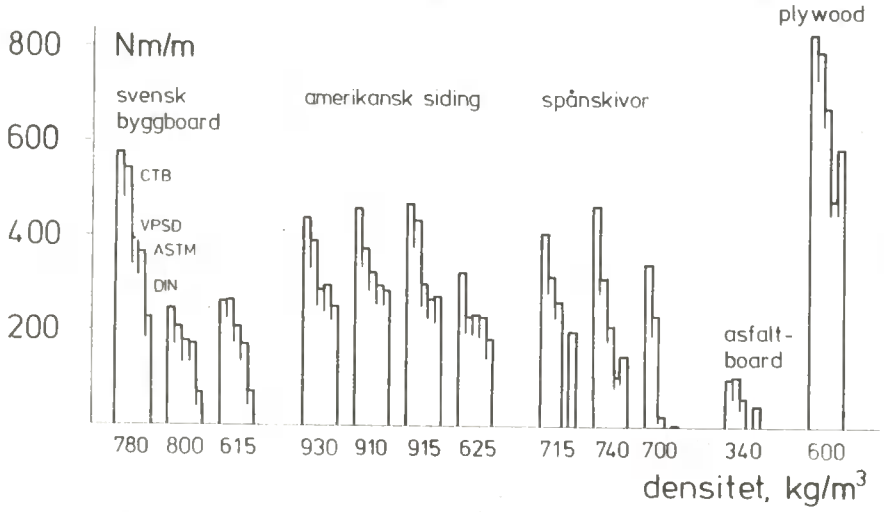
Den här jämförelsen omfattade hållfasthetsegenskaperna hos tolv kommersiella skivor, både medelhårda fiberskivor, spånskivor och plywood. I figuren visas böjbrottmomentet. Tre av metoderna ger en större påfrestning på skivmaterialet än den fjärde, den franska CTB (3V313), som är något för mild. Detta yttrar sig bl a i att karbamidhartslimmade spånskivor med hög ursprungsstyrka klarar sig lika bra som amerikanska fiberskivor för fasadbeklädnad med erfarenhetsmässigt högre väderstabilitet.

''Acceleration'' hos metoden CTB (3V313) måste alltså ökas för att få rättvisande rangordning. Metoder härför redovisas. Ej heller de övriga metoderna ger samma rangordning över det här breda urvalet av skivor, men korrelationen anses ändå relativt god med utomhuslagring enligt andra undersökningar.

Normer för byggmaterial baseras visserligen oftast på hållfasthetsparametrar, men för fasadskivor är estetiska egenskaper, ommålningsbehov m m avgörande för funktionen. Mätmetodiken för dessa egenskaper är under utveckling i det fortsatta projektet.

Kontaktpersoner är Ernst Back och Ingemar Carlsson, FS.

böjbrottmoment före och efter accelererad åldring enligt CTB, VPSD, ASTM och DIN



Böjbrottmoment för olika skivmaterial dels före åldring, vänstra stapeln i varje stapelpaket, dels efter accelererad åldring enligt CTB (3V313), VPSD, ASTM D 1037 och DIN 68763 (V100).

Nyckelord:
fibre building boards
weather resistance
accelerated aging
mechanical properties
dimensionel stability

Eddy Sandström, Ingemar E. Carlsson, Ernst L. Back:
ACCELERERAD ÅLDRING AV TRÄBASERADE SKIVOR
- jämförelse av metoder på basis av
hållfasthetsparametrar
STFI-meddelande serie B nr 535

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	sid
Krav på utvändiga skivor och innebörd av accelererad åldring	4.
Standardmetoder för accelererad åldring	10
Undersökta skivmaterial	13
Inbördes jämförelse av fyra metoder	14
Kriterier för val av metod och rekommendationer	20
Referenser	26
Appendix: Standardmetoder (in extenso)	28-35

Stockholm, september 1979 (FS B:74)

Det finns ett behov av att enkelt och snabbt kunna förutsäga träbaserade skivors stabilitet i utomhusklimat. Ett antal metoder för s k accelererad åldring finns utvecklade. Gemensamt för dessa är att skivmaterialet på standardiserat sätt utsätts för sekvenser av extrema fukt- och temperaturcykler, t ex i form av vattenlagring, frysning, ångbehandling, kokning och torkning. Före, under och efter dessa sekvenser utvärderas skivmaterialets egenskaper såsom utseende, dimensioner och mekaniska egenskaper. Man förväntar sig att på detta sätt även erhålla ett mått på skivmaterialens stabilitet vid långvarig utomhusexponering.

I denna rapport skall fyra metoder för accelererad åldring jämföras inbördes och kritiskt granskas.

Krav på utvändiga skivor och innebörd av accelererad åldring

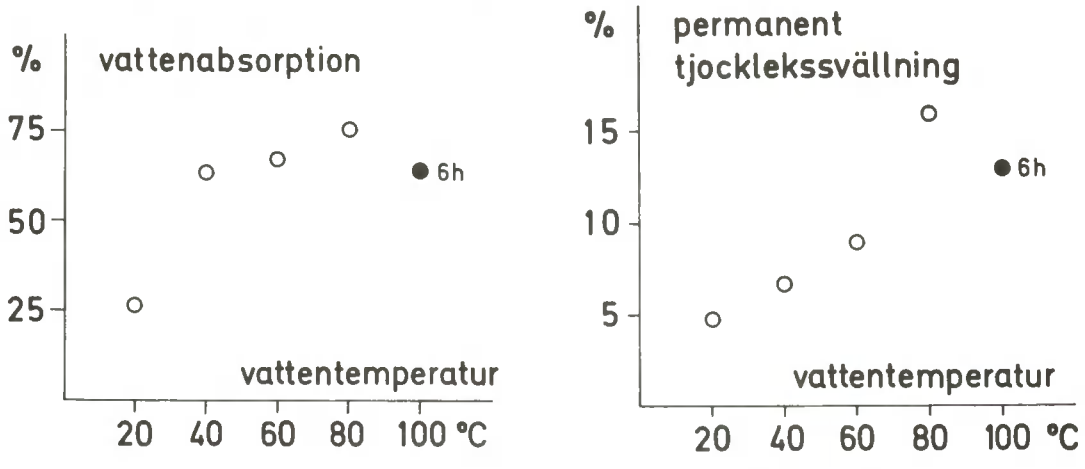
Normer för olika byggmaterial baseras oftast på vissa hållfasthetsparametrar, där minimivärden anses behövas i olika användningsområden. Mätmetoderna för dessa hållfasthetsparametrar är väl preciserade sedan lång tid, och även denna undersökning är inriktad på mekaniska egenskaper och dimensionsstabilitet.

Estetiska egenskaper är å andra sidan en avgörande beklädnadsfunktion. En fiberskiva med sin homogena uppbyggnad och med kvistar och årsringar endast inpräglade i ytan utgör i jämförelse med träpaneler ett bättre och jämnare målningsunderlag med avseende på såväl färgförbrukning, färgvidhäftning som risken för senare sprickbildning. Mekaniska egenskaper däremot bibehålls bättre hos träpaneler.

En utvändig fasadskiva bör enligt detta synsätt uppfylla vissa minimikrav på mekaniska egenskaper, t ex tvärdraghållfasthet, böjstyvhet och böjbrottmoment, särskilt efter accelererad åldring. När dessa krav väl uppfyllts bör en gradering av fasadskivors åldringsstabilitet baseras på estetiska egenskaper, dvs ytegenskaper, och inte på hållfasthetsegenskaper. Mätmetodiken för estetiska egenskaper behöver emellertid utvecklas och användas i en liknande jämförelse. Detta skall ske i en senare del av detta projekt.

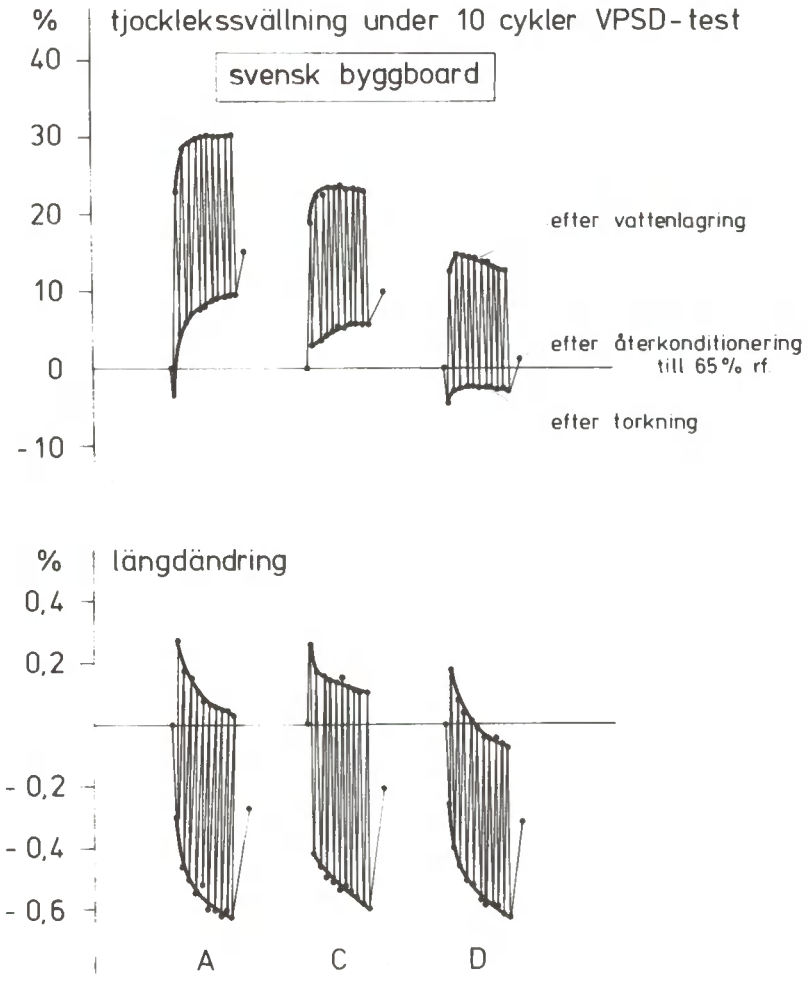
Den största påfrestningen för en utvändigt placerad träbaserad skiva utgörs av ständigt upprepade fuktrörelser orsakade av klimatets dygns- och årstidsväxlingar. I fuktigt tillstånd och då särskilt vid högre temperatur har materialet väsentligt större dimensioner - fiber- och skivtjocklek - lägre E-modul och bindningsenergi och därmed lägre deformationsmotstånd än i torrt tillstånd.

Varje fuktcykel ger en viss additiv permanent tjocklekssvällning, dvs tjocklekssvällning efter återkonditionering räknad i procent av ett ursprungligt tjocklekstillstånd. Denna permanenta tjocklekssvällning sammanhänger med den maximalt uppnådda fukthalten i materialet under fuktcykeln och temperaturen och tiden vid detta fuktiga tillstånd. Detta illustreras i figur 1.



Figur 1. Vattenabsorption och permanent tjocklekssvällning efter 24 timmars vattenlagring som funktion av vattentemperaturen. Den permanenta tjocklekssvällningen uppmättes efter återkonditionering vid 65 % r.f. (vid 100°C vattenlagrades proven endast sex timmar).

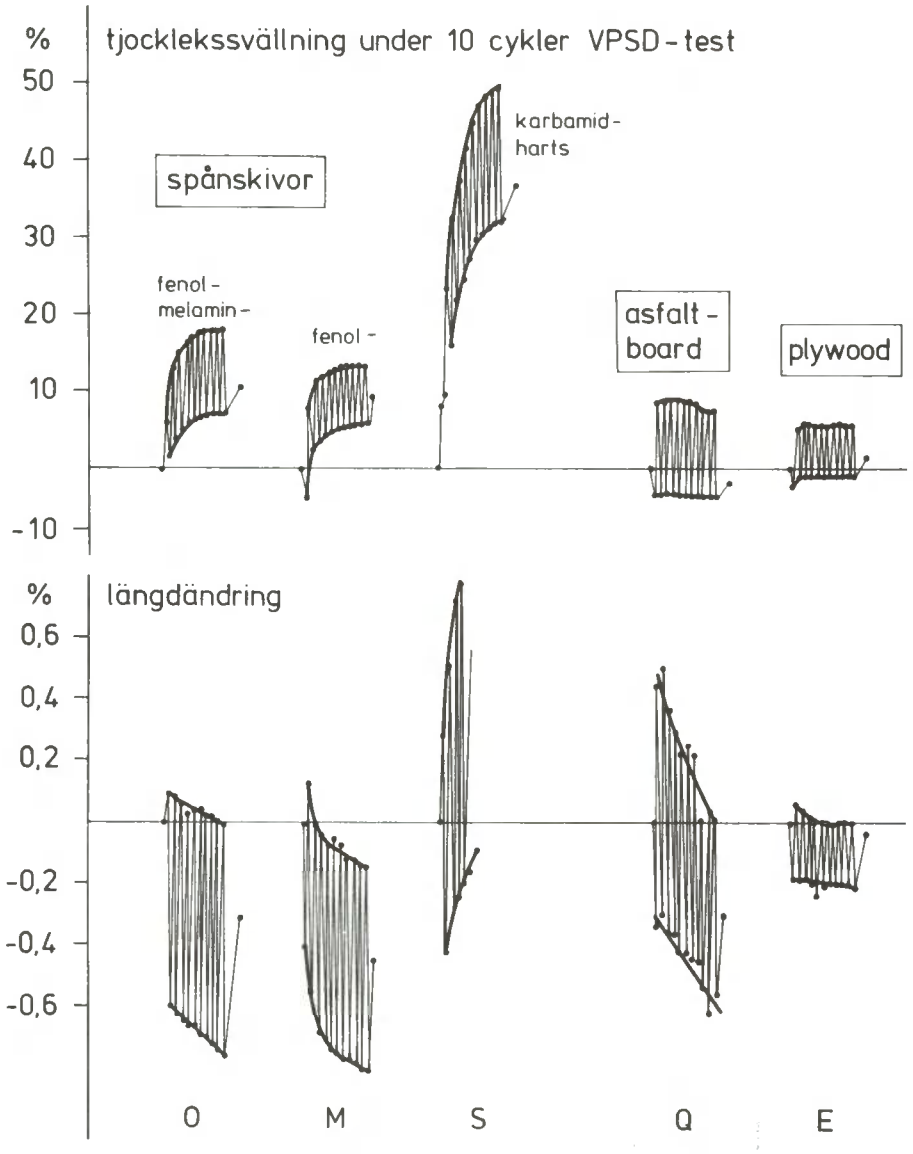
Vid upprepade fuktcykler mellan två fuktbetingelser uppkommer den permanenta tjocklekssvällningen framförallt under de första fuktcyklerna. Efter ett antal fuktcykler har skivan i viss utsträckning stabiliserats på en nivå som är karakteristisk för de valda två fuktbetingelserna, för temperaturen och för skivan som sådan. Vid de extrema fuktcykler som skivor utsätts för i accelererad åldring nås denna nivå redan efter ett fåtal fuktcykler. Detta illustreras i figur 2 a-c.



Figur 2 a. Ändringar i tjocklek och längd vid accelererad åldring av kommersiell svensk byggboard enligt VPSD-STFI-metoden, beskriven på sid. 10 och tabell samt appendix. Var och en av de tio fuktcyklerna omfattar vakuumtryckimpregnering med vatten vid rumstemperatur under 90 minuter, därefter torkning i värmeskåp vid 103°C under 22 timmar.

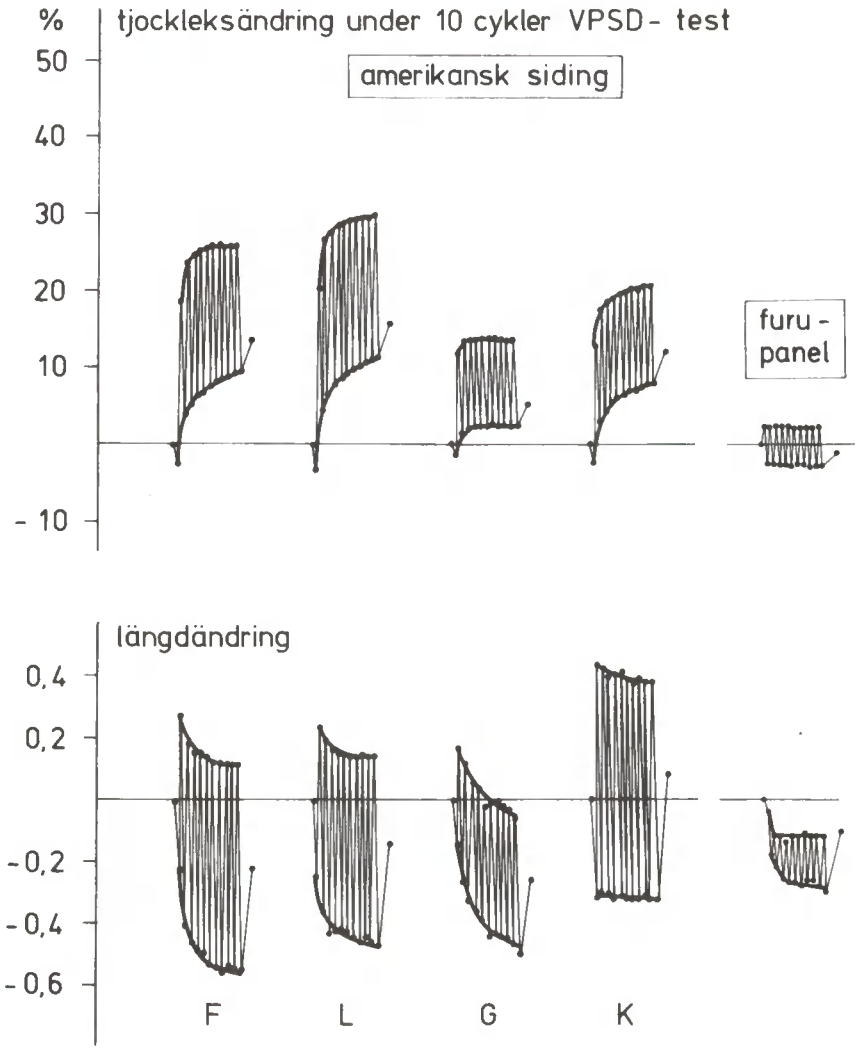
Bokstavskoden hänför sig till provmaterialet på sid. 13.

Av figurerna framgår att även den permanenta längdändringen stabiliseras, dock långsammare än tjockleksvällningen.



Figur 2 b. Ändringar i tjocklek och längd vid accelererad åldring av kommersiella spånskivor med olika bindemedelsbas, asfaltboard och plywood enligt VPSD-STFI-metoden, beskriven på sid. 10 och i tabell samt appendix.

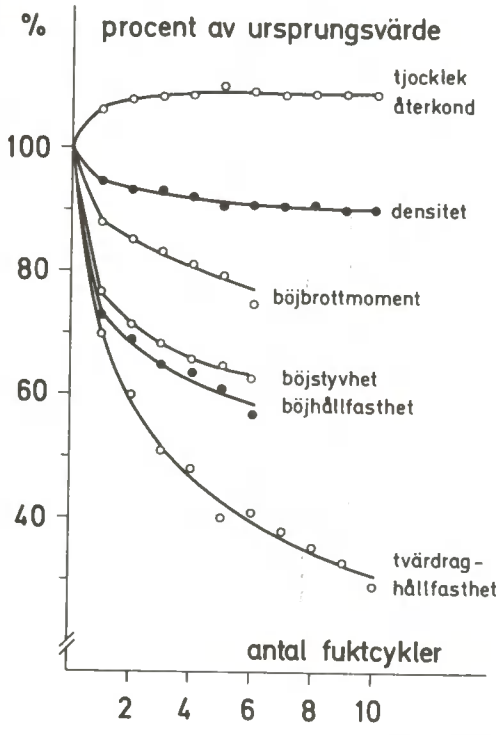
Längssvällningen för spånskivan S, låg efter tio cykler i vått tillstånd vid 1,2 % dvs utanför figuren. Efter återkonditionering var längssvällningen 0,5 %.



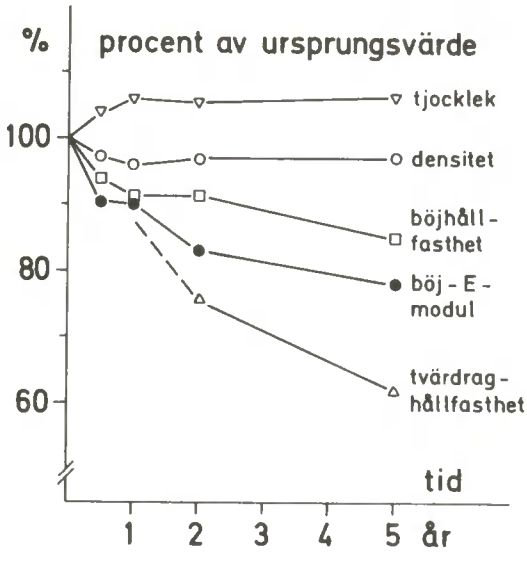
Figur 2 c. Ändringar i tjocklek och längd vid accelererad åldring av amerikansk siding och furupanel enligt VPSD-STFI-metoden, beskriven på sid. 10 och i tabell samt appendix.

Väsentligt är att höga fukthalter, särskilt i kombination med hög temperatur, under enstaka korta tillfällen kan åstadkomma betydligt större permanent tjockleksvällning än ett stort antal fuktcykler vid ett lägre fuktinnehåll.

Samtidigt med en permanent tjockleksvällning bryts fiber-fiber-bindningar i materialet och styrkeegenskaper försämras successivt. Detta gäller generellt både i samband med naturlig och accelererad åldring och illustreras i figurerna 3 och 4.



Figur 3. Accelererad åldring enligt VPSD-metoden för en svensk våttillverkad medelhård fiberskiva med densitet 300 kg/m^3. Var och en av de tio fuktcyklerna omfattar vakuumtryckimpregnering med vatten vid rumstemperatur under 90 minuter, därefter torkning i värmeskåp vid 103^{o}C under 22 timmar. Tjocklek, densitet, böjbrottmoment, böjstyvhet, böjhållfasthet och tvärdraghållfasthet har uppmätts efter återkonditionering två veckor vid 65 % r.f. och ges i procent av ursprungsvärdet.



Figur 4. Naturlig åldring av målade fiberskivor enligt Lehmann (1). Skivorna har troligen exponerats lodrätt. Figuren visar medelvärdet för ett provmaterial bestående av 14 olika målade skivkvaliteter.

Nedgången i tvärdraghållfastheten är mest påtaglig. Detta är naturligt i ett material där fibrerna företrädesvis ligger i skivans plan och bindningarna mellan dessa - som bryts i fuktigt tillstånd - vinkelrätt mot detta plan. Dessutom är tvärdraghållfastheten mera känslig för kanteffekter och kantsvällning än böjhållfastheten.

I vår undersökning, såsom i figur 3, anges i detta sammanhang vanligen böjbrottmomentet och böjstyvheten till skillnad från andra

arbeten, såsom figur 4, som vanligen anger böj-E-modulen och böjhållfastheten. Det finns ett särskilt skäl till detta. Den viktigaste egenskapen i många användningsområden är nämligen skivans styvhet. Elasticitetsmodulen faller vid upprepade fuktcykler men samtidigt ökar tjockleken, d, och därigenom ökar tröghetsmomentet proportionellt mot d^3. På så sätt faller böjstyvheten mindre än elasticitetsmodulen. På liknande sätt faller böjbrottmomentet mindre än böjhållfastheten, vilket även illustreras i figur 3. Vissa färdigmålade fiberskivor får genom mildare accelererad åldring - trots viss permanent tjockleksvällning - ett ökat böjbrottmoment dvs ökad böjstyrka.
Fuktupptagningen, när materialet utsätts för vatten eller fuktig luft, sker flera gånger snabbare i skivans plan än vinkelrätt mot skivans plan (2). Genom att använda små provbitar, dvs låta kantytorna dominera, accelereras nedgången i styrkeegenskaper och annan "åldring" påtagligt. Omvänt kan väderresistensen hos skivor i kommersiell användning förbättras avsevärt genom försegling av skivans kanter. Tjockleks- och längdsvällningen efter någon eller några åldringscykler korrelerar å andra sidan inte nödvändigtvis direkt med styrkenedgången, vilket bl a illustreras i figur 3.

I metoder för accelererad åldring utsätts små provbitar utan kantförsegling för ett antal så extrema fuktcykler och temperaturer att man på några dygn åstadkommer en större permanent tjockleksvällning och styrkenedgång än vid flera års utomhusexponering. Detta framgår av en jämförelse mellan figurerna 3 och 4.

Standardmetoder för accelererad åldring

CTB(3V313) är en fransk metod, utvecklad vid Centre Technique du Bois i Paris, som främst används för spånskivor. Denna metod föreslogs 1978 till nordisk standard för bestämning av träbaserade skivors långtidsbeständighet mot vatten, kyla och värme (3).

VPSD står för vacuum pressure soak dry. Metoden har använts vid U.S. Forest Products Laboratory i Madison/Wis (4). Den förekommer i olika varianter främst med avseende på antalet cykler och ordningsföljden av momenten i varje cykel. I vår undersökning har använts 10 cykler, vilket betecknats med VPSD-STFI.

ASTM D 1037-72 a är fastslagen av American Society for Testing and Materials och är den vanligaste metoden för s k accelererad åldring av träbaserade skivmaterial (5). Metoden utvecklades i Madison för utvärdering av sprickbildningstendensen hos pappers-laminatbelagd utomhusplywood i början av 50-talet. Här har metoden modifierats så att vattenlagringen skett vid 21°C under en timme vilket är en ganska ringa modifiering, en viss mildring av påfrestningen. Dessa delar av försöken har genomförts i Gembloux, Belgien av Dr. L. Fraipont.

DIN 68763 är ett västtyskt standardiserat "kokprov" för fenol-hartslimmade spånskivor, klass V100 (6). En något modifierad form av detta "kokprov" har föreslagits gälla för klassificering av hårda och medelhårda fiberskivor i Österrike (7). Här åtföljs den alltid av två timmars kylning i vatten av 20°C.

Fullständiga beskrivningar av metoderna ovan återfinns i appendix.

Tabell 1. Fyra metoder för accelererad åldring och deras applicering.

	CTB(3V 313)	VPSD-STFI	ASTM D 1037-72a	DIN 68763 (V100)
åldringscykel	vattenlagring vid 20°C i tre dygn frysning vid -12°C i ett dygn torkning vid 70°C i tre dygn	vaccumimpregnering med vatten vid 20°C, totalt 90 minuter torkning vid 103°C i 22 timmar	vattenlagring[1] vid 49°C i en timme (här 21°C) ångbehandling vid 93°C i tre timmar frysning vid -12° i 20 timmar torkning vid 99°C i tre timmar ångbehandling vid 93°C i tre timmar torkning vid 99°C i 18 timmar	uppvärmning till 100° i en timme kokning i två timmar vattenlagring vid 20°C i en timme
antal cykler	3 st à 7 dygn	10 st à 1 dygn	6 st à 2 dygn	1 st à 4 timmar
arbetstid exkl mätning	12 timmar	17 timmar	25 timmar	5 timmar
provning efter återkond. 20°C, 65 % r.f.	ja	ja	ja	nej, provas vått[2]
våra provdimensioner vid åldring	böjprov 73x300 mm tvärdragprov 55x350 mm	böjprov 80x440 mm tvärdragprov 55x365 mm	böjprov 30x150 mm tvärdragprov 50x50 mm	böjprov 75x140 mm -
provdimensioner vid hållfasthetsprovning	böjprov 73x140 mm tvärdragprov 50x50 mm	böjprov 75x140 mm tvärdragprov 50x50 mm	böjprov 30x150 cm tvärdragprov 50x50 mm	böjprov 75x140 mm
variationskoefficient, % före och efter accelererad åldring	böjbrottmoment före: 9 efter: 10 tvärdraghållf. före: 9 efter: 17	böjbrottmoment före: 9 efter: 10 tvärdraghållf. före: 9 efter: 12	böjbrottmoment före: 9 efter: 9[3] tvärdraghållf. före: efter: [3]	böjbrottmoment före: 9 efter: 12
permanent tjockleksvällning	14	13	16	8

1) Här har 1 timmes vattenlagring i ASTM D 1037 skett vid 21°C
2) Permanent tjockleksvällning är dock uppmätt efter återkonditionering
3) Mätningarna i Belgien visade högre spridning både före som efter ASTM-prov men utan signifikant inbördes skillnad.

Undersökt skivmaterial

De fyra metoderna för accelererad åldring har här testats med tolv kommersiella skivor inkluderande både fiberskivor, spånskivor och plywood. Dessa skivor redovisas nedan med den bokstavskod som används i figurerna.

A. Svensk byggboard 9,3 mm, 800 kg/m^3, med 1 % fenolharts, väl värmehärdad.

C. Svensk byggboard 12,1 mm, 615 kg/m^3, utan fenolharts, värmehärdad fyra timmar vid 155^{o}C.

D. Svensk byggboard 10,3 mm, 780 kg/m^3, med 2 % fenolharts, värmehärdad.

E. Svensk fenolhartslimmad furuplywood, sju fanér, 10 mm, 600 kg/m^3.

F. Amerikansk våttillverkad, grundmålad siding, 9,7 mm, 930 kg/m^3. Råvara 60 % Sequoia (redwood) 40 % Douglas fir, fenolhartslimmad, sannolikt värmehärdad.

G. Amerikansk S-2-S tillverkad, grundmålad siding, 10,6 mm, 625 kg/m^3. 70 % grov slipmassa av 670 CSF (550 kWh/ton) 30 % sågspåns- och aspflismassa. Mäldtillsatser av fenolharts och/eller beck.

K. Amerikansk torrtillverkad grundmålad siding, 10,2 mm, 910 kg/m^3. Råvara 100 % Douglas fir, med 2,5 % vax, och ca 4 % fenolharts.

L. Amerikansk våttillverkad färdigmålad siding, 10,1 mm, 915 kg/m^3. Råvara 60 % redwood, 40 % Douglas fir. Fenolhartslimmad, sannolikt värmehärdad.

M. Västtysk spånskiva limmad med fenolharts och vax, 10 mm, 715 kg/m^3.

O. Svensk spånskiva limmad med fenol-melamin-karbamidharts och vax 10,3 mm, 740 kg/m^3.

Q. Svensk asfaltboard, 13,4 mm, 340 kg/m^3, med 20 till 25 % asfalt.

S. Svensk spånskiva limmad med karbamidharts och vax, 10,3 mm, 700 kg/m^3.

Furupanel är inkluderat i CTB 3V313 och i VPSD, såsom i figur 2.

Inbördes jämförelse av fyra metoder

Metodernas accelerationsgrad framgår av tabellen nedan. Den kvarvarande styrkan, i procent av ursprungsvärdet och den permanenta tjockleksvällningen, har beräknats för var och en av de nio skivkvaliteterna i figur 8. I tabellen ges sedan medelvärden för detta material. Träpanel som klarar nästan full styrka i alla dessa metoder och karbamidhartslimmad spånskiva,som faller sönder i kokprovet DIN 68763, ingår ej.

Genomsnittlig permanent tjockleksvällning och kvarvarande styrka i % efter accelererad åldring enligt

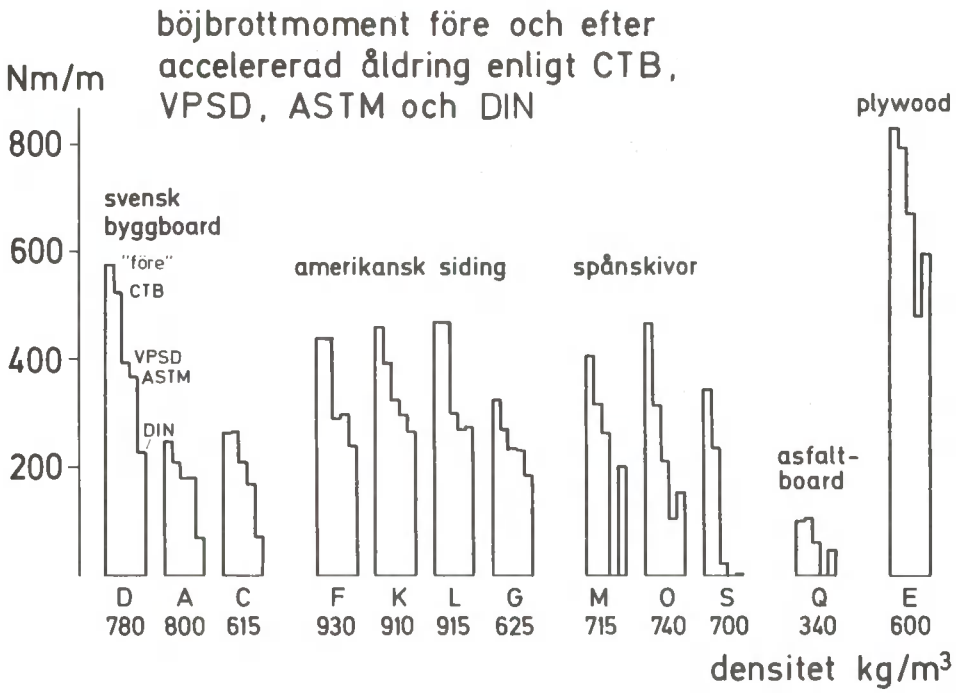
Kvarvarande	CTB (3V313)	VPSD-STFI	ASTM D 1037-72a	DIN 68763	
Böjbrottmoment	86	69	60	47	vått
Böjhållfasthet	80	58	48	32	vått
Tvärdraghållfasthet	68	39	34	-	
Permanent tjockleksvällning	4,8	9,6	11,2	9.7	

I denna gradering av metodernas accelerationsgrad på basis av provmaterial som ingick i alla metoder blir det västtyska "kokprovet" DIN 68763 hårdast, följt av ASTM D 1037, VPSD-STFI och CTB(3V313), allt under ovan givna betingelser och för valt provmaterial. Avgörande är sannolikt den höga uppfuktningstemperaturen, nämligen kokning i DIN 68763 och ångbehandling i ASTM D 1037 jämfört med vattenbehandling vid 20°C i de två senare metoderna. Dessutom anges i DIN 68763 styrkevärden i vått tillstånd, men i övriga metoder efter återkonditionering vid 65 % r.f.

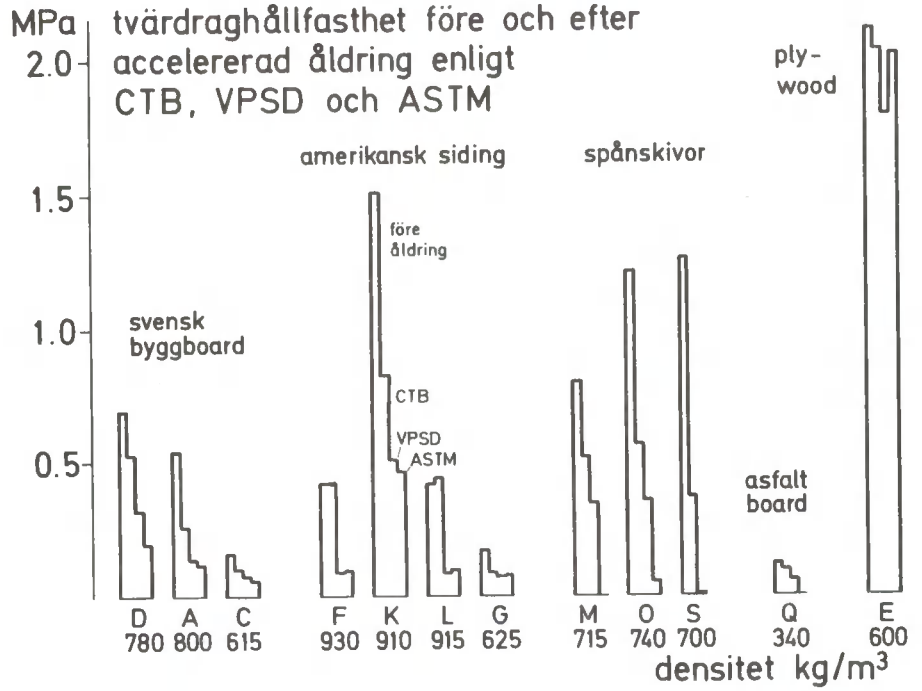
I ovanstående tabell i figur 3 och 4 har kvarvarande styrka angetts i % ursprungsvärde. I det följande anges och rangordnas i kvarvarande absoluta styrkevärde. För en byggnadsskiva behövs nämligen efter längre tids användning i varierande väder en viss minimistyrka absolut sett, vilket värde givetvis är något olika för olika ändamål. Den procentuella styrkan i relation till utgångsvärdet är dock ointressant. Ofta får man detta nödvändiga minimivärde genom processmodifikationer, som också ökar utgångsvärdet så att åldringens effekt procentuellt sett icke påverkas.

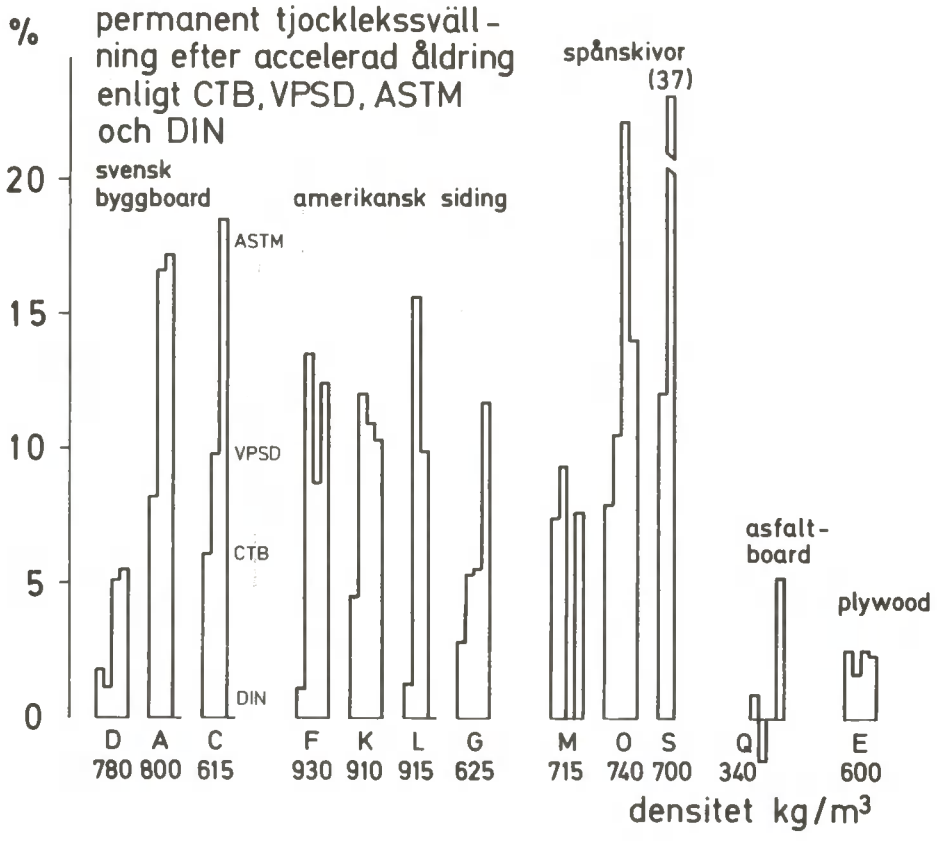
Figur 5 och 6 visar hur var och en av de tolv undersökta skivkvaliteterna påverkats av metoderna med avseende på några egenskaper.

Tre metoder VPSD-STFI, ASTM D 1037 och DIN 68763 har i storleksordning liknande effekt på böjbrottmoment och tvärdraghållfasthet, även om åldringseffekten ökar med metoderna i ovan nämnd ordningsföljd. Den franska CTB (3V313) är mildast, varvid dock skillnaden gentemot de övriga metoderna är särskilt stor för spånskivor limmade med karbamidharts och melamin-karbamidharts. För sådana spånskivor ger den franska CTB (3V313) helt annan rangordning bland materialen än övriga metoder och praktisk erfarenhet.
För målad amerikansk siding ökar exempelvis böjbrottmomentet genom accelererad åldring trots en ringa permanent tjockleksvällning. Detta visar stabiliteten hos färdigmålade fiberskivor med avseende på denna styrkeparameter.



Figur 5. Böjbrottmoment och tvärdraghållfasthet vid 65 % r.f. före (första stapeln) och efter accelererad åldring enligt CTB(3V313), VPSD-STFI, ASTM D 1037 och DIN 68763 med staplarna i denna ordningsföljd. I "kokprovet" DIN 68763 är böjbrottmomentet uppmätt i vått tillstånd. Bokstavskoden hänför sig till provmaterialet på sid. 13. Spånskivorna (M) och (S) samt asfaltboarden (Q) har inte behandlats i ASTM D 1037.





Figur 6. Permanent tjockleksvällning i % efter accelererad åldring enligt CTB (3V313), VPSD-STFI, ASTM D 1037 och DIN 68763, med staplarna i denna ordningsföljd, uppmätt efter återkonditionering vid 65 % r.f.

Spånskivorna (M) och (S) samt asfaltboarden (Q) har inte löpt i ASTM D 1037.

Bokstavskoden hänför sig till beskrivningen i provmaterialet på sid. 13. Skivorna A, C och L ej uppmätta i DIN 68763 efter återkonditionering på grund av mögelbildning.

Skiva S har helt sönderfallit i denna DIN 68763.

Figur 7 visar på ett annat sätt böjbrottmoment och tvärdraghållfasthet för de tolv skivkvaliteterna före och efter en accelererad åldring, separat i varje metod. Av figuren framgår att rangordningen av skivmaterialen varierar mellan de olika metoderna. Skillnaden i denna rangordning illustreras mer systematiskt i figur 8. Där är rangen för en viss skiva i en viss metod avsatt mot skivans medelrang, d v s den genomsnittliga rangen räknad över de fyra metoderna. Siffervärdet 1 avser den bästa skivan, värdet 9 den sämsta.