

RAPPORT

Ernst Back, Per Hanetho,
Gunnar Holst, Ingvar Johansson

Spånskivor från färsk träråvara Sponplater av ferskt trevirke

*Particleboards of Wood from
Freshly Felled Timber*

Trätetek

Ernst Back, STFI
Per Hanetho, Dynobel A.S.
Gunnar Holst, Sponplateindustriens Forening
Ingvar Johansson, Träteck

SPÅNSKIVOR FRÅN FÄRSK TRÄRÅVARA/SPONPLATER AV FERSKT TREVIRKE
Particleboards of Wood from Freshly Felled Timber

TrätecknikCentrum, Rapport I 8705035

Nyckelord

*contact angle
delamination
freshly felled wood
logs
lumber storage
particleboard
planer shavings
sawdust
steam explosions
storage
surface wetting*

Nøkkelord

fersk virke
lagret virke
rundvirke
sagflis
kutterspon
sponplater
dampsprenninger
delaminering
pufferkapasitet
overflatefukting
kontaktvinkel

Stockholm maj 1987

Rapporter från TräteknikCentrum är kompletta sammanställningar av forskningsresultat eller översikter, utvecklingar och studier. Publicerade rapporter betecknas med I eller P och numreras tillsammans med alla utgåvor från TräteknikCentrum i löpande följd.

Rapporter kan som regel beställas kostnadsfritt i ett exemplar av medlemsföretag. Ytterligare beställda exemplar faktureras.

Citat tillåtes om källan anges.

Reports issued by the Swedish Institute for Wood Technology Research comprise complete accounts for research results, or summaries, surveys and studies. Published reports bear the designation I or P and are numbered in consecutive order together with all the other publications from the Institute.

Member companies may generally order one copy of any report free of charge. A charge will be made for any further copies ordered.

Extracts from the text may be reproduced provided the source is acknowledged.

TräteknikCentrum betjänar de fem industrigrenarna sågverk, trämanufaktur (snickeri-, trähus-, möbel- och övrig träbearbetande industri), träfiberskivor, spånskivor och plywood. Ett avtal om forskning och utveckling mellan industrin och Styrelsen för Teknisk Utveckling (STU) utgör grunden för verksamheten som utförs med egna, samverkande och externa resurser. TräteknikCentrum har forskningsenheter, förutom i Stockholm, även i Jönköping och Skellefteå.

The Swedish Institute for Wood Technology Research serves the five branches of the industry: sawmills, manufacturing (joinery, wooden houses, furniture and other woodworking plants), fibre board, particle board and plywood. A research and development agreement between the industry and the Swedish National Board for Technical Development (STU) forms the basis for the Institute's activities. The Institute utilises its own resources as well as those of its collaborators and other outside bodies. Apart from Stockholm, research units are also located in Jönköping and Skellefteå.

INNHALDSFORTEGNELSE

	<u>Sid</u>
Forord	3
Sammendrag (på norsk)	4
Sammanfattning (på svenska)	5
Svensk-norsk ordliste	6
Norsk-svensk ordlista	6
1. Prosjektets organisasjon	8
2. Prosjektets bakgrunn - Problemstilling	8
3. Litteraturundersøkelse	9
4. Definisjon av ferskt virke	13
5. Ytringsformer for ferskt virke-problemer	14
6. Teorier for å forklare ferskt virke-problemer	15
7. Prosjektplan	16
7.1 Fabrikkforsøk	16
7.2 Laboratoriefremstilling av sponplater	17
7.3 Analyser av fersk og lagret spon	18
8. Forsøksopplegg og resultater	18
8.0 Innledning	18
8.1 AB Nya Karlstadplattan	18
8.2 Agnes Fabrikker A.S.	20
8.3 Norske Skogindustrier A.S., Kvam	22
8.4 Byggelit Storuman AB	23
8.5 Laboratoriefremstilling av sponplater	24
9. Analyser av ferske og lagrede spån	25
9.1 Provmaterial	25
9.2 Torkhastighet - fuktupptagningshastighet	27
9.3 Vattenekstrakt, dess pH og buffertkapasitet	33
9.4 Harts	37
9.5 Spånens vätbarhet med vatten og karbamidlim	39
9.6 Diskusjon av analysresultat	42
10. Diskusjon av resultatene	44
11. Videre forsøk	46
Litteratur	47
Summary	48
Bilag 1. Fabrikkforsøk ved AB Nya Karlstadplattan	49
Bilag 2. Fabrikkforsøk ved Agnes Fabrikker A.S.	53
Bilag 3. Fabrikkforsøk ved Norske Skogindustrier A.S., Kvam	59
Bilag 4. Fabrikkforsøk ved Byggelit Storuman AB	63
Bilag 5. Laboratoriefremstilling av sponplater	67
Bilaga 6. Detaljanalys av hartsextrakt från spån medelst gaskromatografi	69

FORORD

Denne rapporten er sluttrapport for prosjektet "Ferskt virke" som er gjennomført i samarbeide mellom TräteknikCentrum, svensk og norsk sponplateindustri og Dynobel A.S. Prosjektet er finansiert dels av Styrelsen för Teknisk Utveckling (STU) gjennom Stiftelsen för Svensk Träteknisk Forskning og dels av de medvirkende industriparter.

Av praktiske grunner er rapporten delt i to, idet det er utarbeidet en egen rapport om de kjemiske og fysikalske analyser som ble utført i regi av TräteknikCentrum. Denne delen av rapporten er skrevet på svensk, mens resten av rapporten er skrevet på norsk. For å lette forståelsen, er det tatt med en ordliste med ord som er forskjellige i de to språk.

Styringskomiteen vil takke alle som har bidratt ved den praktiske gjennomføring av prosjektet. En spesiell takk går til Katarina Nordman-Edberg ved TräteknikCentrum som har nedlagt et meget fortjenestefullt arbeide med utvikling av nye analysemetoder.

SAMMENDRAG

Prosjektet har ved hjelp av sponplatefremstilling i laboratorie- og full-skala, samt kjemiske og fysikalske analyser søkt å finne årsaken til at "ferskt" råvirke byr på problemer i sponplateindustrien. Både av økonomiske og praktiske årsaker er det av stor betydning for sponplateindustrien å finne en løsning på disse problemene.

Det er formulert teorier om årsakene til de nevnte problemer basert på de praktiske erfaringer man har og på kunnskaper om de kjemiske forandringer som skjer i tre ved lagring. Prosjektplanen ble lagt opp slik at man om mulig skulle finne ut hvilke(n) av disse teoriene som eventuelt er den riktige.

Sponplateforsøk i fabrikkskala bekrefter at en lagring av råvirket gjør det bedre egnet til sponplatefremstilling. Nødvendig lagringstid er avhengig av i hvilken form råvirket foreligger. Jo mer finfordelt det er, desto kortere lagringstid behøves.

I de kjemiske og fysikalske analyser som er utført, har man funnet tildels store forskjeller mellom ferskt og lagret virke. Ferskt virke har vesentlig lavere pufferkapasitet og høyere pH enn lagret. Videre er harpiksinholdet høyest i ferskt virke, og den avtar og endrer sammensetning ved lagring. Tørkede ferske spon fuktes langsommere av urealim enn lagrede spon. Dette er kriterier som muligens kan utvikles videre til rutinekontroller for treråvaren, samt til tiltak for å mestre ferskt virke-problemene.

Prosjektet kan imidlertid ikke sies å ha vist om noen av de fremsatte teorier gir den riktige forklaring på ferskt virke-problemene.

Det er derfor et behov for å videreføre prosjektet.

SAMMANFATTNING

Projektet har genom framställning av spånskivor i laboratorie- och industriskala samt genom kemisk och fysikalisk analys sökt finna orsakerna till att färsk träråvara ger problem i spånskiveindustrin. Det är av stor betydelse för spånskiveindustrin, både av tekniska och ekonomiska skäl, att finna en lösning på problemen.

Teorier om orsakerna till problemen har formulerats baserade på känd kunskap om de kemiska förändringar som sker i trä vid lagring. Dessa teorier har prövats experimentellt.

Fullskaleförsöken bekräftade att en lagring av träråvaran gör den bättre lämpad för spånskiveframställning. Erforderlig lagringstid beror på om råvaran utgörs av rundved, såg- eller hyvelspån. Ju mer finfördelad den är, desto kortare lagringstid krävs.

De kemiska och fysikaliska analyserna har i några avseenden visat på stora skillnader mellan färskt och lagrat virke. Färskt virke har väsentligt lägre buffertkapacitet och högre pH än lagrat. Vidare är hartshalten störst i färskt virke och avtar samt ändrar sammansättning vid lagring. Torkade färska spån väts långsammare av karbamidlim än lagrade spån. Detta är kriterier, som kan utvecklas vidare till rutinkontroller för träråvaran samt till åtgärder för att bemästra problemen.

Projektet kan dock inte sägas ha bevisat om någon/några av de framlagda teorierna eller de påvisade kemisk/fysikaliska skillnaderna är orsaken till problemen med färsk träråvara.

Det är viktigt att fortsätta projektet.

SVENSK-NORSK ORDLISTE

anledning	grunn, årsak
bildas	dannes
enligt erhålla	ifølge oppnå, motta
fläkt fördröja försvåra förtvåla	vifte forsinke vanskeliggjøre forsåpe
halt harts	innhold harpiks
inflexionspunkt	omslagspunkt
jämvikt	likevekt
med avseende på medelst mätning mögel	med hensyn til ved hjelp av måling mugg
redovisa	redegjøre for
slät svår sämre sätt sönderfalla	glatt vanskelig dårligere måte nedbrytes
upprepa ursprunglig utvärdering	gjenta opprinnelig vurdering, bedømmning
vätning	befukting, fukting
yta	overflate
ättiksyra även	eddiksyre til og med, også
ånga återlopp	damp tilbakeløp

NORSK-SVENSK ORDLISTA

damp	ånga
evne	förmåga
flishaug forskjell følsomme	flishög skillnad känsliga
galt gassfase	fel gasfas

gjæring	jäsning
harpiks	harts
hensikt	avsikt
hyppigst	vanligast
høy	hög
karbohydrater	kolhydrater
kryssfiner	plywood
lav	låg
mål	mått
nedbygging	nedbrytning
nitrogen	kväve
nåleved	barrved
overflate	yta
pufferkapasitet	bufferkapacitet
sammenligning	jämförelse
sløyfe	slopa
småfallent	klenvuxet
sopp	svamp
stoff	ämne
strekstyrke	dragstyrka
tiltak	åtgärd
tungtløselig	svårlöslig
tykk	tjock

1. PROSJEKTETS ORGANISASJON

Prosjektet er et samarbeidsprosjekt som er finansiert av svensk og norsk sponplateindustri, Dynobel A.S og Stiftelsen för Svensk Träteknisk Forskning.

Prosjektet har vært ledet av en styringskomite med følgende sammensetning:

Ernst Back, STFI,
 Sven Backlund, Svenska Spånskiveföreningen,
 Bengt Bengtsson, Svenska Spånskiveföreningen,
 Per Erik Funnemark, Dynobel A.S
 Göte Helgesson, Dynobel A.S,
 Gunnar Holst, Sponplateindustriens Forening,
 Tor Høgstedt, Sponplateindustriens Forening,
 Ingvar Johansson, TräteknikCentrum,
 Ove Lithner, Svenska Spånskiveföreningen,
 Birger Sundin, Dynobel A.S, og
 Per Hanetho, Dynobel A.S.

Gunnar Holst har vært styringskomiteens formann og Per Hanetho dens sekretær.

2. PROSJEKTETS BAKGRUNN - PROBLEMSTILLING

Limleverandøren Dynobel A.S fikk i løpet av 1983 henvenselser fra flere av sine kunder innenfor sponplateindustrien med anmodning om hjelp til å løse de problemer som "ferskt virke" skaper. Disse problemene arter seg som vanskeligheter med å oppnå normal og ønsket produktkvalitet med virke som ikke har vært lagret en viss tid. Nødvendig lagringstid varierer fra en råvirketype til en annen. Erfaringen viser f.eks. at rundvirke må lagres i flere måneder, mens det for sag- og kutter-spon er tilstrekkelig med 2-3 uker.

De enkelte sponplatefabrikker beskriver sine problemer noe forskjellig, men det synes at dampeksplasjoner er den vanligste ytringsform. (Se nærmere om ytringsformene i avsnitt 5). Et felles trekk synes å være at den eneste måten å motvirke problemene på, er å forlenge trykkavlastningstiden og dermed den totale pressetid. Forlenget pressetid reduserer fabrikkens kapasitet og gir dyrere produksjon. Alternativet er imidlertid økt kapitalbinding i lagerhold. På denne bakgrunn ville det være av stor betydning om man kunne finne en løsning på problemene med "ferskt virke", med andre ord om man kunne finne frem til løsninger som tillater en problemfri bruk av ferskt virke.

Etter Dynobels oppfatning var forutsetningen for å kunne løse "ferskt virke"-problemene at man kunne samarbeide med sponplateindustrien, og både svensk og norsk sponplateindustri var enige i dette. Det ble søkt, og bevilget, svenske offentlige midler til prosjektet, slik det allerede er nevnt i punkt 1.

Prosjektets mål ble formulert slik:

Prosjektets mål er ved hjelp av sponplateforsøk i laboratorie- og fabrikk-skala, kombinert med kjemiske og fysikalske analyser, å finne årsaken til de problemer "ferskt virke" skaper for sponplateindustrien og å finne tiltak som kan begrense eller eliminere disse problemene.

Et delmål var å finne en enkel analysemetode for å avgjøre om råvirke som kommer inn til sponplatefabrikkene er "ferskt".

3. LITTERATURUNDERSØKELSE

Det er vel kjent at det ved lagring av tre skjer en rekke fysikalske og kjemiske prosesser (1). Det er publisert flere undersøkelser av hvordan disse prosessene forløper ved lagring av celluloseflis, fordi man også ved cellulosefremstilling får problemer når virket er ferskt.

Naturlig nok er det publikasjoner fra nordiske forskere som er mest interessante for oss, fordi treslag og klimabetingelser under lagringen er de samme som i sponplateindustrien. Lindgren og Norin (2) gir en oversikt over harpikskomponenter i ved, sammensetningen av ekstrakter fra viktige treslag, variasjoner i harpiks-innhold og -sammensetning og harpiksens reaksjoner. Assarsson (3) gir en oversikt over hva som skjer med harpiksene under lagring av ved. Først tar han for seg de prosesser (fetthydrolyse, autooksidasjon, metabolisk oksidasjon og mikrobiologiske angrep) som er viktige ledd i den endring av harpiksene som skjer ved lagring av ved. Dernest behandles harpiksenes forandring under forskjellige former for lagring, og tilslutt diskuteres lagringens betydning fra et teknisk synspunkt, men utelukkende relatert til produksjon av sulfitcellulose.

Donetzhuber og Swan (4) har undersøkt ekstrakt-innhold og -sammensetning for gran og bjørk lagret som flis. Det totale harpiksinnhold avtar raskt ved flislagring, spesielt ved at umettet fett og harpikssyrer oksideres til petroleteruløselige stoffer. Bare flis som er i nærheten av flishaugens kalde overflate har en harpikssammensetning som tilsvarende stokklagret virkes. En økning i petroleteruløselige stoffer tilsvares av en minskning av innholdet av fettsyrer. Dette kan skyldes at autooksidasjonen av umettet fett foregår på forskjellig måte ved høy og ved lav temperatur. Inne i flishaugen, der det er høy temperatur, kan det skje en oksidativ nedbrytning av fettsyrer eller fett. Enzymatisk nedbrytning vil også kunne forårsake fettreduksjon.

Skal man lage førsteklases sulfitcellulose, må virket lagres flere måneder, altså en situasjon som er analog med den man har i sponplateindustrien. Hvis råvirket lagres som industriflis istedenfor som rundvirke, kan lagringstiden skjæres ned betraktelig. Billerud AB har utviklet en prosess for "accelerated deresination", dvs en kunstig aldring av flis ved 55-60°C. Flis behandlet etter denne prosessen blir brukbar til cellulosefremstilling etter noen få dager.

Fra kryssfinerindustrien vet man at en fersk snittflate blir hydrofob etter noen timer, p.g.a. gassfaseomfordeling eller utflyting av harpiksen, spesielt ved høye temperaturer.

Hydrofobiteten skyldes harpiks som trenger ut til fersk overflate, samt at det foregår en gassfase-omfordeling av andre hydrofobe komponenter. I nåleved finnes det harpiks både i harpikskanaler og i margstråler, mens løvved bare har margstråler der fett lagres. Furuved inneholder ca. 2,5 % harpiks, hvorav ca. 80 % finnes i harpikskanalene og resten i margstrålene. Granved inneholder mindre harpiks, og den er jevnere fordelt på harpikskanaler og margstråler. Granharpiks trenger ikke så lett ut til overflaten som furuharpiks.

Ved cellulosefremstilling blir kanalharpiksene lett løst ut, men disse vil kanskje gi de største problemene ved sponplatefremstillingen, ettersom dette er en tørrprosess. Derimot gir antagelig de tungtløselige parenkymharpiksene små problemer i sponplateindustrien, men er de mest problematiske for celluloseindustrien. (5)

Det er publisert flere arbeider som viser at fersk ved hydrofoberes ganske hurtig. Etter lagring over lengre tid (flere uker til år) blir veden igjen hydrofil. Det som skjer ved lagring, er i grove trekk følgende (1):

- * Flyktige komponenter forsvinner
- * Umettede forbindelser oksyderes og blir hydrofile
- * Estre hydrolyseres og fettsyrer frigjøres
- * Epitel- og parenkym-celler dør når treets fuktighetsinnhold kommer under fibermetningspunktet.

Totalt sett betyr dette at harpikskomponentenes bevegelighet reduseres, slik at det blir mindre risiko for at sponoverflaten hydrofoberes ved spontørkingen.

Den aldringsprosessen som finner sted, er avhengig av tid og temperatur. For oksydasjonsprosessen er data tilgjengelige. Det er de umettede fettsyrene som oksyderes, ikke de mettede.

På bakgrunn av studiene over lagring av cellulosevirke og praktiske erfaringer fra celluloseindustrien, kan man tenke seg følgende tiltak for å redusere sponplateindustriens problemer med ferskt virke:

- * Rundvirke bør lagres i barked tilstand
- * Aldringen av flis kan påskyndes slik at den går i løpet av dager hvis lagringen skjer ved f.eks. 60°C (Billeruds prosess).
- * Fuktingen av sponen med lim kan (i teorien) forbedres ved at fuktetiden forlenges, ved at det brukes alkaliske lim (forsåpning av harpikser), eller ved at det brukes oksiderende lim (foroksidering, aktivert binding).

Mens man har klarlagt meget godt hvilken betydning lagring har for hvor godt egnet trevirket er til fremstilling av cellulose, er det ikke gjort like systematiske studier når det gjelder sponplatefremstilling.

Marutzky og Keserü (6) har undersøkt hva som skjer når hakket industriflis ("Hackschnitzel") lagres i haug og senere brukes til sponplatefremstilling. 30 mm flis ble lagret i en 3,5-4 m høy haug. I alt inneholdt haugen ca. 42 m³. Lagringsforsøket pågikk et år, med prøvetaking etter 4 og 8 måneder.

Man gjorde følgende observasjoner:

* Det oppsto en sterk varmeutvikling i midten av flishaugen. Under sommerforhold steg temperaturen fra ca. 20°C til ca. 60°C i løpet av 10 døgn. Under vinterforhold økte temperaturen langsommere, fra 0°C til 40°C i løpet av 30 døgn.

* Anaerobe gjæringsprosesser kunne ikke påvises, men flisen ble etter kort tid angrepet av bakterier og sopp.

* Det dannet seg to fuktighetssoner i flishaugen. Midt i haugen ble det dannet en sone med 40-50 % fuktighetsinnhold, mens man på bunnen og ytterst i haugen hadde en 50-100 cm tykk sone med fuktighetsinnhold opptil 200 %. Denne sonedelingen var varig og det ujevne fuktighetsinnholdet kan ha betydning for sponoppberedningen og tørkingen.

* Generelt avtok pH med lagringstiden, mer nær overflaten enn midt i haugen.

* Andelen finstoff i haugen økte med lagringstiden.

* Mengden benzen/etanol- og kaldtvanns-ekstraherbart sank til å begynne med, men steg igjen etter flere måneders lagring. Mengden lutekstraherbart steg.

* Høstfelt virke inneholdt mindre ekstraherbart materiale enn vårfelt.

* Innholdet av hydrofobe stoffer sank hele tiden, mest til å begynne med. Dette forklares ved enzymatiske og oksiderende reaksjoner, eller ved fordampning.

* Økningen i varmtvanns- og lut-ekstraherbart materiale forklares ved nedbygging av høymolekylære bestanddeler (hemicellulose, cellulose, lignin). Nedbyggingen bekreftes av analyser av sukkerinnholdet.

* Askeinnholdet ble ikke endret.

* Nitrogeninnholdet økte. Det kan henge sammen med angrep av mikroorganismer.

* Ligninandelen økte, mens cellulose- og hemicellulose-andelen avtok.

* Densiteten (romvekten) avtok.

De sponplateforsøkene som ble gjennomført som et ledd i denne undersøkelsen, har dessverre begrenset interesse for vårt prosjekt, fordi lagringen pågikk i så lang tid og under så ugunstige betingelser at det skjedde en viss biologisk nedbrytning av

tresubstansen. (Det må gjentas at forsøket tok for seg lagring av flis, ikke rundvirke). Følgen av nedbrytningen var at sponplatene fikk dårlige mekaniske egenskaper. Forsøket var ikke lagt opp med henblikk på å kunne fange opp betydningen av den "initiale" lagring av ferskt virke, som er det vi er interessert i.

I laboratoriet laget Rauch (7) med hensikt plater med spesielt høy kantdensitet for å vanskeliggjøre fuktavgangen fra matten under pressingen. I slike plater kunne man måle vesentlig høyere temperatur og damptrykk i midtsjiktet ved slutten av pressetiden enn i plater med normal kantdensitet. Med økende kantdensitet sank platenes tverrstrekkfasthet, og ved tilstrekkelig høy kantdensitet fikk man dampsprenninger.

Det er nevnt tidligere at man i utgangspunktet kan tenke seg at sponplateindustriens problemer henger sammen med at fuktavgangen fra sponmatten under presseoperasjonen ikke foregår normalt, slik at sponmattens fuktighetsinnhold er for høyt idet pressen åpnes, med dampsprenning som resultat. Dette ville være en analog situasjon med den som man hadde i den nettopp refererte laboratorieundersøkelse. En forklaring på unormal fuktavgang kan være at den ferske sponen holder bedre på fuktigheten (ved kjemiske eller fysikalske mekanismer), eller at de normale transportveier for fuktigheten er sperret, f.eks. av harpiksavleiringer.

Messner og Serentschy (8) har undersøkt sagspon lagret i hauger med henblikk på visse økologiske faktorer (CO_2 -innhold, temperatur og relativ luftfuktighet, samt typer og forekomst av sopper). Konklusjonen var at man ikke kunne merke noen kvalitetsforskjell mellom sponplater laget av spon som hadde vært lagret i 5 uker, og sammenligningsplater laget før lagringsforsøket startet, og at man derfor ikke behøver være redd for at soppangrep skal ødelegge sponen under lagringen.

En relevans til ferskt virkeproblemet kan muligens også en undersøkelse av Poblete og Roffael (9) ha. De har vist at når trespon presses under de samme betingelser som man har ved sponplateproduksjon, skjer det forskjellige kjemiske forandringer i sponen. Varmebehandling alene (uten tilførsel av kjemikalier) fører til at pH-verdien og acetylgruppeinnholdet i sponen synker. I nærvær av herder og formaldehyd blir denne effekten sterkere. Avhengig av tresort frigjøres forskjellige mengder flyktige syrer. Videre blir hemicellulosene hydrolysert og innholdet av løselige karbohydrater tiltar.

Brinkmann (10) har laget sponplater av bl.a. gran, furu og bjørk som hadde vært ulike lenge lagret, uten at de virkelige lagringstider er oppgitt. Han fant at lagringen førte til at pufferkapasiteten på den alkaliske siden sank, selv om pH ikke endret seg i vesentlig grad. Følgen av lavere alkalisk pufferkapasitet var høyere tverrstrekkfasthet og lavere svelling. Utslagene var størst for gran, mindre for furu og minst for bjørk.

Pufferkapasiteten er et mål på hvor stor motstand sponen yter mot å få pH (surhetsgraden) forandret ved tilsats av syre eller base. Pufferkapasiteten fra pH 3,0 til pH 7,0, regnet i milliekvivalenter/kg, er et mål på mengden tilgjengelige frie syrer

i veden. Betydningen av pH og pufferkapasitet henger sammen med at urealim, som er det vanligste sponplatelim, er syreherdende. De herdere som blandes i limet ved bruk, fører til dannelse av syre som endrer limblandingsens surhetsgrad. Unormal utgangs-pH eller pufferkapasitet på sponmaterialet kan tenkes å påvirke denne endringen i limets surhetsgrad og i neste omgang limets herdehastighet.

Johns og medarbeidere (11) har karakterisert en rekke løvvedsorter ved kjemiske analyser og laget sponplater av de samme tresorter. De fant en sterk korrelasjon mellom pH, bundet syre og løselig syre og tverrstrekkfastheten, både for plater laget av en enkelt tresort og for blandinger av forskjellige tresorter. Skjærfastheten for sponplatene var også korrelert med de samme kjemiske faktorer. I fortsatte, ennå ikke publiserte undersøkelser har man gått videre etter de samme retningslinjer og funnet en klar sammenheng mellom syre og tverrstrekkfasthet og foreslår en alkalibehandling av sponen for å motvirke syrens uheldige effekt.

Etter at det praktiske arbeide i prosjektet var avsluttet, ble det kjent (12) at den danske sponplateprodusent, Novopan Træindustri A.S, har funnet at en enkel bestemmelse av innholdet av vannløselige substanser i veden er egnet til å avgjøre om et spesielt virkesparti er "ferskt" eller ikke. Bestemmelsen av vannløselige stoffer skjer etter ASTM D-1110. Som nevnt ovenfor fant Marutzky og Keserü (6) at mengden kaldtvannsekstraherbart i industriflis synker med lagringstiden. Novopan har gjort en undersøkelse og kunnet påvise en klar sammenheng mellom mengden kaldtvannsekstraherbart i sponen og forekomsten av dampsprenget ved produksjon av sponplater med lav formaldehydemisjon, slik at høyere innhold av vannløselige komponenter gir større tendens til dampsprenget.

I en publikasjon av Roffael og Parameswaran (13) som ble publisert etter at arbeidet med sluttrapporten var kommet i gang, påvises det at treets pH har betydning for dannelsen av en god limforbindelse med et urealim. Plater av bøkespon som hadde fått pH hevet til 7,1 med ammoniakk, hadde generelt dårligere egenskaper enn plater av ubehandlet spon med pH 5,5.

4. DEFINISJON AV FERSKT VIRKE

Det er hensiktsmessig å definere hva man i forbindelse med nærværende prosjekt forstår med begrepet "ferskt virke" for å ha en klar referansebakgrunn. (Det gjøres oppmerksom på at andre muligens kan ha et annet syn på hva "ferskt" virke er). I den del av rapporten som omfatter analysearbeider, er begrepet ferskt virke definert noe annerledes. Det henvises til analyserapporten (kapitel 9).

Som sponplateråstoff brukes det i dag rundtvirke, sagspon og kutterspon. Det er i grunnen merkelig at alle disse tre råstofftypene skal gi ferskt virke-problemer, når man tenker på hvor forskjellig forhistorie de har før de kommer til sponplatenfabrikken.

Ferskt virke-problemer forekommer hyppigst om vinteren. Derfor

er det rimelig å anta at "ferskt virke" er virke som er vinterhugget og som er tatt i bruk før det har vært utsatt for noen "aldring". For enkelthets skyld vil vi her bruke betegnelsen "aldring" for de kjemiske og fysikalske prosessene som skjer under lagring av trevirke, og som fører til slike endringer i virket at det blir bedre egnet til bl.a. sponplateproduksjon.

Virke som har vært lagret noen tid ved temperaturer over frysepunktet, kan ikke lenger betraktes som ferskt.

På denne bakgrunn kan ferskt rundvirke defineres som virke som er vinterfelt, før noen vekstaktivitet er kommet i gang, og transportert og tatt i bruk før det er blitt varmt i været slik at aldringsreaksjonene er kommet i gang.

For sagspon og kutterspon er det vanskeligere å definere ferskt virke. Disse to råstofftypene kan jo ha hatt helt forskjellig "forhistorie" før de kommer til sponplatefabrikken.

Når det gjelder sagspon, kan fersk spon defineres som spon fra tømmer som har gått rett fra skogen til sagen og derfra til sponplatefabrikken.

Kutterspon kommer egentlig i en klasse for seg. Virke som skal høvles, blir jo først tørket, og kutterspon kan derfor umulig kalles fersk etter den definisjon vi ga for rundvirke. Men likevel gir altså kutterspon ferskt virke-problemer, selv om disse problemene arter seg annerledes enn dem man har med andre råstofftyper.

Fersk kutterspon må være fra virke som har gått hurtig gjennom prosessrekken felling-saging-høvling.

I rapporten er også begrepet "fersk spon" benyttet. Det dekker spon fremstilt av virke som i henhold til ovenstående definisjoner er ferskt.

5. YTRINGSFORMER FOR FERSKT VIRKE-PROBLEMER

Planleggingen av prosjektet startet med at sponplateindustriens representanter i Styringskomiteen beskrev ferskt virke-problemene slik de opplever dem.

Det ser ikke ut til at problemene ytrer seg helt på samme måte alle steder. Det vanligste synes imidlertid å være at man må forlenge pressetiden for å unngå dampsprenninger. (Men av og til kan forlenget pressetid gi økt fare for dampsprenning). I alle fall en fabrikk rapporterer at i plater med dampsprenning kan de deler av plateformatet som ikke er berørt ha spesielt høy styrke.

Dampsprenning er et fenomen som henger sammen med at man i midtsjiktet av sponmatten under varmpressing har høy fuktighet. Selv om temperaturen er over 100°C i midtsjiktet, foreligger fuktigheten i hovedsak som vann p.g.a. det pålagte ytre pressetrykk. Hvis dette trykk avlastes brått, vil vannet umiddelbart fordampe, ekspandere og gi opphav til et "mottrykk" inne i platene. Hvis dette mottrykket er større enn sponplattens tverrstrekkfasthet på det tidspunkt pressen åpnes, vil

limforbindelsene i platens midtsjikt sprenges slik at større eller mindre deler av platen delaminerer. Det er dette som kalles dampsprenning.

Årsaker til at dampsprenning er en ytringsform for ferskt virkeproblemer kan være at fuktighetsinnholdet i matten når pressen åpnes, er unormalt høyt slik at dampmengden og "sprengvirkningen" blir større enn normalt, eller at limets herding er blitt forsinket slik at det ikke er utviklet normal tverrestrekkfasthet.

En fabrikk som bruker meget kutterspon, beskriver sitt problem anderledes. Platene blir "råtne". Limet "binder ikke", alle styrketall reduseres, men det er ingen synlige skader i form av blåser e.l.

Problemene er først og fremst merkbare i moderne presser med høy pressetemperatur (>180°C) og korte pressetider. I gamle hettvannsoppvarmede presser hadde man ikke problemer, men der hadde man også lengre pressetider og mindre krevende betingelser.

Som det er nevnt tidligere, mener den danske sponplateprodusent Novopan Træindustri A.S at problemene er mest fremtredende når det produseres plater med lavformaldehydemisjon. Dette er i og for seg ikke urimelig, for det er velkjent at lim med lavt formaldehydinnhold (lavemisjonslim) generelt er mer følsomme for variasjoner i prosessparametrene enn lim med høyere formaldehydinnhold.

Sponplateindustrien har gjennom erfaring funnet ut at for å unngå ferskt virkeproblemer, må rundvirke lagres i det minste over en sommer. For kutter- og sag-spon klarer det seg med noen ukers lagring. Hvor mange uker, avhenger av årstid og lagringsforhold. Fordi disse materialer har meget større spesifikk overflate enn rundvirke, går aldringen meget hurtigere.

6. TEORIER FOR Å FORKLARE FERSKT VIRKE-PROBLEMENE

På bakgrunn av de beskrivelser som ble gitt av hvordan ferskt virkeproblemer arter seg, og det kjennskap man har til det som skjer med trevirke under lagring, formulerte man følgende mulige teorier for å forklare ferskt virkeproblemer:

1. Tørking av ferske spon leder til overflater som er mer hydrofobe, dvs. vannavvisende, enn sponoverflater av lagret virke. Limet vil ikke fukte (våta) sponoverflaten, det får dårlig forankring, og limingen blir dårlig.

2. Fersk ved har en annen pH og/eller pufferkapasitet enn lagret. (Se under litteraturomtalen på side om disse parametres betydning). Et mulig resultat av dette er at limets herding påvirkes. Forherding kan inntreffe, men mer sannsynlig er underherding som fører til at platene ikke kan stå mot damptrykket som frigjøres når pressen åpnes. Dampsprenning vil bli følgen.

3. Man får ikke fjernet fuktigheten i sponmatten hurtig nok, enten fordi fuktigheten sitter "hardere" i fersk spon, eller fordi fukttransporten ut av sponmatten under pressingen støter på motstand, f.eks. fordi harpiksinnholdet er høyt. Indikasjoner på dette er: Mindre damp-utstrømning under trykkperioden i pressen, kantsonene på platene kan ha utmerket styrke, mens midtsonen delaminerer, i noen tilfeller kan problemene bli større når man forlenger pressetiden (fordi temperaturen i platens midtsone stiger, slik at mottrykket blir høyere). Ingen problemer med plater i småformater (laboratoriefremstilte plater).

7. PROSJEKTPLAN

7.1. Fabrikkforsøk

Fabrikkforsøkene skulle omfatte de vanligste former for råvirke i skandinavisk sponplateindustri, dvs. rundvirke av gran, furu og bjerk, og sag- og kutter-spon av nåletre. Til disse forsøkene ble det valgt fabrikker som benytter de respektive råstofftyper i sin normale produksjon.

Dette resulterte i følgende fordeling:

Råstofftype	Forsøksfabrikk
Sagspon	AB Nya Karlstadplattan, S-660 50 Vålberg
Kutterspon	Agnes Fabrikker A.S, N-3291 Stavern
Gran og furu rundvirke	Norske Skogindustrier A/S, N-2650 Kvam
Bjerk rundvirke	Byggelit Storuman AB, S-923 00 Storuman

Fabrikkforsøk skulle kjøres med ferskt virke og virke som hadde vært lagret forskjellige tider etter avvirkning. Basert på erfaringene fra sponplateindustrien og opplysninger i litteraturen forventet man at aldringsreaksjonene ville gå vesentlig langsommere i rundvirke enn i sag- og kutter-spon, og dette burde gjenspeiles i de lagringstider som ble benyttet. Planen var å kjøre forsøk med rundvirke etter 0, 3 og 6 måneder, og med sag- og kutter-spon etter 0, 2 og 4 uker. I praksis viste det seg vanskelig eksakt å overholde de planlagte lagringstider. Dette er kommentert nærmere i avsnittet om gjennomføringen av forsøkene.

Parallelt med fabrikkforsøkene skulle det kjøres laboratorieforsøk med det samme sponmateriale. Sponprøver skulle også hurtigst mulig sendes til TräteknikCentrum hvor de skulle oppbevares i fryseboks inntil de kunne analyseres. (Se nærmere om dette nedenfor).

Ved alle forsøk skulle man kjøre under normale betingelser for den aktuelle type produksjon. Fuktighetsforhold (tørkebetingelser), lim-type og -resept, limdosering, platedensitet, presse-temperatur og -tid og trykkforløp skulle være som ved normal produksjon. Hvis normal pres-

setid viste seg å gi vrakproduksjon (dampsprengninger), skulle pressetiden økes gradvis til kvaliteten ble akseptabel.

Utskjæring av prøveplater er vist i Bilag 6. De egenskaper som skulle bestemmes ved testingen av prøveplatene var: Densitet, bøyefasthet, tverrstrekkfasthet, bøye-E-modul, tykkelsessvelling, vannabsorpsjon og perforatorverdi (formaldehydinnhold). Prøvingen foregikk etter standardiserte metoder, som oftest DIN-metoder.

For hver av de fem prøveplatene fra hvert fabrikkforsøk, ga prøveprogrammet følgende antall enkeltprøver for de forskjellige testene:

Prøvene fra ytterkant: 4 prøver for densitet, bøyefasthet og E-modul, 8 for tverrstrekkfasthet, svelling og vannabsorpsjon og 2 for perforatorstest.

Prøvene fra midten: 6 prøver for densitet, bøyefasthet og E-modul, 12 for tverrstrekkfasthet, svelling og vannabsorpsjon og 2 for perforatorstest.

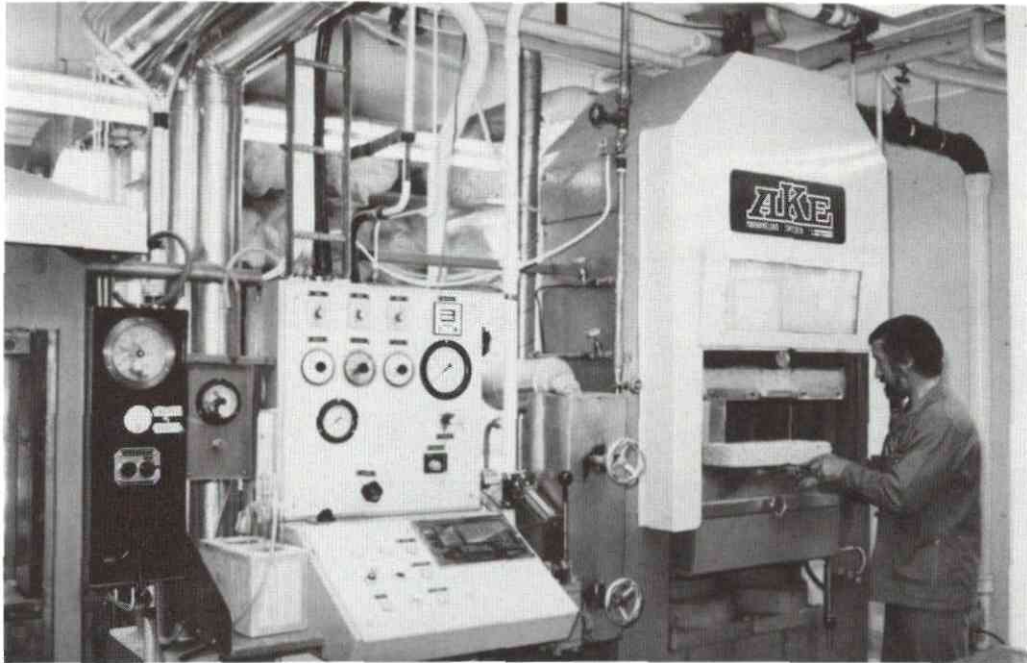


Figur 7.1. Testing av sponplater med Alwetron universal prøvemaskin.

7.2. Laboratoriefremstilling av sponplater

Mest mulig samtidig med fabrikkforsøkene skulle det kjøres laboratorieforsøk med det samme sponmateriale. Dynobels laboratorium i Lillestrøm skulle kjøre forsøk med spon fra Agnes, laboratoriet i Stockvik med spon fra Storuman, mens de øvrige forsøk skulle kjøres ved de respektive fabrikkene.

Da laboratorieplatene var betydelig mindre enn prøveplatene fra fabrikkforsøkene, ble antallet enkeltprøver for hver test mindre. E-modul kunne ikke bestemmes på laboratorieplatene fordi det ikke var mulig å få ut store nok prøvestykker.



Figur 7.2. Fremstilling av sponplater i laboratoriet.

7.3. Analyser av fersk og lagret spon

Analyseprogrammet er beskrevet i den spesielle analyserapporten som inngår som kapittel 9.

8. FORSØKSOPPLEGG OG RESULTATER

8.0. Innledning

Nedenfor er gitt en beskrivelse av de sponplateforsøk som ble utført, og resultatene er fremstilt i tabeller. For fabrikkforsøkene vedkommende er det gjennomsnittresultatene for ytter- og midt-prøver som er gjengitt. De fullstendige resultater, delt for ytter- og midt-prøver og med standardavvik, er tatt med i bilagene.

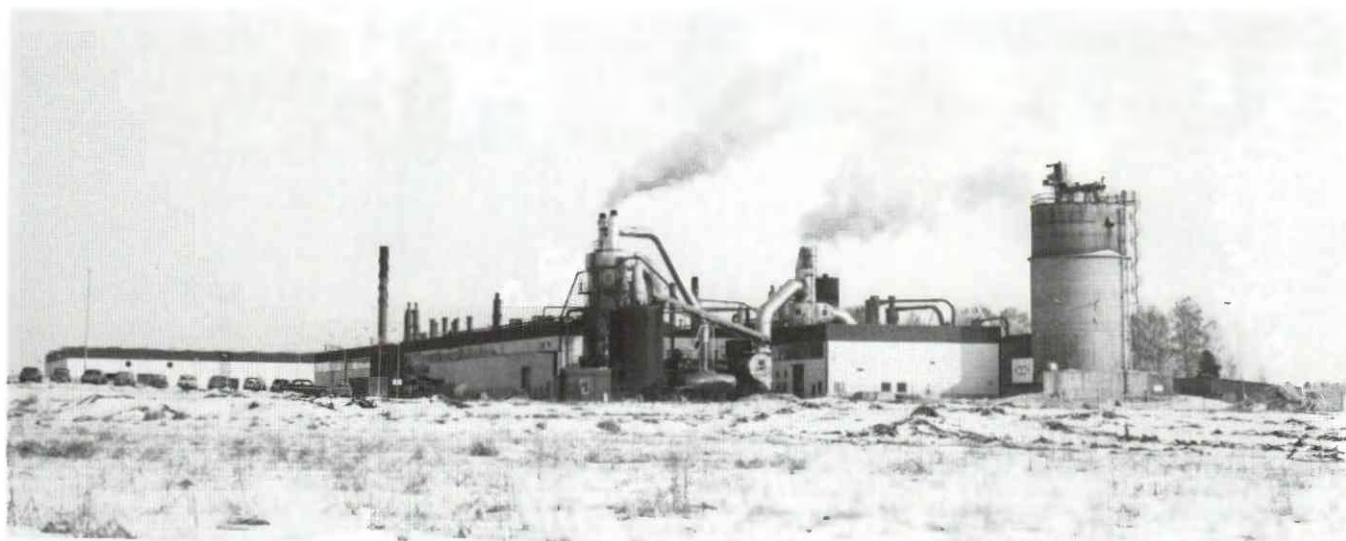
8.1. AB Nya Karlstadplattan

Forsøkene ble gjennomført med hovedsaklig rammesagspon av gran. Granstokker som var felt i februar-mars 1984 ble saget av Edanesågen i Vestvärmland i uke 15 (9.-13.04.84). Ca. 500 m³ av dette sponmateriale ble lagt opp i en egen haug. Haugens høyde var ca. 3,5-4 m.

Delforsøkene fant sted 16.04.84 (Ingen lagring), 07.05.84 (3 ukers lagring) og 04.06.84 (7 ukers lagring).

Pressetiden i forsøket med fersk spon var i utgangspunktet 9,4 s/mm, men p.g.a. vrak og spring-back ble den hevet til 10,3 s/mm. Fremdeles ble platene for tykke, og pressetiden ble øket til 10,5 s/mm.

Øvrige data om fremstillings-prosess og -parametre ved AB Nya Karlstadplattans fabrikk er gitt i Bilag 1.



Figur 8.1. AB Nya Karlstadplattans fabrikk i Vålberg.

TABELL 8.1. RESULTATER AV FORSØK VED AB NYA KARLSTADPLATTAN.

LAG- RINGS- TID, uker	PRESSE- TID, s/mm	DENSI- TET, kg/m ³	BØYE- FAST- HET, MPa	E- MODUL, MPa	TVERR- STR.- FASTH. MPa	TYKKELSES- SVELLING,		VANN- ABSORPSJ.		PERFO- RATOR- VERDI, mg/100g
						2 H %	24 H %	2 H %	24 H %	
0	10,3	674	17,7	3094	0,63	6,0	22,4	25,2	69,9	12
	10,5	674	18,1	3142	0,70	6,4	22,0	27,1	68,7	
3	9,4	674	23,0	3773	0,76	1,8	8,6	12,5	33,8	15
	10,1	672	22,1	3625	0,88	1,9	8,6	12,2	33,7	
7	9,4	681	21,1	3553	0,97	1,6	8,0	12,1	32,1	15
0	7,5 Lab	748	24,7	-	0,57	5,5	-	19,3	-	-
	8,5 "	732	22,7	-	0,68	3,8	-	17,5	-	-
3	7,5 Lab	759	27,9	-	1,10	3,0	-	11,9	-	-
	8,5 "	762	29,2	-	1,10	3,0	-	10,3	-	-
7	7,5 Lab	760	25,1	-	1,12	3,0	-	14,1	-	-
	8,5 "	743	25,0	-	1,37	2,7	-	14,4	-	-

8.2. Agnes Fabrikker A.S.

Etter planen skulle forsøkene gjennomføres med "nyhøvlet" kutterspon av gran. For kutterspon er det ikke mulig å skaffe pålitelig informasjon om materialets forhistorie. Ca. 200 fm³ ble lagret i en haug.

Det første delforsøk fant sted 12.04.84. Under forsøket kunne man imidlertid fastslå at sponen inneholdt 57 % fuktighet og altså ikke kunne være nyhøvlet. Sponen ble imidlertid lagret og brukt til forsøk 16.05.84 (4 ukers lagring) og 30.05.84 (6 ukers lagring). Forsøkene på Agnes Fabrikker ble så avsluttet med et nytt "0-forsøk" 21.06.84, denne gang med garantert nyhøvlet spon.

Ved forsøkene ved Agnes Fabrikker ble det benyttet to tørketemperaturer.

Ved alle forsøk ble det kjørt ved en pressetemperatur på ca. 180°C og en syklustid på ca. 2,55 min. Øvrige data om fremstillings-prosess og parametre for Agnes Fabrikker er beskrevet i Bilag 2.

TABELL 8.2. RESULTATER AV FABRIKKFORSØK VED AGNES FABRIKKER A.S

LAG- RINGS- TID, uker	TØRKE- TEMP., °C	DENSI- TET kg/m ³	BØYE- FAST- HET, MPa	E- MODUL, MPa	TVERR- STR.- FASTH. MPa	TYKKELSES- SVELLING,		VANN- ABSORPSJ.		PERFO- RATOR- VERDI, mg/100g
						2 H %	24 H %	2 H %	24 H %	
0	120	628	14,2	2438	0,54	11,4	17,0	56,5	71,8	37
	135	653	15,2	2716	0,52	12,1	17,4	60,0	74,2	35
4	120	664	13,0	2360	0,50	13,7	18,8	65,6	82,6	36
	135	676	14,3	2740	0,57	12,2	17,1	62,1	78,0	35
6	120	667	13,8	2725	0,63	10,5	15,6	80,1	101,9	35
	135	646	13,5	2685	0,60	10,2	15,2	78,5	97,8	38
0 II*	120	668	13,6	2435	0,59	10,6	16,6	56,9	75,1	35
	135	682	14,1	2495	0,60	10,7	16,7	55,6	73,7	40

*) Gjentatt forsøk. Se forklaring i avsnitt 9.2.



Figur 8.2. Agnes Fabrikker A.S, Stavern.

TABELL 8.3. RESULTATER AV LABORATORIEFORSØK MED SPON FRA AGNES FABRIKKER A.S.

LAG- RINGS- TID, uker	TØRKE- TEMP., °C	DENSI- TET kg/m ³	BØYE- FAST- HET, MPa	TVERR- STR.- FASTH. MPa	TYKKELSES- SVELLING,		VANN- ABSORPSJ.	
					2 H %	24 H %	2 H %	24 H %
0	120	639	14,2	0,67	4,3	12,3	13,3	33,0
	135	670	15,1	0,82	5,1	13,5	18,3	37,9
4	120	652	14,7	0,58	4,4	15,1	13,3	38,2
	135	632	13,2	0,44	5,6	18,3	15,3	44,2
6	120	643	17,1	0,73	5,9	14,9	20,1	42,1
	135	638	16,1	0,62	6,2	16,0	20,8	45,3

Verdiene i Tabell 8.3 er gjennomsnittsverdier for pressetider fra 1 3/4 min til 3 min pressetid ved 200°C for 15 mm plater. Verdier for de forskjellige pressetider finnes i Bilag 2.

8.3. Norske Skogindustrier A.S, Kvam

Furuvirket ble felt i et skogområde 600-700 m.o.h. Virket var forholdsvis småfallent og av forholdsvis ung skog. Til disposisjon sto ca. 100 m³ som ble felt i februar/mars 1984. En tredjedel ble innkjørt for bruk ved første delforsøk (Ingen lagring), mens resten ble liggende igjen på fabrikkområdet i ubarket tilstand.

Granvirket ble felt i et område 700-750 m.o.h. Virket var svært småfallent. Virket ble felt ultimo mars 1984, og på samme måte som for furuvirket ble en tredjedel benyttet til første delforsøk, mens resten ble liggende igjen ubarket.

Det første delforsøk (Ingen lagring) ble kjørt 08.05.84. Neste delforsøk ble kjørt 23.08.84 (3 1/2 måneds lagring), og det siste ble kjørt 20.12.84 (7 1/2 måneds lagring).

Fremstillings-prosess og -parametre for fabrikk på Kvam er beskrevet i Bilag 3.



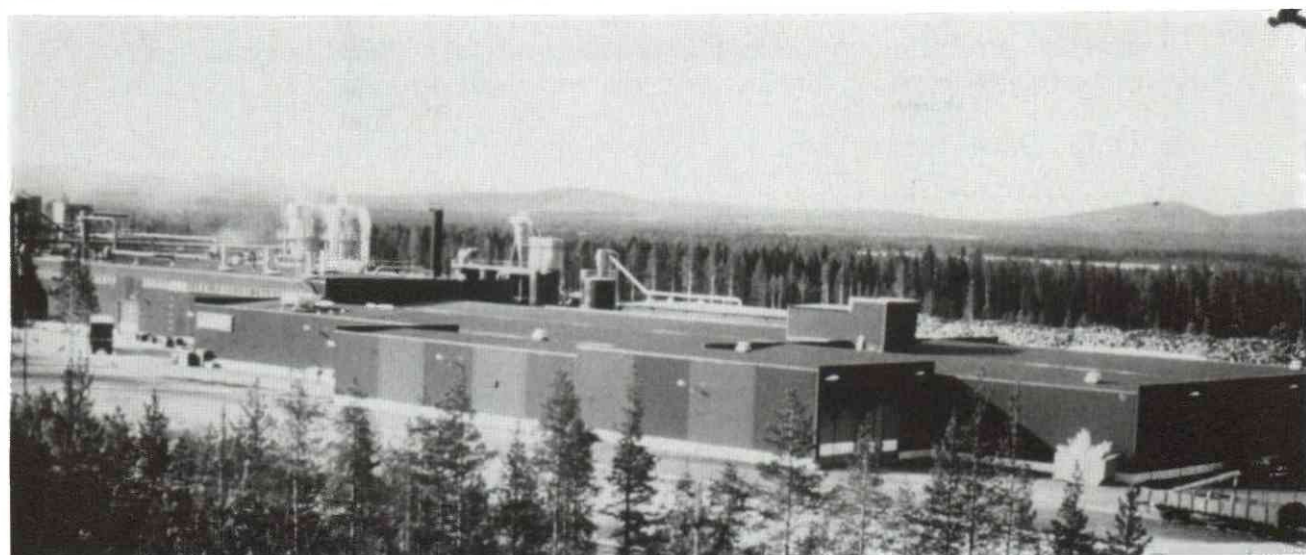
Figur 8.3. Norske Skogindustrier A.S, Kvam.

TABELL 8.4. RESULTATER AV FORSØK VED NORSKE SKOGINDUSTRIER
A.S, KVAM.

LAG- RINGS- TID, mndr.	PRESSE- TID, sek	DENSI- TET, kg/m ³	BØYE- FAST- HET, MPa	E- MODUL, MPa	TVERR- STR.- FASTH. MPa	TYKKELSES- SVELLING, 2 H 24 H % %	VANN- ABSORPSJ. 2 H 24 H % %	PERFO- RATOR- VERDI, mg/100g		
A. FURU										
0	253	698	29,2	4923	0,73*	2,4	7,7	10,4	27,1	33
3,5	201	680	25,8	4217	0,72	3,6	11,8	14,0	34,5	18
7,5	201	680	26,9	4506	0,69	2,9	10,9	15,4	41,8	16
0	210 Lab	640	24,2	-	0,87	6,5	15,6	-	-	-
B. GRAN										
0	253	705	33,1	5288	0,71*	2,4	7,6	11,0	28,0	30
3,5	201	668	25,7	4197	0,72	3,6	12,5	12,3	34,7	14
7,5	201	682	25,0	4150	0,65	2,8	9,9	13,3	32,8	15
0	210 Lab	663	26,8	-	0,84	4,9	13,1	-	-	-

*) For flere av tverrstrekkprøvene fra Delforsøk I (0 lagring) inntraff bruddet ytterst i dekk sjiktet. Dette viser løst dekk sjikt, som følge av uttørking eller forherding, og den virkelige tverrstrekkfasthet, som jo er styrken i midtsjiktet, er høyere enn de angitte tall.

8.4. Byggelit Storuman AB



Figur 8.4. Byggelit Storuman AB.

For prosjektet ble det reservert et parti bjerkeved som var felt i månedsskiftet februar/mars, 1984.

Delforsøkene fant sted 23.05.84 (Ingen lagring), 12.09.84 (3 1/2 måneds lagring) og 11.12.84 (6 1/2 måneds lagring). Virket som ble benyttet ved forsøkene ved Byggelit Storuman AB, var felt på omtrent samme tid som det virket som ble benyttet på Kvam, men 0-lagringsforsøket ble kjørt to uker senere. På bakgrunn av de klimatiske forhold i Storuman har dette antagelig ingen betydning.

Fremstillings-prosess og -parametre for fabrikk i Storuman er beskrevet i Bilag 4.

TABELL 8.5. RESULTATER FRA BYGGELIT STORUMAN AB.

LAG- RINGS- TID, mndr.	PRESSE- TID, s/mm	DENSI- TET, kg/m ³	BØYE- FAST- HET, MPa	E- MODUL, MPa	TVERR- STR.- FASTH. MPa	TYKKELSES- SVELLING, 2 H 24 H %	VANN- ABSORPSJ. 2 H 24 H %	PERFO- RATOR- VERDI, mg/100
0	8,1	660	20,3	3029	0,45	6,9 19,2	28,4 64,4	17
	9,4	650	18,0	2835	0,33	18,6 24,2	63,4 88,4	15
3,5		694	24,4	3568	0,66	4,5 16,4	16,4 48,4	21
6,5		627	19,3	2811	0,30	18,4 21,7	85,4 98,9	21
0	2,7 min Lab	684	19,9	2905	0,40	8,6 20,8	22,4 57,9	-
	3,0 min Lab	696	21,6	3171	0,44	7,1 19,4	23,2 59,0	-

8.5. Laboriefremstilling av sponplater

Omfanget av laborieforsøkene ble redusert i forhold til den opprinnelige plan fordi laborieforsøkene med ulagret spon viste at man, formodentlig på grunn av de små formater på laboriefplatene, ikke fikk de samme problemer som i fullskala.

Ved Norske Skogindustrier A.S, Kvam, og Byggelit Storuman AB ble det derfor bare kjørt laborieforsøk med fersk spon. Laborieforsøkene med spon av lagret virke ble sløffet. Ved de to andre fabrikkene ble imidlertid laborieforsøkene gjennomført etter den opprinnelige plan.

Betingelsene for laborieforsøkene er beskrevet i Bilag 5.

Resultatene for de laboriefremstilte plater er tatt med under omtalen av de respektive fabrikkforsøk.

9. ANALYSER AV FÄRSKA OCH LAGRADE SPÅN

En analys av problemet med färska spån pekade på antingen:

1. en skillnad i påfrestningar på limförbandet vid pressens öppnande beroende på annorlunda torknings-fuktupptagnings-hastighet.
2. eller en skillnad i limförbandets styrka vid pressens öppnande beroende på:
 - a. Sämre förankring av limmet till träytan på grund av en anrikning av oleofila extraktivämnen på spånytan. Det är troligt att dessa extraktivämnen vid torkning i större utsträckning transporteras till ytan av spån från färskt virke än på spån av lagrat virke.
 - b. Fördröjd uthärdning av limmet på grund av skillnader i spånytans pH och buffertkapacitet.

Färska och lagrade spån har därför analyserats med avseende på:

- Torkhastighet-fuktupptagningshastighet.
- Vattenextrakt, dess pH och buffertkapacitet.
- Harts.
- Vätbarhet.

9.1 Provmaterial

Två träd av vardera furu, gran och björk avverkades i april 1985. Träden var av samma storlek och från samma växtplats. De skivades upp i 10 cm tjocka skivor och barkades.

Varannan skiva emballerades i polyetenplast och förvarades som färsk råvara i frysbox vid ca $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Varannan skiva lagrades 3 månader vid $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, vilket definierades som lagrad råvara. För att hindra mögelpåväxt hölls skivorna första veckorna vid 65 % RF och därefter vid 85 % RF till en sammanlagd lagringstid av 3 månader. Därefter förvarades även detta material vid -20°C fram till spånframställningen.

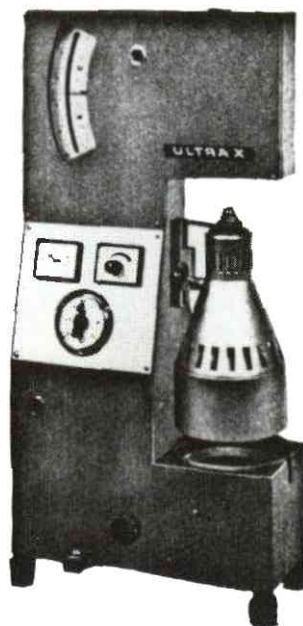
De färska och lagrade skivorna har huggits i en s k diskflaker, Bezner K20, till grova spån som maldes vidare i en spånkvarn, Condux CSK 350, till färska och lagrade spån. Spånen lagrades i frysbox, $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, fram till analyserna.

9.2 Torkhastighet - fuktupptagningshastighet

A.

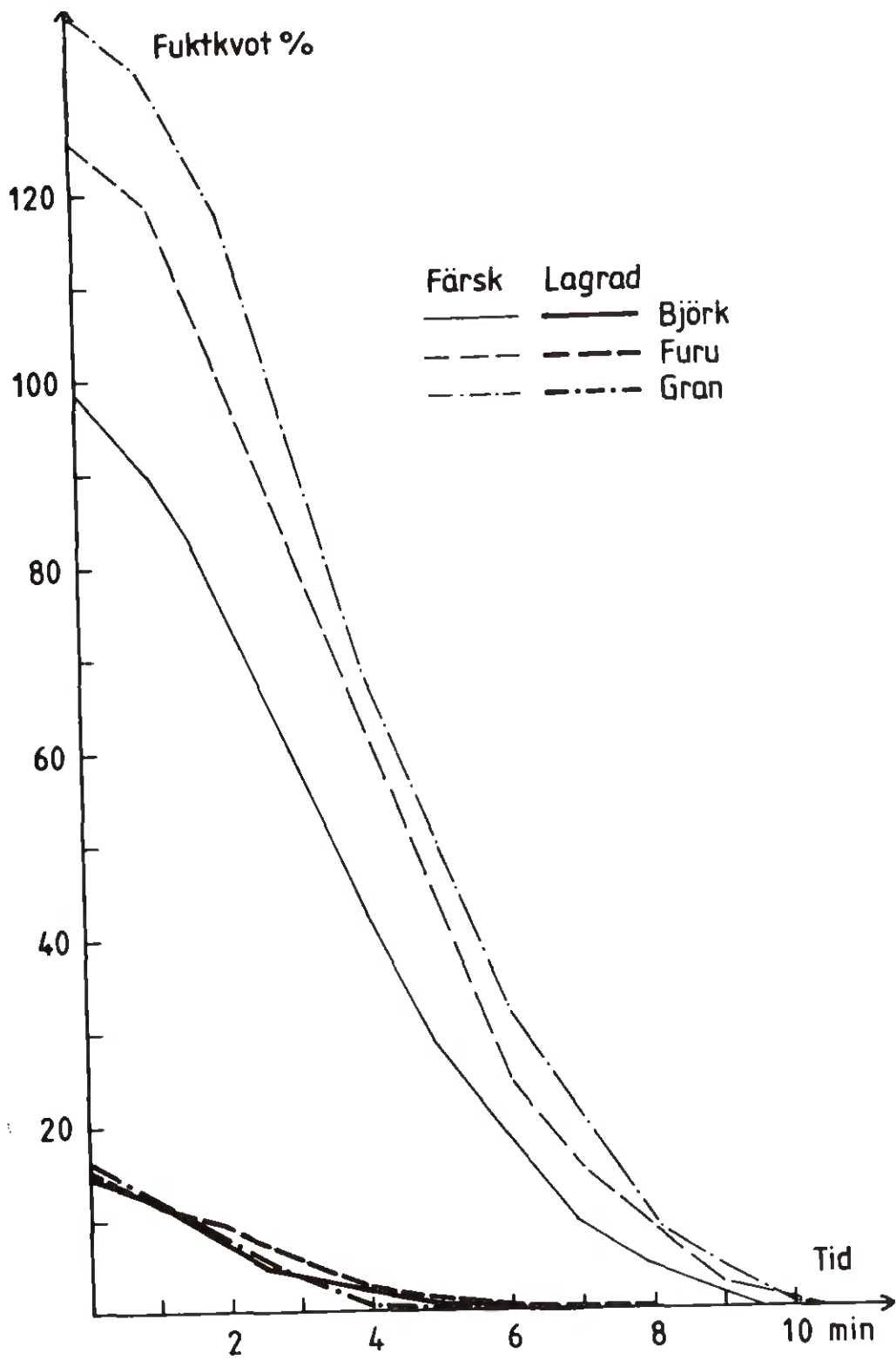
Torkhastigheten från aktuell fuktkvot till torrhet har bestämts enligt följande:

Spånen, ca 3 g, vägs in i en kristallisationsskål. Denna placeras på en våg med digital avläsning (0,01 g) med en isolerande skiva emellan för att skydda vågen mot upphettning. Den isolerande skivan består av 4 cm tjock skumplast beklädd med aluminiumfolie. Spånen bestrålas med en IR-lampa av typ Ultra X (figur 1) med en effekt av 150 W. Avståndet mellan lampan och spånytan är 6 cm. Vid detta avstånd överstiger temperaturen på spånytan under provningstiden ej 150 °C. Vikten avläses var tionde sekund. Upprepade torkprov visade att reproducerbarheten var så tillfredsställande att här endast medelkurvan redovisas.



Figur 1. IR-lampa av typ Ultra X.

Figur 2 visar torkningsförloppet för färska och lagrade spån utan föregående torkning.



Figur 2. Torkhastighet för färska respektive lagrade björk-, furu- och granspån under IR-lampa.

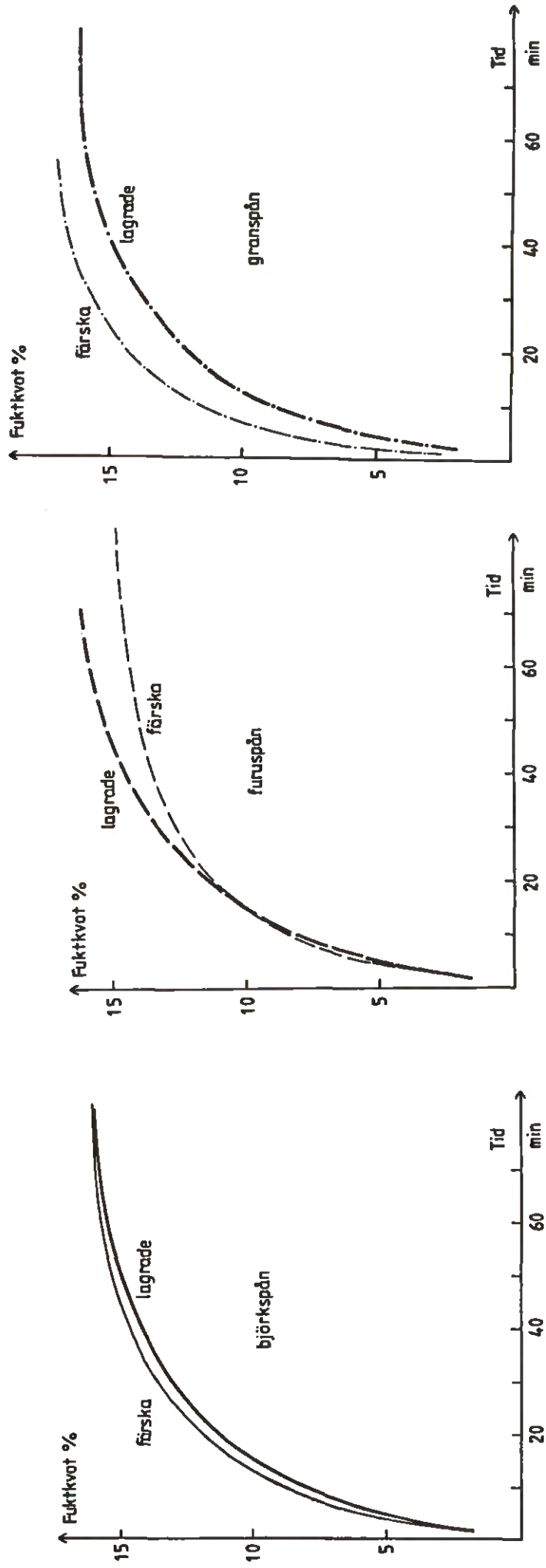
B. Återuppfuktning i klimatskåp skedde vid 20 °C, 85 % RF. Spån som först IR-torkats i kristallisations-skål ställdes på våg med digital avläsning i klimatskåp. Lufthastigheten över spånen är ca 0,30 m/s. Vikten avläses med några minuters mellanrum tills jämvikt nåtts; det tog ca 1,5 h. Fuktkvoten hos spånen är då ca 15 %. Dubbelprov ger god reproducerbarhet.

Därefter kunde torkhastigheten ner till torrhet åter mätas etc i upprepade cykler. Reproducerbarheten är god för lagrade spån och från alla träslag.

Däremot var reproducerbarheten sämre för färska spån, framförallt för gran. Sannolikt kan små skillnader i sluttorrhalt och eventuell övertorkning, dvs uppvärmning över 100 °C, ge skillnader i fuktupptagningshastighet.

Fuktupptagningshastigheten för färska och lagrade spån visas i figur 3.

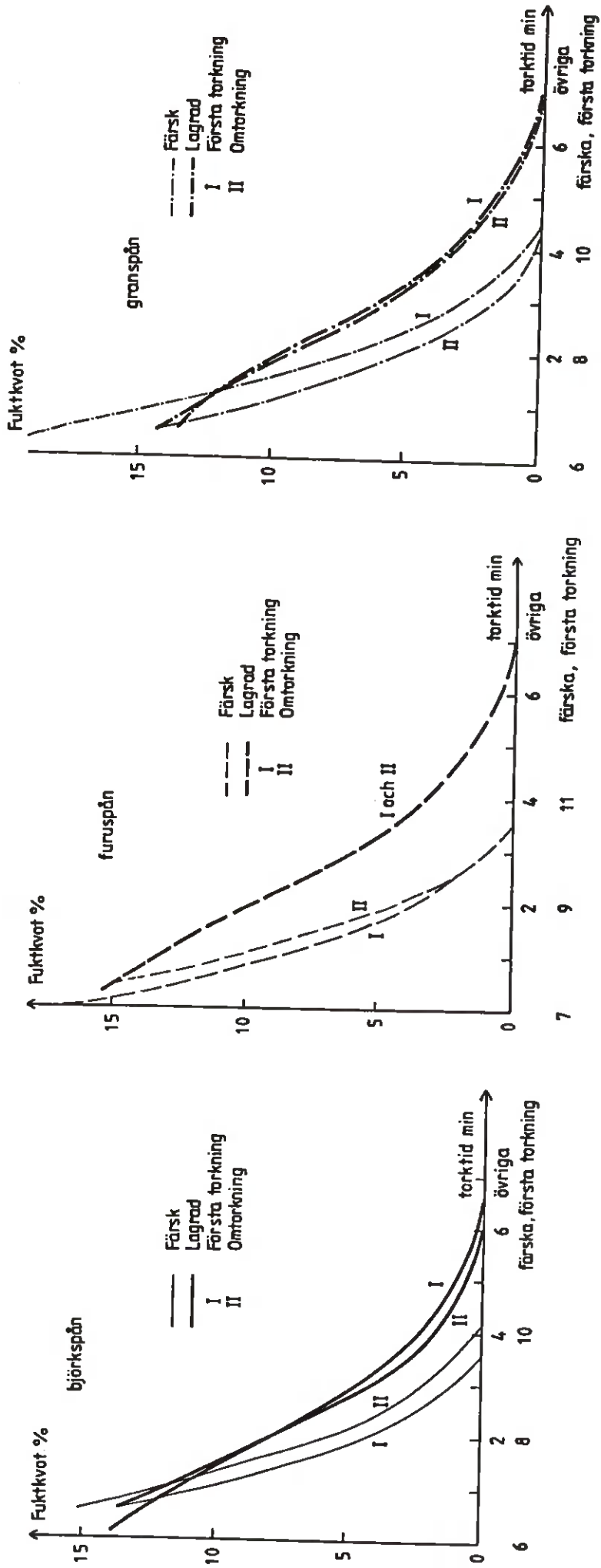
Färska björkspån tar upp fukt snabbare än lagrade. Färska furuspån tar i början upp fukt kanske något snabbare än lagrade, men vid högre fukthalt långsammare än lagrade. Här behövs fler mätningar.



Figur 3. Fuktupptagningshastighet för färska och lagrade spån vid 20 °C, 85 % RF.

Upprepade torkförlopp med mellanliggande uppfuktning till 15 % redovisas i figur 4. Torkhastigheten i slutfasen är något högre för färskt spånmaterial än för lagrat.

Den observerade högre torkhastigheten hos färska spån kan ges följande morfologiska förklaring. Det är känt att porerna mellan i synnerhet barrvedens celler stängs när träet torkar under fibermättnadspunkten och låses mer eller mindre permanent, ju längre veden hålls under fibermättnadspunkten. Härvid reduceras transporthastigheten för vätskor och gaser i materialet dramatiskt. Det är troligt att porförslutningen vid torkning av färskt trä är mindre utpräglad än hos lagrat material.



Figur 4. Upprepat torkförlopp med mellanliggande uppfuktning för färska och lagrade spån.

9.3 Vattenextrakt, dess pH och buffertkapacitet

Vattenextraherbar substans samt dess pH och buffertkapacitet har bestämts. Spånmaterialiet har förtorkats till 2 % fuktkvot vid 140 °C i värmeskåp med fläkt. De lagrade spånen som har mycket lägre utgångsfuktkvot, fuktades dessförinnan upp genom påsprayning av vatten så att torktiden för färska och lagrade spån blev lika lång. Extraktion skedde även utan förtorkning. Fin- och grovfraktionen har siktats bort.

Vid analysen återloppskokas 5 g spån med 250 ml vatten en timme. Extraktet delas i två lika delar, av vilka den ena rullindunstas för extrakthalt. På den andra delen bestäms pH och buffertkapacitet till pH 3,0 och 7,0, sistnämnda valt att motsvara tillförda limmets pH.

I tabell 1 presenteras resultaten som dubbelprov. Färska spån visar överlag högre extrakt-pH och i otorkad form högre extrakthalt än lagrade spån.

I tabell 2 ges extraktens totala buffertkapacitet i pH-intervallet 3,0 till 7,0 uttryckt som ekv/kg torra spån. Buffertkapaciteten är för lagrade spån 2 till 4 gånger så hög som för färska spån.

Metodiken har tidigare använts av andra, t ex Brinkman (10). Även han finner högre buffertkapacitet för lagrade spån till pH 3,0. Uppåt titrerar han extraktet däremot till pH 11,0 och där stämmer inte resultaten med våra.

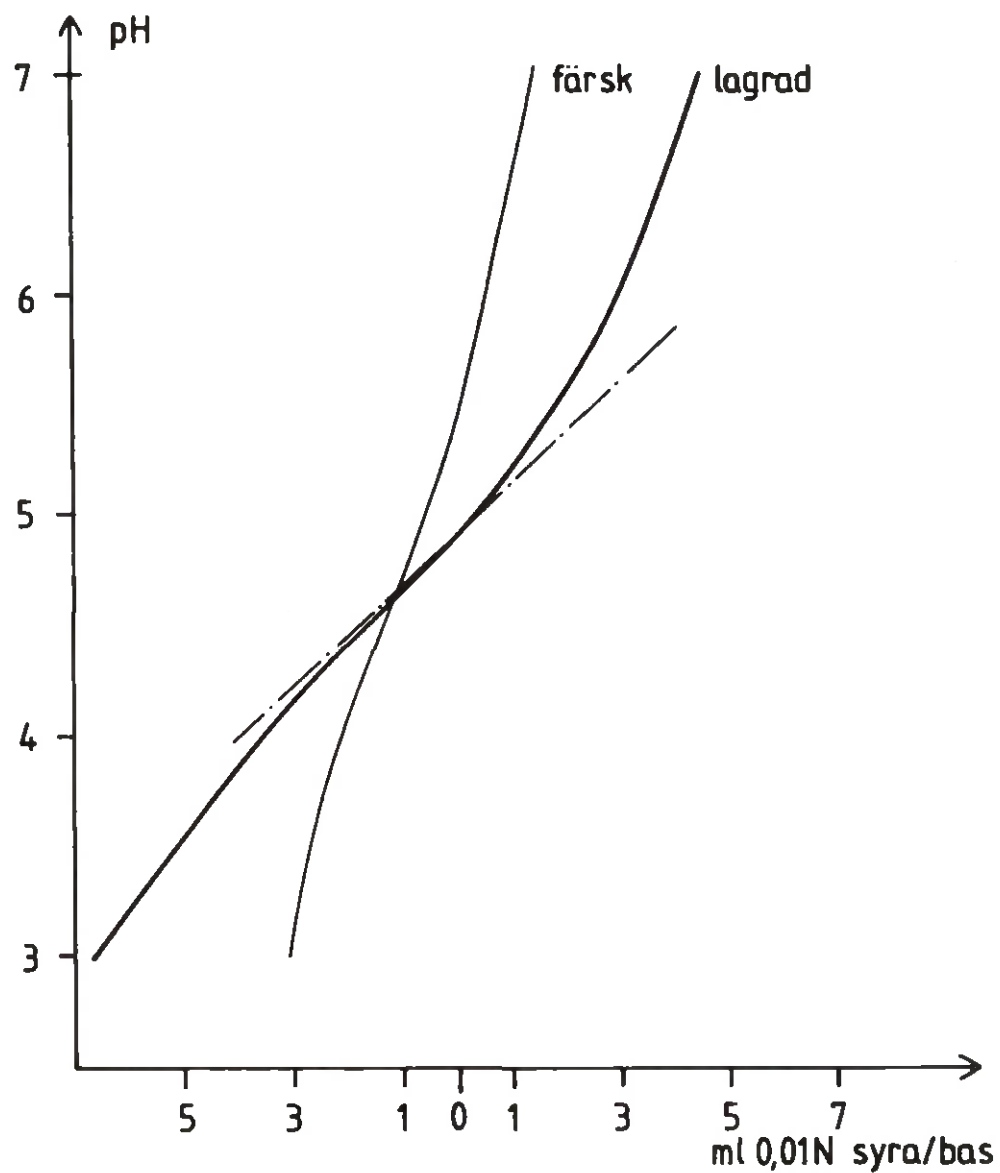
I figur 5 visas titrerkurvorna för torkade, färska och lagrade björkspån. Inflexionspunkten i kurvan för lagrade spån ligger i pH-intervallet 4,6 - 4,8, vilket visar att det är systemet ättiksyra/acetat ($pK_a = 4,76$), som svarar för huvuddelen av buffertverkan. Kurvan för färska spån är mer svårbedömd.

Tabell 1. Vattenextrakt hos spån före och efter torkning.

		%	pH	Buffertkapacitet	
				pH 3 g HCl/kg	pH 7 g NaOH/kg
<u>Före torkning</u>					
Björk	färsk	3,22	6,42	0,64	0,07
		3,10	6,93	0,71	0,10
	lagrad	2,17	5,28	1,05	0,42
		2,29	5,30	1,04	0,42
Furu	färsk	2,10	6,24	0,18	0,14
		1,99	6,30	0,14	0,13
	lagrad	1,54	5,41	0,55	0,23
		1,51	5,45	0,57	0,23
Gran	färsk	2,08	6,15	0,52	0,12
		1,96	6,20	0,29	0,10
	lagrad	0,67	5,52	0,47	0,13
		0,60	5,54	0,50	0,13
<u>Torkning till 2 %</u>					
Björk	färsk	2,41	5,38	0,36	0,27
		2,38	5,38	0,40	0,27
	lagrad	2,27	4,82	1,18	0,85
		2,25	4,80	1,43	0,84
Furu	färsk	1,44	5,17	0,16	0,30
		1,50	5,02	0,21	0,32
	lagrad	2,04	4,94	0,74	0,56
		1,94	4,92	0,76	0,51
Gran	färsk	1,52	5,18	0,18	0,23
		1,51	5,17	0,15	0,21
	lagrad	1,51	4,91	0,64	0,34
		1,51	5,04	0,67	0,32

Tabell 2. Buffertkapacitet från pH 3,0 till pH 7,0 hos vattenextrakt från otorkade respektive torkade spån.

		Före torkning ekv/kg	Torkning till u = 2 % ekv/kg
Björk	färsk	0,76	0,65
	lagrad	1,47	2,15
Furu	färsk	0,30	0,69
	lagrad	0,79	1,29
Gran	färsk	0,52	0,39
	lagrad	0,62	0,99



Figur 5. Titrerkurvor för vattenextrakt från torkade björkspån i pH-intervallet 3,0 till 7,0.

9.4 Harts

Hartskomponenter är enligt definitionen lösliga i oleofila organiska lösningsmedel med låg dielektricitetskonstant. Sådan hartshalt har bestämts på spån torkade till 2 % fuktkvot vid 140 °C, både vid STFI och Åbo Akademi, sistnämnda specialiserad på hartsanalyser.

Vid STFI Soxhletextraheras spånen med i aceton 5 timmar. Efter rullindunstning vid rumstemperatur, löses extraktet i metylenklorid (CH₂Cl₂) och filtreras. Filtratet delas i två delar, varav den ena torkas 16 timmar vid 105 °C. Det innebär att lättflyktigt material som terpener och vissa fettsyror delvis avdrivits. Detta kan ha lett till delvis missvisande resultat. Den andra lakas med petroleumeter, som inte löser oxiderade substanser, filtreras och torkas likaså vid 105 °C i 16 timmar. Nedan redovisas resultat från dubbelprov.

I tabell 3 har också som jämförelse hexanextrakthalten från analysen som utförts vid Åbo Akademi tagits med. Lösligheten av hartskomponenter i petroleumeter och hexan är lika.

Enligt alla publicerade data är petroleumlöslig substans väsentligt högre i färsk än i lagrad ved från olika träslag, som framgår konsekvent av Åbo-analysen. Anledningen är att hartskomponenter, särskilt omättade sådana, snabbt oxideras vid lagring av ved.

Tabell 3. Hartsanalyser av torkat spån.

		E x t r a k t h a l t		%
		CH ₂ Cl ₂	Petroleumeter	Hexan
		STFI	STFI	Åbo
Björk	färsk	1,06	0,72	1,17
	lagrad	1,54	0,95	0,96
Furu	färsk	2,15	1,14	1,70
	lagrad	2,45	0,93	1,47
Gran	färsk	0,89	0,50	0,68
	lagrad	0,78	0,40	0,57

Vid Åbo Akademi maldes spånen till pulver av 0,5 mm diameter med en Cyclo-Tec kvarn och Soxhlet-extraherades 20 h med hexan. Före extraktionen hade margarinsyra och kolesterol som inre standard tillförts hexanet. Sedan analyserades extraktet med gaskromatografi.

Detaljresultaten och tillvägagångssättet i denna analys ges i bilaga 6.

De väsentligaste resultaten summeras i tabell 4. Dessa överensstämmer med kända förlopp vid lagring av ved. För-estrade fettsyror (triglycerider) hydrolyseras, d v s sönderfaller så att halten sjunker vid lagringen. Härigenom har halten fria fettsyror stigit i några fall. Men samtidigt oxideras de bildade fettsyrorerna snabbt och försvinner ur hexanextraktet. Således sjönk vid lagring det totala hexanextraktet påtagligt. Som framgår av tabellen reduceras också acetonlösliga monosackarider vid lagringen.

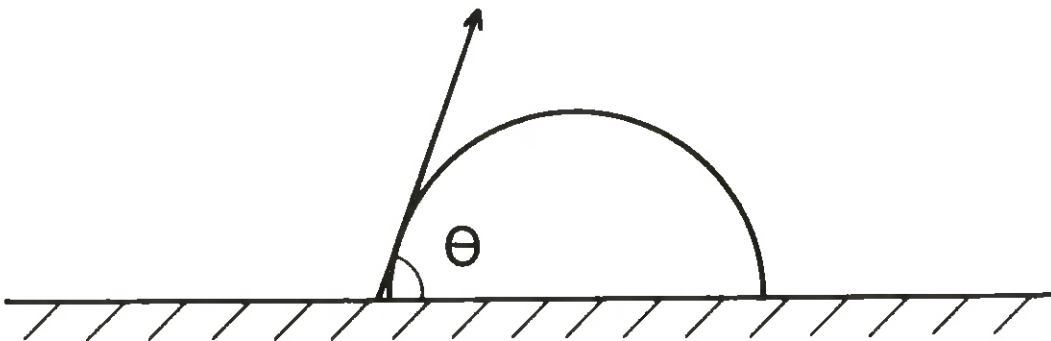
Tabell 4. Extraktivämen i färsk och lagrad gran, furu och björk. Halten i g/kg torr ved.

	G R A N		F U R U		B J Ö R K	
	Färsk	Lagrad	Färsk	Lagrad	Färsk	Lagrad
Hartssyror	1,3	1,4	3,1	3,0	-	
Förestrade fettsyror	3,2	1,9	8,5	4,2	6,0	2,7
Fria fettsyror	0,3	0,2	0,6	1,4	0,3	1,1
Förestrade steroler och terpenoider	0,7	0,6	0,6	0,4	2,0	1,8
Fria steroler och terpenoider	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4	0,4
TOTALT (GC)	5,8	4,4	13,0	9,2	8,7	6,0
Hexanextraktets vikt (gravimetriskt)	6,8	5,7	17,0	14,7	11,7	9,6
Monosackarider i aceton/H ₂ O-extrakt	2,1	0,6	4,2	2,7	8,1	7,4

9.5 Spånens vätbarhet med vatten och karbamidlim

A. Utvärdering medelst kontaktvinkel

Ytterligare en fura avverkades av samma storlek som använts till övriga analyser 860324 från samma växtplats. Samma provberedning och lagringsbetingelser som tidigare tillämpades. Färskt och lagrat material höggs i Beznerhuggmaskin till flata grovspån. Dessa torkades direkt till 2 % fuktkvot i 140 °C. Dessa spån var något krökta och hade en slät och en råare yta. Efter en natts konditionering vid 30 % RF och 20 °C mättes kontaktvinkeln (figur 6) vid STFI enligt följande på spånets släta sida efter inspanning och uträtning:



Figur 6. Kontaktvinkel (θ) för en vätskedroppe mot ett fast ämne.

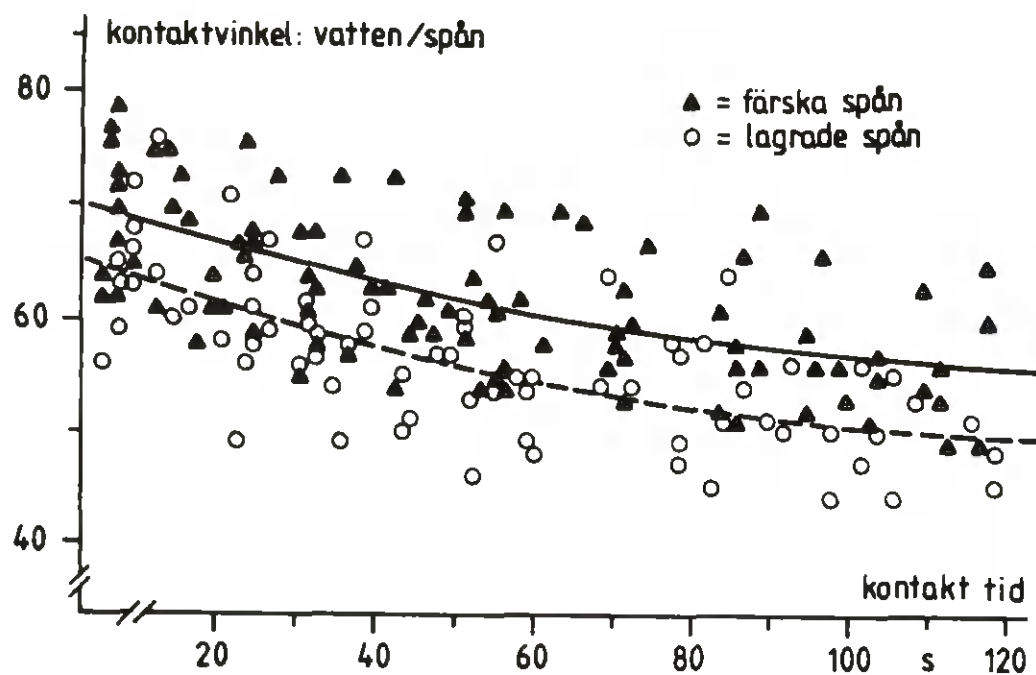
En vätskedroppe om 0,004 ml placerades på provets släta sida. Sedan fås kontaktvinkeln vätska/prov ur droppens bas och höjd i ett horisontellt uppställt mikroskop försett med en mätskiva, som funktion av tiden efter påläggning. Sistnämnda är nödvändigt eftersom vedmaterialet är poröst och vätskedroppen med tiden sugas in i materialet.

Med hänsyn till tjocklek och ytjämnhet valdes 10 st färska respektive lagrade furuspån så lika som möjligt. Kontaktvinkeln mellan vätskan och spånytan är avsatt mot kontakttiden i figur 7 och 8 för den slätaste spånsidan. Mätningar på den råare spånsidan har större spridning. Kontaktvinkeln ges dels för avjoniserat vatten, dels för ett karbamidlim, en 54 %-ig vattendispersion av Dynobel UF 1145 utan härdare av pH 8,2 och viskositet 28 s mätt med DIN-cup (motsvarar 100-110 MPa s).

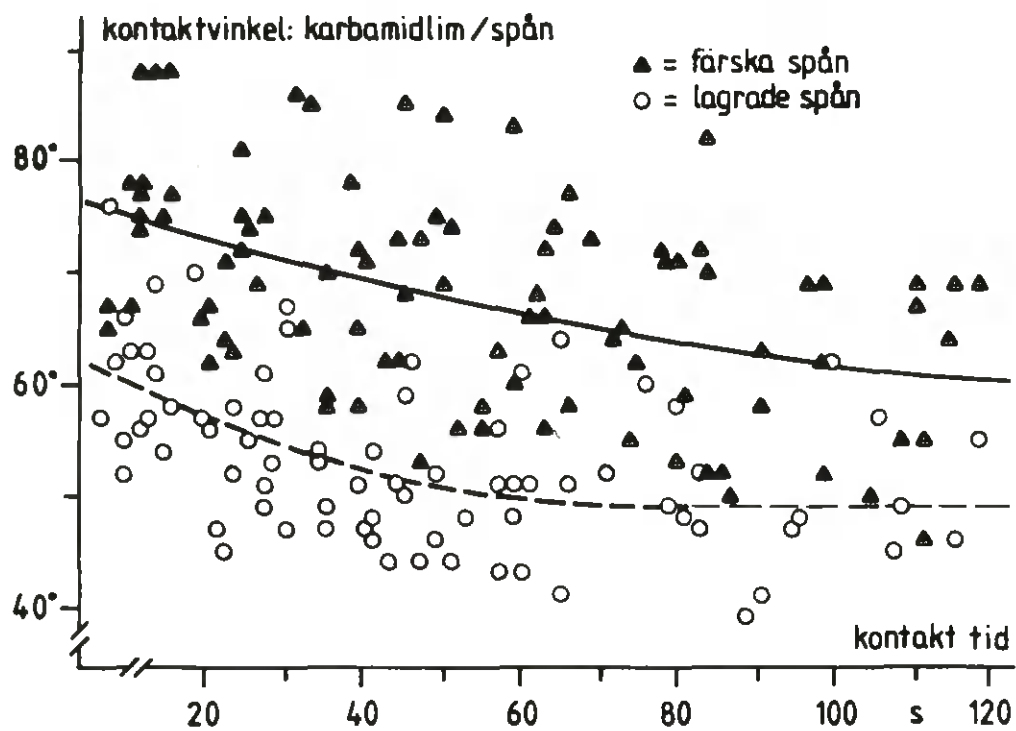
Linjär och polynomiär regression används för att enligt minsta kvadratmetoden (13) ta fram kurvorna, som står för färska respektive lagrade spån. Skillnaden är signifikant. De torkade färska spånen väts sämre än de torkade lagrade spånen, såväl med vatten som med ett vanligt spånskivelim.

B. Vätskeuppsugning i spånpelare

I ett tidigt skede provades ett sätt att mäta vätbarheten och kontaktvinkeln för vatten mot spån, nämligen som uppsugningshastighet för vatten in i en spånpelare. YKI hade en färdig metod för detta. Alla provade spån var dock för vattenavvisande för denna metod. Metoden skulle behöva modifieras så att man trycker in vatten i spånpelaren och mäter penetrationshastigheten.



Figur 7. Kontaktvinkel vatten mot furuspån.



Figur 8. Kontaktvinkel karbamidlim mot furuspån.

9.6 Diskussion av analysresultat

Analyserna har visat två fakta, som var för sig eller gemensamt kan ge anledning till delaminering vid pressöppningen i spånskivefabriken, när man använder färska spån från nyfällda träd. Vidare kan en tredje skillnad mellan färska och lagrade spån påverka pressförloppet.

1. Dessa färska spån är efter torkning mer vattenavvisande och limavvisande än lagrade spån. Detta är mätt som kontaktvinkel mot kontakttiden. Färska spån vätes således sämre av limmet än lagrade spån. Den samlade kontaktytan spån/lim kan således bli lägre i pressen för färska spån.

Orsakerna ligger i de färska spånens högre halt av reaktivt harts med förmåga att omfördelas och hydrofobera spånytan vid torkning. Detta framgår även av andra delar i undersökningen och är ett känt fenomen.

2. Vattenextrakt från färska spån har högre pH och lägre buffertkapacitet än det från lagrade spån. Vid spåntorkningen anrikas dessa vattenlösliga komponenter delvis vid spånytan. Färska spånytor har således lägre "härdar"effekt på limmet och kräver sannolikt mera härdare.

Orsakerna är främst en avspaltning av till hemicellulosan knutna acetylgrupper - varigenom ättiksyra frigörs. Andra orsaker är en hydrolys av till lignin bundna metoxylgrupper varigenom myrsyra frigörs. Vid i spånytan rådande pH är dessa syror till en del dissocierade och ger då buffertkapaciteter uppåt och neråt i pH.

Ytterligare sker en hydrolys av fettsyrestrar i vedens harts, vilket i början av lagringen kan öka mängden fria fettsyror i t ex spånytan, se tabell 4 ovan. Dessa syror är svaga och buffrar endast uppåt i pH.

3. Undersökningen visar att torkhastigheten är högre för färska spån. Detta kan möjligen innebära en lägre fukthalt i skivans varmare ytskikt och en motsvarande högre fukthalt i skivans mittskikt när pressen öppnas. Detta kan öka delamineringsrisken. Ökar fuktmängden totalt blir även hela skivan varmare i pressen och ångtrycket i skivan ökar, särskilt i dess inre del. En motåtgärd är att köra med torrare spån i pressen vid färska spån, åstadkommet genom en högre torrhalt hos limmet.

10. DISKUSJON AV RESULTATENE

Styrkeegenskapene for sponplater er sterkt avhengige av plate-densiteten. Av den grunn er det vanskelig å vurdere resultatene av et sponplateforsøk når prøveplatene har sterkt varierende densitet. Mange prøver derfor å regne om styrketallene til en bestemt densitet ved å forutsette lineær eller mer komplisert sammenheng mellom densitet og styrke. I vårt tilfelle er det også stor spredning i densitetene for prøveplatene, og noen vil kanskje synes at det var naturlig å forsøke å korrigere resultatene for dette. Dette ville imidlertid være helt galt. Årsaken til de lave densiteter er nemlig ikke for lav sponinnveining, men at pressetidene som er brukt for plater av ferskt virke ikke har vært lange nok til å gjøre sponmatten sterk nok idet trykket avlastes. Dette vil føre til høy spring-back som gir unormalt tykke plater. Om man derfor justerte resultatene til en høyere densitet som det ikke er teknisk mulig å oppnå ved de benyttede pressebetingelser, risikerer man å trekke helt feilaktige konklusjoner.

I det foreliggende prosjekt er det selvfølgelig ikke noe som helst grunnlag for å sammenligne resultatene for prøveplater fra forskjellige fabrikker. Dertil er forholdene med hensyn til utstyr og prosessvariable for forskjellige. Det eneste man kan gjøre, er å sammenligne resultater fra samme fabrikk med virke som er lagret ulike lenge.

Det er nevnt innledningsvis at man i sponplateindustrien forlenger pressetiden for å redusere problemene med ferskt virke og få plater som tilfredsstillende de krav man stiller.

Ved fabrikkforsøkene ved AB Nya Karlstadplattan har man forlenget presstiden ved forsøket med ferskt spon, men ikke nok til å få normal styrke. Derfor ser man en klar forbedring av resultatene for lagret spon.

Resultatene fra Agnes Fabrikker A.S er vanskelige å tolke, men man kan kanskje si at resultatene etter 6 ukers lagring er klart bedre enn de øvrige resultater. Det skulle i så fall bety at 4 ukers lagring har vært for kort under det gitte forhold. Variasjonen i tørketemperatur, som ble lagt inn i forsøkene ved Agnes, kan ikke sees å ha hatt noen effekt.

Ved kjøringen med ferskt virke ved Norske Skogindustriers fabrikk på Kvam, forlenget man pressetidene så meget at man nådde "normal" tverrstrekkfasthet. Dette betinget en forlengelse på ca. 25 % i forhold til normal pressetid.

Forsøkene med ferskt virke ved Byggelit Storuman AB har gitt unormale resultater for så vidt som en 16 % forlengelse av pressetiden har gitt dårligere resultater. Imidlertid var bare en av de tilsammen fem prøveplatene presset ved den lengste pressetid, og det ligger nær å tro at denne prøveplaten ikke har vært representativ for dem som ble presset med den lengste pressetid. Forøvrig fikk man også her betydelig bedre resultat etter 3,5 måneders lagringstid.

Som en sammenfatning kan man si at fabrikkforsøkene ved Agnes Fabrikker A.S ikke har vist noen tendens til at platekvaliteten

blir bedre med lagret spon. Ved alle andre fabrikkforsøk har man funnet en klar bedring fra forsøkene med ferskt virke, enten dette er dokumentert ved kortere presstider eller bedre styrketall. Den korteste lagringstiden ser ut til å være tilstrekkelig til å gi en slik forbedring, noe som antyder at en enda kortere lagringstid kunne ha vært tilstrekkelig for å få den nødvendige "aldring" av virket.

Ved fremstilling av sponplater med fersk spon i laboratoriet fikk man bedre resultater enn ved fabrikkforsøkene, og tildels fullt akseptable resultater. Derfor ble, som allerede nevnt, laboratorieforsøkene med lagret spon sløffet for Norske Skogindustriens og Byggelit Storumans vedkommende. De gode resultater med fersk spon i laboratorieforsøkene peker i retning av at ferskt virkeproblemene henger sammen med store formater (f.eks. vanskeliggjort fuktavgang) og ikke med limeproblemer. Men muligens er ikke denne forklaringen tilstrekkelig, for ved laboratorieforsøkene med spon fra Karlstadplattan har man fått en betydelig bedring av kvaliteten på labplatene (spesielt tverrstrekkfastheten) fra 0 til 3 ukers lagringstid. For Agnes' vedkommende er det en betydelig bedring av kvaliteten av laboratorieplatene fra 4 til 6 ukers lagring.

De sikteanalysene som er utført ved fabrikkforsøkene, gir ikke noe grunnlag for å anta at materialet blir mindre motstandsdyktig mot mekanisk nedbrytning ved lagring.

Det er ikke noen entydig sammenheng mellom lagringstiden og perforatorverdiene (formaldehydinnholdet) for prøveplatene fra fabrikkforsøkene. Formaldehydinnholdet er imidlertid ikke blant de forhold som har vært i søkelyset i ferskt virke-sammenheng, og det er derfor liten grunn til noen nærmere diskusjon av denne observasjon.

Målinger av kontaktvinkelen som funksjon av tiden viser at ferske spon er mer vann- og lim-avvisende enn lagret spon. Dette antyder at ferske spon fuktes (våtes) dårligere av limet og at den samlede kontaktflate lim/spon kanskje blir mindre. Årsaken til større hydrofobitet ligger i at fersk spon inneholder større mengder harpiks som kan omfordeles og hydrofobere sponoverflaten ved tørkingen.

Vannekstrakt fra ferske spon har høyere pH og lavere pufferkapasitet enn lagrede spon. På grunn av den høyere pH vil ferske spon antagelig ha lavere herder-effekt på limet, slik at det kan være nødvendig å øke herdermengden for å kompensere for dette. På den annen side kan lavere pufferkapasitet bety at herderens evne til å surgjøre limblandingen ikke vil bli så sterkt negativt påvirket av pufrende spon. Dette resonnement fører til at herdermengden tvert i mot bør reduseres for å unngå forherding. Årsakene til forandringen i pH (og pufferkapasitet ?) er at en avspaltning av acetylgrupper som er knyttet til hemicellulosen, frigjør eddiksyre ved lagring. Videre vil maursyre frigjøres ved en hydrolyse av metoksylogrupper som er bundet til lignin. I tillegg foregår det en hydrolyse av fettsyreester i vedens harpiks som hever mengden frie fettsyrer i f.eks. sponoverflaten. (Se Tabell 1 i analysedelen av rapporten (kapitel 9)).

Undersøkelsen har vist at tørkehastigheten er høyere for ferske spon. Dette kan muligens innebære at fuktighetsinnholdet blir lavere i platenes varme deksjikt og tilsvarende høyere i midtsjiktet idet pressen åpnes. Dette kan øke faren for delaminering. Et mottiltak kunne tenkes å være å kjøre med tørrere belimt spon, f.eks. ved å bruke en limblanding med høyere tørrstoffinnhold.

11. VIDERE FORSØK

De kjemiske og fysikalske analyser som er utført, har vist tildels store forskjeller mellom ferskt og lagret virke.

Det er interessant å undersøke om ferskt virke kan behandles på en slik måte at analyseresultatene blir mer like dem for lagret virke, og så i neste omgang undersøke om slikt "kunstig lagret" virke er bedre egnet til sponplatefremstilling enn ferskt.

Endringene i pH og pufferkapasitet tilsier at man bør gjøre praktiske forsøk i det vanskelige tidsrom om våren. Etter kontroll av sponens pH og pufferkapasitet kan man endre herderdoseringen etter de resultater man får og se om man derved kan eliminere en evt. effekt av variasjonene i de nevnte parametre.

Teorien om at ferskt virke-problemene henger sammen med forsinket fuktavgang fra sponmatten, kan sjekkes ved enkle forsøk med et lim med høyere tørrstoffinnhold for å se om det derav følgende lavere fuktighetsinnhold i belimt spon har en positiv virkning.

At kontaktvinkelen for lim mot fersk spon er høyere enn mot lagret gjør det interessant med forsøk på å redusere kontaktvinkelen ved hjelp av et overflateaktivt stoff (ytaktivt ämne). En forutsetning er da at man kan innføre denne lille mengde overflateaktivt stoff uten å hindre dannelsen av limforbindelser. Betydelig mere omfattende og kostbare forsøk som bare er aktuelle på noe lengre sikt, ville være å forsøke å "aktivere" sponen med et oksidasjonsmiddel.

Det er nevnt at et sekundært mål i prosjektet har vært å finne frem til en enkel metode for å påvise om et virkesparti er "ferskt". Et naturlig ledd i et videre forsøk vil derfor være en nærmere undersøkelse av den tidligere nevnte metode som brukes av en dansk sponplatefabrikk.

LITTERATUR

- (1) Back, E.: Muntlig kommunikasjon
- (2) Lindgren, B. og T. Norin: Hartsets kemi. Sv. Pappers-tidn. 72 (1969) 143-152.
- (3) Assarsson, A.: Hartsets förändring under vedlagring. Sv. Papperstidn. 72 (1969) 304-311.
- (4) Donetzhuber, A. og B. Swan: Chemical Changes of Wood Ext-ractives on Chip Seasoning. Sv. Papperstidn. 68 (1965) 419-429.
- (5) Lunabba, P.: Vad händer med hartset i veden under lagring? Erfarenheter från cellulosaindustrin. Foredrag ved Dynobels Spånskivedagar 1986.
- (6) Marutzky, R. og G. Keserü: Herstellung von Spanplatten aus gelagerten Hackschnitzeln. WKI-Mitteilung 333/1982.
- (7) Rauch, W: Temperatur- und Dampfdruckverlauf bei der Her-stellung von Spanplatten und ihr Einfluss auf die technolo-gischen Eigenschaften. Holz Roh- u. Werkst. 42 (1984) 281-286.
- (8) Messner, K. og W. Serentschy: Ökologische Faktoren und Pilzflora in industriellen Sägespäne-Piles. Holzforsch. Holzverw. 30 (1978) 77-79.
- (9) Poblete, H. og E. Roffael: Über chemische Veränderungen in Holzspänen bei der Herstellung von Harnstoff-Formaldehyd-harz-gebundenen Spanplatten. Holz Roh- u. Werkst. 43 (1985) 57-62.
- (10) Brinkmann, H.: Einfluss des Holzes als variable Größe auf die Spanplattenqualität sowie Möglichkeiten und Wirtschaftlich-keit einer gesteuerten Spanaufbereitung. 42. Sitzung der Tech-nischen Kommission am 23. und 24. Oktober 1984 in Brüssel. FESYP, Giessen, 1984.
- (11) Johns, W.E., R.M. Rammon og J. Youngquist: Chemical Effects of Mixed Hardwood Furnish on Panel Properties. Proc. 19th Intl. Particleb./Comp. Materials Symp. WSU 1985.
- (12) Nielsen, S.H.: Hur Novopan hanterer färskvirkeproblemet. Foredrag ved Dynobels Spånskivedagar 1986.
- (13) Roffael, E. og N. Parameswaram: Einfluss der latenten Acidität in Buchenholzspänen auf deren Verleimbarkeit mit Harnstoff-Formaldehydharzen. Holz Roh- u. Werkst. 44 (1986) 389-393.

SUMMARY

Laboratory and full scale particleboard trials and chemical and physical analyses were conducted in an attempt to find the reason(s) why freshly felled wood raw material causes problems in the particleboard industry. For various reasons it is important to the particleboard industry to find a solution to these problems.

In the context of this project the term "freshly felled wood raw material" was used for material made from winter-cut timber, cut before the onset of sap flow, transported and utilized before the outdoor temperature has become high enough to trigger the chemical changes ("aging") that take place in wood during storage.

Based on practical experience with the freshly felled wood problems and knowledge of the chemical changes referred to above, theories were formulated to explain the problems. The project plan was designed to test these theories.

The particleboard trials confirmed that storing the wood made it better suited for particleboard manufacture. The necessary storage time depends on whether the raw material is saw dust, planer shavings or round wood.

The chemical and physical analyses have revealed large differences between freshly felled and stored wood raw material. Freshly felled wood had considerably lower buffer capacity and higher pH than stored wood. Further the resin content is higher in freshly felled wood. During storage it decreases and changes composition. Dried particles of freshly felled wood are more slowly wetted by a urea formaldehyde resin than particles from stored wood. These criteria can be further developed into routine analyses of the wood raw material, and to measures to master the freshly felled wood problems.

It is suggested that the project is carried further.

BILAG 1.

FABRIKKFORSØK VED AB NYA KARLSTADPLATTAN1. Beskrivelse av fabrikken

Produksjonslinje I, som ble benyttet til forsøkene, har en tørke av fabrikat Bison, type 80, styrt av en Lignomat fuktighetsmåler.

Den tørkede sponen soldes i tre fraksjoner, midt- og dekk-spon, samt støv, som går tilbake til forbrenning. Midt- og dekk-spon belimes med volumdosering i to Draiss belimingsmaskiner med "Aussenbeleimung". Teoretisk beliming er 6,8 % i midtsponen og 9,3 % i dekk-sponen. Etter belimingen blandes de to fraksjonene, og vindsiktes i formstasjonen for å få den fineste sponen til overflaten.

På stålbånd transporteres så sponmatten til en 2,5x10 m stor enetasjes varmpresse. Pressetemperaturen er 203°C. Den ferdige platen deles i to 5 m lange plater, hvorav den ene kontrollveies. Platene går så via kjølevender til stabling.

2. Beskrivelse av råmaterialet

Til forsøkene ble det benyttet hovedsakelig rammesagspon av gran.

Tømmeret var felt i februar/mars og saget av Edanesågen i Vest-Värmland i uke 15, 1984. Ca. 500 m³ av dette materialet ble lagt opp i en 3,5-4,0 m høy haug.

Delforsøk I (0 lagringstid) ble gjennomført 16.04.84, delforsøk II (3 ukers lagringstid) 07.05.84, og delforsøk III (7 ukers lagringstid) 04.06.84.

Sikteanalyser av midtsjiktspen i normalsponbunker:

Fraksjon	Lagringstid, uker			
	0	3	7	
> 2,80 mm	4,7 %	3,9 %	7,3 %	Grov- fraksjon, > 0,71 mm
1,40 - 2,80 mm	21,0 %	19,9 %	27,8 %	
1,00 - 1,40 mm	29,2 %	28,1 %	30,5 %	
0,71 - 1,00 mm	3,6 %	3,4 %	3,3 %	
0,50 - 0,71 mm	20,4 %	21,6 %	16,2 %	Finfraksjon < 0,71 mm
< 0,50 mm	21,1 %	23,2 %	14,8 %	

"Finfraksjonen" utgjør 41,5 % ved 0 lagring, 44,8 % etter 3 ukers lagring og 31,0 % etter 7 ukers lagring. Da basismaterialet besto av en blanding av sirkel- og rammesagspon, kan variasjonene i "finfraksjonen" muligens henge sammen med forskjellige andeler av de to spontypene i materialet som er siktet.

3. Prosessparametre

Alle delforsøk startet en mandag kl. 1400 og pågikk i ca. 2 timer. Denne relativt korte kjøretid bør man ha i minne ved vurdering av resultatene.

Ved alle forsøk ble det produsert 22 mm gulvplater med urealimet Dynobel UF 1143.

Variable prosessparametre:

Delforsøk I.

Fukt tørrspon: 1,5 % ved utgående tørketemperatur 135°C.

Fukt i belimt spon: 9,3 % i dekksponen, 6,8 % i midtsponen.

Pressetiden var i utgangspunktet 9,4 s/mm, men p.g.a. vrak og spring-back ble den hevet til 10,3 s/mm. Fremdeles ble platene for tykke, og pressetiden ble øket ytterligere til 10,5 s/mm. En prøveplate med 10,3 s/mm pressetid ble tatt ut, de øvrige prøveplater var presset 10,5 s/mm. Prøveplatenes vekt var 194-199 kg, bærverdien er 202 kg, som tilsvarer en platedensitet på 700 kg/m³.

Ytterligere et 20-talls press måtte nedklasses til Klasse 2 p.g.a. lave styrketall. Også ved pussingen ble det oppdaget delaminerte plater.

Delforsøk II.

Fukt tørrspon: 2,3 % ved utgående tørketemperatur 130°C.

Fukt i belimt spon: 9,7 % i dekksponen, 7,4 % i midtsponen.

Pressetiden var i utgangspunktet 9,4 s/mm, men ble forlenget til 10,1 s/mm. Dette førte til 0,2 mm reduksjon av bruttotykkelsen. Ved dette forsøk fikk man ikke vrak, imidlertid noe springback. To prøveplater med 9,4 s/mm og tre med 10,1 s/mm ble tatt ut. Prøveplatenes vekt varierte mellom 199 og 205 kg.

Delforsøk III.

Fukt tørrspon: 1,9 % ved utgående tørketemperatur 130°C.

Fukt belimt spon: 11,8 % i dekksponen, 8,7 % i midtsponen.

Ved dette forsøk kjørte man med normal pressetid, 9,4 s/mm, og normalt trykk. Fire vrakplater ble produsert, trolig p.g.a. for høy vekt (218 kg). Tykkelsene var normale for gulvkvalitet, og ferskt virke-problemene synes å være borte etter 7 ukers lagring. Prøveplatene, som alle var presset ved 9,4 s/mm, veide fra 192 til 215 kg.

4. Kvalitativ vurdering av resultatene

Det er store forskjeller i resultatene. 3 ukers lagring ga en reell økning av platekvaliteten i forhold til ingen lagring. Produksjonsproblemer med vrak og spring-back avtok også, for å forsvinne helt etter 7 ukers lagringstid.

5. Resultater av fabrikkforsøk ved AB Nya Karlstadplattan

LAG- RINGS- TID uker	PRES- SETID s/mm	PROVE- PLATE	DENSI- TET kg/m ³	BØYE- FAST- HET MPa	E- MODUL MPa	TVERR- STR.- FASTH. MPa	TYKKELSES- SVELLING 2H %	24H %	VANN- ABSORPSJON 2H %	24H %	PERFO- RATOR- VERDI mg/100
0	10,3	Ytter	670	17,1	2986	0,62	5,7	21,8	24,2	67,7	12
		s	19	2,0	225	0,03	1,1	1,2	4,3	13,0	
	"	Midt	678	18,3	3202	0,63	6,2	22,9	26,2	72,0	
		s	15	0,7	156	0,03	1,2	1,1	4,8	11,1	
	10,5	Ytter	673	18,1	3144	0,72	5,6	21,0	25,3	63,3	
		s	30	2,4	255	0,07	1,5	1,8	5,9	9,9	
"	Midt	674	18,1	3140	0,68	7,1	23,0	28,8	74,0		
	s	15	1,4	154	0,04	1,3	1,1	4,6	6,9		
7,5	Lab	748	24,7	-	0,57	5,5	-	19,3	-	-	
8,5	"	732	22,7	-	0,68	3,8	-	17,5	-	-	
3	9,4	Ytter	678	23,6	3825	0,81	1,8	8,2	11,6	32,8	15
		s	32	2,6	294	0,09	0,3	0,7	1,0	2,1	
	"	Midt	670	22,4	3720	0,70	1,8	8,9	13,4	34,8	
		s	16	0,8	150	0,04	0,2	0,7	1,3	1,2	
	10,1	Ytter	677	22,6	3661	0,91	1,9	8,8	11,9	33,0	
		s	22	2,0	271	0,11	0,3	0,8	1,1	3,0	
"	Midt	667	21,6	3588	0,85	1,8	8,4	12,5	34,3		
	s	20	1,1	221	0,05	0,2	0,7	0,9	2,1		
7,5	Lab	759	27,9	-	1,10	3,0	-	11,9	-	-	
8,5	"	762	29,2	-	1,10	3,0	-	10,3	-	-	
7	9,4	Ytter	675	20,9	3475	0,98	1,9	8,7	12,2	33,4	16
		s	25	1,3	218	0,06	0,4	0,8	1,1	2,2	1,9
	"	Midt	686	21,3	3631	0,95	1,3	7,2	12,0	30,8	14
		s	22	1,7	238	0,05	0,3	0,5	0,7	1,4	2,6
7,5	Lab	760	25,1	-	1,12	3,0	-	14,1	-	-	
8,5	"	743	25,0	-	1,37	2,7	-	14,4	-	-	

BILAG 2.

FABRIKKFORSØK VED AGNES FABRIKKER A.S.1. Beskrivelse av fabrikken2. Beskrivelse av råmaterialet

Det var ikke mulig å få rede på hugsttid eller tørkemåte for kuttersponen, men siktepunktet var at det skulle være 95 % gran og nyhøvlet. Man tok sikte på å legge opp nok spon til ca. 4 timers kjøring tre ganger, dvs. ca 200 fm³.

Ved 0-forsøket 12.04.84 viste det seg at sponmaterialet hadde et fuktighetsinnhold på 57 %. Dette betyr at sponen ikke kunne være nyhøvlet, slik forutsetningen var. 0-forsøket ble likevel gjennomført, og med det samme materiale ble det gjort forsøk etter 4 og 6 ukers lagring med det samme materiale. Tilslutt ble det kjørt et nytt 0-forsøk med nyanskaffet spon.

Delforsøk I (0 lagringstid) ble gjennomført 12.04.84, delforsøk II (4 ukers lagringstid) 16.05.84, og delforsøk III (6 ukers lagringstid) 30.05.84. Det gjentatte 0-forsøk ble gjennomført 21.06.84.

Sikteanalyser:

Råspon

Lysåpning	0 uker	4 uker	6 uker	0 uker II
Støv	0,5 %	1,6 %	1,7 %	2,0 %
0,25 mm ²	11,2 %	10,9 %	12,0 %	10,6 %
1,00 "	17,0 %	15,7 %	15,9 %	15,5 %
2,00 "	30,4 %	30,8 %	34,9 %	27,7 %
4,00 "	29,6 %	32,3 %	28,8 %	29,2 %
8,00 "	11,3 %	8,7 %	6,7 %	15,0 %

Etter tørke III - 120°C

Lysåpning	0 uker	4 uker	6 uker	0 uker II
Støv	4,2 %	1,7 %	1,2 %	1,3 %
0,25 mm ²	15,6 %	13,3 %	10,7 %	12,1 %
1,00 "	18,6 %	20,5 %	16,2 %	19,0 %
2,00 "	28,1 %	40,6 %	38,9 %	34,3 %
4,00 "	29,9 %	22,1 %	31,4 %	31,0 %
8,00 "	3,6 %	1,8 %	2,1 %	2,3 %

Etter tørke III - 135°C

Lysåpning	0 uker	4 uker	6 uker	0 uker II
Støv	1,6 %	1,0 %	1,6 %	1,1 %
0,25 mm ²	9,5 %	11,0 %	14,2 %	8,4 %
1,00 "	21,3 %	21,4 %	20,1 %	21,3 %
2,00 "	40,4 %	40,9 %	37,7 %	41,3 %
4,00 "	23,9 %	23,3 %	24,5 %	24,8 %
8,00 "	3,3 %	2,5 %	2,0 %	3,1 %

Man kan se en tendens til at finandelen øker ved lagring.

3. Prosessparametre

Ved alle forsøk ble det produsert 12 mm plater med urealimet Dynobel UF 1142. Alle forsøk ble kjørt med matteformat 1,31x4,99 m, som ble skåret til 1,255x2,465 m. Beregnet plate-densitet var 655 m³.

Tilsiktet limdosering var i alle forsøk 10,8 % i dekkjiktet og 8,0 % i midtsjiktet.

Variable prosessparametre:

Delforsøk I.

Fuktighetsinnhold i	Tørketemperatur	
	120°C	135°C
Råspon	57 %	57 %
Tørrspon e. tørke	2,5 %	1,5 %
Dekkspon før beliming	3,1 %	3,1 %
Midtspon før beliming	2,6 %	2,2 %
Belimt dekkspan	13,8 %	12,4 %
Belimt midtspon	9,5 %	7,3-8,0 %

Pressetemperatur: 177°C, syklustid 2,53 min.

Forsøket varte ca. 2,5 timer. Platene så ut til å "letne" mer enn normalt i pressen. Det ble produsert 340 dobbelplater mot normalt 400 ved 3 min takttid. Produksjonstapet var altså 60x2=120 standardplater. Platene hadde fin overflate, men ble klassifisert som feilvare. Vekten av prøveplatene varierte mellom 49,8 og 58,6 kg, normen er 58 kg.

Delforsøk II.

Fuktighetsinnhold i	Tørketemperatur	
	120°C	135°C
Råspon	26,7 %	26,7 %
Tørrspon e. tørke	2,0 %	2,2 %
Dekkspon før beliming	4,2 %	4,6 %
Midtspon før beliming	3,8 %	3,4 %
Belimt dekkspan	11,5 %	13,4 %
Belimt midtspon	10,9 %	9,1 %

Pressetemperatur: 180°C, syklustid 2,55 min.

Det var problemer å få nok av den lette sponen frem, og produksjonstakten måtte derfor reduseres noe. Pressen ble imidlertid kjørt i normal takt. Prøveplatene veide mellom 52,4 og 58,8 kg.

Delforsøk III.

Fuktighetsinnhold i	Tørketemperatur	
	120°C	135°C
Råspon	41,4 %	41,4 %
Tørrspon e. tørke	3,1 %	2,2 %
Dekkspon før beliming	4,4 %	3,9 %
Midtspon før beliming	3,1 %	2,9 %
Belimt dekkspan	12,6 %	12,9 %
Belimt midtspon	8,9 %	8,4 %

Pressetemperatur: 183°C, syklustid 2,55 min.

Prøveplatene veide mellom 49,1 og 56,5 kg (norm: 53 kg).

Delforsøk IV (Gjentatt forsøk med 0 lagring).

Fuktighetsinnhold i	Tørketemperatur	
	120°C	135°C
Råspon	18,0 %	18,0 %
Tørrspon e. tørke	2,3 %	2,0 %
Dekkspon før beliming	5,0 %	4,0 %
Midtspon før beliming	3,7 %	3,5 %
Belimt dekkspan	11,8 %	12,3 %
Belimt midtspon	8,8 %	8,3 %

Pressetemperatur: 180°C, syklustid 2,56 min.

Dette forsøket ble kjørt med garantert nyhøvlet virke som sannsynligvis var hugget samme år. Prøveplatene veide fra 51,5 til 55,1 kg (norm: 53 kg).

4. Resultater av fabrikkforsøk ved Agnes Fabrikker A.S

LAG- RINGS- TID uker	TØRKE TEMP. OC	PRØVE- PLATE	DENSI- TET kg/m ³	BØYE- FAST- HET MPa	E- MODUL MPa	TVERR- STR.- FASTH. MPa	TYKKELSES- SVELLING		VANN- ABSORPSJON		PERFO- RATOR- VERDI mg/100
							2H %	24H %	2H %	24H %	
0	120	Ytter	631	14,9	2524	0,55	11,4	17,0	55,2	71,2	37
		s	19	1,6	431	0,09	1,2	1,4	5,2	5,4	4,1
		Midt	624	13,5	2352	0,53	11,3	16,9	57,8	72,4	
	135	s	19	2,2	405	0,05	1,1	1,3	3,9	4,1	
		Ytter	655	15,1	2684	0,52	12,1	17,4	61,7	76,0	35
		s	27	2,3	472	0,07	1,4	1,4	4,4	4,7	2,7
4	120	Midt	650	15,3	2748	0,52	12,1	17,3	58,2	72,3	
		s	18	2,3	339	0,08	1,2	1,2	4,4	4,0	
		Ytter	664	13,1	2370	0,46	14,1	19,8	64,8	82,1	36
	135	s	26	2,0	370	0,12	2,7	2,8	5,1	4,5	2,4
		Midt	663	12,8	2350	0,53	13,2	17,7	66,3	83,1	36
		s	20	1,7	306	0,10	1,7	1,8	3,7	2,7	2,6
6	120	Ytter	678	15,0	2850	0,57	12,2	17,4	60,0	77,4	34
		s	30	2,5	373	0,11	0,8	1,0	3,6	5,1	1,6
		Midt	674	13,5	2630	0,57	12,2	16,7	64,1	79,9	35
	135	s	31	2,7	424	0,08	1,2	1,4	2,2	2,9	0,8
		Ytter	682	14,5	2850	0,66	10,9	16,3	92,8	118,0	30
		s	44	3,5	556	0,07	0,9	1,0	4,7	4,5	5,4
0 II*	120	Midt	652	13,1	2600	0,60	10,1	14,8	68,3	85,7	40
		s	29	2,4	468	0,08	1,2	1,2	7,6	8,7	3,9
		Ytter	657	14,1	2810	0,62	10,5	15,6	96,3	117,9	38
	135	s	33	2,5	371	0,08	1,0	1,0	5,6	5,9	2,6
		Midt	634	12,9	2560	0,58	9,9	14,8	60,7	77,2	38
		s	21	2,3	319	0,06	0,8	0,9	3,3	3,6	4,3
0 II*	120	Ytter	691	15,0	2680	0,63	10,7	17,1	53,5	71,4	35
		s	34	3,4	557	0,09	1,3	1,6	2,5	3,3	1,5
		Midt	645	12,2	2190	0,54	10,5	16,1	60,2	78,7	35
	135	s	26	1,9	411	0,07	1,2	1,3	3,0	3,8	1,2
		Ytter	704	15,1	2650	0,65	11,0	17,5	50,7	69,4	40
		s	35	2,4	605	0,09	1,4	1,7	2,9	3,6	1,3
0 II*	135	Midt	659	13,0	2340	0,54	10,3	15,8	60,5	78,0	40
		s	37	2,0	445	0,11	1,2	1,3	5,5	6,5	1,

*) Gjentatt forsøk. Se forklaring i avsnitt 8.2.

6. Resultater av laboratorieforsøk med spon fra Agnes Fabrikker A.S.

LAG- RINGS- TID, uker	TØRKE- TEMP., °C	PRESSE- TID, min	DENSI- TET kg/m ³	BØYE- FAST- HET, MPa	TVERR- STR.- FASTH. MPa	TYKKELSES- SVELLING,		VANN- ABSORPSJ.		PERFO- RATOR- VERDI, mg/100g
						2 H %	24 H %	2 H %	24 H %	
0	120	3	653	14,0	0,70	4,4	12,5	14,1	39,0	
		2	654	15,2	0,77	4,0	12,5	9,5	13,3	
		2	635	14,3	0,65	4,4	11,9	14,0	38,9	
		1 3/4	614	13,1	0,56	4,4	12,3	15,5	40,9	
		Gj.sn.	639	14,2	0,67	4,3	12,3	13,3	33,0	
	135	3	683	16,2	0,90	5,0	14,4	23,4	38,1	
		2	681	15,6	0,84	5,4	13,2	15,5	37,7	
		2	674	15,2	0,92	4,7	12,2	14,7	36,7	
		1 3/4	640	13,3	0,60	5,2	13,5	18,3	39,2	
		Gj.sn.	670	15,1	0,82	5,1	13,5	18,3	37,9	
4	120	3	666	15,6	0,62	4,7	15,1	13,6	35,9	
		2	654	14,8	0,60	4,4	16,4	13,3	39,5	
		2	652	13,5	0,58	3,7	14,3	13,0	38,5	
		1 3/4	634	14,8	0,53	4,7	14,5	13,4	38,7	
		Gj.sn.	652	14,7	0,58	4,4	15,1	13,3	38,2	
	135	3	640	12,8	0,46	5,0	18,5	14,1	44,8	
		2	642	13,3	0,49	4,9	18,5	13,9	43,4	
		2	641	12,6	0,45	6,3	19,0	14,9	43,3	
		1 3/4	604	14,0	0,35	6,2	17,3	18,1	45,3	
		Gj.sn.	632	13,2	0,44	5,6	18,3	15,3	44,2	
6	120	3	660	17,8	0,87	5,3	14,6	18,2	41,1	
		2	662	18,7	0,83	6,4	15,4	18,0	41,1	
		2	643	17,4	0,75	5,5	15,3	23,4	43,7	
		1 3/4	607	14,4	0,48	6,3	14,3	20,9	42,4	
		Gj. sn.	643	17,1	0,73	5,9	14,9	20,1	42,1	
	135	3	659	16,0	0,77	6,0	16,8	19,3	42,6	
		2	651	17,3	0,72	6,1	16,3	20,1	44,8	
		2	643	15,2	0,77	6,0	15,7	20,0	44,8	
		1 3/4	597	15,7	0,23	6,6	15,1	23,7	48,8	
		Gj.sn.	638	16,1	0,62	6,2	16,0	20,8	45,3	

BILAG 3.

FABRIKKFORSØK VED NORSKE SKOGINDUSTRIER A.S, KVAM

1. Beskrivelse av fabrikken

Rundvirket ble hugget til industriflis i en Bruks 2001 R hugger. Sponmøllen er en Pallmann PZ-14. Spontørken er en Bison rotasjonstørke nr. 6. Limblandingen tilberedes i et Oest limkjøkken, og belimingen skjer med Lödige belimingsmaskiner, type AL-airodral for midtsjikt og type KT med aksialdosering for deksjikt.

Fabrikken har en en-etasjes presse.

2. Beskrivelse av råmaterialet

Furuvirket ble felt i februar/mars 1984 i et skogområde 600-700 m.o.h. Virket var forholdsvis småfallent og av forholdsvis ung skog. 100 m³ ble stilt til disposisjon.

Granvirket ble felt i siste tredel av mars 1984 i et område 700-750 m.o.h. Det var svært småfallent.

Ved forsøkene ble det ikke benyttet kutterflis, derimot en innblanding av 14 % sagspon i forhold til atro virkesbehov for å få tilstrekkelig deksjiktandel.

Sikteanalyser:

Fraksjon	Delforsøk I		Delforsøk II			Delforsøk III		
	1100	1415	0930	1115	1600	0900	1200	1500
	furu		x	furu	gran	x	furu	gran
< 0,2 mm	1,8	1,5	0,5	0,3	0,1	0,6	0,2	0,3
0,2-0,5 mm	4,0	3,8	1,4	1,8	0,6	1,6	1,4	0,9
0,5-1,0 mm	13,0	13,1	7,0	9,0	7,2	6,8	7,2	8,0
1,0-2,0 mm	40,0	37,1	30,5	37,9	32,3	30,0	34,5	32,8
2,0-4,0 mm	7,7	7,6	23,0	28,2	18,6	26,0	25,7	29,0
> 4,0 mm	33,5	36,9	37,0	22,0	40,0	35,0	31,0	29,0

Tallene i tabellen angir prosent av materialet som faller i de forskjellige fraksjoner. Tallene i tabellhodet angir klokkeslett for prøvetakingen. Kolonnene merket x gjelder sikteanalyse før forsøkene ble satt i gang. Man har funnet et oppsiktsvekkende lavt innhold av spon i fraksjonen 2,0-4,0 mm ved første delforsøk, men det er ingen påtagelig tendens til høyere finandel for lagret virke.

3. Prosessparametre

Ved alle forsøk ble det produsert 22 mm standardplater med urealimet Dynobel UF 1143.

Variable prosessparametre:

Delforsøk I.

Tørketemperaturer: Inngående temperatur var 350°C og utgående 126°C ved starten av forsøket (med furu). Siden ble inngående temperatur regulert opp til først 380°C og deretter 400°C . Utgående temperaturer steg til 134°C og 136°C (med gran). Under resten av forsøket holdt temperaturen seg på sistnevnte verdier.

Fukt i tørr midtsjiktsspon varierte fra 2,20 til 2,56 % for furu og mellom 2,14 og 2,24 % for gran. Fukt i belimt deksjiktsspon svingte mellom 8,6 % og 9,4 % for furu og mellom 8,9 % og 9,9 % for gran. Fukt i belimt midtsjiktsspon varierte mellom 9,1 % og 10,6 % for furu og mellom 9,05 % og 9,8 % for gran.

Geltiden varierte mellom 87 og 95 sek for midtsjiktlimblandingen og mellom 116 og 122 sek for deksjiktlimblandingen.

Pressetemperaturen var 210°C under hele forsøket.

Umiddelbart før forsøket startet, ble det kjørt med tilfredsstillende resultat med en pressetid på 212 sek. Da forsøkssponen av furu kom frem til pressen, fikk man delaminering med denne pressetiden. Pressetiden (trykkavlastningstidene) ble øket gradvis til 253 sek uten at man selv ved denne pressetid kunne være sikker på å produsere uten delamineringer. Med gran var forholdene tilsvarende, skjønt det kan se ut som det ikke var nødvendig med så lang økning av pressetidene med dette materialet.

Delforsøk II.

Inngående tørketemperatur varierte fra 380°C til 480°C , utgående mellom 118°C og 132°C .

Fukt i tørr deksjiktsspon var 2,1-2,5 % for furu og 1,8-2,0 % for gran. Fukt i tørr midtsjiktsspon var 2,4 % for furu og 2,3 % for gran. Fukt i belimt deksjiktsspon varierte mellom 7,1 % og 9,8 % for furu og mellom 9,5 % og 10,0 % for gran. Fukt i belimt midtsjiktsspon svingte mellom 7,5 % og 9,9 % for furu og mellom 8,6 % og 9,9 % for gran.

Geltiden for deksjiktlimblandingen var 118-120 sek, for midtsjiktlimblandingen 90-97 sek.

Pressetemperaturen var $205\text{-}210^{\circ}\text{C}$ under hele forsøket. Pressetiden var både umiddelbart før forsøket og under forsøket med både gran og furu normal, dvs. 201 sek. Det inntraff ingen delaminering eller andre problemer.

Delforsøk III.

Inngående tørketemperatur varierte mellom 440°C og 520°C , utgående mellom 142°C og 144°C .

Fukt i tørr dekk sjiktsspon var 1,8-2,0 % for furu og 1,8-1,9 % for gran. Fukt i tørr midtsjiktsspon var 2,2-2,4 % for furu og 2,1-2,3 % for gran. Fukt i belimt dekk sjiktsspon varierte mellom 8,0 % og 9,4 % for furu og mellom 9,0 % og 9,4 % for gran. Fukt i belimt midtsjiktsspon svingte mellom 8,1 % og 9,2 % for furu og mellom 7,7 % og 8,1 % for gran.

Geltiden for dekk sjiktstlimblandingen var 115-118 sek, for midtsjiktstlimblandingen 95-100 sek.

Pressetemperaturen var under hele forsøket 210°C . Pressetiden var både umiddelbart før forsøket og under forsøket med både gran og furu normal, dvs. 201 sek. Det inntraff ingen delaminering eller andre problemer.

4. Resultater av fabrikkforsøk ved Norske Skogindustrier A.S, Kvam

LAG- RINGS- TID	PRES- SETID	PRØVE- PLATE	DENSI- TET	BØYE- FAST- HET	E- MODUL	TVERR- STR.- FASTH.	TYKKELSES- SVELLING	VANN- ABSORPSJON		PERFO- RATOR- VERDI	
mandr.	s/mm		kg/m ³	MPa	MPa	MPa	%	2H	24H	mg/100	
A. FURU											
0	253	Ytter	688	29,1	4873	0,75*	2,3	7,6	9,8	26,2	32
		s	21	1,5	298	0,06	0,4	1,1	-	-	2,9
		Midt	708	29,3	4973	0,71*	2,4	7,8	10,9	28,0	34
		s	13	1,9	237	0,05	0,4	0,9	-	-	1,8
	210	Lab	640	24,2	-	0,87	6,5	15,6	-	-	-
		s	54	2,4	-	0,11	0,2	1,0	-	-	-
3,5	201	Ytter	685	26,0	4306	0,74	3,4	11,7	13,8	34,4	20
		s	17	1,7	156	0,09	0,5	1,3	-	-	3,9
		Midt	674	25,6	4127	0,70	3,7	11,8	14,1	34,6	15
		s	13	1,4	132	0,07	0,4	1,1	-	-	1,0
7,5	201	Ytter	680	27,1	4435	0,72	2,8	10,9	15,0	41,6	16
		s	20	1,7	237	0,08	0,6	0,9	-	-	2,5
		Midt	679	26,6	4577	0,66	2,9	10,9	15,7	41,9	15
		s	12	1,0	127	0,09	0,6	0,9	-	-	1,5
B. GRAN											
0	253	Ytter	699	33,0	5256	0,72*	2,4	7,8	10,9	28,1	31
		s	12	2,1	116	0,07	0,4	0,8	-	-	4,3
		Midt	711	33,2	5319	0,70*	2,3	7,4	11,0	27,9	29
		s	21	1,9	194	0,07	0,3	0,6	-	-	2,1
	210	Lab	663	26,8	-	0,04	4,9	13,1	-	-	-
		s	14	2,1	-	0,04	0,3	0,4	-	-	-
3,5	201	Ytter	671	25,9	4257	0,75	3,7	12,9	12,0	33,2	14
		s	23	2,1	172	0,08	0,5	1,7	-	-	1,5
		Midt	665	25,5	4137	0,68	3,4	12,1	12,5	36,2	14
		s	16	1,7	165	0,07	0,4	1,3	-	-	0,7
7,5	201	Ytter	686	25,4	4116	0,67	2,6	9,7	13,0	32,6	13
		s	22	1,8	339	0,10	0,4	0,8	-	-	1,1
		Midt	677	24,6	4184	0,62	2,9	10,1	13,6	33,9	16
		s	13	1,2	168	0,08	0,5	0,9	-	-	1,3

*) For flere av tverrstrekkprøvene fra Delforsøk I (0 lagring) inntraff bruddet ytterst i dekk-sjiktet. Dette viser løst dekk-sjikt, som følge av uttørking eller forherding, og den virkelige tverrstrekkfasthet, som jo er styrken i midtsjiktet, er høyere enn de angitte tall.

BILAG 4.

FABRIKKFORSØK VED BYGGELIT STORUMAN AB1. Beskrivelse av fabrikken

Det ble benyttet knivskåren spon, 0,45-0,50 mm tykk. Presseformatet er 7,27x2,57 m, og platene blir delt i 6 stk. 1,2x2,5 m plater.

2. Beskrivelse av råmaterialet

Virket ble felt i Noansberget i uke 18 og 19, 1984.

Delforsøk I (0 lagringstid) ble gjennomført 23.05.84, delforsøk II (3,5 måneders lagringstid) 12.09.84, og delforsøk III (6,5 måneders lagringstid) 11.12.84.

Sikteanalyser:

Fraksjon	Midtspon Delfors. I	Midtspon Delfors. II	Belimt midtspon Delfors. II
< 0,20 mm	-	-	-
0,20-0,25 mm	0,1 %	0,1 %	1,2 %
0,25-0,40 mm	0,6 %	0,6 %	1,3 %
0,40-0,63 mm	4,9 %	3,5 %	6,6 %
0,63-1,00 mm	12,6 %	10,9 %	15,6 %
1,00-2,00 mm	40,5 %	35,3 %	37,5 %
> 2,00 mm	41,2 %	49,6 %	37,8 %

Det er ingen tendens til økende finandel i lagret spon.

3. Prosessparametre

Det ble produsert 16 mm Standard klass 2-plater med urealimet Dynobel UF 1142. Limdoseringen var 10,0 % i dekk-sjiktet og 7,6 % i midtsjiktet. Sponfordelingen mellom dekk- og midt-sjikt var 25,5/74,5 %.

Pressetemperaturen var ca. 200°C.

Variable prosessparametre:

Delforsøk I.

Inngående tørketemperatur var 325°C, utgående 160°C. Sponmatningen var ca 2 tonn/h, mens tørkens kapasitet er ca. 4 tonn/h.

Fukt råspon var i gjennomsnitt 61,6 %. Fukt i tørrsponen var 0,8 %. Før belimingen var fukt i dekk-sjiktssponen 2,2 % og i midtsjiktssponen 1,5 %. Belimt midtsjiktsspon hadde en fukt på 8,1 %.

Pressetiden var 8,1 s/mm, men ble mot slutten av forsøket øket til 9,4 s/mm. Fire av fem prøveplater var produsert med 8,1

s/mm, den siste med 9,4 s/mm pressetid. Prøveplatenes vekt varierte mellom 191,5 og 203 kg.

Delforsøk II.

Inngående tørketemperatur var 390°C, utgående 160°C.

Fukt råspon var 55,8 %. Fukt i tørrsponen var 1,6-2,0 %. Før belimingen var fukt i dekkspnen 3,0 % og i midtsponen 2,1 %. Etter belimingen var fukten hhv. 7,9 % og 7,3 %.

Forøvrig ble forsøket gjennomført under samme betingelser som Delforsøk I.

Delforsøk III.

Dette forsøket ble mislykket p.g.a. feil ved sponmaskineriet. Siktepunktet var at det skulle gjennomføres under de samme betingelsene som de to første delforsøkene, men det ble ikke foretatt registrering av prosessparametrene som ved de andre forsøkene.

4. Resultater av fabrikkforsøk ved Byggelit Storuman AB

LAG- RINGS- TID mndr.	PRES- SETID s/mm	PRØVE- PLATE	DENSI- TET kg/m ³	BØYE- FAST- HET MPa	E- MODUL MPa	TVERR- STR.- FASTH. MPa	TYKKELSES- SVELLING		VANN- ABSORPSJON		PERFO- RATOR- VERDI mg/100
							2H %	24H %	2H %	24H %	
0	8,1	Ytter	660	20,3	3113	0,53	7,1	19,1	25,9	60,8	17
		s	41	4,4	414	0,10	2,2	2,0	6,7	6,6	
	Midt	s	644	20,2	2945	0,36	8,3	19,1	30,8	67,8	17
		s	23	1,9	228	0,10	2,2	1,8	6,0	5,5	
	9,4	Ytter	653	17,2	2842	0,37	18,5	23,9	63,0	86,2	14
		s	22	1,9	385	0,05	1,4	1,3	4,3	3,1	
Midt	s	646	18,7	2827	0,28	18,7	24,5	63,7	90,6	16	
	s	23	2,7	248	0,05	1,2	1,2	5,0	4,7		
2,7 min	Lab	684	19,9	2905	0,40	8,6	20,8	22,4	57,9	-	
s	s	17	1,6		0,07	1,3	2,7	1,9	3,3		
3,0 min	Lab	696	21,6	3171	0,44	7,1	19,4	23,2	59,0	-	
s	s	32	4,5		0,08	1,3	2,1	4,5	5,8		
3,5		Ytter	694	25,3	3672	0,70	4,4	16,4	16,1	47,0	20
		s	29	2,9	356	0,07	0,7	1,5	2,1	3,5	
Midt	s	s	666	23,5	3463	0,61	4,5	16,4	16,7	49,7	21
		s	18	1,8	213	0,06	0,9	1,0	1,2	1,9	
6,5		Ytter	656	22,2	3166	0,36	19,2	22,8	80,4	93,2	20
		Midt	598	16,3	2455	0,24	17,6	20,6	90,3	104,5	21

Da forsøket etter 6,5 måneders lagring ble mislykket p.g.a. feil ved spormaskineriet, er det ikke beregnet standardavvik for resultatene fra dette forsøket.

BILAG 5.

LABORATORIEFREMSTILLING AV SPONPLATER1. AB Nya Karlstadplattan

Laboratorieplater, 350x350 mm, ble fremstilt parallelt med alle fabrikkforsøk. Belimt spon ble tatt ut etter belimingsmaskinene i fabrikk. Pressetemperatur: 205°C. Pressetider: Hovedsakelig 7,5 og 8,5 s/mm.

Platene ble testet av Swedspan i Laxå.

2. Agnes Fabrikker A.S.

Prøver av ubelimt midtsjiktsspon ble brakt til Dynobels laboratorium på Lillestrøm hvor det ble presset 14 mm ensjiktspalter, 350x350 mm. Lim: 9 % Dynobel UF-1143 på atro spon. Herder: 2,3 % ammoniumklorid på atro lim. Voks 0,5 % Mobilcer 537 på atro spon. Pressetemperatur: 200°C. Pressetider: 3, 2,5, 2 og 1 75 min.

3. Norske Skogindustrier A.S., Kvam

Ca 15 mm laboratorieplater, 300x400 mm, ble fremstilt på fabrikkens laboratoriepresse av belimt midtsjiktsspon fra fabrikk parallelt med at Delforsøk I ble kjørt i fabrikk. Pressetemperatur: 200°C. Pressetid: 3,5 min.

Laboratorieplatene ble testet ved Dynobels laboratorium på Lillestrøm. Da det ikke bød på problemer å produsere laboratorieplater med fersk spon (parallelt med Delforsøk I i fabrikk), ble fremstilling av laboratorieplater sløffet ved Delforsøk II og III.

4. Byggelit Storuman AB

Råspon fra Delforsøk I ble sendt til Dynobels laboratorium i Stockvik der den ble tørket og brukt til å lage 16 mm ensjiktspalter, 500x500 mm, med Dynobel UF 1142. Fukt i tørrspon: 1,3 %. Sponen ble ikke siktet etter tørkingen.

Limblending: Dynobel UF 1142:	1726	g
20 % ig ammoniumkloridløsning:	112	"
Ammoniakk:	11,2	"
Vann:	182	"
	<hr/>	
	2031,2	g

Limdosering: 8,5 % på atro spon. Voks: 0,4 % på atro spon. Fukt i belimt spon: 10,2 %. Pressetemperatur: 185°C. Pressetider: 2,7 og 3,0 min. 2,7 min pressetid ga tendens til delaminering.

Heller ikke her ble det laget laboratorieplater med lagret spon.

DETALJANALYS AV HARTSEXTRAKT FRÅN SPÅN MEDELST GASKROMATOGRAFI

MetodikFria (oförestrade) komponenter

En portion av hexanextraktet indunstades med rullindunstare vid 30 °C, upplöstes i eter:metanol (9:1 v/v) och metylerades med färsk diazometan. De fria fett- och hartssyrorna (som metylestrar) analyserades gaskromatografiskt mot margarinsyra med en BDS-kapillärkolonn vid 190 °C. Efter analysen indunstades lösningen och återupplöstes i torr pyridin, och en blandning (5:1 v/v) av silyleringsreagensen BSTFA och TMCS tillsattes. Efter att provet fått stå 20 min vid 75 °C analyserades fria steroler och terpenoider (som silylestrar) gaskromatografiskt med en SE-30 kapillärkolonn (150-285 °C, 6 °C/min) mot kolesterol.

Förestrade komponenter

En ytterligare portion av det ursprungliga hexanextraktet indunstades och förtvålades i 0,5 M KOH i 90 % etanol (3,5 h, 75 °C). Vatten (1:1 v/v) tillsattes och blandningen surgjordes mot indikator till pH 3,5. Hartskomponenterna isolerades genom skakning i eter. Metanol tillsattes så att ett eter:metanol-förhållande 9:1 v/v erhöles. Därefter metylerades provet med diazometan och analyserades på totalhalt (fria + förestrade) fettsyror mot margarinsyra med BDS-kolonnen som ovan. Halterna förestrade fettsyror uträknades som skillnaden mellan totalfettsyror och tidigare bestämda fria fettsyror.

Efter analysen indunstades, silylerades och analyserades samma lösning analogt med beskrivningen ovan för fria steroler och terpenoider. Från den erhållna totalhalten av steroler och

terpenoider subtraherades halten av motsvarande fria komponenter, varvid halten förestrade steroler och terpenoider erhöles.

Monosackarider

De hexanextraherade vedproven extraherades vidare i Soxhlet-apparatur med aceton:vatten (9:1 v/v) under 16 h. Till lösningsmedelsblandningen hade inre standarden sorbitol tillsatts (ca 1 mg/g ved). En portion av extraktlösningen indunstades och återupplöstes i pyridin. Monosackariderna i provet silyle-rades på vanligt sätt med BSTTA/TMCS och analyserades gaskromatografiskt mot sorbitolen med en SE-30 kapillärkolonn (100-285 C, 6 °C/min).

	FG	LG	FF	LF	FB	LB
HARTSSYROR	<u>1.3</u>	<u>1.4</u>	<u>3.1</u>	<u>3.0</u>	-	-
pimar-	0.04	0.04	0.29	0.31		
sendarakopimar-	0.06	0.06	0.07	0.07		
isopimar-	0.18	0.18	0.06	0.06		
levo- + palustrin-	0.35	0.32	0.74	0.56		
dehydroabietin-	0.53	0.65	1.01	1.18		
abietin-	0.10	0.08	0.63	0.63		
neobietin	0.08	0.06	0.32	0.21		
FÖRESTRÄDE FETTSYROR	<u>3.2</u>	<u>1.9</u>	<u>8.5</u>	<u>4.2</u>	<u>6.0</u>	<u>2.7</u>
16:1	0.03	0.02	0.03	0.02	0.05	0.02
16:0	0.10	0.04	0.16	0.12	0.89	0.49
17:0 antelso	0.09	0.04	0.09	0.07	+	+
5,9,12-18:3	0.53	0.31	0.90	0.33	-	-
9,12-18:2 + 9,12,15-18:3	1.14	0.64	3.10	1.15	2.95	0.79
9-18:1	0.60	0.22	3.23	1.88	0.89	0.36
18:0	0.02	0.01	0.03	0.01	0.35	0.31
5,11,14-20:3	0.10	0.06	0.46	0.29	-	-
20:0	0.02	0.01	0.03	0.01	0.18	0.16
22:0	0.06	0.04	0.15	0.15	0.16	0.16
24:0	0.04	0.03	0.01	0.01	0.04	0.02
Övriga	0.50	0.48	0.29	0.14	0.45	0.40
FRIA FETTSYROR	<u>0.3</u>	<u>0.2</u>	<u>0.6</u>	<u>1.4</u>	<u>0.3</u>	<u>1.1</u>
16:0	0.03	0.03	0.05	0.08	0.06	0.35
17:0 antelso	0.01	0.02	0.02	0.03	+	+
5,9,12-18:3	0.03	0.01	0.06	0.09	-	-
9,12,15-18:3 + 9,12-18:2	0.05	0.02	0.18	0.32	0.06	0.33
9-18:1	0.05	0.03	0.20	0.68	0.04	0.22
18:0	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.09
5,11,14-20:3	+	+	+	+	-	-
20:0	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.04
22:0	0.05	0.05	0.06	0.09	0.06	0.06
24:0	0.03	0.03	0.02	0.04	0.02	0.04
FÖRESTRÄDE STEROLER						
OCH TERPENOIDER	<u>0.7</u>	<u>0.6</u>	<u>0.6</u>	<u>0.4</u>	<u>2.0</u>	<u>1.8</u>
prenol-6	-	-	-	-	0.03	0.02
kampesterol	0.12	0.08	0.02	0.02	0.1	+
kampestanol	0.02	0.02	0.01	0.02	+	+
sitosterol	0.39	0.27	0.40	0.28	0.33	0.33
sitostanol	0.08	0.08	0.11	0.05	0.18	0.18
cycloartanol	0.05	0.04	0.02	0.02	0.10	0.12
prenol-7	-	-	-	-	0.51	0.46
metylcycloartanol	0.06	0.06	0.03	0.04	0.20	0.23
α-sitosterol	-	-	-	-	0.16	0.15
prenol-8	-	-	-	-	0.43	0.36
FRIA STEROLER OCH						
TERPENOIDER	<u>0.3</u>	<u>0.3</u>	<u>0.2</u>	<u>0.2</u>	<u>0.4</u>	<u>0.4</u>
skvalen	-	-	-	-	0.26	0.23
kampesterol	0.04	0.04	0.01	0.01	+	+
kampestanol	0.01	0.01	+	+	+	+
sitosterol	0.16	0.14	0.11	0.11	0.08	0.11
sitostanol	0.08	0.07	0.02	0.06	0.04	0.07
cycloartanol	+	+	+	+	+	0.01
metylcycloartanol	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
TOTALT (GC)	<u>5.8</u>	<u>4.4</u>	<u>13.0</u>	<u>9.2</u>	<u>8.7</u>	<u>6.0</u>
HEXANEXTRAKTETS VIKT						
(GRAVIM.)	6.8	5.7	17.0	14.7	11.7	9.6
MONOSACKARIDER						
i ACETON/H₂O-EXTRAKT	<u>2.1</u>	<u>0.6</u>	<u>4.2</u>	<u>2.7</u>	<u>8.1</u>	<u>7.4</u>
glukos	1.1	0.2	1.6	1.2	4.2	3.7
fruktos	1.0	0.4	2.6	1.5	3.9	3.7

Extraktivännen i färsk (F) och lagrad (L) gran (G), furu (F) och björk (B). Halter i g/kg torr ved. 71

Detta digitala dokument
skapades med anslag från
**Stiftelsen Nils och Dorthi
Troëdssons forskningsfond**

TräteknikCentrum

INSTITUTET FÖR TRATEKNISK FORSKNING

Box 5609, 114 86 STOCKHOLM
Besöksadress: Drottning Kristinas väg 67
Telefon: 08-14 53 00
Telex: 14445 tratek s
Telefax: 08-11 61 88
Huvudenhet med kansli

Asenvägen 9, 552 58 JÖNKÖPING
Telefon: 036-12 60 41
Telefax: 036-16 87 98

931 87 SKELLEFTEA
Besöksadress: Bockholmsvägen 18
Telefon: 0910-652 00
Telex: 65031 expolar s
Telefax: 0910-652 65

ISSN 0283-4634