



Skryms ex!

REG. NR: IKP-S-412
NIONDE UPPLAGAN

Träteknik

för M3, M4 m. fl.

ANDERSSON, MADELEINE
BÄCKLUND, ANDERS
GUSTAFSSON, STIG-INGE
NARFGREN, CHARLOTTE



LINKÖPINGS TEKNISKA HÖGSKOLA
INSTITUTIONEN FÖR KONSTRUKTIONS- OCH PRODUKTIONSTEKNIK

SEPTEMBER 2001

FÖRORD

Följande kompendium är i huvudsak avsett för den inledande kursen i träteknik vid Linköpings Tekniska högskola. Denna omfattar 5 poäng av de 180 som krävs för att få ut en examen som civilingenjör. Vissa delar av kompendiet är dock avsedda för de fortsättningskurser som också ges av institutionen. Sådana avsnitt har speciellt markerats med M4 ↓ i texten. Kurserna är avsedda för teknologer och högskolestuderande på maskintekniklinjen dvs de färdiga ingenjörerna förväntas vara speciellt inriktade mot en yrkesverksamhet inom ex vis verkstadsindustrin och framför allt trämanufakturindustrin. Ett kapitel, markerat med F↓, har utökats så mycket att det numera utgör grund för en nystartad kurs för forskarstuderande.

Redan 1992 beslutade högskolan att ett nytt ämne, träteknik, skulle startas. Initiativet till utbildningen kom bl a från Träindustriförbundet vilka noterat att andelen civilingenjörer inom den svenska träsektorn var utomordentligt låg vid en jämförelse med verkstadsindustrin som helhet. Endast 0.1 % av de anställda, mot verkstadsindustrins c:a 4 %, hade en akademisk bakgrund. För att råda bot på detta förhållande ansåg man att en träutbildning vid en etablerad högskola belägen i södra Sverige var angelägen. Lokaliseringen var viktig då man märkt en viss svårighet att rekrytera färdiga civilingenjörer från de redan existerande utbildningarna, vilka etablerats vid Kungliga tekniska högskolan i Stockholm och vid dåvarande högskolan i Luleå/Skellefteå. Genom ett anslag från förbundet möjliggjordes en satsning i Linköping och tanken var att ett nära samarbete skulle inledas främst mellan Institutet för träteknisk forskning, Träteknik, i Jönköping och Träcentrum i Nässjö. Detta skulle innebära att erfarenheter från såväl branschen som högskolan snabbt får spridning till berörda parter. Detta samarbete formaliserades våren 1994 i den sk Träakademin. Under 1999 har dock Träteknik i Jönköping lagts ner och en ny verksamhet byggs just nu upp i Växjö. Av naturliga skäl har därför verksamheten vid Träteknik knutits närmare till det nybildade universitetet i Växjö.

Kurserna skall ge en mycket bred belysning av den svenska träindustrin och vår ambition är att kursdeltagarna skall tillägna sig en terminologi och ett kunnande så att trätekniska frågor skall kunna diskuteras ingående, om än inte i alla detaljer. Tyngdpunkten kommer att ligga på produktion av snickeriprodukter och möbler, medan ex vis konstruktionsberäkningar för trähus ges en mera undanskymd plats.

Oturligt nog visade det sig att något lämpligt kursmaterial ej fanns publicerat tidigare i samlad form. Kunskaperna måste inhämtas från ett flertal skilda publikationer. Detta kompendium är därför ett försök att i någon mån råda bot på detta förhållande. Som obligatorisk kurslitteratur i den allmänna kursen används också Endel Saarmans bok "Träkunskap", vilket innebär att detta kompendium inte kommer att behandla förhållanden som beskrivs där. Vad gäller fortsättningskursen har Kollmann / Côté, "Principles of Wood Science and Technology",

Volym 1, tidigare utgjort kurslitteratur. Tyvärr har denna nu tagit slut på förlaget varför vi hösten 1996 i stället bytte till Tsoumis "Science and Technology of Wood". Sedan hösten 1998 ges fortsättningskursen i tre separata delar varav den första behandlar trämateriallära. Pga detta, samt teknologernas ekonomiska situation, återgick dock kurslitteraturen till de inledande delarna av Kollmanns bok men nu i kopierad form. Tillstånd till detta inhämtas varje år från Springer Verlag i Berlin.

De avsnitt som berör fortsättningskursen härrör framför allt från den mängd senare litteratur som publicerats sedan Kollmanns bok presenterades 1969. Bl a har vi haft ambitionen att täcka samtliga vetenskapliga artiklar som publicerats inom ämnet sedan 1993 års början dvs då kurserna startade första gången. Långt ifrån alla refereras naturligtvis här. Från och med januari 1995 har ambitionen mattats något och därför har endast sådan litteratur som har omedelbart intresse för vår verksamhet tagits med.

Kompendiet har ursprungligen författats av Charlotte Narfgren, Madeleine Andersson och Stig-Inge Gustafsson. De två förstnämnda var tidigare teknologer på maskintekniklinjens årskurs 4 - 5 och hade valt att studera träteknik som ett sk stort ämne. Stig-Inge Gustafsson är docent i ämnet Energisystem vid Tekniska högskolan men arbetar sedan hösten 1992 också vid avdelningen Träteknik. Gustafsson är dessutom kursansvarig och examinator för några av de kurser som ges vid avdelningen.

Charlotte Narfgren har svarat för följande kapitel i kompendiet:

- 1 Nationella tillgångar på skog
- 2 Internationella tillgångar på skog
- 3 Juridiska förhållanden för den enskilde skogsägaren
- 4 Skogen som kemisk fabrik
- 8 Virkestorkning
- 12 Trä som hantverks- och slöjdmaterial

Madeleine Andersson har svarat för texten rörande:

- 6 Svensk och internationell snickeriindustri
- 10 Produktionsteknik
- 16 Kvalitet
- 17 Logistik

Stig-Inge Gustafsson har redigerat materialet samt svarat för texten rörande:

- 5 Svampar och insekter på virke
- 7 Sågverk
- 9 Hållfasthetslära för möbler
- 13 Limning
- 14 Träkompositer
- 15 Ytbehandling
- 18 Energianvändning inom snickeriindustrin
- 19 Musikinstrument, båtar mm
- 20 Artbestämning av träslag
- 22 Ytterligare litteratur
- 23 Tentamina
- 24 Register

Dessutom har han författat alla tillägg för årskurs fyra som införts fr o m andra upplagan. Vår ambition har varit att ge en allmän bild av trä i svensk snickeri- och möbelindustri i ett inte alltför omfattande dokument. Ambitionen har dessutom varit att ge referenser, i en omfattande källförteckning, till ytterligare publikationer inom ämnet, där den intresserade kan erhålla en fördjupad kunskap. Tanken är också att kompendiet skall uppdateras och utvidgas fortlöpande, allt eftersom nya erfarenheter erhålls. Det är också viktigt att alla som hittar eventuella felaktigheter meddelar författarna så att rättelse kan ske.

I tredje upplagan har materialet kompletterats på ett flertal punkter av Stig-Inge Gustafsson. Bl a presenteras den databas av vetenskapliga artiklar som vi hittills ställt samman.

I fjärde upplagan har Anders Bäcklund, teknolog på M4-kursen i träteknik, författat kapitlen om hyvlar, fräsar, en maskinsammanställning, se avsnitt 10 samt skrivit kapitlet om monterings teknik, avsnitt 11. Stig-Inge Gustafsson har kompletterat med ett avsnitt om svampar, utökat databasen i slutet av kompendiet samt lagt till text om svensk träindustri.

I femte upplagan har kapitlet om FEM-beräkningar för möbler utvidgats.

I den sjätte upplagan har kapitlet om FEM beräkningar återigen utökats samt dessutom avsnittet om ytbehandling. Vidare återfinns gamla tentamina i ett separat avsnitt liksom ett register.

I den sjunde upplagan har Stig-Inge Gustafsson skrivit om delar av texten vad gäller geologi, jordar och växtgeografi. Dessutom har han beskrivit ett antal träarter mera ingående.

I åttonde upplagan har kapitlet om träindustrins energiförsörjning utökats avsevärt. Kapitlet avses nu utgöra inledningen till en kurs för forskarstuderande. Detta avsnitt har markerats med F↓ i texten. Dessutom har beskrivningen av ett antal träd utökats.

Upplaga 9 har framför allt kompletterats vad gäller kapitlet om träindustrins energiförsörjning.

Linköping, september 2001.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. NATIONELLA TILLGÅNGAR PÅ SKOG	7
2. INTERNATIONELLA TILLGÅNGAR PÅ SKOG	27
3. JURIDISKA FÖRHÅLLANDEN FÖR DEN ENSKILDE SKOGSÄGAREN	32
4. SKOGEN SOM KEMISK FABRIK	37
5. SVAMPAR OCH INSEKTER PÅ VIRKE	44
6. SVENSK OCH INTERNATIONELL SNICKERIINDUSTRI	53
7. SÅGVERK	68
8. VIRKESTORKNING	77
9. HÅLLFASTHETSLÄRA FÖR MÖBLER	96
10. PRODUKTIONSTEKNIK	141
11. MONTERINGSTEKNIK	172
12. TRÄ SOM HANTVERKS- OCH SLÖJDMATERIAL	187
13. LIMNING	195
14. TRÄKOMPOSITER	206
15. YTBEHANDLING	211
16. KVALITET	228
17. LOGISTIK	240
18. ENERGIANVÄNDNING INOM SNICKERIINDUSTRIEN	248

19 MUSIKINSTRUMENT, BÅTAR MM	301
20 ARTBESTÄMNING AV TRÄSLAG.....	302
21 REFERENSER.....	303
22 YTTERLIGARE LITTERATUR.....	320
23 GAMLA TENTAMINA.....	346
24 REGISTER.....	402

1. NATIONELLA TILLGÅNGAR PÅ SKOG

(Källor till detta kapitel: [1][2], [3], [4], [5] och [6])

Alla träd växer i någon form av jord. Denna jord är av stor betydelse för vilka typer av träd som trivs på olika platser. De inledande raderna i detta kompendium kommer därför att behandla hur dessa jordar bildats, var de finns, och hur jordarna sedan under växtlighetens inverkan bildar en sk jordmån.

1.1 Inlandsis

Sverige har flera gånger varit täckt av inlandsis. Isen bildades av snö som under årens lopp packats allt hårdare. En sådan hårt packad snö, d v s en mellanform mellan snö och is, kallas för firm, [1] sidan 208. En förutsättning för att en inlandsis ska bildas är således att snön inte smälter bort under sommaren utan att den ligger kvar år från år. Det område där isen växer till kallas för närområde medan isranden, där isen smälter, kallas för tärområde. Isen är inte helt solid utan beter sig som en fast "deg". Då isen lättast bildas i högre terräng kommer den att sakta flyta ner mot lägre liggande trakter. Inlandsisen kan med tiden få en avsevärd tjocklek, flera tusen meter. Detta innebär att den utövar ett stort tryck på underlaget. När isen rör sig skrapar den därför loss stora och små stenar från underlaget vilka så småningom lagras in i ismassan. Då stenarna bryts loss från underlaget har dessa vassa kanter. Små och stora stenar blandas dessutom med varandra. Enär isen fungerar som en tjock vätska vandrar stenarna upp i ismassan allt eftersom nytt material lagras in. Stenar som ligger högre upp är således lossbrutna från mera avlägset liggande platser. Isen har som sagts en avsevärd tyngd vilket gör att hela jordskorpan trycks ner. Man har beräknat att denna nedtryckning varit ca 500 meter just i Skandinavien. Flera istider har avlöst varandra med mellanliggande varmare perioder, sk interglaciertider. De nyare inlandsisarna har dock effektivt skrapat bort spåren av de äldre men man tycker sig ha funnit bevis på att minst fyra istider förekommit i Sverige.

Isens rörelse ger upphov till sk isräfflor där de vassa stenarna skrapar mot det underliggande berget. Dessutom får man en stötsida åt det håll som isen kommer ifrån och en läsida nedströms isen. Stötsidan är mjukt avrundad medan läsidan är skrovlig och brant. Genom att undersöka bergytan och isräfflorna på denna har man funnit att närområdet under årtusendenas lopp flyttats från fjällkedjan mot Norrlands kusttrakter. Under den senaste istiden var hela Skandinavien och delar av Polen och Tyskland helt täckta av is. Åtminstone en tidigare inlandsis hade en än större utbredning och täckte då även de Brittiska öarna.

1.2 Avsmältning

Efter den kalla perioden började en klimatförbättring för c:a 15 000 år sedan. På grund av solens värme är det isens yta som först värms upp och smälter till vatten, så kallad ablation. De stenar som finns i isen kommer således att träda fram på ytan vilket innebär att solens inverkan blir än större. Jord har dock en ganska dålig förmåga att leda värme vilket innebär att avsmältningen sedan återigen går saktare ju tjockare jordlagret blir. Det vatten som bildas på isen kommer att samlas i stora isälvar, och många gånger i issjöar där naturen är sådan att vattnet däms upp. Isen är inte helt homogen utan djupa sprickor leder ner mot det underliggande berget. Vattnet rinner ner i dessa sprickor och en jökul bildas, dvs en "underjordisk" älv. Där isälven mynnar ut vid isranden bildas en så kallad jökelport. Denna ligger ibland på land men många gånger under havsytan. Allt eftersom isen smälter kommer det underliggande berget att träda fram. Sådana uppstickande bergstoppar kallas för nunatakter. Kanterna på isen är ju ofta lägre än isens mitt och därför rinner vattnet först åt isens sidor. Om omgivande mark möter direkt mot isen bildas så kallade skvalrännor. Sådana kan än idag återfinnas på många platser i Sverige. Där isen möter havet kommer den att flyta om vattendjupet är tillräckligt stort. Allt eftersom avsmältning sker blir istäcket tunnare och förr eller senare bryts stora isberg bort vilket kallas för kalvning. Även på land kan så stora sprickor uppkomma att delar av isen förlorar kontakten med närområdet. I sådana fall uppkommer så kallade dödisar, som kan ligga kvar under avsevärd tid utan att smälta helt. Detta då isen som nämnts kan vara täckt av metertjocka lager av jord. På så sätt uppkommer stora dödisgröpar i naturen vilka kan vara hundratals meter i diameter.

Då all is smält kommer de inlagrade stenarna så småningom att hamna direkt uppe på berggrunden. En sådan jordart kallas för morän. Flera typer av morän förekommer. Till exempel kan en kallare period göra så att isen återigen börjar växa till. Iskanten skrapar då upp stora vallar ungefär som en snöplog. Sådana vallar som ligger vinkelrätt mot isens rörelseriktning kallas för ändmoräner. När isen rör sig över en längsgående bergsformation eller en kulle kan avlagringar ske bakom denna, således i isens rörelseriktning. En sådan bildning kallas för drumlin. Om isen inte förmår att helt skrapa rent berget kommer isen att vila mot redan avsatt morän varigenom så kallad bottenmorän bildas. Denna har utsatts för mycket höga tryck och är därför hårt sammanpackad.

Där vattnet strömmar fram under isen tar det med sig såväl finare material, som sand, och stora stenar. En del av de största kommer att ligga kvar på botten av isälven. Då dessa stenar tumlar mot varandra slipas de av och blir mera runda i formen. En så kallad rullstensås bildas. Om isälven mynnar under vatten kommer rullstensåsen att täckas av finare sediment och därför får den en rundad överyta. Om älven mynnar på land sker inte detta utan åsen får branta sidor och blir smal på toppen, en så kallad getryggsås bildas.

1.3 Landhöjning

Som nämnts ovan trycks jordskorpan ner av isens tyngd. När isen försvinner börjar således landet att höjas igen och man får en landhöjning. I början är denna mycket snabb men allteftersom tiden går kommer landhöjningstakten att avta. I dagsläget är den c:a 1 m per 100 år uppe vid norrlandskusten. När isen smälter bildas avsevärda mängder vatten vilket slutligen samlas i havet. Havsytan kommer därför att stiga samtidigt som landet höjer sig. I södra Sverige har inte landhöjningen förmått att hålla jämna steg med havsytagens höjning och därför kan förut torra områden översvämmas igen, s k transgression. Man har hittat stubbar på botten av Östersjön som bevis för detta. En annan indikation på att så skett är en saltvattenmussla, *Tapes decussatus*, vars skal man hittat i tydliga strandvallar vid västkusten. Denna händelse kallas därför tapes-transgressionen. Ett annat tecken är att man funnit ben av den sk Polartorsken, *Boreogadus saida*, i lera runt Lomma i Skåne, [7] sidan 316.

1.4 Lervarvskronologi

När isälvarna mynnar under vatten kommer det grova materialet att sedimentera snabbt medan det finare materialet håller sig svävande en längre period. På vintern kommer vattenmängden i isälven att avta medan högre flöden råder under sommaren. I de lager som bildas kan således årstidernas växlingar avläsas. Den svenske geologen Gerhard de Geer använde dessa lager för att bestämma vid vilken tidpunkt sedimenten hade avsatts, [1] sidan 220. Ovanligt varma somrar blev lagren tjockare medan de var tunnare vid ett bistrare klimat. Ibland skedde s k tappningskatastrofer då en hel issjö tömdes på en gång. Sådana tappningsvarv kan ha en avsevärd geografisk utbredning. Genom att ta upp prover från Skåne i söder till älvdalarna i Norrland, där varv fortfarande avsätts, har man lyckats knyta samman dessa lervarv till en obruten kronologisk serie. Det är således möjligt att datera sådan varvig lera på året när. Tyvärr avsätts inte varven på samma förnämliga sätt i salt som i sött vatten men varvig lera kan hittas i stort sett över hela vårt land.

1.5 Pollenanalyser

Ett annat sätt att få vetskap om forna tiders klimat och isavsmältning är att analysera pollen från växter. Dessa pollen är mycket motståndskraftiga mot kemisk och biologisk nedbrytning varför man fortfarande kan hitta sådana bl a i torvmossar. Pollenanalysen utvecklades av Lennart von Post efter en idé av Gustaf Lagerheim, [1] sidan 223. Genom att markera den procentuella fördelningen av olika pollen i ett diagram får man på ett tydligt sätt fram när olika träd och växter vandrat in i Sverige. Lagren måste dock dateras med ex vis C^{14} metoden. Man har därför kunnat visa att björk, *Betula*, och tall, *Pinus*, var dominerande arter c:a 6 000 år f Kr. Granen, *Picea*, kom inte in förrän omkring 3 000 år senare.

1.6 Kiselalger

Kiselalger, eller diatoméer, lever i vatten. Algerna har ett mycket beständigt skal, de klarar kokning i svavelsyra, och när algerna dör sedimenterar skalen och hamnar på vattensamlingens botten. I haven finns andra arter än i sött vatten varför man i efterhand kan undersöka lagren och se i vilken miljö djuren levde.

1.7 Östersjöns utveckling

Med hjälp av metoderna ovan har man lyckats få fram en mycket komplicerad bild av hur landisen avsmält från Sverige och hur landet varit täckt av både sjöar och hav i olika perioder. För ca 13 000 år sedan blev Skåne isfritt. Klimatet var fortfarande arktiskt vilket man visat genom att växtrester från fjällsippa, *Dryas octopetala*, hittats i lervarv från denna tid. Den första tiden efter avsmältningen kallas därför äldre Dryastid. Ca 8 900 år f Kr stod isranden i en linje över Vättern och Vänern. Just då blev klimatet kallare och isranden ryckte ibland fram och ibland tillbaka och bildade de sk mellansvenska ändmoränerna. Sedan inträdde den finiglaciala perioden dvs då istiden kommit in i sitt slutskede. Isen drog sig då snabbt tillbaka och Gerhard de Geer ansåg att istiden tog slut ca 6 900 år f Kr då den postglaciala tiden inleddes.

Som nämndes ovan var landhöjningen omfattande direkt efter det att ismassan försvunnit. Vid Ångermanlandskusten har man uppmätt den sk högsta kustlinjen, HK, till 285 m över vår nuvarande havsyta, [1] sidan 239. Landhöjningen kombinerad med den stora avsmältningen innebar att tidigare torrlagda delar av södra Östersjön översvämmades igen. Östersjön hade dock ingen direkt förbindelse med havet vid Öresund som idag, utan vattnet samlades i den sk Baltiska issjön. Avloppet tror man dock fanns i form av en älv i Öresundssänkan, och det spekuleras också om ett avlopp norrut mot Vita havet. När isen drog sig tillbaka fanns dock lägre liggande trakter bl a vid Billingens nordspets. När iskanten nådde dit tappades issjön av i en tappningskatastrof vars verkningar fortfarande kan ses i naturen, den sk Timmersdalavallen. Sjöns yta föll ända ner till havets nivå dvs 26 meter och med lervarvskronologin har tidpunkten beräknats till 8 213 f Kr. Östersjön hade nu förvandlats till ett innanhav som kallas Yoldiahavet efter en saltvattenmussla, *Yoldia arctica*. Havets strandvallar återfinnes numera ca 150 m ö h. Landhöjningen fortskred dock och snart dämades även denna förbindelse med havet upp. Detta innebar att den sk Ancylussjön bildades som fått namnet efter en sötvattensnäcka, *Ancylus fluviatilis*. Denna sjö hade sitt avlopp via Svea älv vars verkningar kan beses söder om Degerfors, bl a fanns ett vattenfall på inte mindre än 32 meters höjd. Svea älv fanns dock bara i 500 år och denna ersattes av Dana älv som hade sitt utlopp via Stora Bält. Man tror att omläggningen skedde ca 6 500 år f Kr, [1] sidan 244. Havsyntans stigning började nu gå snabbare än landhöjningen i södra Sverige vilket innebar att det sk Litorinahavet bildades. Återigen fick en snäcka, *Litorina litorea*, namnge bildningen.

Salthalten i detta hav varierade också vilket gav upphov till ännu flera stadier som dock inte behandlas här. En diatomé, *Mastogloia*, som lever i salt vatten och en sötvattensnäcka, *Limnea ovata*, har bl a gett namn åt dessa. Nämnas bör att det var Henrik Munthe som på 1940-talet utredde hur Östersjöns utveckling gått till. Detta gjorde han bland annat genom att studera strandvallarna, och de skalrester han hittade där, på Gotland, se [7] sidan 329.

1.8 Jordarter

Den svenska jordartsbildningen har en stark anknytning till inlandsisen och dess avsmältning, och till sjö- och torvmarksutvecklingen efter denna. Jordarterna, som kan definieras som "naturligt bildade avlagringar med lös struktur, dvs utan sammanhållande kemiska bindningar mellan de fasta partiklarna", [3], indelas och klassificeras med utgångspunkt från bl a bildningssätt och bildningsmiljö, uppbyggnad och sammansättning (t ex kornstorlekssammansättning), och geotekniska egenskaper. Exempel på jordarter är morän och lerjord. Den första typen är osorterad medan den andra tillhör isälvsavlagringarna eller s k glacifluviala sediment.

Vanligen delar man också upp jordarna efter deras kornstorlek. De klasser som används framgår av tabell 1.

Tabell 1: Kornstorleksklasser i Sverige. Siffrorna anger diametern, [1] sid 251.

Block		> 2 dm
Sten	< 20	> 2 cm
Grovgrus	< 20	> 6 mm
Fingrus	< 6	> 2 mm
Grovsand	< 2	> 0.6 mm
Mellansand	< 0.6	> 0.2 mm
Grovmo	< 0.2	> 0.06 mm
Finmo	< 0.06	> 0.02 mm
Grovmjåla	< 0.02	> 0.006 mm
Finmjåla	< 0.006	> 0.002 mm
Ler	< 0.002 mm	

Man pratar därför om blockig morän, sandig morän o s v allt efter den dominerande kornstorlek som förekommer. För att bestämma fördelningen av olika fraktioner använder man en uppsättning siktar som ställs ovanpå varandra. Siktarnas olika maskvidd avgör hur mycket material som stannar på varje nivå. De glacifluviala avlagringarna benämns också efter deras ytformer eller hur de en gång avsatts, t ex deltan, åsar mm. Man kan också dela in jordarna efter deras tekniska egenskaper. De finare fraktionerna, utom ler, kallas därvid ibland för silt.

Även lerfraktionen kan delas in ytterligare dels om den avsatts i sött vatten, diatakt, eller i salt vatten symmikt. Styva leror innehåller mer än 40 % av fraktionen ler medan lätta leror endast innehåller 5 %. Flera mellanformer finns också, [1] sidan 268.

De postglaciala avlagringarna har bildats efter det att isen försvunnit. Det kan vara skalgrus som bildats av havets vågor eller eoliska sediment som bildats av vindens inverkan t e x sanddyner. Om lerfraktionerna blandas med finfördelade växtrester talar man om gyttja. Om gyttjan är mycket kalkhaltig kallas den för bleke.

Det finns också s k organogena jordarter vilka uppkommer av döda växter och djur. Så bildas torvjordarna. En mosse har endast tillgång till vatten från nederbörden. På en sådan växer mest vitmossa, *Sphagnum*, skvattram och ibland mindre träd. I ett kärr växer andra arter, t ex brunmossa, starr, fräken, al mm. Ett kärr innehåller mera näring än en mosse och kan delas in i rikkärr och fattigkärr. Dy är en kemisk utfällning av humusämnen och bildar en brun till svart substans.

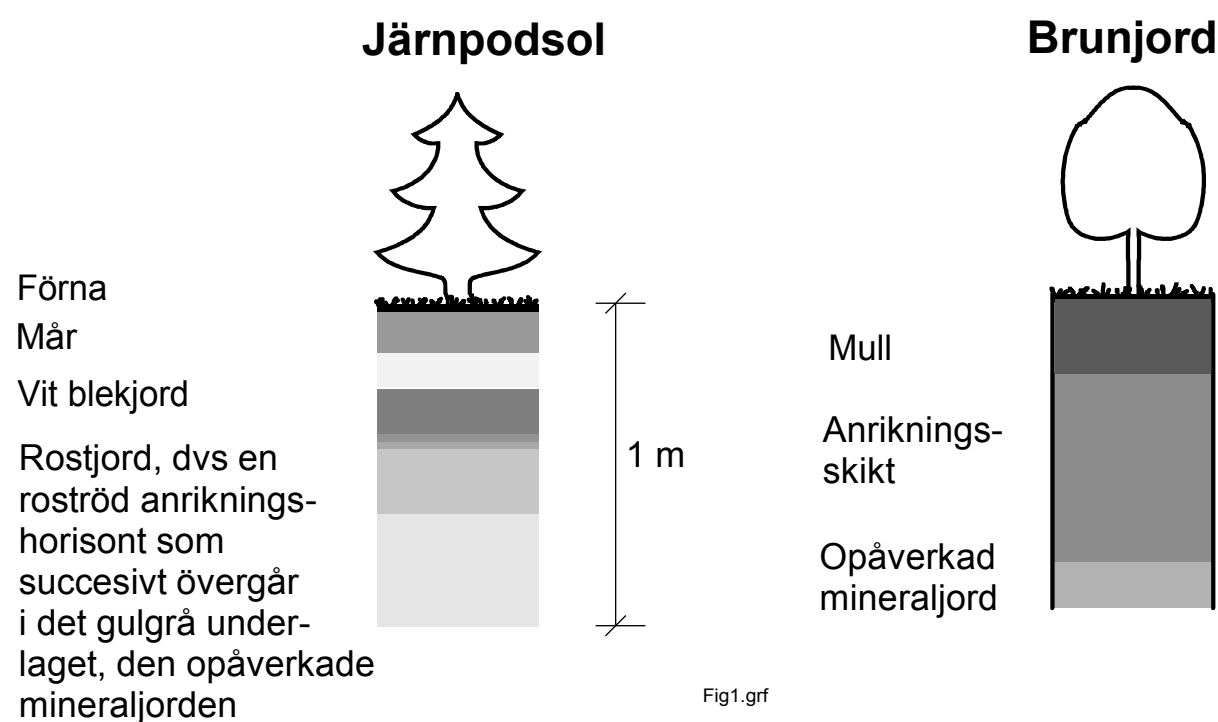
1.9 Jordmåner

Så fort det växer något på en jordart, intensifieras de processer som förändrar jordartens utseende, struktur och kemiska egenskaper, och så småningom, oftast efter lång tid, kan en tydlig jordmån urskiljas.

Jordmånerna är "de delar av jordskorpans ytskikt som under varierande tidsrymder har påverkats av klimat och organismer", [3]. Varje jordmån, vars egenskaper är resultatet av de jordmånsbildande faktorerna, klimat, topografi, jordarten och dess mineralogiska egenskaper, organismer och tiden, är unik, och jordmånsbildning sker överallt där det förekommer bergartsfragment, luft, vatten och organisk substans. Jordmåner kännetecknas av horisonter, som oftast är parallella med markytan och når ned till 1-2 m djup. Horisonterna kan ha olika tjocklek och tillsammans utgör de en markprofil, se figur 1. Järnpodsol är den vanligaste skogsjordmånen i Sverige, och kännetecknas av den vita blekjorden och den roströda anrikningshorizonten, vilken successivt övergår i det gulgrå underlaget (jordartens egenfärg). Översta lagret kallas förna och består av döda blad, barr, kvistar och rester av markdjur, svampar och bakterier. Förnans organiska substans ger upphov till olika humusformer, (hos podsol är formen mår), och det är i humuslagret som nedbrytningen av organiska ämnen sker.

Den andra av Sveriges två vanligaste jordmånstyper, brunjord, som bildas på bördiga jordar under gynnsamma klimatbetingelser, finns t ex i Östergötland. Brunjord bildas om marken är rik på basiska beståndsdelar. Grävande organismer blandar ständigt om organisk substans och mineralkorn, och bildar på så sätt en mullrik mörkbrun jordmån. Förnan införlivas snabbt i

mineraljorden, där den ansamlas i ett skikt på markytan. Humusformen hos brunjordarna kallas för mull. Den understa opåverkade delen i en brunjord kallas också för alv. Då den biologiska aktiviteten är större i en brunjord är den mera lämpad för växtlighet. Delvis beror detta på att urlakningsskiktet saknas.



Figur 1: Exempel på jordmånsbildningen.

Det finns speciella jordmånskartor som visar indelningen av våra jordmåner i podsoler och brunjordar. Anledningen till att man är så intresserad av detta, d v s podsoleringsgraden, är att podsolerung medför en naturlig, s k biologisk försurning av marken. Tillsammans med dagens förbränning av fossila bränslen, samt utsläpp av svavel, kväve och tungmetaller kan nedfallet öka av försurande ämnen, varvid försurningen av skogsmarken tilltar snabbt.

1.10 Vegetationsregioner

Beroende på klimat och växtlighet har man delat in Sverige i olika biotiska områden eller vegetationsregioner, [8] sidan 20. Längst norrut finns fjällregionen eller den alpina regionen som utgörs av trädlösa fjällområden. Något längre söderut och i lägre liggande trakter ligger den s k fjällbjörksregionen vilken också kallas den subalpina björkskogsregionen. Fjällbjörk, *Betula pubescens ssp turtuosa*, är en underart till glasbjörken.

Större delen av Sverige täcks av den norra barrskogsregionen, eller den boreala regionen. Den ingår i ett barrskogsbälte, i Ryssland kallat taigan, som sträcker sig över de norra delarna av Amerika och Eurasien. Även lövträd, som t ex björk och asp finns i taigan, men det är barrskogen som dominerar. Ek saknas och ask, lind och alm är sällsynta. Gränsen mot den subalpina regionen beror dels på höjden över havet samt på läget räknat från ekvatorn. Som

högst når barrskogsgränsen 850 m ö h på latitud 62 °N medan den endast är 425 meter vid 69 °N. Gränsen mellan den boreala regionen och boreo-nemorala, eller södra barrskogsregionen utgörs av den *sk Limes norrlandicus*, eller den naturliga norrlandsgränsen. Denna gräns är främst en klimatgräns men den visar i stort där den mellansvenska slättbygden övergår i kuperad norrlandsterräng. Den södra barrskogsregionen avgränsas i sydväst av den naturliga utbredningen för gran. Här dominerar gran och tallskog men på bördigare mark finns bok, ek, ask och alm. Vildväxande bok finns dock endast i den sydligare delen.

Den nemorala regionen, eller den södra lövskogsregionen domineras av bok och ekbestånd men på många ställen har man planterat mellaneuropeiska typer av gran. Tallen som invandrade söderifrån saknas nästan helt. Till regionen hör i stort sett Skåne och västkusten. Se även [9] sid 103-110 för en mera detaljerad diskussion ang växtgeografiska förhållanden.

1.11 Skogens kretslopp - olika skogsbruksmetoder

1.11.1 Traditionellt skogsbruk

Markberedning och plantering

En ny skog måste anläggas senast tre år efter slutawerkning. Före plantering måste markberedning ske, vilket i regel innebär att översta marktäcket tas bort, ner till mineraljorden, i fläckar eller ränder. Sedan planteras 2 000 - 2 500 plantor per hektar.

Röjning

Röjning i plantskog måste göras, om det kommer tätt med lövsly som växer snabbare än barrplantorna. Detta bör röjas bort på ett tidigt stadium för att barrplantorna ska klara sig. Annars röjer man i ungskogen när den är 2-3 m hög. Man tar bort träd av dålig kvalitet, och trädslag som inte ska finnas i bestånden, tills där är 1 500 - 1 800 plantor kvar per hektar. Man bör sträva efter att få minsta möjliga höjdskillnad mellan träd intill varandra, samt att få en jämn stamfördelning, för att utnyttja marken bäst.

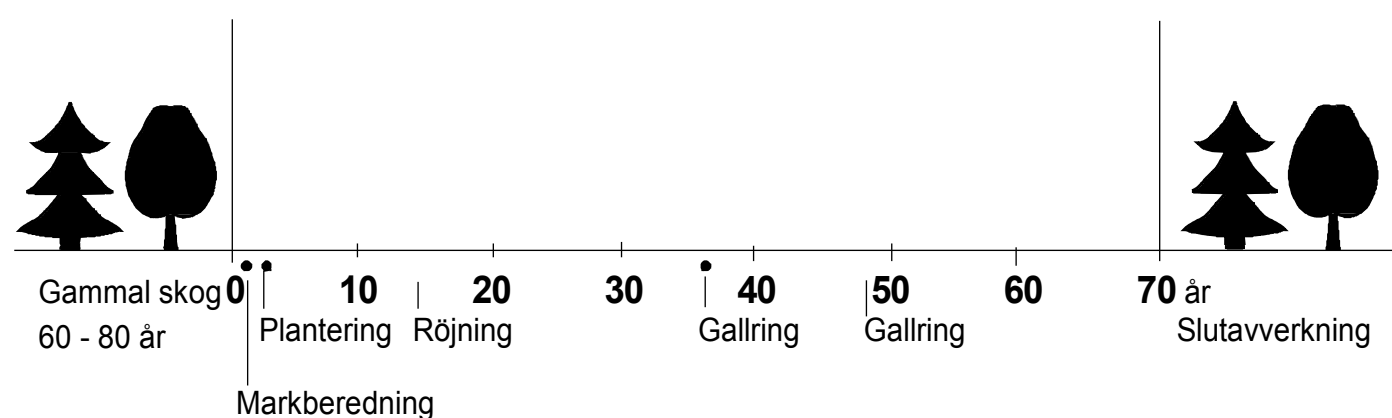
Gallring och slutawerkning

Gallring gynnar utvecklingen av grov och frisk skog med hög kvalitet, men är också en del av virkesskörden.

Första gallringen görs normalt då höjden på de grövsta träden är 12 - 14 m, och detta brukar vara när träden är 30 - 35 år gamla. Viktigt är att gallra innan beståndet blir för tätt och trädkronorna för upphissade.

Grundregeln är att de bästa träden ska sparas till slutavverkningen. Man börjar med att ta bort skadade, sjuka och undertryckta träd, och sedan tar man bort träd som tränger eller skadar de träd som ska vara kvar. Till sist gallrar man bland övriga träd, i första hand de klenaste, så att man får rätt stamantal, 1 000 - 1 300 per hektar.

Ytterligare en eller två gallringar kan förekomma när skogen blir äldre. Sista gallringen bör göras 20 - 40 år före slutavverkningen för att träden ska kunna utnyttja gallringseffekten. Till slutavverkningen lämnas 400 - 600 träd per hektar.



Figur 2: Exempel på hur traditionellt skogsbruk kan se ut.

1.11.2 Fröträd

En förnyngningsmetod som skiljer sig från traditionellt skogsbruk är användning av fröträd, vilka är speciellt utvalda högklassiga träd med god fröproduktion. Vid förnyngningshuggning sparas då 50 - 150 träd per hektar jämnt fördelade över hygget. De bildar en fröträdsställning som besår hygget, så att skogen naturligt förnyngas.

1.11.3 Blädning

En annan skogsbruksmetod är blädning, vilket innebär avverkning av enstaka träd eller grupper av träd, vanligen de grövsta och värdefullaste, och i de luckor som uppkommer räknar man med en naturlig återväxt.

På detta sätt omvandlar man likåldriga bestånd till olikåldriga, och dessutom undviker man kalhuggning, vilket är en fördel vid skötsel av bl a skyddsskogar i brant och erosionskänslig terräng. Nackdelen är att blädning bara kan tillämpas på skuggtåliga trädslag, t ex gran. För icke skuggtåliga trädslag blir det knappast ekonomiskt med blädning, ty då uppstår det ojämna och luckiga bestånd med minskad tillväxt och försvårad avverkning. Därmed är blädning en olämplig skötselmetod i större delen av landet.

1.11.4 Ståndortsanpassat skogsbruk

Man använder ordet ståndort (=växtplats) när man tänker på de naturgivna förutsättningar, ifråga om markslag, vattenförhållanden och lokalklimat m m, som avgör växtplatsens produktionsförmåga.

Skogsstyrelsen och Domänverket har sedan 80-talet gjort en stor satsning, och bl a gett ut läro- och handböcker i ekologi och skogsskötsel, för att främja ett mer ståndortsanpassat skogsbruk, och målet med detta är att skapa bästa möjliga tillväxtmiljö för träden, med skötselmetoder som samtidigt minimerar risken för negativa effekter på miljön. Med andra ord, man vill förena virkesproduktion och naturvård på ett lämpligt sätt. Därmed garanteras också skogsmarkens uthålliga produktionsförmåga.

För att kunna bedriva ett ståndortsanpassat skogsbruk måste man avgränsa och beskriva de aktuella ståndorterna, för att kunna välja rätt skötselåtgärder, både med hänsyn till naturvård och virkesproduktion. För detta ändamål har, i anslutning till riksskogstaxeringen, en gruppering av åtta klimatzoner gjorts, och dessa har sedan använts för att kartlägga Sveriges ståndorter, 23 500 provytor. I en ståndortsbeskrivning anges trädens art och ålder, belägenhet, klimat, typ av mark och bördighet. Skogsbrukaren kan med hjälp av ståndortsegenskaperna bestämma ståndortsindex och sedan med tabeller eller funktioner beräkna boniteten, d v s växtplatsens bördighet eller naturgivna förmåga att producera virke.

1.12 Träd i Sverige och övriga världen

Eftersom olika trädslag kräver olika klimat, närings- och vattenförhållanden, varierar förekomsten av våra trädslag mycket mellan olika delar av landet. Man säger att trädslagen har en naturgiven utbredning och förekomst. Men tack vare vårt skogsbruk gynnas naturligtvis ekonomiskt fördelaktiga trädslag, och även nya trädslag har introducerats, som t ex contortatallen, *Pinus contorta*, från Nordamerika. Botaniskt delas växterna in i naken- eller gömfröiga, gymno- resp angiospermer. Till den första gruppen hör alla barrträd medan lövträden återfinnes i den andra gruppen. Notera att ordningen mellan de olika familjerna varierar mellan olika botaniska inriktningar. Även de latinska namnen kan ändra sig då och då. För en mera fullständig sammanställning, se [10].

1.12.1 Barrträd, *Gymnospermae*

Tall, *Pinus silvestris*, och gran, *Picea abies*, är våra vanligaste trädslag, och förekommer i stort sett i hela landet. Tallen trivs bäst på relativt magra och torra ståndorter, till skillnad från granen som vill ha näringsrik mark med god vattentillgång. Därmed dominerar tall där gran är mindre vanlig och vice versa. Ett antal ytterligare barrträd förekommer ibland i träindustriella

sammanhang och nedan återfinnes en kort sammanställning. Förutom familjen tallar finns familjerna cypresser, *Cupressaceae*, och idegranar, *Taxaceae*.

1.12.1.1 Familjen tallar, *Pinaceae*

Till släktet *Pinus* hör främst vår vanliga tall, *P. sylvestris*, som i Sverige är ett av våra viktigaste skogsbildande träd. Andra arter finns också som ofta förekommer i odling, exempelvis bergtall, *P. mugo* som finns i Alperna. Contortatallen, *P. contorta*, liksom *P. radiata*, och weymouthtall, *P. strobus*, kommer från Nordamerika medan svarttall, *P. nigra*, och terpentintallen, *P. pinaster*, kommer från södra Europa. En speciell tall den sk cembratallen, *P. cembra*, hör hemma i Alperna och Karpaterna. C:a 80 arter finns på norra halvklotet.

Lärkträd hör till släktet *Larix* som innehåller 10 arter. Åtminstone tre förekommer som odlade i Sverige, europeisk lärk, *L. decidua*, sibirisk lärk, *L. sibirica*, och japansk lärk, *L. kaempferi*. Den första arten självsår sig i bland.

Till släktet granar, *Picea*, hör främst vår "vanliga" gran *P. abies*, men andra arter odlas eller importeras ibland som virke. Dit hör ex vis vitgranen, *P. glauca*, blågran, *P. pungens*, serbisk gran, *P. omorica*, samt sitkagranen, *P. sitchensis*. Den senare hör hemma i Nordamerika. C:a 50 arter finns främst på norra halvklotet.

Där finns också släktet hemlockgranar, *Tsuga*, med arten västamerikansk hemlock, *Tsuga heterophylla*. Släktet innehåller 9 arter. Släktet *Abies* med c:a 50 arter, innehåller sk ädelgranar varav den sk silvergranen, *A. alba* finns i södra Europas bergstrakter. Andra ädelgranar är nordmannsgranen *A. nordmannia*, pichtagranen, *A. sibirica*, och coloradogranen *A. concolor*. Kaskadgran, *A. procera*, och kustgran *A. grandis*, är ofta planterade i Sverige men de kommer också ursprungligen från Nordamerika liksom douglasgranen, *Pseudotsuga menziesii*. Detta släkte innehåller fem arter.

1.12.2 Lövträd, *Angiospermae*

Till de ädla lövträden räknas bl a ek, bok, ask (*Fraxinus excelsior*), alm (*Ulmus glabra*, *U. carpinifolia*), lind (*Tilia cordata*) och lönn (*Acer platanoides*). De finns alla i huvudsak söder om Dalälven, och de förekommer i nämnvärd omfattning endast lokalt, på näringsrik mark med god tillgång på vatten. En speciell "ädellövsogslag" har stiftats för att bevara de ädla lövträdsskogarna.

1.12.2.1 Familjen videväxter, *Salicáceae*

Till familjen *Salicáceae* hör bl.a. annat släktena *Salix* och *Populus*. Många av arterna är tvåbyggare d. v.s. han- och honblommor växer på olika träd. Asp, *Populus tremula*, och sälg, *Salix caprea*, förekommer i hela landet.

1.12.2.1.1 Asp, *Populus*

Till släktet *Populus* hör 30 - 40 arter som mest förekommer på norra halvklotet. Dessutom finns ett stort antal hybrider. Släktet är enligt [11] indelat i fem sektioner: *Turanga* olikbladiga popplar, *Leuce* aspar och vitpopplar, *Aigeros* svartpopplar, *Tacamahaca* balsampopplar och *Leucoides* storbladiga popplar. *Leuce* delas sedan in i *Trepidae* aspar och *Albidae* äkta vitpopplar. Underavdelningen *Turanga* innehåller endast en art, *Populus euphratica*, som växer i centrala Asien, Mellanöstern, Spanien och norra delen av Afrika. Vår egen asp, *Populus tremula*, hör till avdelningen *Trepidae* dit också två nordamerikanska arter placerats in, *P. tremuloides* och *P. grandidentata*. Till vitpopplarna hör *P. alba* som finns i Mellan- och Sydeuropa, Nordafrika och Asien. Det finns också en grå poppel *P. canescens* som av många anses vara en hybrid mellan *P. tremula* och *alba*. Gråpoppelns finns bl. a. i Danmark där de används som läplanteringar p. g. a. att de tål salt och vind. Till svartpopplarna hör *P. nigra* och *P. deltoides* där den första finns vid Medelhavet och den andra i Amerika. Mellan europeiska och amerikanska svartpopplar bildas hybrider som går under samlingsnamnet *P. x euramericana*. Balsampopplar finns bara i Nordamerika och Asien. Till de amerikanska hör arterna *P. trichocarpa*, *balsamifera* och *candicans* medan några asiatiska arter är *P. laurifolia*, *koreana*, *maximowiczii* och *simonii*. Av de storbladiga popplarna finns en nordamerikansk art *P. heterophylla*. De andra finns i Fjärran östern. En art nämns speciellt i [11], *P. lasiocarpa*, vilken är sambyggare d.v.s han- och honblommor finns på samma träd

I Sverige förekommer bara en art, asp, naturligt. Den s. k. hybrid Aspen är en korsning mellan denna och *P. tremuloides*. Aspen förekommer i stort sett i hela Sverige bara medeltemperaturen överstiger 7.6 °C. Mest aspar har vi i Svealand där den svarar för c:a 16 % av alla lövträd. På bladen förekommer ibland sk rotsvampar, *Melampsora*, men dessa skadar inte virket. Allvarligare är då ett antal rötsvampar bl. a. eldtickan *Phellinus ignarius*, och asptickan *Phellinus tremulae*. Svampen kommer in i trädet via skador på grenar och bark och veden färgas först mörkt brun för att senare bli blek. Fnösketickan, *Fomes fomentarius*, och honungsskivlingen, *Armillaria sp.*, angriper också aspen. Den nedre delen av stammen blir ofta ihålig av den senare typen. Bakterier och svampar som orsakar kräfta finns också ofta i aspbestånd, liksom ett stort antal insekter som lever på blad och virke. Aspvedbockarna, *Saperda carcharias* och *populnea*, liksom träfjärilen *Cossus cossus*, tillhör de allvarligaste skadegörarna på virket, liksom den gråbandade barkbocken, *Xylotrechus rusticus*.

Huvuddelen av våra aspar går idag till pappersframställning och användningen i annan träindustri är mycket begränsad om man undantar tändsticksframställning. Aspen anses svår att torka och den får ofta besvärliga formförändringar och spricker lätt vid kvistarna. Genom att till viss del torka stocken innan uppsågningen kan dock problemen göras mindre. I [11] anges att asp tidigare använts till emballage, fanér, blindträ i möbler, bastuinredningar, lastpallar, spån- och boardskivor m.m.

1.12.2.2 Familjen björkar, *Betulaceae*

Släkterna al, (*Alnus*) och björk, (*Betula*), hör botaniskt till familjen *Betulaceae*. Alla arter är sambyggare dvs de har han- och honblommor på samma träd. Blommorna sitter i hängen och frukterna är, botaniskt sett, nötter.

1.12.2.2.1 Björk (*Bétula*)

Vårt vanligaste lövträd är björk, och vi har två trädformade björkarter, vårtbjörk *Betula verrucosa*, som även heter *B. pendula* och glasbjörk (*B. pubescens*). Björken finns över hela landet, med högst andel i delar av de fjällnära skogarna. Ytterligare en art finns, dvärgbjörken, *B. nana*, men den har i dagsläget inte samma ekonomiska betydelse. Enligt [12] finns skilda åsikter om hur många björkarter som finns i världen i övrigt, siffror mellan 50 och 400 nämns. Det synes dock som om man är ense om att dela in dem i följande grupper:

Sektion *Eubetula*

Undersektion	<i>Costatae</i>	Gulbjörkar (Asien och Nordamerika)
	<i>Albae</i>	Vitbjörkar (Europa, Asien och Nordamerika)
	<i>Nanae</i>	Dvärgbjörkar (Europa, Asien och Nordamerika)

Sektion *Betulaster*

Undersektion	<i>Acuminatae</i> (Asien)
--------------	---------------------------

Vårt- och glasbjörk hör till vitbjörkarna. Även inom arterna finns varianter ex vis Ornäsbjörken, *B. pendula f. dalecarlia* som används som prydnadsträd då den har speciellt flikiga blad. Varianten *carelia*, eller masurbjörken har stort ekonomiskt värde som fanér eller finare virke. Glasbjörken har en mera nordlig utbredning än vårtbjörken. Den förstas sydgräns ligger vid Alperna medan den andra tom finns på Sicilien. Nordgränserna är 70 resp 65 °N. Björken svarar för c:a 70 % av vårt totala löwirke eller 286 Mm³sk. Detta är omkring 10 % av all skog i Sverige. Masurbjörk kan odlas med framgång, i alla fall i Finland. Fyra former förekommer: Knöl-, hals-, rand- och ringmasur där de två första är de vanligaste. Masurbildningen är genetiskt betingad vilket innebär att man kan så masurbjörk. Långt ifrån alla plantor utvecklar dock masur och i så fall efter 5 till 10 år. Fjällbjörk är en underart till glasbjörken, *B. pubescens var turtuosa*.

Björkar angrips av många svampar ex vis eldtickan, *Phellinus igniarius*, fnösketickan, *Fomes fomentarius*, sprängtickan, *Inonotus obliquus*, och björkticka, *Piptoporus betulinus*. De tre första orsakar vitröta medan björktickan är en brunrötesvamp. I Norrland och Småland är angrepp av svarttickan, *Phellinus negricans*, vanliga. Även denna är en vitrötesvamp. Sk häxkvastar förekommer oftast på glasbjörk. Det är en svampart, *Taphrina betulina*, som angriper bladen och den angripna kvisten förgrenar sig starkt. Svampen anses inte skada träden i övrigt. Vårtbjörken angrips av en annan *Taphrina*-art.

Även insekter trivs på björk. Björksplintborren, *Scolytus ratzeburgi*, angriper levande träd. Vid allvarigare angrepp leder detta till att träden dör. Insekten borrar upp lodräta rader av hål i bark och näver. Trädödaren, randiga lövvedborren, *Trypodendron signatum*, och den bredhalsade varvsflugan, *Hylecoetus dermestoides*, är andra arter som angriper virket. Vanligt förekommande är spåren efter den sk björkbastflugan, *Phytobia betulae*, vars larver äter gångar under barken. Gången övervallas sedan med brun vävnad vilken syns som långa bruna strimor i virket. I [12] nämns ytterligare ett tjugotal insekter som tycker om björk.

Det är svårt att skilja på virke från vårt- och glasbjörk men några skillnader i mikrostrukturen nämns i referensen ovan.

Som nämnts ovan angrips björkvirke lätt av svampar. Björken saknar kärna och kan därför tryckimpregneras genom hela tvärsnittet men inte ens detta hjälper vid markkontakt. Veden angrips då ofta av sk mjukröta. Rått virke missfärgas också lätt vid lagring. Till en del anses detta kunna undvikas genom sk syrfällning, dvs kvistar och blad får vara kvar på trädet en tid efter det att det avverkats.

Björkvirke har mycket hög drag- och böjhållfasthet. Vårtbjörken har något högre värden än glasbjörk. I förhållande till densiteten har björk en draghållfasthet som toppar världsligan men även vridhållfastheten är utomordentlig. Det borde därför passa i många byggnadskonstruktioner, ex vis limträbalkar, men användningen hittills är låg till detta ändamål.

Framför allt kvistfritt virke av glasbjörk används i träindustrin för möbeltillverkning. Vårtbjörken blir ofta flammigare och mera snedfibrig vilket gör virket svårare att bearbeta. Om flammigheten övergår i masurbjörk blir dock priset högt och virket prissätts tom i kr/kg. I Finland sägs det följa priset på socker. Björk anses av många som lätt att torka men kräver 50% längre torktid än barrvirke. Problem finns dock med missfärgning och deformationer.

Ett speciellt användningsområde är utvinningen av björksocker, xylitol, som inte orsakar karies. I Finland används 120 000 m³ flis om året till detta. Priset är dock 7 till 8 gånger högre än för vanligt socker.

1.12.2.2 Al (*Alnus*)

Fyra arter av al finns i Europa, varav två finns i Sverige, klibbal (*A. glutinosa*) och gråal (*A. incana*). Veden är ströporig, dvs kärnen är jämnt fördelade över ett tvärsnitt, men dessa är inte synliga för blotta ögat. Alarna har både han- och honblommor på samma träd och frukterna göms i små "kottar". De blommar mycket tidigt på våren. En annan egenskap är att de kan binda kväve genom att rotknölarna lever i symbios med ett strålsvampsläkte, (*Frankia*). Mellan 50 och 100 kg kväve kan bindas per ha och år. De är också mycket ljuskrävande. Träden växer bra så länge de är unga och i referensen nedan anges att en lämplig avverkningsålder är 30 - 50 år varvid det lägre värdet gäller för gråal. Träden angrips många gånger av svampar och eldtickan, (*Phellinus ignarius*) anges som den allvarligaste. Bland insekterna synes träfjärilen, den sk trädödaren, (*Cossus Cossus*) ge allvarliga skador då larverna gräver gångar i virket. Virket är utan synlig kärna, mjukt och lätt och anses i referensen nedan lätt att torka. Efter torkningen förändras inte formen nämnvärt och virket används därför ofta i modellsnickerier. En hel del går också till möbelbranschen.

Klibbalen förekommer i så gott som hela Europa men också i Afrika och Sibirien. I Sverige finns den mest i södra landsändan upp till Gävle men följer kusten ända till gränsen mot Finland. Till viss del beror detta på att den är värmekrävande och sommartemperaturen måste i medeltal överstiga 12 °C. Den växer mest i mycket våta marker, sk alkärr, men detta kan bero på att inga andra träd trivs just där. Omkring 20 miljoner m³sk finns i Sverige varav 14 i Götaland.

Gråalen förekommer mest i norra Sverige där inte klibbalen finns i samma omfattning. Den har inte heller inte samma krav på fuktighet utan finns även på sandheddar. Virkesförrådet uppgår till 8 miljoner m³sk främst i Bergslagen och södra Norrland.

Björkal, *A. viridis*, finner man företrädesvis i de mellaneuropeiska bergstrakterna medan den italienska alen, *A. cordata* hittas i Italien och på Korsika, [13]. I källan finns dessutom ett hundratal andra referenser till verk om al.

1.12.2.3 Familjen bokar, *Fagaceae*

Boken, *Fagus silvatica*, är en sydlig art som huvudsakligen förekommer i Skåne, Blekinge och Halland. Avenboken, *Carpinus betulus*, hör egentligen till hasselfamiljen och kallas ibland för

vitbok till skillnad från *F. silvatica* som kallas rödbok. Äkta kastanj, *Castanea sativa*, finns odlad på många håll. Den ska inte förväxlas med hästkastanjen, *Aesculus hippocastanum*.

Vi har två ekarter, stjärkek, *Quercus robur*, och druvek, *Quercus petraea*, av vilka den förra är den som vi vanligen förknippar med ek, och finns överallt söder om Uppland. Den senare finns främst i de sydvästra landsdelarna och i Skåne och kallas också för bergek. I medelhavsområdet finns den sk steneken, *Q. ilex*, ett träd som kan bli 25 m högt. Några mera ovanliga europeiska arter är den turkiska eken, *Q. cerris*, och *Q. pubescens*. Den senare är dock mera buskartad. Ibland träffar man på rödeken, *Q. rubra*, som härstammar från Nordamerika. C:a 200 arter finns runt om i världen. Hit hör också den sk korkeken, *Q. suber*, som växer i Sydeuropa och Nordafrika.

1.12.2.4 Familjen almar, *Ulmaceae*

I finare möbler hittas ibland virke av alm, *Ulmus glabra*, som är ganska allmän i södra Sverige. Lundalm, *U. minor*, och vresalm, *U. laevis* finns ex vis på Öland och Gotland medan den engelska almen, *U. procera*, finns bl a i Frankrike. Arton arter finns på norra halvklotet.

1.12.2.5. Familjen lönnar, *Aceraceae*

Denna familj har bara två släkten, *Dipteronia*, och *Acer*. Till det första hör endast två arter som finns i Kina men släktet *Acer* har omkring 115 arter varav en växer på södra halvklotet. I Sverige finns naturligt två arter, skogs- eller spetslönn, *A. platanooides*, och naverlönn, *A. campestris*. Den tyska lönnen, eller sykomorlönnen, *A. pseudoplatanus*, är den vanligaste odlade arten och den påträffas ofta förvildad, [12]. Skogslönnens nordgräns ligger från norra Värmland till Ångermanland men söderut finns den ner till Schweiz men då främst i bergstrakter. Naverlönnen finns i sydligaste Skåne, i Svedala, men är allmän i Danmark och England. Sykomorlönnen finns bl a i dem mellaneuropeiska bergsområdena och det anses att den inte finns naturligt i Danmark. Skogslönnen växer aldrig i egna större bestånd utan blandar sig med andra lövträd. I Frankrike och Tyskland växer ytterligare en art, den sk dvärglönnen, *A. monspessulanum*, men den verkar inte användas i industriella sammanhang.

En svamp, cinnobergömmingen, *Nectria cinnabaria*, växer med förtjusning speciellt på grenar och stammar av lönn. En annan, *Rhytisma acerinum*, orsakar svarta "tjärfläckor" på bladen. Virket har låg motståndskraft mot röta och olika mögelsvampar orsakar missfärgningar på färskt virke. Även blånadssvampar förekommer på sykomorlönnen. Skogslönnen som träd angrips sällan av insekter men då den awerkats och torkats angrips den av släktena *Lyctus*, *Anobium* och *Ptilius*.

Vid torkningen av virket skall det helst placeras stående enligt [12] s 37. Detta för att det ska få en önskvärd brunaktig färgton. Sker torkningen för snabbt anses den dock bli missfärgad. Sykomorlön är mycket stabil för varierande luftfuktighet medan skogslön och bok anses krympa mest av alla europeiska lövträd.

Ett viktigt användningsområde för sykomorlön är resonansbottnar i stråkinstrument. Speciellt eftertraktat är sådan ved som är vågfibrig en egenhet som endast finns hos ungefär 5 % av träden. Flöjter och fagotter tillverkas också av lön. Sk fågelögontextur finns också hos vissa lönnar framför allt på den amerikanska sockerlönnen *A. saccharum*. Naverlön kan ibland få sk masurväxt och virket blir då mycket eftertraktat.

Lönnar drabbas ibland av oönskade färgförändringar, fläckar, som är svåra att se efter torkning av ex vis fanér. Om man håller fanéret mot ljuset syns de dock liksom efter ytbehandling. Ibland missfärgas större partier ex vis sk falsk kärna med grå , gråbruna och grönaktiga zoner. Felet uppträder troligen som ett resultat av svampangrepp.

Lönn är lätt att färga in och träslaget lämpar sig därför för att imitera andra mer dyrbara arter. Färgen gulnar med tiden och det är svårt att hindra detta ex vis genom att använda UV-absorberande lacker. Speciellt under 50- och 60-talen rönnte lönnen uppskattning som möbelvirke men idag är träslaget mera ovanligt.

1.12.2.6 Familjen lindar, *Tiliaceae*

Den "vanliga" linden, *Tilia cordata*, finns upp till södra Ångermanland. Den sk bohuslinden, *T. platyphyllos*, är ibland odlad men där den växer vilt är den fridlyst. Dessutom finns den ofta odlade parklinden. Släktet innehåller c:a 30 arter från norra halvklottet.

1.12.2.7. Familjen rosväxter, *Rosaceae*

Till denna familj hör åtminstone några släkten av intresse för träindustrin nämligen, päron (*Pyrus*), apel (*Malus*), oxel och rönn (*Sorbus*) och fågelbär, körsbär hägg m. fl. (*Prunus*).

1.12.2.7.1 Fågelbär, *Prunus avium*

Till släktet *Prunus* hör c:a 200 arter som finns på norra halvklottet i dess tempererade zoner, [11]. I Europa är det bara fågelbäret, *P. avium*, som uppnår rejäl storlek. Fyra andra körsbärsarter finns också i Europa och surkörsbäret *P. cerasus* bedöms också vara av intresse. Fågelbäret växer vilt i Sverige upp till Värmland och Uppland och tillhör ädellövträden. Arten behöver mycket ljus för att utvecklas bra men den tål skugga de första två åren. Ljusbehovet innebär dock att den lätt konkurreras ut av andra arter. Om trädet får en skada avsöndras en gummiartad sav, s.k. gummosis, och några författare anser detta beror på en

svamp som kommer in i såren på trädet. Andra sjukdomar på *Prunus* är exempelvis bakterios som orsakas av bakterien *Pseudomonas*. En typ av denna, *P. morspunorum*, ger sk bakteriekräfta hos trädet. Två svampar, gul monilia, *Sclerotinia fructigena*, och gråmögel, *Botrytis cinerea*, angriper också trädet men dock främst frukterna. Ibland drabbas träden också av rotröta och även här anses ett antal svampar vara av betydelse, bl. a. rottickan *Heterobasidion annosum* som orsakar vitröta, *Phaeolus schweinitzii* som ger brunröta liksom honungsskivlingen *Armillaria sp.* Ytterligare en brunrötesvamp anses angripa via sår på grenar och stam nämligen *Laetiporus sulphureus*. Träden kan bli 40 meter höga men vanligare är c:a 20 meter medan diametern i brösthöjd blir c:a 50 cm. Vid torkning anges att kärnveden krymper måttligt medan splintveden krymper starkt. Virket är lätt att bearbeta och böjningsegenskaperna är goda. Det är mycket bra som möbelvirke både som massivträ och som fanér. En annan *Prunus*-art är *P. padus*, eller hägg.

1.12.2.8 Familjen syrenväxter, *Oleaceae*

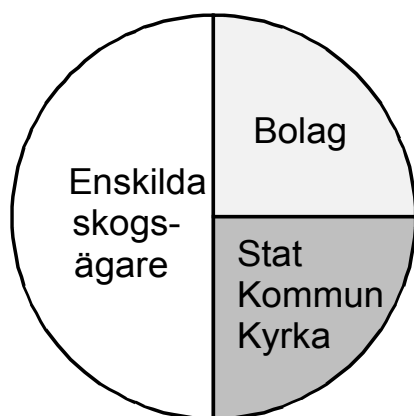
I denna familj, som också kallas olivfamiljen, finns tre släkter i Sverige, liguster (*Ligustrum*), syren (*Syringa*) och ask (*Fraxinus*). Då det endast är asken som är av intresse för den trämekaniska industrin behandlas bara denna här.

1.12.2.8.1 Ask, *Fraxinus*

Släktet *Fraxinus* innehåller 65 arter som huvudsakligen förekommer på norra halvklotets tempererade zon, [13]. En art finns i Sverige, *F. excelsior*, men två nordamerikanska arter nämns som skogligt intressanta nämligen vitask, *F. americana*, och svartask, *F. nigra*. I Frankrike och Tyskland växer den sk mannaasken, *F. ornus*, men den verkar ha mindre betydelse i träindustriella sammanhang. Asken har rätt stora krav och växer mest på fuktiga mullmarker. Asken är en sk mångbyggare dvs den har antingen han- hon- eller tvåkönade blommor på samma träd. Dess lövsprickning är mycket sen. Det går lätt att föröka askar vegetativt, dvs genom att sätta skott. Ask angrips inte av svampar så lätt men bl a pälstickan, *Inonotus hispidus*, kan etablera sig. Den är inte heller särskilt känslig för insektsangrepp. Arten har bandporigt virke och de stora kärnen syns med lätthet med blotta ögat. Virket anges som "tämligen beständigt" men inte lika bra som ek. Samtidigt är det mycket segt och starkt, ett av de starkaste vi har i Sverige, och lätt att böja vid basning. Draghållfastheten har mätts upp till hela 293 MPa enligt [13].

1.13 Vem äger Sveriges skogar?

Ungefär 75 % av den svenska skogen är privatägd. Ca 50 % ägs av ca 250 000 enskilda skogsägare, och ca 25 % av skogsbolagen. Resterande del ägs av staten, kommunerna och kyrkan, vilka med ett gemensamt namn kallas allmänna ägare, se figur 3.



Figur 3: Sveriges skogars ägoförhållande.

Huvuddelen av de statliga skogarna förvaltas av domänverket. Av dessa utnyttjas den största delen till aktivt skogsbruk, medan en liten del utgör reservat, marker med särskild hänsyn till naturvård och friluftsliv, och marker som gränsar mot fjällregionen. Under 1800-talet bildades ett stort antal skogsbolag som köpte skogsmark av bönderna, men under 1900-talet har antalet skogsbolag undan för undan minskat genom sammanslagningar, och nu har vi endast några få men stora bolag. De fem största bolagen är Svenska Cellulosa AB, STORA AB, Mo och Domsjö AB, Korsnäs AB och Graningeverken.

1.14 Vem äger Östergötlands skogar?

Skogsvårdsstyrelsen i Linköping har i en skrivelse, [14], redovisat ägoförhållandena just i Östergötland, se tabell 2. Vi ser i tabellen att enskilda personer äger ungefär 50% av skogen i Linköping, Åtvidaberg, Motala, Vadstena, Norrköping och Finspång medan detta ägande är större i t ex Valdemarsvik. Stat, kommun och kyrka har en betydligt större andel än riksgenomsnittet i ex vis Motala, medan aktiebolagen har en förhållandevis stark ställning i Finspång. I Kinda kommun synes det enskilda ägandet dominera helt. Vad som ryms i ägarkategorin "övrigt" är i dagsläget okänt. Enligt riksskogstaxeringen är skogsmarksarealen något större, 619 000 ha, än vad som anges i tabell 2. Efter det att lantbruksräkningen genomfördes har Domänverkets mark bolagiserats (heter numera ASSI-Domän AB). I tabell 3 har arealen i stället fördelats efter storleken på innehavet. Av tabellen framgår att många skogsföretag är mycket små 2 198 av 8 822 st. Näst i tur kommer de företag som har en areal mellan 5 och 20 ha. Antalet företag med en areal över 400 ha är å andra sidan förhållandevis litet, 69 st. Multipliceras antalet företag med medelvärdet i intervallet synes det som om den största arealen i Östergötland upptas av företag mellan 100 och 200 ha. Denna tendens verkar vara förhållandevis fast inom länet. Som nämns i [14] är ägostrukturen viktig för skogsbruket. Ett stort företag kan besluta att införa en ny teknik på mycket stora arealer samtidigt. Mindre företag med många ägare låter sig inte påverkas så lätt av nymodigheter vilket kan vara av stort värde ur naturvårdssynpunkt.

Virkesförrådet uppgår till omkring 145 m³sk/ha, = skogskubikmeter per ha. Under tjugotalet var motsvarande siffra 103 m³sk/ha vilket betyder att man tidigare hade glesa skogar som nu blivit markant tätare. Den största ökningen av virkesförrådet svarar granen för. Noteras bör att en stor del av lövträdstillgångarna står på annan mark än skogsmark. Barrskogarna utgör 85 % av skogsarealen, medan blandskogar har 6 % och lövskogen 8 %. Sk ädla lövskogar utgör endast 1 % av skogsarealen. Man bör också vara medveten om att huvuddelen av lövträden står i barrskogarna. Intressant är också att notera hyggenas storlek. De privata ägarnas hyggen är i genomsnitt c:a 2 ha vilket hållt sig tämligen konstant under den senaste tjuugoårsperioden, medan Domänverkets hyggen var c:a 14 ha 1978 och c:a 4 ha 1993/94. Motsvarande siffror från aktiebolagsskogarna var c:a 9 ha mot omkring 6 ha. Hyggesstorlekarna har således minskat kraftigt, framför allt hos de stora skogsägarna.

Tabell 2: Areal skogsmark i ha fördelad efter företagarekategori enligt Lantbruksräkningen 1992, [14].

Kommun	Enskild person Enkelt bolag, Dödsbo	Aktiebolag	Staten	Kommun	Kyrka	Övriga	Summa
Linköping	34 268	5 695	13 233	3 017	710	4 457	61 380
Åtvidaberg	25 795	21 467	2 691	189	2 040	624	52 806
Ödeshög	16 497	16	1 247	117	304	5 177	23 358
Boxholm	14 985	20 951	3 769	35	892	69	40 701
Motala	27 191	1 607	17 673	2 167	1 416	2 320	52 374
Vadstena	942	165	426		54	21	1 608
Mjölby	13 415	1 789	2 488	547	1 207	117	19 563
Norrköping	32 123	17 841	2 094	2 616	915	14 750	70 339
Finspång	36 810	32 575	6 758	570	1 035	2 533	80 281
Söderköping	28 575	2 611	57	513	735	2 596	35 087
Valdemarsvik	32 689	4 664	1 198	651	300	751	40 253
Kinda	61 992	7 039	3 310	1 408	1 843	9 800	85 392
Ydre	31 268	8 625	10 377	18	1 853	105	52 246
Summa	356 550	125 045	65 321	11 848	13 304	43 320	615 388

Tabell 3: Antal företag fördelat efter storleksgrupp på skogsmarksareal enligt Lantbruksräkningen 1992.

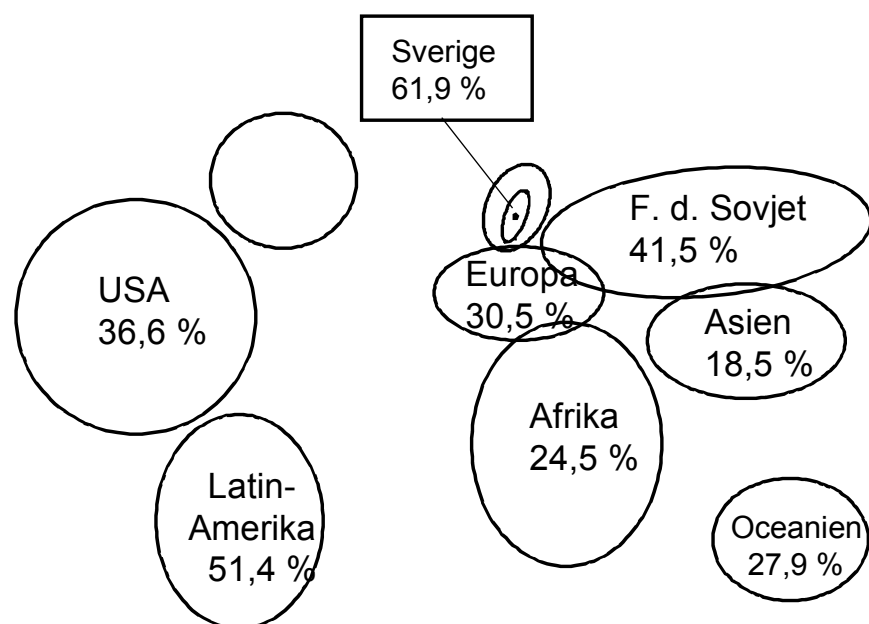
Kommun	Storleksgrupp, hektar skogsmark								Summa
	0	0,1-5	5,1-20	20,1-50	50,1-100	100,1-200	200,1-400	400,1-	
Linköping	474	243	370	188	100	46	13	10	1 444
Åtvidaberg	75	28	59	69	78	58	24	3	394
Ödeshög	179	72	170	133	62	21	6	1	644
Boxholm	54	25	84	74	58	26	5	2	328
Motala	224	137	220	133	63	30	27	6	840
Vadstena	183	29	27	12	3	0	0	0	254
Mjölby	251	142	200	106	31	16	5	2	753
Norrköping	262	122	255	209	114	46	14	7	1 029
Finspång	80	28	106	144	97	47	25	5	532
Söderköping	135	55	164	120	70	47	14	8	613
Valdemarsvik	78	31	95	110	85	67	26	8	500
Kinda	120	52	188	229	181	124	46	13	953
Ydre	83	24	97	137	102	70	21	4	538
Summa	2 198	988	2 035	1 664	1 044	598	226	69	8 822

2 INTERNATIONELLA TILLGÅNGAR PÅ SKOG

(Källor till detta kapitel: [3], [15], [16] och [17].)

2.1 Skogstyperna och dess geografiska läge

En gång i tiden var ungefär två tredjedelar av jordens landyta täckt av skog. I dag återstår hälften. Skogarna är ojämnt fördelade över jorden, och andelen skog är i princip en funktion av befolkningsmängden - där det är ont om skog, är det gott om människor, och tvärtom.



Figur 4: Andelen skogsmark i olika delar av världen. [15]

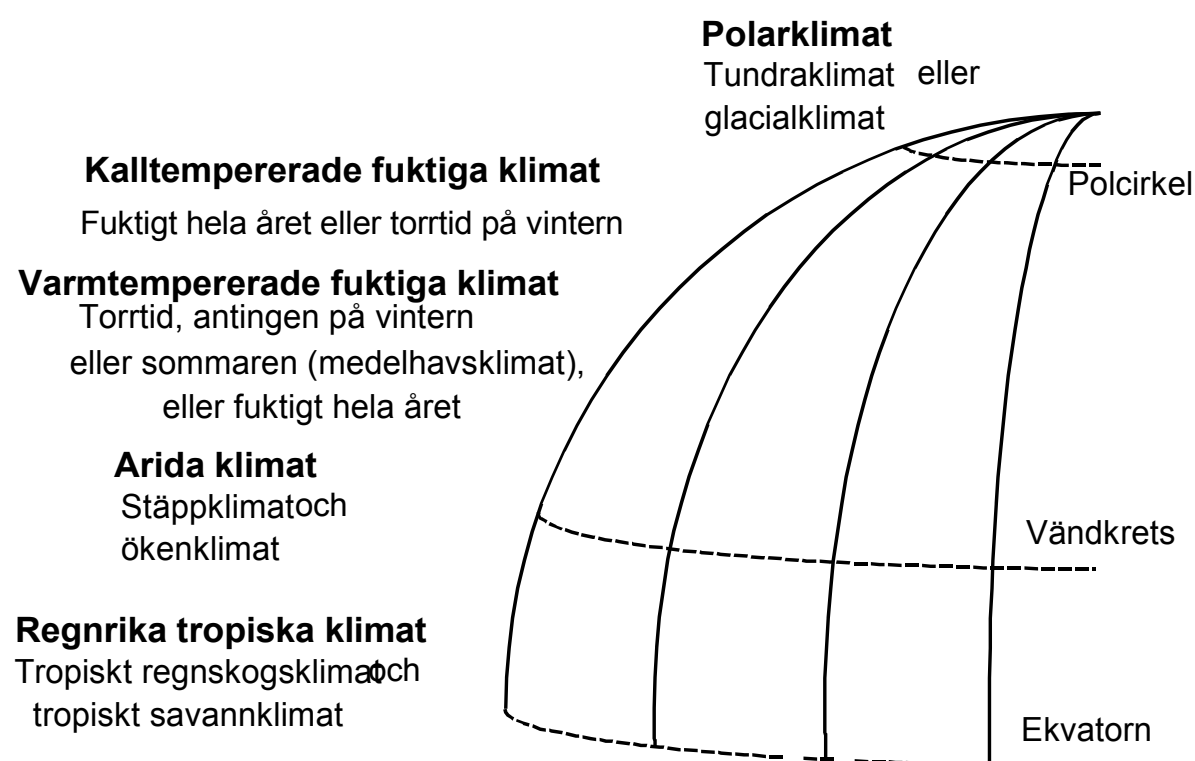
Skogens naturliga utbredning bestäms främst av vegetationsperiodens längd, vilken styrs av klimatet (t ex nederbörd, medeltemperatur och luftfuktighet), medan skogens detaljutformning bestäms av bl a markbeskaffenheten.

Världens skogsregioner utgörs av:

- o tempererade barrskogar
- o tempererade blandskogar
- o Varmtempererade skogar
- o Tropiska regnskogar
- o Tropiska savannskogar
- o Arida* torrskogar

* Arida områden är områden där avdunstningen är större än nederbörden.

Ca 60 % av världens skogar är lövskog, och dessa finner man till största delen i de tropiska och subtropiska områdena, medan de naturliga barrskogarna nästan uteslutande finns på norra halvklotet.



Figur 5: Jordens klimatzoner i grova drag.

2.2 Världens skogar minskar

Världens skogar omfattar idag omkring 4 miljarder hektar, men minskningen är omfattande, och det är i framförallt två regioner som skogarna försvinner: i tropikerna och i det nordiska barrskogsbältet i Kanada, Alaska och f d Sovjet.

I tropikerna förekommer avskogning i tropisk regnskog och mangroveskog^{**} för utnyttjande av land för andra ändamål, t ex transmigrationsprojekt i Indonesien, och anläggande av transamazoniska vägar med åtföljande kolonisering i Brasilien. Men den tropiska skogen består även av savann- och torrskogar, och det är egentligen där som skogsförstörelsen går snabbast, och det är där de svåraste miljöproblemen uppstår.

FN-organet FAO har uppskattat dagens minskningstakt i den tropiska skogen till nästan 17 miljoner hektar per år, vilket motsvarar 70 % av Sveriges skogsareal per år, eller ett hektar var annan sekund, [15].

^{**} Mangroveskog: Ständigt grön, nästan ogenomtränglig trädvegetation längs tropiska och subtropiska kuster.

I den andra av regionerna sker minskningen p g a att takten på nyplantering inte står i proportion till kalhyggen, försämrad skog och försämrad återväxt.

2.2.1 Avskogningens orsaker

De viktigaste orsakerna till avskogningen i tredje världen, är fattigdom, överbefolkning och hunger, och inte , som man ofta hör, papperstillverkning och produktion av lyxartiklar i tropiska träslag, även om detta naturligtvis också bidrar.

Tabell 4: Orsakerna till minskningen av de tropiska skogsområdena. [15]

Svedjebruk	45 %
Planerad röjning för jordbruksmark	15 %
Röjning för betesmark	15 %
Röjning för dammar, vägar o s v	10-15 %
Skogsbruk	10 %
Eld	1-5 %

Den helt dominerande orsaken till att skogarna försvinner, är alltså svedjning och röjning för att ge människor mat, och bara 10 % orsakas av skogsbruk som levererar ved och virke.

80 % av det virke som avverkas i u-länderna används för uppvärmning, matlagning etc. Detta försöker man åtgärda med planteringar av träd direkt avsedda för bränsle, men ofta har resultatet varit mycket dåligt, kanske p g a att det sker i för liten skala och med för litet politiskt stöd.

De övriga 20 % går till industriell förädling. Detta sker genom plockhuggning av utvalda träslag, vilket kan leda till att vissa arter utrotas lokalt. Det gäller t ex exklusiva träslag som mahogny, ebenholts och rosenträ. Oseriösa plockhuggningar har skadat skogsekosystem och lett till okontrollerad bosättning och uppodling på flera platser.

2.2.2 Avskogningens följder

Faran med avskogningen utgörs av djupgående förändringar av landskapet. Erosion och jordförlust tilltar när marken blir oskyddad. Markens minskade vattenhållande förmåga och flödesutjämnande effekt leder till växling mellan torra och snabb avinning, vilket medför periodiska översvämningar med igenslammade vattendrag och bevattningssystem, försumpning och försaltning.

Överutnyttjande av savann- och torrskogar leder till buskskog och jordförstörelse av ovan nämnda slag. Det är från dessa skogar som ökenbildningen utgår, och denna förändring är definitiv!

En annan effekt av att skogen försvinner, är att avdunstningen och befuktningen av luften minskar, och därmed påverkas hela den klimatiska situationen, både lokalt och globalt. Dessutom ökar växthuseffekten, eftersom organiskt bundet kol frigörs och hamnar i atmosfären som koldioxid, i samband med avskogning.

2.2.3 Storskaligt plantageskogsbruk

Som nämnts tidigare har de småskaliga nyplanteringsförsök som gjorts, inte gett särskilt lyckade resultat, men ett mer storskaligt plantageskogsbruk är nu på frammarsch. Man odlar snabbväxande tall eller eukalyptus med höga produktionsresultat, och detta används framför allt av massaindustrin. En del går på export, men lokala massa- och pappersindustrier är på gång, och detta skapar sysselsättning, både i odling och industri, för de människor som tidigare tvingats till svedjebruk för sin överlevnads skull.

2.3 Sveriges import av tropiska träslag

Jämfört med övriga Europa importerar Sverige relativt små kvantiteter tropiskt virke, (omkring 30 000 m³ per år), och detta beror på att Sverige har en egen produktion av konstruktionsvirke. De träslag som importeras används dels p g a sitt estetiska värde i form av färg och utseende, t ex inom fanér- och möbelindustrin, och dels p g a speciella virkesegenskaper som hårdhet eller rötbeständighet, t ex till båtredningar, utemöbler och ytterdörrar. Importen har dock minskat de senaste åren, med anledning av den växande opinionen mot tropiskt virke, och även för att ljusa träslag är på modet inom inredningsbranschen.

2.3.1 Vilka träslag importeras?

Följande lista av tropiska träslag anses, av svenska importörer och slutanvändare, vara av betydelse [16].

Namn	Växtområde
Hondurasmahogny (<i>Swietenia macrophylla</i>)	Mellan- o Sydamerika, planterat i Afrika o Sydostasien
Afrikansk mahogny (<i>Khaya ivoriensis</i> , <i>K. anthotheca</i>)	Västafrika
Iroko (<i>Chlorophora excelsa</i>)	Västafrika
Abachi (<i>Triplochiton scleroxylon</i>)	Västafrika

Namn	Växtområde
Gabon (<i>Aucoumea klaineana</i>)	Västafrika
Teak (<i>Tectona grandis</i>)	Afrika o Sydostasien, planterat på Java bl a
Ramin (<i>Gonystylus sp.</i>)	Sydostasien
Meranti (<i>Shorea sp.</i>)	Sydostasien
Merbau (<i>Intsia bijuga, I. palembanica</i>)	Sydostasien
Gummiträd (<i>Hevea brasiliensis</i>)	Sydamerika, planterat i Sydostasien

2.3.2 Varifrån?

Fem länder står för tre fjärdedelar av importen till Sverige, nämligen Brasilien, Malaysia, Indonesien, Kamerun och Elfenbenskusten. Av dessa har Elfenbenskusten den klart största avskogningstakten, där 5 % av skogen försvinner varje år. I de övriga fyra länderna försvinner 1-2 % varje år. På Malaysia förekommer lokalt, på Sabah, en avskogning på 3 % per år. (Siffrorna bygger på Skogsmästare Johan Bergstedts föreläsning om Internationella tillgångar på skog, i Träteknik grk 1993.)

De exporterande länderna visar numera tendenser att sätta upp mål för ökad inhemsk vidareförädling.

3 JURIDISKA FÖRHÅLLANDEN FÖR DEN ENSKILDE SKOGSÄGAREN

Regler för vilka träd som fick avverkas kom tidigt, på olika krav gällande bete, bärande träd och ek till krigsbåtar.

Vid sekelskiftet kom den första skogsvårdslagen om återskogningsplikt, och lagar och förordningar som gällde skötsel av hela skogar, och inte bara av enskilda träd som förut. Anledningen till detta var att den svenska skogen under 1800-talet hade utsatts för svåra påfrestningar, tack vare industrialiseringen som krävde ökade leveranser av sågat virke och gruvvirke. Avverkningen skedde då ofta som planlös utplockning av de bättre träden och ledde till tras- och restskogar. Intresset för återväxten var ungefär lika med noll. Nya skogsvårdslagar har sedan, med jämna mellanrum, ersatt gamla skogsvårdslagar.

3.1 Den tidigare Skogsvårdslagen (SVL)

1948 års skogsvårdslag ersattes 1979 skogsvårdslagen (1979:429), vilken trädde i kraft 1 jan 1980. Denna lag är en ramlag, dvs det finns ingen detaljreglering av sättet på vilket skogsägarna måste sköta sin skog. Regeringen och skogsstyrelsen hade dock rätt att meddela mer detaljerade föreskrifter. T ex har regeringen i skogsvårdsförordningen (1979:791) lämnat närmare föreskrifter för hur skogsbruket ska utövas.

3.2 1990 års skogspolitiska kommitté

Genom beslut den 21 juni 1990 bemyndigade regeringen chefen för jordbruksdepartementet att tillkalla en kommitté med uppgift att utvärdera skogspolitiken m m, se [18]. Denna kommitté som kallade sig 1990 års skogspolitiska kommitté, bestod, förutom av jordbruksdepartementschefen, av riksdagsledamöter och kommunalråd, samt folk från bland annat Industridepartementet, Statens naturvårdsverk, Sågverkens riksförbund, Sveriges lantbruksuniversitet, Skogsstyrelsen, Träindustriarbetarförbundet, Finansdepartementet, Näringsdepartementet, Domänverket, Pappersindustriarbetarförbundet, Skogsarbetarförbundet, Miljö- och naturresursdepartementet, Skogsägarnas riksförbund, Världsnaturfonden, Sveriges skogsvårdsförbund och Svenska naturskyddsföreningen. (Denna uppräkningslista för att visa vilken mångfald av personer som ingick i kommittén.)

Utgångspunkterna för kommitténs arbete var en total genomgång och översyn av skogspolitiken samt en utvärdering av skogspolitikens mål och medel. Kommitténs uppgift var att ge förslag på vilken skogspolitik som ska gälla inför 2000-talet, och dessa förslag skulle baseras dels på nuläget och dels på en framtidsbedömning.

Kommitténs förslag gavs ut i ett huvudbetänkande, Skogspolitiken inför 2000-talet (SOU 1992:76), i september 1992, och innebar i princip att grundfundamentet i svensk skogspolitik, dvs återväxtskyldigheten, ska finnas kvar, men större frihet ska ges åt varje enskild skogsägare vad gäller metoder att bruka skogen.

De stora förändringarna innebar att

- o Miljö- och naturvårdsfrågorna fick en mer framskjuten position, vilket kommer att medföra att den biologiska mångfalden förstärks.
- o Gallringsdirektiv ges, så att gallring kan ske med större variation och flexibilitet. Olika slutavverkningsmodeller påvisas, vilket kommer att medföra att det schablonmässiga skogsbruket försvinner. Dessutom togs röjningsplikten bort. Skogarnas utseende kommer härmed att bero på hur varje skogsägare väljer att agera.

3.3 Den nya skogsvårdslagen

SVL:s inledande paragraf lydde före 1994:

"Skogsmark med dess skog skall genom lämpligt utnyttjande av markens virkesproducerande förmåga skötas så att den varaktigt ger en hög och värdefull virkesavkastning. Vid skötseln skall hänsyn tas till naturvårdens och andra allmänna intressen."

dvs det som var viktigast var avkastningen i skogen. Den nya SVL som trädde i kraft den 1 januari 1994 siktar mera in sig på miljön än tidigare och den första paragrafen har därför ändrats till, se [19]:

"Skogen är en nationell tillgång som skall skötas så att den uthålligt ger en god avkastning samtidigt som den biologiska mångfalden behålls. Vid skötseln skall hänsyn tas även till andra allmänna intressen".

Vidare har man i den nya SVL infört två jämställda mål. Först nämns dock miljömålet:

"Skogsmarkens naturliga produktionsförutsättningar bör vidmakthållas. Biologisk mångfald och genetisk variation i skogen skall behållas genom att i landet naturligt förekommande växt- och djurarter ges förutsättningar att fortleva under naturliga betingelser och i livskraftiga bestånd. Hotade arter och naturtyper skall skyddas. Skogens estetiska och kulturella värden skall värnas."

Härefter anges produktionsmålet:

"Skogen och skogsmarken bör nyttjas effektivt och ansvarsfullt så att den uthålligt ger en god avkastning. Skogsproduktionens inriktning skall vara sådan att en stor framtida handlingsfrihet erhålls beträffande användningen av produkterna. Nyttjandet skall präglas av mångbruk."

Dessa mål skall uppnås genom en kombination av enskilda skogsägarnas egna insatser och ett statligt regelverk. SVL är en sk minimilag vilket innebär att andra åtgärder kan vara både företags- och samhällsekonomiskt motiverade även om det inte står i lagen precis hur man skall göra. De allmänna råden som återfinnes i regelverket är inte bindande.

SVL reglerar grundläggande krav som samhället ställer i fråga om skogsvård, och omfattar bestämmelser om återväxt och awerkning, vilka syftar till en varaktigt hög och värdefull avkastning. Nedan följer en uppställning över det viktigaste av vad lagen reglerar.

- Med skogsmark avses i lagen sådan mark som kan producera i genomsnitt minst 1 m³sk per år och ha, och som i väsentlig utsträckning inte används för annat ändamål än skogsbruk.
- Efter slutawerkning ska ny skog anläggas. Det gäller också kalytor efter stormfällning.
- Nedlagd jordbruksmark ska beskogas senast under tredje året räknat från nedläggningsåret.
- Alltför gles eller dålig skog ska, oberoende av ålder, awerkas och ersättas med ny skog.
- Regler angående föryngningsmetoder m m vid anläggandet av ny skog.
- Plant- och ungskog ska röjas och yngre skog ska gallras på så sätt att skogens utveckling främjas.
- Ett bestånd får inte slutawerkas förrän det nått en viss ålder.
- Regler om minsta awerkning och om ransonering av slutawerkningsmogen skog.

- Specialregler för skog inom de områden som avsatts som skyddsskog eller som s k svårförnygrad skog, t ex fjällnära skogar. Hänsyn skall också tas till rennäringen.
- Skogsägaren är ansvarig för att åtgärder mot insektshärjning blir utförda.
- Bestämmelser om vilka hänsyn som ska tas till naturvårdens och kulturminnesvårdens intressen.
- Skogsbruksplan skulle tidigare finnas för varje brukningsenhet men detta krav synes numera vara borta.
- Bestämmelser om tillsyn och ansvar.
- I den nya SVL har dessutom tillkommit en möjlighet för regeringen eller den myndighet som regeringen delegerar det till att föreskriva att en miljökonsekvensbeskrivning tas fram. Här kan gälla ex vis om skogsägaren vill införa en ny metod eller ett nytt skogsodlingsmaterial. Dessutom finns föreskrifter om var man får plantera ex vis Contortatallar och vid vilken breddgrad frön, skogsplantor, sticklingar mm från andra länder får planteras. Jämför med det sk rumänska äventyret.

SVL kan inte ses fristående från annan lagstiftning som reglerar hushållningen med landets samlade mark- och vattenresurser. De lagar som också måste beaktas är hushållnings- och planlagstiftningen, naturvårdslagstiftningen och jordförvärvslagstiftningen.

Bland andra lagar och föreskrifter som reglerade skogsbruket tidigare kan nämnas Ädellövskogslag (1984:119) som numera inarbetats i SVL, § 22, Lag om spridning av bekämpningsmedel över skogsmark (1983:428), Naturvårdslag (1964:822), Naturvårdsförordning (1976:484), Kulturminneslagen (1988:950), Lag om skötsel av jordbruksmark (1979:425), Vattenlag (1983:291), Vattenrättsförordning (1983:788), Lag om enskilda vägar (1939:608), Anläggningslag (1973:1149), Lag om förvaltning av samfälligheter (1973:1150).

Vad som är ädla lövträd i Sverige är reglerat i SVL, nämligen de inhemska träslagen alm, ask, avenbok, bok, ek, fågelbär, lind och lönn. Ädellövskogen definieras som skogsbestånd som utgörs till minst 70 % av lövträd och av ädla träd till minst 50 %.

Den som bryter mot SVL kan i vissa fall dömas till böter eller fängelse i högst sex månader. Virke efter awerkning kan dessutom förklaras vara förverkat om det inte är "uppenbart

obilligt". Överklaganden skall ske till Skogsstyrelsen. Om denna har föreskrivit vissa regler mm skall man överklaga detta i första hand till kammarrätten. Statens naturvårdsverk har dessutom rätt att överklaga Skogsvårdsstyrelsens beslut som rör undantag från skyldighet att plantera ädellövskog.

3.3 Riksskogstaxeringen

Riksskogstaxeringen är en årligen återkommande stickprovsinventering av Sveriges skogar, men också av all annan mark. Den utförs av Institutionen för skogstaxering vid Sveriges lantbruksuniversitet i Umeå.

Syftet är att beskriva skogarnas tillstånd, tillväxten och avverkningen, samt inträffade och pågående förändringar av olika slag. Behovet av olika skogsskötselåtgärder liksom de faktiskt utförda åtgärderna ska också anges. Uppgifterna används sedan främst i samhällets planering av skogsbruket och skogsindustrin, samt för uppföljning av miljöförhållanden.

Riksskogstaxeringen ska alltså ge underlag för den mera långsiktiga planeringen av landets skogsresurser. Övrig skogsinventering däremot, t ex den översiktliga skogsinventeringen (ÖSI) är mer inriktad mot kortsiktig planering.

Taxeringen tillgår så att varje år tas ett stickprov av taxeringstrakter fördelade över hela landet. Halva antalet trakter är permanenta och har förstagångsinventerats under perioden 1983 - 87. De ska sedan inventeras vart femte år. De övriga trakterna är tillfälliga och inventeras bara en gång. På varje provyta gör man iakttagelser beträffande marken, markvegetationen, skogsbeståndet och de enskilda träden.

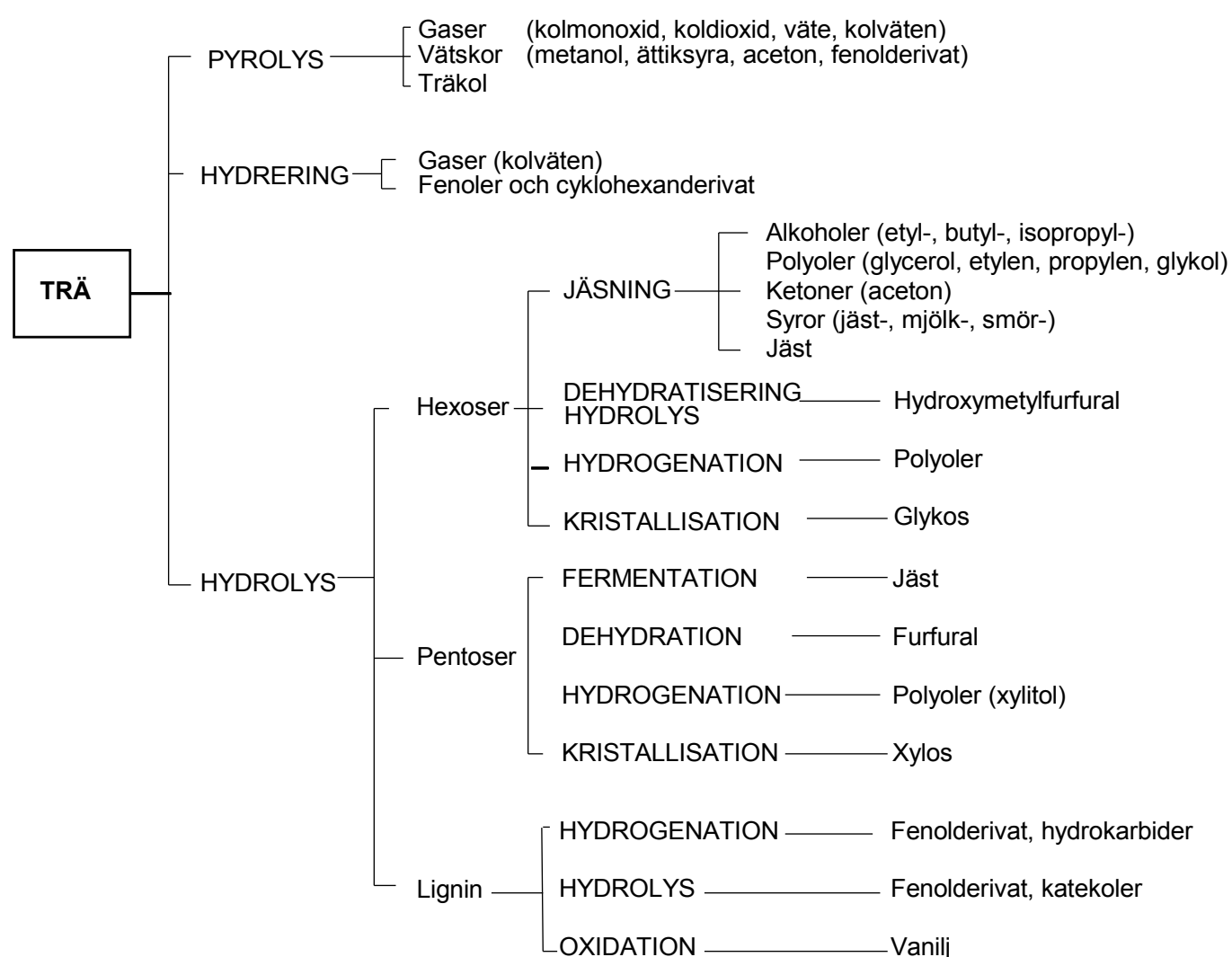
4 SKOGEN SOM KEMISK FABRIK

(Källor till detta kapitel: [20], [21], [22], [2], [3], [23] och [24].)

4.1 Trä inte bara en träbit

När man tittar på ett träd eller en trästock, ser man kanske först och främst på detta, som råmaterial till plank och brädor som kan användas till t ex stommen eller fasaden på ett trähus, eller kanske till ett bord eller ett skåp. Trä är lämpligt just som konstruktionsmaterial inom bygg- och möbelsnickeribranschen, p g a sin uppbyggnad och struktur som ger goda hållfasthetsegenskaper i förhållande till den låga vikten.

Vad man kanske inte tänker på är att dess kemiska sammansättning utgör källan till ett flertal produkter inom den kemiska industrin. I [20] menar man att trä i framtiden kommer att bli en allt viktigare råvara, som alternativ till petroleum, inom den kemiska industrin. Vedens molekylkedjor bildar kolhydrater och lignin, och dessa kan ändras och sönderdelas till många av de kemikalier som idag finns i en modern kemisk fabrik, se figur 6.



Figur 6: Träbaserade kemikalier från olika omvandlingsprocesser. [20]

Dessutom kan både cellulosa och lignin i sina högmolekylära former modifieras och utnyttjas i många tillämpningar, som har utvecklats för petroleumbaserade plaster och polymerer.

Rayon(silke) och acetatfibrer framställda ur cellulosa används redan, och kan ersätta

petroleumbaserade fibrer, medan cellulosastrar och -etrar kan ersätta petroleumbaserade plaster.

Trä är också tack vare sitt innehåll av kolhydrater energirikt, och har ju i alla tider använts av människan till att elda med.

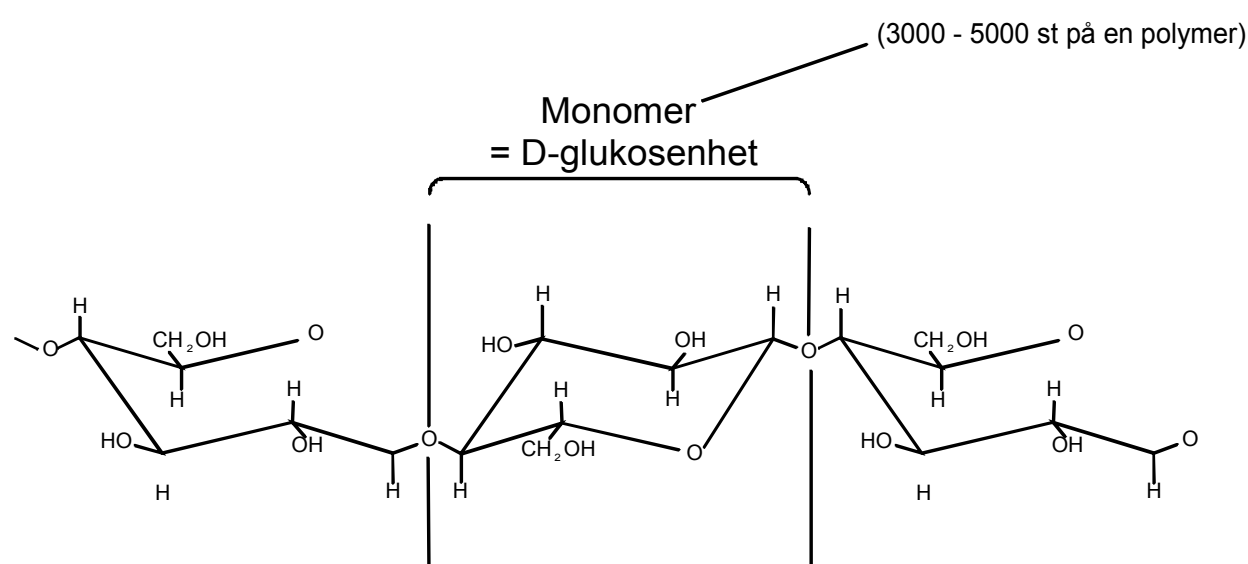
Dessutom används trä i pappers- och massaindustrin, sedan man i mitten av 1800-talet kom på hur man kunde frigöra träfibrerna och av dem tillverka papper.

4.2 Träets kemiska uppbyggnad

Vedens huvudkomponenter är cellulosa (40-50 %), hemicellulosa (25-35 %), lignin (20-30 %) samt extraktivämnen.

4.2.1 Cellulosa och hemicellulosa

Cellulosa består av långa kedjor av D-glukosenheter^{*} (druvsocker), se figur 7.

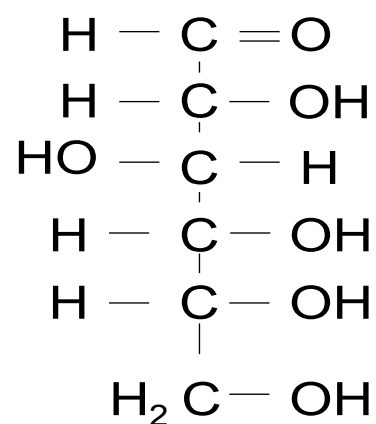


Figur 7: D-glukosenheter bundna till varandra via syrebryggor.

De intermolekylära vätebindningarna mellan cellulosakedjorna i cellväggen medför en kristallin struktur, vilket är orsaken till att man kan tillverka ett så starkt material som papper av de frilagda träfibrerna. Vätebindningarna är dock inte fullt utvecklade överallt, så vissa cellulosakedjor hamnar längre ifrån varandra, och detta gör att även hemicellulosa och lignin kan tränga in här, [21] sidan 13.

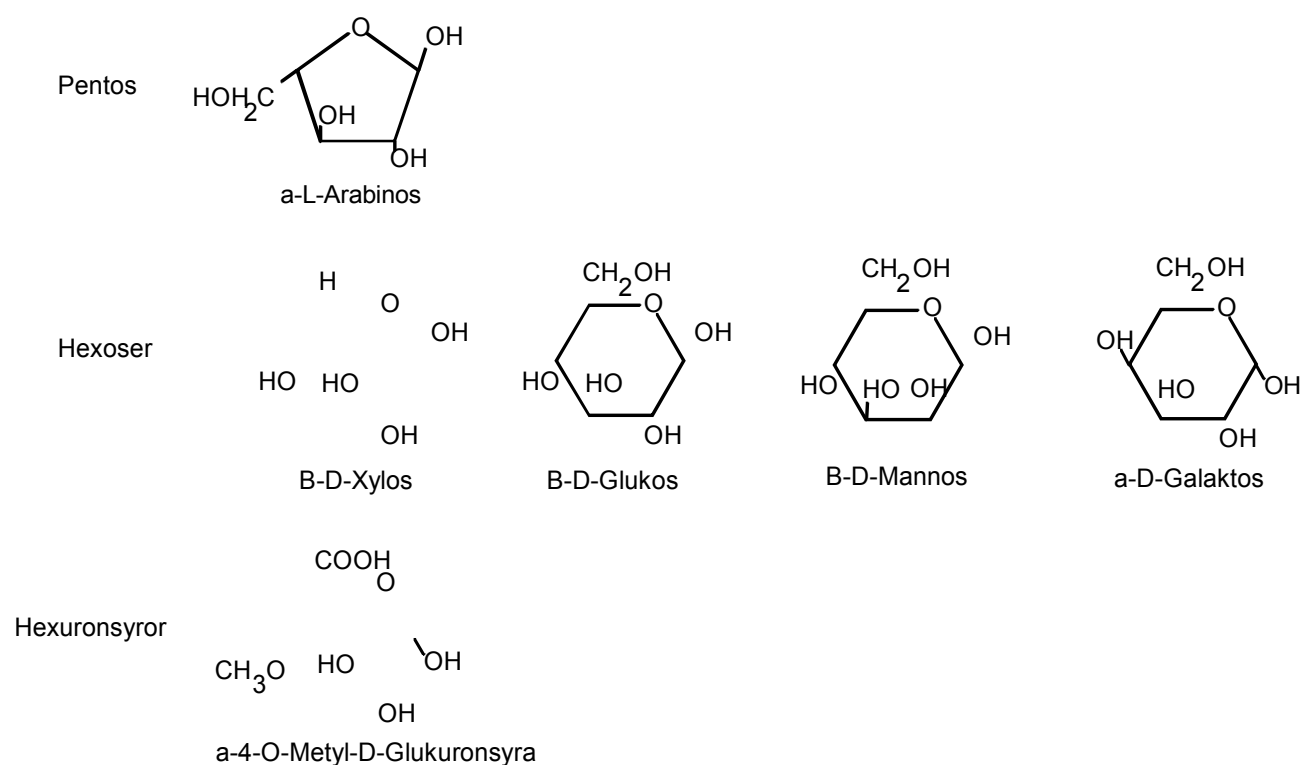
^{*} D-glukos är den naturliga formen av glukosens två möjliga former, och vider polariserat ljus åt höger (Dextro). Den konstgjorda formen, L-glukos, är identisk med D-glukos så när som på att den är spegelvänd och vider polariserat ljus lika mycket åt vänster (Levo).

Skillnaden mellan cellulosa och hemicellulosa är att cellulosa består av enbart D-glukos, medan hemicellulosa även innehåller andra sockerarter. D-glukosens strukturformel visas i figur 8.



Figur 8: D-glukosens strukturformel

Varje förändring på någon av de sex mittersta kolatomerna i en hexos (socker med sex kolatomer) ger upphov till ett nytt socker. Sockren knyts antingen som 6-ringar eller som 5-ringar, vilket också ger skiftande egenskaper. Hemicellulosa består endast av ett fåtal av alla möjliga sockerarter. I figur 9 visas de vanligaste byggstenarna i hemicellulosa.

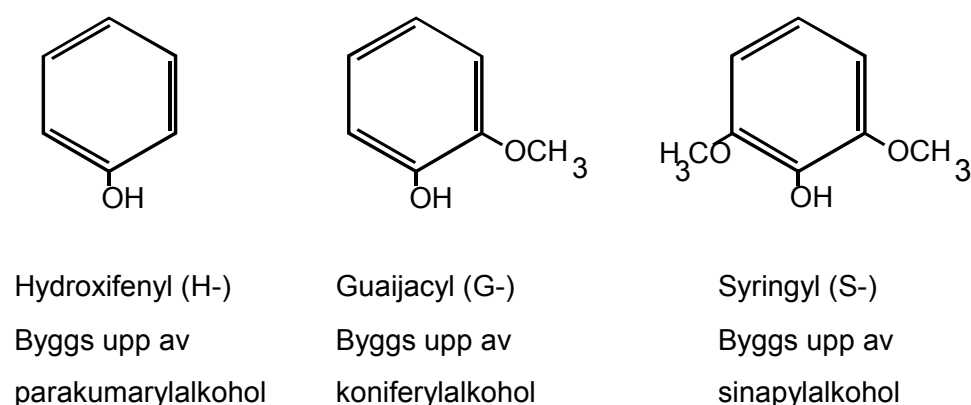


Figur 9: De vanligaste sockerarterna i hemicellulosa.

Det är troligt att dessa olika sockerarter har utvecklats i naturen för att det finns ett behov av polymerer som inte kristalliseras så lätt. De kan då fungera som en övergång mellan de styva cellulosakedjorna och det amorfa ligninet, [21].

4.2.2 Lignin

Det finns tre olika sorters ligniner, H-lignin (hydroxi-fenyl-ligniner), G-lignin (guaijacyl-lignin) och S-lignin (syringyl-lignin). Skillnaden mellan de olika ligninerna är dess respektive dominerande byggstenar, monomerer bestående av en aromatisk ring, se figur 10.



Figur 10: Ligninets byggstenar.

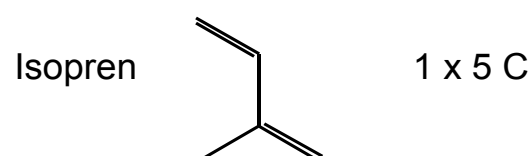
H-lignin har en hög packningsgrad, vilket ger hög tryckhållfasthet, och naturligt är ju att detta förekommer med stor andel i tryckved. G-lignin är dominerande i barrved, medan löved innehåller en nästan lika stor andel S-lignin som G-lignin, vilket ger en porösare uppbyggnad. Ligninet byggs upp genom en slumpmässig polymerisation, till skillnad från cellulosa och hemicellulosa, där speciella enzymer styr sammanknytningen av glukosenheterna.

4.2.3 Extraktivämnena

Extraktivämnena i trä är de substanser som kan extraheras från träet med hjälp av olika lösningsmedel utan att förstöra cellstrukturen. Skillnader förekommer både mellan de olika träslagen och mellan olika träd av samma träslag.

Extraktivämnena, som syntetiseras i hartskanalernas epitelceller och mörkstrålarnas parenkymceller, kan delas in i terpenener, fetter/vaxer och fenoliska ämnen, och de är lösliga främst i organiska lösningsmedel.

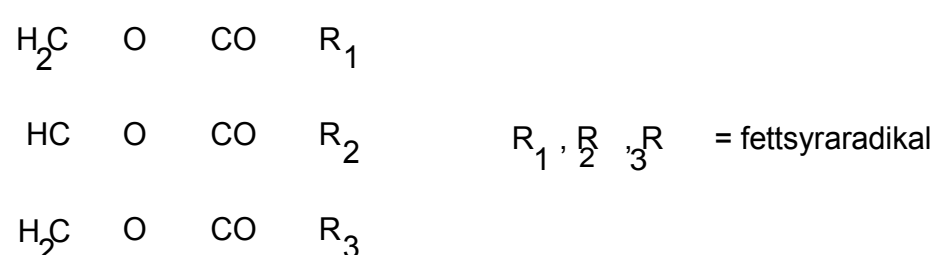
Terpenener är uppbyggda av grundstrukturen isopren, vilken bildar monoterpenener, sesquiterpenener, diterpenener och triterpenener, beroende på hur många isoprenenheter som binds samman, se figur 11.



Figur 11: Isoprenenhet.

Monoterpener är eteriska lättflyktiga oljor, som deltar aktivt i trädets naturliga försvar genom att fungera som lösningsmedel för kåda och hartser. Diterpener finns i barrträd, är till största delen syror (hartssyror), och är i levande träd lösta i monoterpener (kanalharts). Kåda, som är en anrikning av olika extraktivämnen, är flytande tack vare att mångfalden av snarlika strukturer är så stor, vilket förhindrar kristallisation. Varje enskild struktur kristalliserar nämligen mycket lätt.

Fetter är nästan alltid triglycerider, dvs glycerol med tre fettsyrakedjor, med struktur enligt figur 12. Fettsyrorna kan förekomma med olika antal kolatomer i kedjan (C12 - C22) och med olika mättnadsgrad. I trä förekommer fleromättat fett med oljesyra, linolsyra eller linolensyra, av vilka oljesyra är vanligast, figur 12. Fetterna fungerar som upplagsnäring.



Triglyceridens strukturformel



Figur 12: Triglyceridens strukturformel samt de vanligaste fettsyrorna.

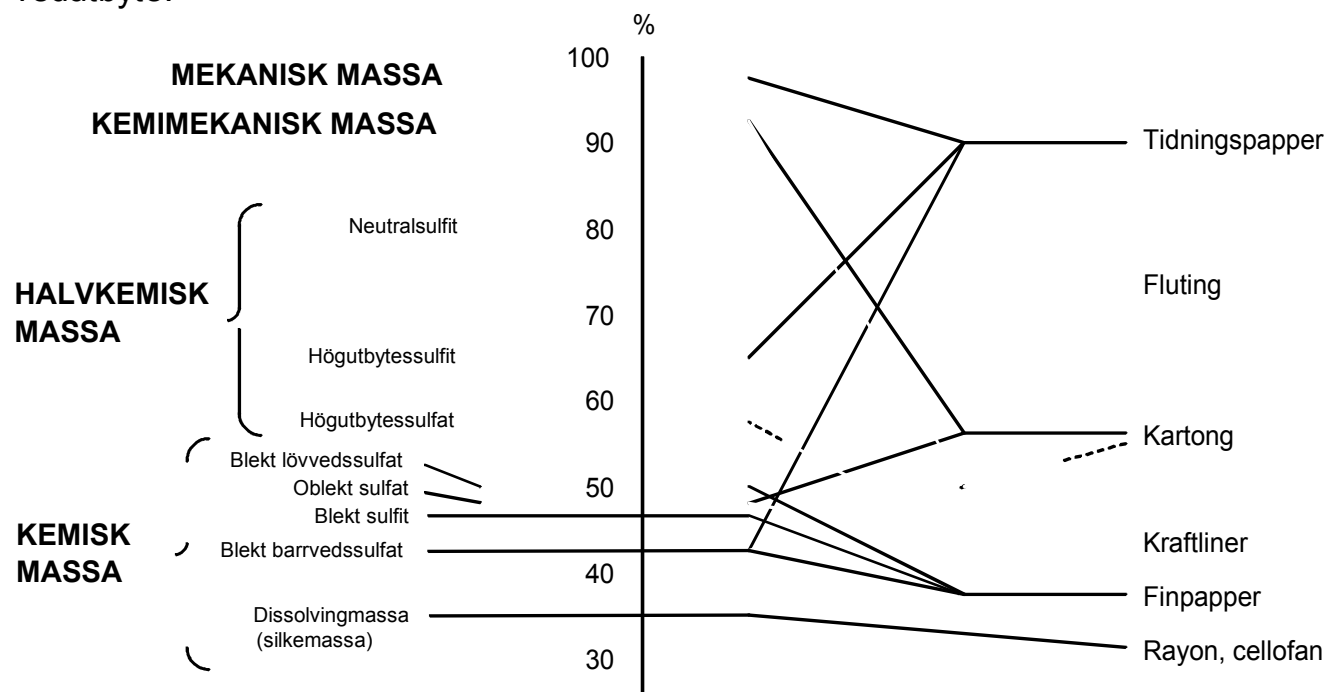
Fenoler förekommer i små mängder. Som exempel kan nämnas pinoresinol som finns i grankådan där den tillsammans med hartssyrorna bidrar till det naturliga försvaret. Se vidare i [20].

4.3 Lite om pappersmassa

Papper har tillverkats sedan omkring 100 e Kr, då tekniken att forma ark från separerade fibrer, uppfanns i Kina. Då var råmaterialet lump. I dag är råvaran trä (sågverksflis eller massaved direkt från skogen) eller halm.

Man indelar massa i fyra huvudtyper, nämligen mekanisk massa, kemimekanisk massa, halvkemisk massa och kemisk massa. Dessa huvudgrupper kan sedan indelas i olika

undergrupper enligt figur 13, där de är ordnade efter sjunkande vedutbyte.



Figur 13: Olika massatyper ordnade efter vedutbyte, samt kombinationer av massor i olika pappersslag.

Dissolvingmassa utgör fiberråvaran för tillverkning av rayon och cellofan samt cellosaderivat.

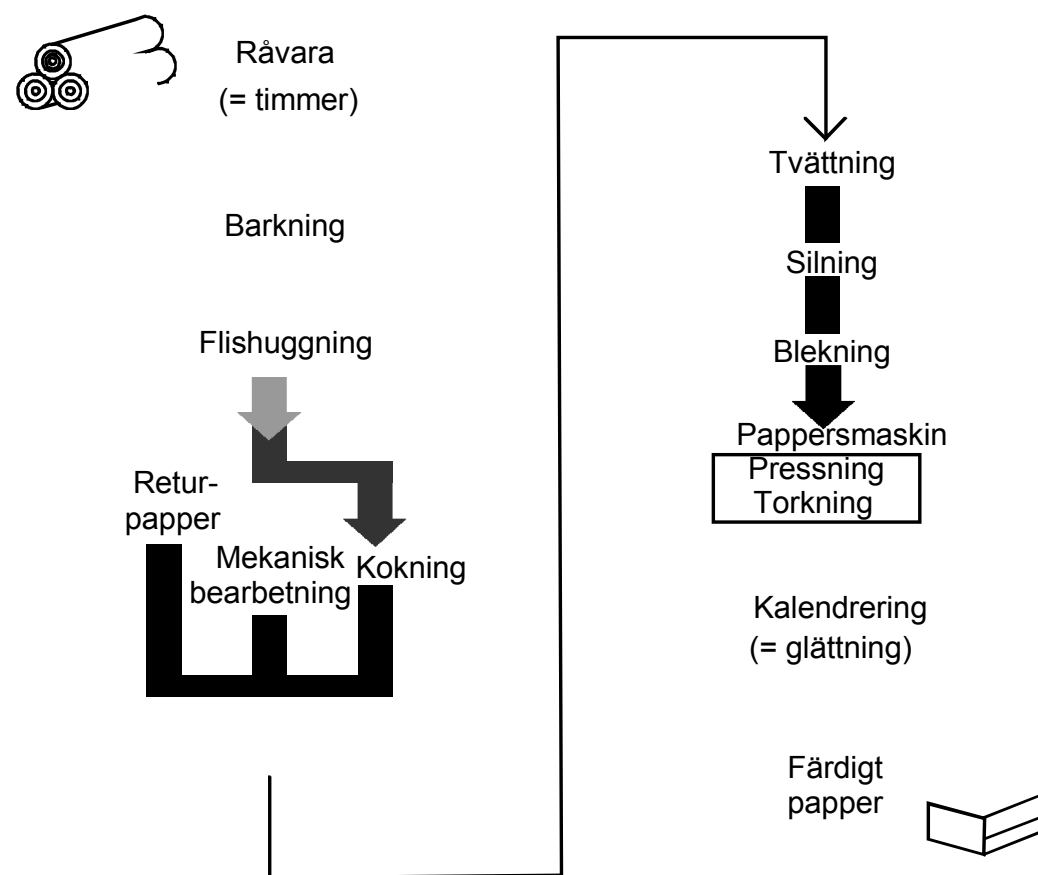
Mekanisk massa (alt trämassa eller slipmassa), som ingår till 90 % i tidningspapper, framställdes ursprungligen genom att sönderdela träet mot en slipsten, och på detta sätt frigöra fibrerna. Numera maler man fibrerna. Detta kräver dock mycket energi, och därför har ytterligare nya metoder utvecklats, t ex att tillföra ånga före malningen, vilket ger termomekanisk massa. För att underlätta sönderdelningen ännu mer kan man även behandla vedflisen kemiskt före malningen. Mekanisk massa ger papper med hög ligninhalt, d v s trähaltigt papper, vilket gör att det gulnar snabbt och inte är särskilt åldersbeständigt. Detta till skillnad från kemisk massa (cellulosamassa), där fibrerna friläggs genom kemisk utlösning av ligninet. Två metoder har utvecklats, sulfitmetoden (den sura) och sulfatmetoden (den alkaliska), så kallade efter kokkemikalierna, kaliumbisulfit respektive natriumsulfat.

Sulfatmetoden ger en kraftigt brunfärgad massa, vilket gör att den för att kunna användas till annat än kraftliner, måste genomgå en kostsam blekning. Tidigare använde man huvudsakligen klor i olika former, men på grund av miljön har man fått modifiera blekprocesserna, och numera använder man syrgas samt klor i mindre mängder för utlösning av de färgade substanserna.

Miljöproblem i samband med utsläpp från massafabriker med sulfitprocess har lett till att sulfitmetoden nästan helt försvunnit i Norden, och som en naturlig följd härav ökar

användandet av mekanisk massa. Sulfitmetoden används emellertid fortfarande mycket, t ex i Kanada.

I figur 14 visas en översikt av processer vid framställning av massa och papper.



Figur 14: Massa- och papperstillverkning. Översikt.

5 SVAMPAR OCH INSEKTER PÅ VIRKE

M4↓

5.1 Svampar

Stora skadegörare på trä är svampar av olika arter. I kurslitteraturen, [25] sidan 97 - 112, finns en förhållandevis omfattande redogörelse av problemet, men endast ett fåtal arter behandlas, medan [24], sidan 160 - 164, endast kortfattat beskriver de svenska arterna. Nedan följer därför några kompletteringar, huvudsakligen hämtade från [26] och [27]

Svampar är en naturlig del av vår värld. De saknar klorofyll och lever både på levande organismer som parasiter eller på döda sådana, som saprofyter. Svamparna deltar i processen att bryta ner döda djur och växtrester och är därför utomordentligt värdefulla för oss. Tyvärr sätter de ibland in sina angrepp alltför tidigt dvs innan ex vis en byggnad tjänat ut och rivits. Svamparna erhåller både sin energi och sitt behov av kol från det organiska material som de växer på. En del svampar kan också ta upp kol via luftens koldioxid men man vet inte om detta kol är en huvudkälla eller ej, [26] sidan 41. Svamparna har en mera komplicerad cellstruktur än ex vis bakterier eller blå-gröna alger. I huvudsak framlever de sitt liv som mikroorganismer men ibland formar de fruktkroppar, ex vis kantareller, vilka sprider sporena. Svampar som har stora fruktkroppar anses som mera utvecklade än de andra. De flesta svampar som är skadegörare på virke har just sådana fruktkroppar. Svamparna kan biologiskt delas in i två grupper, slemsvampar eller Myxomycétes och riktiga svampar eller Eumycétes. Slemsvamparna, som i sin tur kan delas in i fyra undergrupper, lever ofta på fuktigt och delvis nedbrutet virke men man har inte funnit att de bryter ner cellväggarna eller annars skadar virkets hållfasthet. De riktiga svamparna delas in i fem undergrupper. Den första gruppen, Mastigomycétes, anses inte ge några skadeverkningar på virke varför den inte närmare behandlas här. Här skall nämnas att svamparnas botaniska indelning hela tiden förändras allt eftersom olika skolor inom mykologin vinner gehör. Här har därför de förhållanden som beskrives i [26] getts företräde men de svenska artnamnen mm har hämtats från [27].

Den andra gruppen, Zygomycétes, innehåller arter som i och för sig inte kan bryta ner cellväggarna men som lever på lösningbara näringsämnen i cellerna. De anses vara de första svampar som kolonialiserar virke och får därför inte underskattas. Två familjer som tillhör kulmögelsvamparna, *Mucoráceae* och *Rhizopus*, kan växa in flera millimeter i virket på bara några få veckor, [26] sidan 55. Det är inte bara virket som påverkas. Människor som arbetar i sågverk mm kan drabbas av arten *Rhizopus rhizopodiformis* vilket kan ge upphov till sjukdomar. Vid torkning av virke kan dessutom vissa arter växa mycket snabbt och sporena kan ge upphov till astmatiska besvär. Två sådana arter, som dock hör till gruppen Deuteromycétes, är *Paecilomyces variotii* och *Aspergillus fumigatis* vilka är vanliga i Sverige.

Släktet *Aspergillus*, borstmögel, har ett tiotal arter i Sverige. Andra arter i gruppen Zygomycétes finns bara på insekter varför dessa lämnas därhän.

En grupp som behandlas bl a i [25] är Ascomycétes, säcksvampar, där den sk mögelröten ingår. Gruppen delas in i sex undergrupper varav en innehåller de vanliga jästsvamparna. En annan grupp innehåller *Penicillium* samt bl a arter av *Ceratocystis* som orsakar den sk holländska almsjukan, *C. ulmi*, och en art som ger sig på ek, *C. fagacearum*. Flera av dessa arter, enligt en forskare inte mindre än 59 stycken, orsakar också blånad på virket. En ytterligare undergrupp innehåller familjen *Chaetomiaceae* och en art, *C. globosum*, används som standardtest för att påvisa mjukröta. Andra arter i denna grupp tillhör familjerna *Xylariaceae*, med fem arter i Sverige varav en heter stubbhorns svamp, *Daldiniaceae* och *Hypoxylon*. Den senare familjen som kallas dynsvampar, har ca femton arter i Sverige, och är vanliga på lövträ, bl a ask. De bildar ofta kuddformiga fruktkroppar. Några arter av *Xylaria* orsakar sk vitröta som förekommer just på lövträ. Tryfflarna, Tuberales, tillhör en fjärde undergrupp medan några andra arter som ger mjukröta bl a *Delitschia*, *Leptosphaeria* och *Sporormia* tillhör en femte grupp. Dessa senare, liksom den sjätte gruppen anses inte som några allvarliga skadegörare på virke varför de inte beskrivs närmare här.

Till de allvarliga skadegörarna hör däremot basidiesvamparna, Basidiomycétes. Dessa är indelade i tre grupper varav en är förhållandevis ointressant nämligen Teliomycetes eller rostsvampar. Vanliga champinjoner m fl hör till Hymenomycétes, eller hattsvampar, vilket i sin tur delas in i tre underordningar. Den första av dessa har kallats Agaricales med två familjer *Agaricaceae* och *Boletaceae*. Den första familjen innehåller släkten som *Amanita* flugsvampar, *Armillaria* vissa skivlingar, *Clitocybe* trattskivlingar, *Coprinus* bläcksvampar, *Hypholoma* slöjkskivlingar, *Laccaria* laxskivlingar, *Lepiota* fjällskivlingar, *Mycena* hättor, *Pholiota* tofsskivlingar, *Stropharia* kragkivlingar och *Tricholoma* musseroner. Alla dessa synes vara skivlingar medan familjen *Boletaceae* är soppar, dvs sporer bildas i små rör under svampen. Vissa av dessa soppar är mycket viktiga som mycorrhizasvampar medan andra ger sjukdomar hos träden. Några lever på döda träd och stockar ex vis *Armillaria mellea* honungsskivling, och *Pleurótus ostreátus* ostronskivling. En svamp, *Paxillus panuoides* en sorts pluggskivling, lever på mycket fuktigt trä i gruvgångar eller dylika lokaler. *Lentinus lepideus*, eller syllmussling, är en besvärlig svamp på barrträd.

Den andra ordningen, *Aphyllorphorales* där bl a tickorna ingår, är inte helt utredd. Många av dessa svampar angriper växande träd men endast några få av dessa fortsätter att vara aktiva då trädet dött. Till och med sådana svampar som orsakar kärnröta klarar detta endast så länge trädet står upp medan de inte fortsätter sin verksamhet då trädet fallit omkull. Några mycket viktiga skadegörare i denna grupp är *Antrodia vaillantii*, *Bjerkandera adusta* troligen

svedticka, *Gleophyllum trabeum* en släkting till vår svenska vedmussling, *Oligoporus placenta* en släkting till mögeltickan och *Trametes versicolor* vilken troligen motsvarar vår sidenticka. Den nyss nämnda sylsvampen brukar ibland också räknas hit. En svamp på björk, *Piptoporus betulinus* björkticka, kan nämnas liksom *Heterobasidion annosum* vilken orsakar kärn eller rotröta på barrträd. Två svampar som ofta angriper hus är *Coniophora puteana* eller källarsvamp, och *Serpula lacrimans* eller hussvamp.

Tulasnellales kallas den tredje ordningen av hattsvamparna och innehåller bl a några allvarliga skadegörare på fönsterkarmar. Dessa tillhör de sk gelesvamparna och några familjer heter *Tremella* krössvampar, *Exidia* också krössvampar, *Calocera* hjorthornssvamp och *Dacrymyces* plättsvampar. Just den senare, *D. stillatus* har gett stora problem i Skandinavien. Några andra svampar med begränsat intresse just inom trävetenskapen, men med stort vetenskapligt intresse, ingår i ordningen Gasteromycetes. Hit hör bl a *Lycoperdon* röksvampar, *Scleroderma* rottryffel, *Geastrum* jordstjärnor, *Cyathus* brödkorgsvampar och *Crucibulum* också en brödkorgsvamp. Liksvamparna, *Phallus*, undviks av insekter p g a de illaluktande ämnen som avges.

Ordningen Deuteromycotina, eller Fungi imperfecti, är en konstgjord indelning av svampar som inte producerar några sexuella sporer. Numera har man hittat sexuella stadier av dessa svampar men indelningsgrunden lever kvar trots detta. Vissa av dessa svampar har flera ofullkomliga stadier. Vetenskapen står fortfarande frågande inför flera av dessa arter. En av dessa, *Aureobasidium pullulans*, förekommer på fuktiga snickerier och missfärgar träet även utanpå målarfärgen. Många av blånadssvamparna hör till denna ordning, bl a släktet *Ophiostoma* med ett tiotal arter i Sverige, [27] sidan 330.

Som nämnts i bl a [24] klassifierar man ibland svamparna efter typen av deras angrepp. De svampar som ej förmår att bryta ner lignin kallas brunrötesvampar. Sådana svampar färgar således träet brunt. Några vanliga brunrötesvampar är:

<i>Antrodia serialis</i>	knölticka
<i>Antrodia sinuosa</i>	mögelticka
<i>Antrodia vaillantii</i>	
<i>Antrodia xantha</i>	
<i>Coniophora arida</i>	
<i>Coniophora puteana</i>	källarsvamp
<i>Daedalea quercina</i>	korkmussling
<i>Donkioporia expansa</i>	
<i>Gleophyllum sepiarium</i>	vedmussling

<i>Gleophyllum trabeum</i>	
<i>Lentinus lepidus</i>	syllsvamp
<i>Meruliporia incrassata</i>	Mest i Nordamerika
<i>Oligoporus placenta</i>	Mest i Nordamerika
<i>Paxillus panuoides</i>	pluggskivlingar
<i>Serpula lacrymans</i>	hussvamp
<i>Tyromyces palustris</i>	

Andra svampar lämnar träet blekt eller vitt vid ett angrepp. Dessa förmår således bryta ner ligninet samtidigt som de bryter ner andra ämnen i veden. Det är således felaktigt att påstå att de lämnar kvar cellulosan. Vanliga sådana vitrötesvampar är:

<i>Bjerkandera adusta</i>	svedticka
<i>Hyphoderma praetermissum</i>	
<i>Phanerochaete chrysosporium</i>	slätsvampar
<i>Phlebiopsis gigantea</i>	ribbgrynnan?
<i>Pleurótus ostreátus</i>	ostronskivling
<i>Pycnoporus sanguineus</i>	
<i>Scizophyllum commune</i>	klyvmussling
<i>Sterum hirsutum</i>	raggskinn
<i>Trametes versicolor</i>	sidenticka

Namnen ovan är hämtade från [26] sidan 78 medan de svenska namnen hämtats bl a från [24] och [27].

Sexton olika svampar som växer på björk och asp har undersökts i [28]:

<i>Polyporus betulinus</i>		<i>Stereum hirsutum</i>	Raggskinn
<i>Polyporus marginatus</i>		<i>Stereum purpureum</i>	
<i>Polyporus hirsutus</i>		<i>Corticium laeve</i>	
<i>Polyporus versicolor</i>		<i>Corticium confluens</i>	
<i>Polyporus zonatus</i>		<i>Peniophora incarnata</i>	Tätskinn
<i>Polyporus adustus</i>		<i>Schizophyllum commune</i>	Klyvblad
<i>Lenzites betulina</i>	björkmussling	<i>Libertella betulina</i>	
<i>Daedalia unicolor</i>		<i>Cytosporina sp</i>	

Genom att odla svamparna på exempelvis filterpapper av ren cellulosa kunde man utröna att brunrötesvamparna *Polyporus betulinus* och *marginatus* inte kunde utnyttja denna som enda näringskälla. *Corticium laeve* och *Stereum purpureum* växte endast i begränsad omfattning medan de andra växte alldeles utmärkt. Man undersökte också vid vilken temperatur svamparna växte bäst. För alla arterna hade aktiviteten avstannat helt när temperaturen översteg 45 °C. Endast två arter, *Polyporus hirsutus* och *Schizophyllum commune* klarade ett varmare klimat än 35 °C. Bäst växte de om temperaturen höll sig mellan 20 - 30 °C.

Man bör notera att namnen på svamparna variera både vad gäller latinet och svenskan varför översättningen i några fall kan ha blivit fel. Några vanliga mjukrötesvampar förtjänar också att nämnas av de 400 som angetts som misstänkta:

Chaetomium globosum
Lecythophora hoffmannii
Monodictys putredinis
Humicola alopallonella

Dessa är tyvärr inte beskrivna på svenska i den litteratur vi haft till hands.

5.2 Bakterier

I många träslag förekommer också angrepp av bakterier. Dessa anses svara bl a för skvattved som är av ondo främst vid ytbehandlingen av träprodukter då permeabiliteten ökar 7 - 10 gånger i veden, se [29] sid 213 och följande. Dessutom producerar bakterierna ibland färgämnen som kan ge ett oönskat utseende på virket. I [30] nämns följande typer:

- *Bacillus pumilus*
- *Bacillus subtilis*
- *Cellulomonas spec*
- *Erwinia carotovora*
- *Pseudomonas convexa*
- *Serratia marcescens*

Se även avsnittet om färgförändringar längre fram i kompendiet.

5.3 Insekter

I den övriga kurslitteraturen finns de vanligaste skadegörande insekterna på skog och virke beskrivna. Här skall därför endast några kompletteringar göras. Framställningen nedan bygger på [31] om inget annat anges. I slutet på [31] finns dessutom en bestämningsnyckel för

vanliga skadeinsekter efter skadornas utseende. En hel del står också att finna om insektsangrepp i [26] sidan 209 och följande.

I Sverige finns c:a 4000 olika arter av skalbaggar varav några angriper trä. Andra skalbaggar lever på dessa skadegörare så det gäller att kunna avgöra vilka som är nyttiga resp skadliga om bekämpningsinsatser sätts in. En sådan nyttig insekt är den sk myrbaggen, *Thanásimus*, som lever på barkborrar och således gör stor nytta. Två arter finns *T. formicarius* som är 7 - 10 mm lång och *T. rufipes* 6 - 8 mm. Bägge finns i hela landet men den första är vanligare. De finns mest på barrvedsstockar, [32].

Den bredhalsade varvsflugan, *Hylecoétus dermestoídes*, är 9-16 mm lång och angriper björk, mest sjuka träd och nyfällida stammar. Larven lever i veden och orsakar gångar vilka liknar tätt ställda yxhugg. Barkat och sågat virke ger den sig dock inte på. Endast en art finns i Sverige. En annan varvsfluga, den sk skeppsvarvsflugan, *Lymexylon navale*, anses förr ha varit en stor skadegörare på ekvirke. Den är nu mycket sällsynt, [32].

I [25] talas om ett släkte som heter *Lyctidae*. Detta finns nästan inte alls beskrivet i den svenska litteratur som vi haft tillgänglig men Bengt Ehnström vid SLU, avd för skogsentomologi, skriver att släktet på svenska heter splint- eller parkettbaggar. Den enda art som finns frilevande i Sverige, *Lyctus linearis* eller eksplintbaggen, lever i nyligen död torr ved i ekbestånd upp till Uppland. Ibland kan den angripa sågat ekvirke som lagras utomhus och därigenom komma inomhus via parkettgolv. Det finns också en annan art, *Lyctus brunneus*, som kallas just parkettbagge. Den lever dock endast inomhus. Djuren lever i hårt och torrt virke och de packar igen gångarna med gnagmjöl vilket innebär att de är mycket lätta att förbigå. I referens [33] finns *Lyctus canaliculatis* beskriven, vilken på svenska benämns ekvedbaggen eller parkettgolvbaggen. Dessa två namn är synonymer enligt Bengt Ehnström vilket verifieras i [34]. Ytterligare en art som vi ibland importerar är *Minthea rugicollis* vilken inte alls finns upptagen i den svenska litteratur vi haft tillgänglig.

En annan insektsfamilj med ekonomisk betydelse för virkeshanteringarna är långhorningarna. Allmänna barkbocken, *Tetrópodium castáneum*, lever allmänt i hela landet medan arten *T. fuscum* är mera sällsynt, [32]. Larverna lever mest i barken men vid förpupningen borrar de en hakformig gång om c:a 3 cm rakt in i veden. Den gråbandade barkbocken, *Xylótrechus rústicus*, angriper vanligen växande asp men kan ibland återfinnas även på björk. Aspveden gillar den tydligen bäst då den där förstör veden totalt medan den endast fårar splinten obetydligt i björk. Den smalbandade ekbarkbocken, *Plagionótus arcuátus*, angriper obarkat ektimmer och kan därför följa med i t ex parkettstav. Insekten som är ganska vanlig liknar en geting och känns därför lätt igen. Ytterligare en art finns, *P. detritus* men den är mera sällsynt.

Tallbocken, *Monochámus sútor*, angriper både tall och gran mest i form av liggande timmer eller brandskadade träd. Larven förfärdigar en platt oval gång sex till sju cm djup, fri från gnagmjöl, som är mycket karaktäristisk. Pga de djupa gångarna är insekten en mycket svår skadegörare. Tre arter finns men de två andra är sällsynta. Den större aspvedsbocken, *Sapérda carchárias*, är en c:a tre cm lång långhorning. Den gillar mest asp men förekommer också i poppel och sälg. Den angriper fullt friska träd och larverna gräver gångar i gagnvirket vilket gör att den är en svår skadegörare bl a inom tändsticksindustrin. Fem arter finns i släktet, *S. perforata*, *S. scalaris* björkvedsbocken förekommer dock mest på rönn och björk, [32], och *S. populnea*, mindre aspvedbocken, heter tre andra arter. Den senare angriper dock endast mindre aspar i plantskolor o.d..

Snytbaggarna tillhör familjen vivlar av vilka det finns c:a 600 arter i Sverige. Den vanliga snytbaggen, *Hylóbius abíetis*, är mycket vanlig i hela landet och angriper unga tall- och granplantor. Snytbaggen lägger ägg i färska stubbar eller liggande timmer med markkontakt. Tre andra arter finns, *H. pinastri*, *H. piceus* och *H. transversovittatus*. Den senare lever dock på *Lythrum* eller fackelblomster. Ett annat släkte, tallvivarna, innehåller sex arter. Den större tallviveln, *Pissódes píni*, lever på tall och granplantor. De perforerar barken på yngre träd och resultatet blir oftast en stark kådutgjutning. Vivelns angrepp betyder inte mycket vad gäller virkesvården, endast en begränsad blåyta kan uppträda vid puppkammaren. Den enbandade tallviveln, *P. piníphilus*, har har i stort sett samma beteende.

Till barkborrarna hör flera släkten benämnda splintborrar, märgborrar, äkta barkborrar och vedborrar. I Sverige finns ett åttiototal arter som tillhör skogens svåraste skadegörare. Almsplintborren, *Scólytus laévis*, angriper döende almar eller obarkat timmer och bygger ett djupt gångsystem i splinten. Den största skadan gör djuren dock då de överför den sk almsjukan vilken är ett angrepp av svampen *Ophiostoma ulmi*, som numera döpts om till *Ceratocystis*. En annan splintborre, *Scólytus ratzebúrgi* eller björksplintborren är vanlig i hela landet. Denna angriper björkar och angreppet känns igen på den rad med lufthål som honan borrar ner till modergången. Nio arter finns i släktet *Scólytus*. Den fläckiga askbastborren, *Hylésinus fráxini*, c:a 2 - 2.5 mm stor, är synnerligen vanlig där det finns askar. Den angriper gärna nyligen fällt askvirke och äter yngre friska askträd som då får kräftliknande svulster. Den svarta askbastborren, *H. crenátus*, samspelar troligen med den fläckiga fränden men detta är ännu inte klarlagt. Svarta tallbastborren och svarta granbastborren, *Hylástes brúnneus* resp *cuniculárius* är vanliga i barrskog i hela landet, men verkar inte skada virke i nämnvärd omfattning då de mest gnager på rötterna. Den bleka bastborren, *Hylúrgops palliátus*, gör i sig själv ingen skada men sprider sk blåytesvampar. Ytterligare en art finns, *H. glabratus*, som mest finns i Norrland. Märgborrarna, släktet *Blastóphagus*, är allvarliga skadegörare på skogen, främst då en av arterna sprider en blåytesvamp. Angrepp av den

mindre mörkborren, *B. minor*, färgar splintveden intensivt blå ända in till kärnan. Jättebastborren, *Dendroctonus micans*, är en allvarlig skadegörare på sitkagran i Danmark. Av äkta barkborrar finns många arter. De tvåtandade och fyrtandade barkborrarna saknar i stort praktisk betydelse medan den sextandade, *Pityogenes chalcographus*, har betydelse för skogsbruket. En annan art den skarptandade barkborren som mest förekommer i Norrland, *Ips acuminatus*, ger en kraftig mörkblå missfärgning av splinten. En släkting, den tolv-tandade barkborren, *Ips sexdentatus*, ger blåfärgning mest vid modergången. Den randiga vedborren, *Trypodendron lineatum*, ger angrepp både av blåyte- och sk ambrosiasvampar. Larverna äter sedan av dessa svampar som i sin tur lever på veden. Vedborren ger djupa angrepp i splinten och gångsystemen får så småningom helt svarta väggar av ambrosiasvampen vilket naturligtvis ger svåra virkesskador.

Några arter skalbaggar återfinnes främst inomhus. Till dessa hör den sk mjuka trä(d)gnagaren, *Ernobius mollis*, och blåhjonet, *Callidium violaceum*. Till det första släktet finns ytterligare åtta arter men det är endast *E. mollis* som är allmän. Släktet *Callidium* hör egentligen till långhorningarna men brukar behandlas för sig i litteraturen. Två ytterligare arter finns som är sällsynta och mest förekommer i norr. De två arter som tagits upp här äventyrar aldrig virkets hållfasthet men de kan komma in i byggnader med "smittat" virke och borrar sig sedan ut vilket resulterar i hål i tapeter mm.

Den strimmiga trägnagaren, *Anobium punctatum*, tillhör släktet dödsur som innehåller nio olika arter. I [33] benämnes den *A. striatum*. I [25] anges att dödsuret har det latinska namnet, *Xestobium rufovillosum*, men författaren till [32] placerar denna art utanför detta släkte. *A. punctatum* angriper mest barrvirke i fuktiga lokaler men kan också förekomma i möbler i boningshus. Den gräver sina gångar längs fiberriktningen. En annan art, envisa trägnagaren, *A. pertinax* finns endast i rötskadat virke och mest i södra Sverige. Till långhorningarna hör också, husbocken, *Hylotrúpes bájulus*, som finns i södra och östra delarna av Sverige, upp till Dalälven. De förekommer endast i barrved men tallens kärnved gillar de inte. De bygger slingrande gångar där bormjålet ligger kvar varför man inte ser dem förrän det är för sent. *Ptilinus pecticornis* tas upp i [25] men verkar vara så ovanlig i Sverige att den saknar svenskt namn. Den lever i lövträ och finns från Skåne upp till Uppland.

Det finns också flera arter av fjärilar som angriper träden. De flesta arterna begränsar angreppet till att äta upp blad eller barr. En art, den sk träd-ödaren, *Cossus cossus*, har larver som är 10 cm långa vilka gör långa slingrande gångar i veden. Fjärilarna kan också genom sina angrepp på träden bereda vägen för andra insekter ex vis tallviveln.

Det finns dessutom flera arter av steklar som lägger ägg på och i ved. Gula hornstekeln, *Sírex gígas*, och blå hornstekeln, *Paurúrus juvéncus*, lägger ägg inne i trädet och larverna bygger långa gångar som avsevärt försämrar värdet på virket. I [33] kallas *S. gígas* för vedstekel. Gångarna är fyllda med tätt packat bormjöl. I [25] tas dessutom *Xeris spectrum* upp men enligt Bengt Ehnström är den troligen förbisedd i Sverige då den mest verkar vara nattaktiv. *X. spectrum* saknar svenskt namn. Till steklarna hör också myrorna varav hästmyran eller stockmyran, *Camponótus herculeánus*, är den allvarligaste skadegöraren.

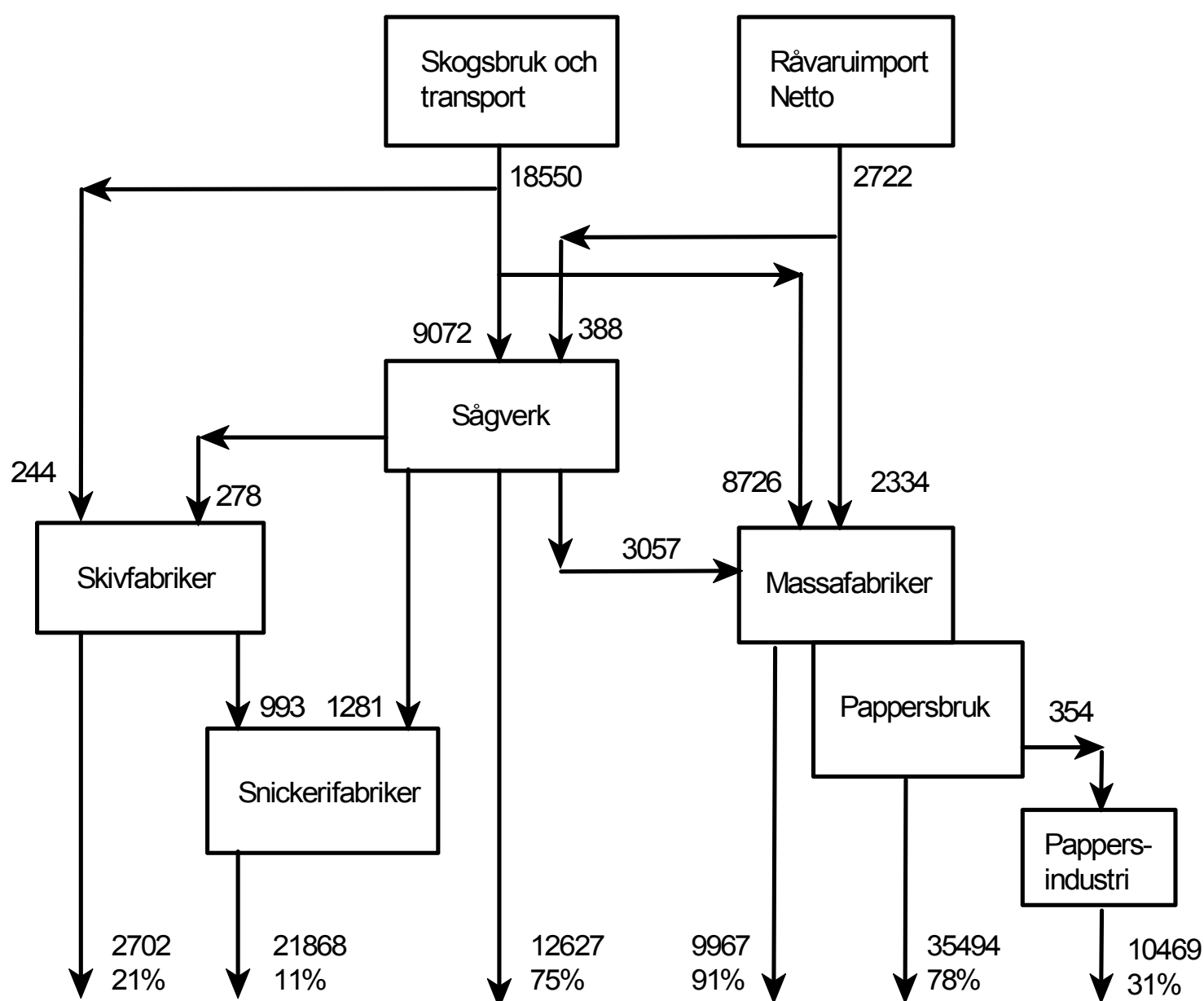
De sk minerarflugorna bl a arten, björkbastflugan, *Dendromýza bétulae*, har larver som gör gångar i kambiet hos björk. Detta innebär att björkveden blir oduglig för fanértillverkning.

M4↑

6 SVENSK OCH INTERNATIONELL SNICKERIINDUSTRI

6.1 Svensk skogsnäring

Den svenska skogsnäringen är av utomordentlig betydelse för landet. Dels svarade skogsnäringen för mer än hälften av Sveriges valutaintäkter, c:a 53 miljarder kronor under 1990. Orsaken är främst att nästan inga sk insatsvaror behöver importeras. Jämför ex vis bilindustrin där en stor del av de svenska bilarna importeras som delar men sätts samman inom landet. Ett annat skäl är att skogsnäringen sysselsätter personer huvudsakligen i glesbygd eller i svagare regioner i landet. Skogsindustrin ger därför underlag till en stor del av Sveriges infrastruktur, dvs vägar mm [35]. I figur 15 har förädlingsvärdet, och andelen av detta som exporterats, angivits. Värdena avser 1987 då senare värden ej fanns att tillgå.



Figur 15: Träråvarans förädling i Sverige och produktionsvärdets uppbyggnad år 1987 i MSEK. Procentvärdena anger varugruppens exportandel. [35]

Av figuren framgår att den del av skogen som blir papper till stor del, 78 %, exporteras i förädlad form. Snickeriindustrin däremot exporterar endast en ringa del av sin totala produktion, c:a 11 %. Skogsindustrins tredje del, skivindustrin, har aldrig fått någon större

omfattning vilket innebär att en stor del av träfiberskivorna idag importeras. Papper- och massaindustrin är en utpräglad storindustri med stora, men få, fabriker. Träindustrin, sågverk och snickerifabriker, är däremot utpräglade småföretag, även om undantag finns.

Skivindustrin, som består av plywood-, spånskive- och träfiberskiveindustrin, har i många fall stora fabriker men företagen är i dagsläget finansiellt svaga vilket innebär att existensen för flera av dem är hotad.

Den totala sysselsättningen var 1990 c:a 135 000 personer och därtill bör räknas en indirekt sysselsättningseffekt om c:a 90 000 personer. Skogsnäringen svarar för 17 % av hela den svenska industrins förädlingsvärde men bara 6 % av bruttonationalprodukten. Näringen har dock två väsentliga särdrag, dels är handelsnettot mycket stort och dels sker produktionen till stor del i glesbygden. Detta betyder att om förädlingsgraden och exporten ökas får detta utomordentligt stor betydelse för landet och sysselsättningen kan tryggas i landets svagare regioner.

Träindustriförbundet har tagit fram statistik, [36] som belyser hur svensk träindustri ser ut i dag. Totalt hade förbundet 747 medlemsföretag 1987. Antalet arbetare, kollektivanställda, var c:a 23 000 medan antalet tjänstemän var omkring 7 000. De flesta arbetar i små eller mycket små företag se tabell 5.

Tabell 5: Antal företag samt antal anställda i företag knutna till träindustriförbundet.

Anställda per företag	Antal företag	Andel i i %
1-10	290	38.8
11-25	181	24.2
26-50	131	17.5
51-75	53	7.1
76-100	29	3.9
101-150	29	3.9
151-200	6	0.8
201-250	8	1.1
251-	20	2.7
Totalt	747	100.0

Från tabell 5 framgår att andelen små företag är mycket stort. Inte mindre än 80 % av antalet företag har mindre än 50 anställda. Intressant är också att dela in träindustrin i olika branscher, se tabell 6. Det största antalet anställda har således snickeriindustrin dvs där man tillverkar fönster, dörrar, köksinredningar mm. Näst störst i antalet sysselsatta är möbelfabrikerna dvs man tillverkar skrivbord, bokhyllor, stolar mm. Husindustrin kommer på tredje plats och denna har troligen decimerats ytterligare under senare år pga av nedgången i byggandet.

Tabell 6: Företag i Träindustriförbundet samt antalet anställda indelade efter bransch.

Delbranscher	Antalet sysselsatta i %
Borstfabriker	1.4
Båtvarv	1.8
Fanérfabriker	1.0
Husfabriker	14.5
Lastpall, lådfabriker	2.3
Musikinstrumentfabriker	0.2
Möbelfabriker	19.5
Parkettfabriker	6.5
Ram- och guldlistfabriker	1.0
Sportartiklar	0.2
Snickerifabriker	34.2
Spånskivefabriker	2.3
Sågverk och hyvlerier	1.7
Diverse fabriker	11.2
Brädgårdar	2.2

Var i landet är då träindustriförbundets medlemsföretag belägna? I Tabell 7 återfinnes antalet sysselsatta inom träindustrin länsvis.

Tabell 7: Antalet sysselsatta fördelade länsvis vid företag tillhöriga Träindustriförbundet.

Län	Antal sysselsatta i %	Län	Antal sysselsatta i %
01	1.4	14	2.9
02	0.2	15	3.4
03	0.2	16	11.3
04	1.7	17	1.3
05	2.5	18	1.2
06	17.0	19	0.7
07	4.6	20	4.4
08	11.8	21	5.5
09	0.3	22	1.0
10	1.3	23	2.2
11	14.1	24	4.6
12	2.4	25	1.8
13	2.2		

Man ser att län nummer 06, 11, 08 och 16 har flest sysselsatta, dvs Jönköpings, Kristianstads, Kalmar och Skaraborgs län. En annan uppgift säger att inte mindre än 76 % av landets anställda i trämanufakturindustrin finns i Götaland och 48 % ligger inom en radie med 12 mil från Jönköping.

Teknikertätheten inom träindustrin är dock låg. Antalet tekniker uppgår till 20 per 1000 anställda och av dessa är det bara en som är civilingenjör. Motsvarande siffror för verkstadsindustrin är 143 resp 37. Antalet årsverken i träindustrin som utförs av akademiker anges endast till 19 st dvs omkring 0.1 % av hela företagssektorns akademikerinnehåll.

Som nämndes ovan är exportintäkterna från träindustrin av utomordentlig betydelse för Sverige. I Tabell 8 belyses detta närmare.

Tabell 8: Export och import under 1993 i MSEK för några produktområden inom träindustrin. Källa: Statistiska centralbyrån, 9410 04.

SNI-Kod	Produktområde	Export	Import
122	Virke mättnings och flottningstjänster	396	1 328
33111	Sågade, hyvlade och impreg. trävaror	14 127	648
331121	Monteringsfärdiga trähus	513	53
331122	Byggnads och inredningssnickerier	709	190
33119	Andra trämaterialvaror	1 770	994
33120	Träförpackningar	70	87
33190	Övriga trävaror	923	410
34113	Träfiberplattor	130	205
Summa		18 638	3 915

Statistiska centralbyrån har också uppgift om att vi exporterade trämöbelvaror för 5 042 MSEK samtidigt som vi importerade sådana varor för 3 767 MSEK. En annan uppgift visar att vi exporterade fanér, spånskivor, kryssfänér (plywood), mm dvs enkelt bearbetat trä för 560 MSEK och importerade motsvarande varor för 1 103 MSEK. De senare siffrorna har en annan indelningsgrund än de i Tabell 8 varför dessa inte helt överensstämmer. Intressant är också att notera att vi importerade sågade och hyvlade trävaror under 1993, SITC-kod 248, för 543 MSEK och att detta vägde 120 000 ton, dvs 4.50 SEK/kg. Exporten uppgick samtidigt till 2.70 SEK/kg. Det trä vi importerar är således ungefär dubbelt så dyrt som vårt eget. Motsvarande analys för möbler, kuddar madrasser mm, SITC-kod 821, ger 27 SEK/kg för import och 23.91 SEK/kg för exporten, dvs här är fördelningen ungefär lika. Export av trä i form av möbler ger således ett förädlingsvärde inom landet på omkring 20 SEK/kg. Om 10 % av vår export av sågade och hyvlade trävaror vilket motsvarar 532 Mkg istället skulle exporteras som möbler skulle det ge ett förädlingsvärde av 11 miljarder SEK, men endast kosta 1.5 miljarder i minskad export av den enklare produkten.

6.2 Lokalisering och ägandeförhållande

Mer än 200 000 svenskar är direkt eller indirekt sysselsatta i den träråvarubaserade industrin. Sektorn svarar för en tredjedel av järnvägstransporterna, en fjärdedel av landsvägstransporterna och 40 % av sjötransporterna. Att så stor del som 76% (1988) av de anställda i landets trämanufakturindustri finns i Götaland förvånar många. Det är därför viktigt att kunnandet inom trä i detta område förstärks. Att det är viktigt att stärka kompetensen inom träområdet råder det inget tvivel om med tanke på hur stor betydelse träbranschen har för Sveriges ekonomi och för Sveriges sysselsättning. Branschen är dock ganska anonym, förmodligen beroende på att det är ont om högutbildade. Träindustrin är mycket traditionsbunden, och ofta är företagen starkt familjeanknutna. Detta har gjort det svårt för t ex

civilingenjörer att komma in i företagen. Det kommer att behövas många civilingenjörer för att få upp träbranschen till samma nivå som t ex verkstadsindustrin. Under de senaste åren har det trots allt hänt mycket, och idag kan man karakterisera den trämekaniska industrin som en balans mellan gedigen hantverksskicklighet och högteknologi.

Den samlade skogsindustriproduktionen gav 1989 landet ett exportnettotillskott som var mer än fyra gånger så stort som bilindustrin och tre gånger så stort som verkstadsindustrin.

Tabell 9: Export och import i några branscher 1989 (miljarder kr) /Källa: SCB-statistik/

	<u>Import</u>	<u>Export</u>	<u>Netto</u>
Verkstadsproduktion	150,2	166,3	16,1
Bilproduktion	34,2	47,4	13,2
Verkstad exkl bil	116,0	118,9	2,9
Skogsindustriproduktion	114,2	68,4	54,2
Trävaror	6,5	17,7	11,2
Papper, massa	7,7	50,7	43,0
Järnmalm	- - -	2,7	2,7
Järn, metall	16,9	26,3	9,4

Tabell 10: Import och export av förädlade trävaror 1989 (miljarder kr i löpande priser) /Källa: SCB, utrikeshandelsstatistik/

	<u>Import</u>	<u>Export</u>	<u>Netto</u>
Hela träindustrin	5,5	7,5	2,0
därav			
möbelindustrin	3,4	4,1	0,7
snickeri	0,3	0,6	0,3
trähus	0,2	0,5	0,3
övrig träindustri	1,6	2,3	0,7

Trots att Sverige är ett litet land så hävdar vi oss bra inom skogsbranschen. Den totala världsproduktionen av sågade trävaror omfattade år 1988 ca 390 milj m³. Sovjet, USA och Kanada var de i särklass största producenterna. Kanadas produktion kan väntas sjunka kraftigt pga att de har haft för kraftig avverkning, men även i USA råder det tvister mellan skogsnäring och fritidsintressen/turistattraktioner. Sverige låg på sjätte plats. Notera Japans höga produktion av sågade trävaror, trots att de avverkar ungefär lika mycket som vi. Förklaringen ligger i att de importerar en stor del timmer. Om vi ser på exporten av trävaror framgår det att Kanada ligger i topp. Här intar Sverige en tredjeplats, se [37].

Tabell 11: Världsproduktionen av sågade trävaror år 1988 (miljoner m³) /Källa: SCB-statistik/

1. Sovjetunionen 105

2. USA	85
3. Kanada	60
4. Japan	25
5. Kina	17
6. Sverige	11

Tabell 12: Export av sågade trävaror år 1988 (miljoner m³) /Källa: SCB-statistik/

1. Kanada	41,5
2. Sovjetunionen	8,0
3. Sverige	6,8
4. Finland	5,0
5. Österrike	3,8

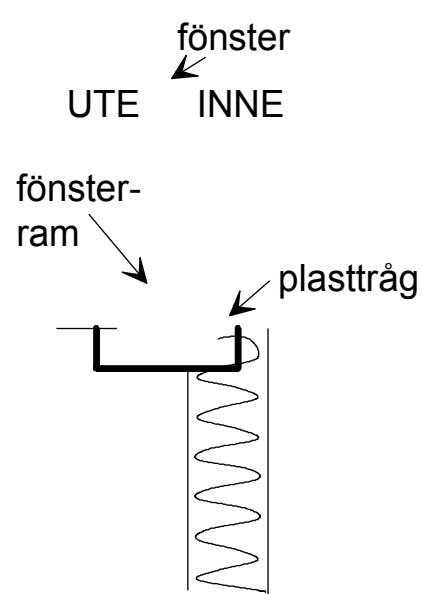
6.3 Träindustrin

Träindustrin har god tillgång till egen högkvalitativ råvara som är av utomordentligt stor betydelse för välbefindandet i de nordiska länderna. Till träindustrin räknas de fem industrigrenarna sågverk, trämanufaktur (snickeri-, trähus-, möbel- och övrig träbearbetande industri), träfiberskive-, spånskive- och plywoodtillverkning. Dess nationalekonomiska betydelse är stor, dels på grund av att den sysselsätter en stor del av befolkningen direkt och indirekt, dels därför att dess verksamhet skapar ett stort exportöverskott i de olika länderna.

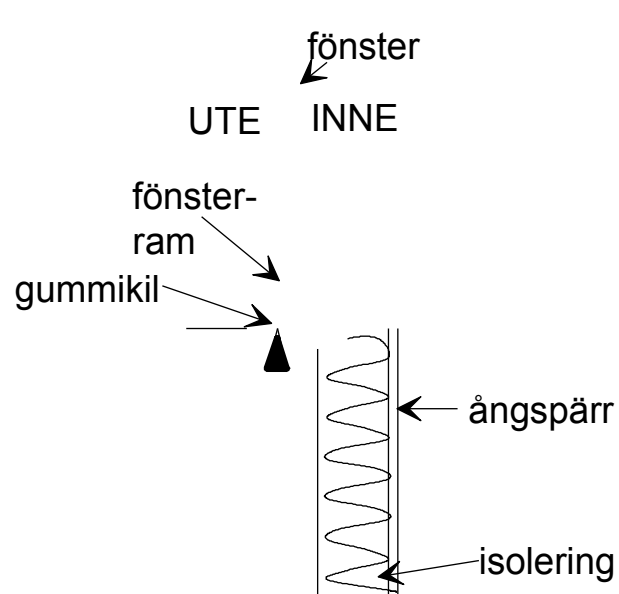
Om man ser till nettoexportvärdet (export brutto minus import) är träindustrins betydelse ännu större eftersom importen av insatsvaror och färdigprodukter är mycket låg. Att exportera råvaran som vi gör i dag är att gå miste om hela förädlingsvärdet. Det är samma sak som händer i u-länderna. Här måste vi göra en kraftsamling och få svensk snickeriindustri att förädla träet, för att därefter exportera den till ett betydligt högre pris. Sverige skulle få både en bättre bytesbalans och fler arbetstillfällen. Nordisk träindustri har sedan andra världskriget successivt utvecklats från en i huvudsak hemmamarknadsinriktad leverantör till en betydande exportör. Företagen är dock fortfarande vanligen små och medelstora, många till antalet och finns företrädesvis i glesbygd och på små orter. För att kunna behålla sina marknadsandelar och också öka dem måste nordisk träindustri under 1990-talet satsa på en genomtänkt strategi för sin verksamhet, en storskaligare industristruktur där detta är ändamålsenligt, en högre grad av kundspecifik produktanpassning, egen produktionsutveckling av kundanpassande funktions- och systemlösningar, bredare och mer kompletta produktsortiment. Man måste också satsa på marknadsföring av produkter och systemlösningar snarare än av material, men även på en mer utvecklad kvalitetsstyrning och kvalitetssäkring, en högre utbildnings- och kompetensnivå. Det främsta hotet mot träindustrin är att trä riskerar

att konkurreras ut, substitueras, av andra material. Ett exempel är då man fick problem med att fönsterna av trä ruttnade för ett par årtionden sedan. Folk blev skeptiska mot trä som material och fönster började tillverkas i plast och aluminium. Det stora problemet är inte trä som material, utan människans okunskap om det. En förklaring till varför fönsterna ruttnade är att felinsättning hade skett. Fönsterbågarna blev efter lackering i fabriken inpackade i plastfolie. Plastfolien skulle skydda lackeringen under transporten. De som satte fönstret på plats tog inte bort plasten, utan skar bara bort det som stack ut efter färdigmonteringen. Följderna blev att plasten skapade ett tråg där eventuell fukt ej kunde ta sig ut. Träet ruttnade och möglade. Ett annat skräckexempel var de färdiggjutna husväggarna. Husväggarnas ångspärr kom att hamna innanför gummikil/packning mellan fönster och vägg. En kondensering vid gummikilen skedde. Träet ruttnade och möglade.

FELMONTERING NR 1



FELMONTERING NR 2



Figur 16: Felmontering av fönster.

Trämaterialet har svåra nationella och internationella konkurrenter i stål, aluminium, betong och plast. Bakom dem står starka företag som satsar mycket pengar på forskning och utveckling. Deras satsning har lett till att stål, aluminium, betong och plast används på bekostnad av trä i många länder.

6.3.1 Träindustrin i världen

Vad vi kan förvänta oss få för krav på de svenska trävarorna för snickeriändamål är synnerligen beroende på till hur stor del våra konkurrerande länder lyckas tillfredsställa marknadens krav. Nedan följer en kort sammanfattning över länder som har betydelse för träsektorn.

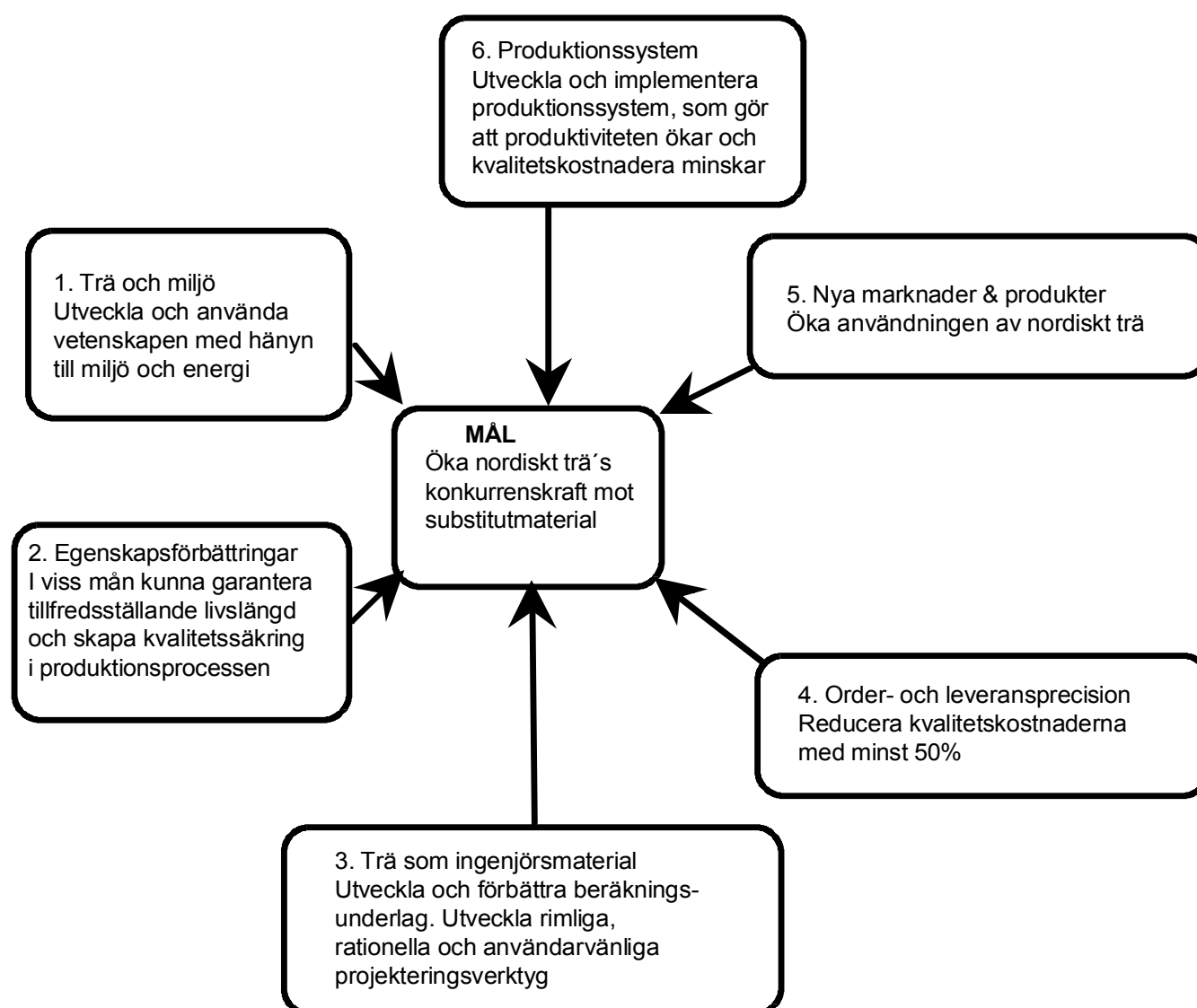
6.3.2 Nordisk träindustri

Våra nordiska grannländer är helt olika ur sågverks- och trävarusynpunkt. Danmark är en av våra viktigaste exportmarknader, medan Finland tillhör en av våra svåraste exportkonkurrenter. Norge däremot är både en viktig exportmarknad och på senare tid även en betydande exportkonkurrent, dock inte i samma omfattning som Finland. I Norden är träanvändning och träbearbetning av historiskt datum. Skogen är en förnyelsebar resurs: Nettotillväxten ligger i Finland på 80 miljoner m³sk, i Norge på 18 miljoner och i Sverige på 100 miljoner. Avverkningen ligger på 55, 10 respektive 68 miljoner m³sk. Gentemot de tropiska träslagen har nordiskt trä en betydande konkurrensfördel därför att nordiskt skogsbruk är välskött och uthålligt. Barrträkonsumtionen utgör ca 80% av träanvändningen i Europa. Den största delen av tillgänglig lövträråvara går till möbler, varav 3/4 är ek och bok. Miljöfrågorna kommer att bli än mer tongivande. Här ligger nog det nordiska trämateriallets stora konkurrensfördel. Marknadens motstånd mot tropiska träslag gör att snickeriindustrin söker alternativa träslag. De får gärna likna de tropiska, och intresset för tempererat (upphettat för finare färg) lövträ, särskilt ek, ökar än mer. Men även furu och gran finner nya användningsområden.

6.3.3 Behov av nordiskt FoU-samarbete

Nordisk träindustris grundförutsättningar är likartade: råvara, industriell utrustning och kompetens. Det gör att de viktigaste europeiska marknaderna uppfattar nordisk träindustri som en enhetlig producentgrupp. Problemen och förutsättningarna för forskning och utveckling är också likartade. Träindustrin tillhör de branscher som satsar minst på forskning och utveckling. Detta ger en naturlig grund för samarbete, också på EG-nivå. Behoven för och fördelarna med ett utökat samarbete, såväl mellan industri och forskning som inom Norden, är många, bl a:

- ⇒ Vägen mellan industri och forskning behöver bli kortare.
- ⇒ FoU-resultat behöver implementeras snabbare och bättre i industrin.
- ⇒ En samlad nordisk planering av forskning och utveckling kan ge en ökad helhetssyn och synergieffekter.
- ⇒ Det vore värdefullt om industrin kunde uppträda med en enhetlig kompetensprofil på de viktigaste marknaderna.
- ⇒ Det nordiska trämateriallets fördelar behöver framhävas.
- ⇒ Träindustrin bör bli en starkare kraft i utnyttjandet av den nordiska råvaran.
- ⇒ Ökad vidareförädling inom Norden är önskvärd.
- ⇒ De internationella koncerner som producerar det material nordiskt trä konkurrerar med, lägger ner stora resurser på sina produkter.



Figur 17: Det nordiska träforskningsprogrammet

Nordisk industrifond skall under 1993-1996 satsa på forskning och utbildning för den nordiska träindustrin. Det bedöms att det finns en god potential för nordisk träindustri att öka nettoexportvärdet med minst SEK 5 miljarder fram till år 2000. Satsningen föreslås omfatta sammanlagt ca SEK 200 miljoner över fyra år. Finansieringen föreslås ske genom Nordisk industrifond i samverkan med nationell industri och nationella forskningsfinansiärer i Norden. Kärnan i de nordiska länderna är de trätekniska forskningsinstituten och forskningsavdelningarna, den trätekniska avdelningen vid Dansk Teknologisk Institut, trälaboratoriet vid Statens Tekniska Forskningscentral (VTT) i Finland, Norsk Treteknisk Institutt och Träteknik i Sverige. Antalet forskare 1992 uppgår till totalt ca 150, se [38].

6.3.4 Kanada

70% av landets hela trävaruproduktion sker i provinsen British Columbia. Den är världens största exportör av sågade trävaror, drygt 23 milj m³ till 60 länder. Exporten till Europa är förhållandevis låg, men trots det kommer eventuella förskjutningar av exportförhållandena att kraftigt påverka våra förhållanden i Sverige. Provinsen har länge awerkat mer än vad man har återplanterat, vilket tvingar dem till att awerka väsentligt mindre i framtiden. Liksom i Sverige har man märkt av att kvaliteten har sjunkit. Ansträngningar görs därför för att öka värdet på sågvarorna. Deras Lodgepole pine (=contorta) lämpar sig bra för snickeri- och möbeländamål,

och har på de sista åren blivit en svår konkurrent till våra svenska trädslag. Övriga trädslag med god kvalitet är Douglasgran och Hemlock. Douglasgran kännetecknas av god rötbeständighet och kvistfrihet, medan Hemlocks styrka ligger i dess goda formstabilitet, se [39].

6.3.5 Tyskland

Även Tyskland har nappat på Douglasgranens goda kvalitet, och den prioriteras tillsammans med vanlig gran vid nyplanteringar. Tysk tall bedöms ge dålig virkeskvalitet. Tyskland har möjlighet att öka sin awerkning något i framtiden, eftersom de tidigare har varit återhållsamma. Liksom i Sverige är deras sågverksindustri småskalig, men en snabb omstrukturering är på väg. Tyskland har stor betydelse för Sverige, eftersom vi exporterar mycket till dem. Importens fördelning på de viktigaste leverantörsländerna var 1986 Sverige 28%, Finland 17%, Sovjetunionen 16% och Österrike 13%. De inhemska sågade trävarorna av gran och furu används främst som konstruktionsvirke och emballage. Huvuddelen av snickeriindustrins virkesbehov kommer även i framtiden att täckas med import, se [39].

6.3.6 Storbritannien

Landets skogsandel har ökat kraftigt under 1900-talet. Idag är 10% av landets yta täckt med skog, vilket är att jämföra med att i Sverige är 65% av ytan skogsbeklädd. En ytterligare ökning av arealen begränsas på grund av den höga befolkningstätheten. Gran är det mest dominerande träslaget, medan furu mest växer på den engelska ostkusten. Skogen är mycket ung, 50% är under 20 år. De ökande framtida kvantiteterna väntas få störst avsättning som konstruktionsvirke, främst bjälkar. Däremot väntas kvaliteten inte heller i framtiden vara tillräcklig för möbler och snickerier. Praktiskt taget allt snickerivirke importeras, se [39].

6.3.7 Frankrike

I Frankrike dominerar lövträden över barrträden. Lövträden står för 65% av produktiv skog. Vid nyplanteringar prioriterar man barrträd. Liksom i Tyskland satsar man på Douglasgranen, som beräknas stå för 30% av möjlig awerkningsvolym år 2000. I dag använder Frankrike största delen av barrvirket till byggnadsvirke och emballage, men man tror sig kunna använda en hel del till snickeriprodukter i framtiden, främst till möbler och dörrar, se [39].

6.3.8 Japan

Att japanska bilar, kameror, datorer etc lyckats hävda sig väl i konkurrensen vet vi alla. Vad vi kanske inte visste är att Japan har mycket att visa upp inom trä. I Japan finns det ungefär lika mycket produktiv skogsmark som i Sverige. Även virkesförrådet och tillväxten ligger på samma nivå. De kan inte kvantitetsmässigt konkurrera med de snabbväxande skogarna i Nya Zeeland, Brasilien etc, och satsar därför uteslutande på kvaliteten. De har ett par inhemska

barrträd: hinoki och sugi som ger en utomordentlig kvalitet vid trämekanisk bearbetning. Allt timmer de behöver till massaindustrin importerar de därför. Japan har en trämekanisk industri som är många gånger större än vår. Deras framtida utveckling kommer med all sannolikhet gå i ett rasande tempo. Det finns 7 universitet med över 50 trätekniska professorer, 200 trätekniska civilingenjörer utexamineras årligen och all forskningsverksamhet är av imponerande storlek, se [40].

6.3.9 Tropiskt lövträ

Averknigen i de tropiska skogarna väntas minska, pga att skogen börjar ta slut. I Elfenbenskusten är skogstillgångarna i stort sett borta. Under de senare åren har timrets dimensioner minskat och kvaliteten blivit sämre. Denna tendens väntas fortsätta. Holländska fönsterfabrikanter, som de sista 10-15 åren använt Meranti (ett beständigt trädslag lämpligt för utomhusbruk), har fått problem med sämre och ojämn kvalitet.

6.4 Träförädlingsindustrin

Produktionen i träförädlingsindustrin innebär att inköpt råmaterial, bräder och plank, som i vissa fall torkas ytterligare och hyllas, sågas till vissa format och eventuellt fräses till bestämda profiler. Dessa "basbitar" sammanfogas därefter med varandra och även ibland med utifrån kommande material, kantlistas och dessutom görs vissa förberedelser för bl a beslag. Många företag har sedan ett mellanlager av komponenter som efter kundorder ytbehandlas, förses med beslag och förpackas.

Till träförädlingsindustrins produkter räknas följande grupper:

- ⇒ Färdiga snickeriprodukter för byggnader; inredningar såsom fönster, dörrar, trappor, paneler, golv, skåp, hyllor
- ⇒ Snickerikomponenter (detaljer till nämnda produkter)
- ⇒ Ämnen till snickeriindustrin (delfabricerade komponenter)
- ⇒ Byggnader av trä
- ⇒ Byggelement (yt- och volymelement)
- ⇒ Möbler och möbelkomponenter
- ⇒ Emballage
- ⇒ En mångfald specialprodukter (t ex ramar, lister m m)

Träindustrin består av många relativt små företag. Tyngdpunkten för träindustrin ligger i Småland och Västergötland och huvudgrenar för denna industri, som är hemmamarknadsbetonad, är trähus-, snickeri- och möbelindustrin.

6.4.1 Träanvändningen

Minst 60%, kanske ända upp till 70% av den totala träanvändningen sker inom byggande och boende, se diagram 1. Detta gäller inte bara Sverige, utan även de länder vi exporterar till. Byggverksamheten i landet styr, av nämnda skäl, den totala träförbrukningen. I Sverige har vi länge varit duktiga på att exportera. Exporten är regelmässigt avsevärt mycket större än den inhemska användningen. Vi är dock dåliga på att förädla våra produkter, se [41].

6.5 Snickeriindustrin

I stort sett i hela Europa är snickeriindustrin uppdelad på många små enheter. Här finns ca 500 fönsterfabriker, som använder mer än 500 m³ virke per år. I USA är samma produktion uppdelad på endast 17 enheter. För att Europa ska kunna konkurrera med USA krävs en strukturförändring, där flera små går ihop till större enheter. I framtiden kommer det att ställas högre krav på framförallt sprickors storlek och antal, samt mikrobiella angrepp. Kemisk behandling, t ex mot röta, kommer att minska för att klara de ökande miljökraven. Detta gör att man kommer att ta till vara träets skiftande egenskaper bättre.

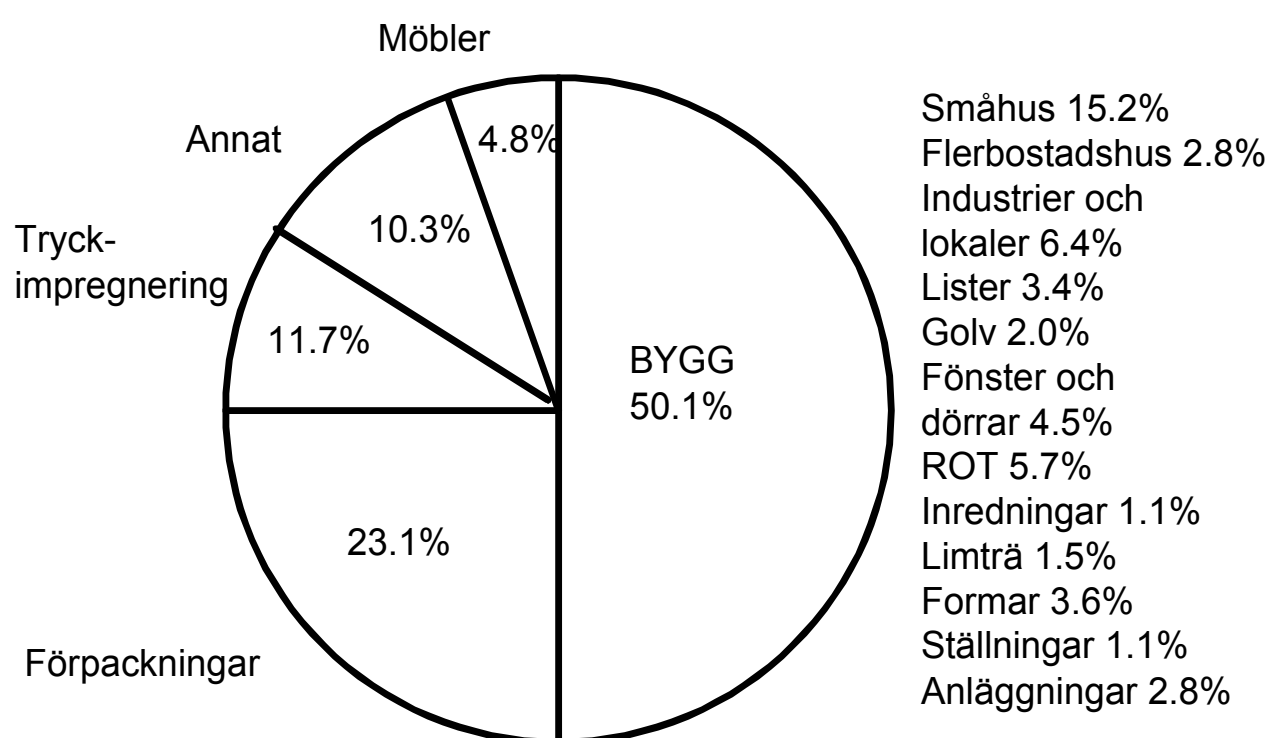


Diagram 1: Sveriges träanvändning

6.5.1 Möbel- och inredningsarkitektur

Den svenska möbelexporten är större än någonsin. Varför går det då så bra för svenska möbler? En anledning är säkert att designerna har börjat upptäcka alla fördelar med materialet trä, men även att Norge och Tyskland har väldigt stor aptit på just svenska möbler. En annan anledning kan vara IKEAs fortsatta frammarsch världen runt. Svensk träkreativitet kom väl till sin rätt på den stora möbelmässan Bo 92. Här fanns skapelser från de fyra stora möbelkedjorna (Europamöbler, Mio, Svenska hem, Erfa Idéhem), men även av enskilda arkitekter och designers bla från Högskolan för Design och Konsthantverk i Göteborg,

Konstfackskolan i Stockholm och Carl Malmstens Verkstadsskola. Karaktäristiskt för svensk inredningsstil är även att möbelformer som övertagits utifrån, i viss mån modifierats och anpassats till vår smak. Vi ger möblerna en mer återhållsam form, som bättre passar den klassiska svenska eller nordiska möbelstilen. Dagens mode är en harmonisk blandning av gammalt och nytt. Det betonas även en ekologisk grundsyn på möbler. Möblerna ska vara av ljusa träslag, lätta att flytta och anpassade efter funktion och efter vilken miljö den ska finnas i.

6.6 Utbildning och forskning

Träindustrin har ett lågt antal anställda med ingenjörsk- eller civilingenjörskbakgrund. Endast 2% av de anställda har denna utbildning. Enligt forskningsstatistik från 1991 fann man att forskningsintensiteten i träteknikbranschen låg bland de lägsta. Detta i kontrast till läkemedelsindustrin som är mycket forskningsintensiv. Mycket av den trätekniska forskningen svarar Trätek för.

Tabell 13: Andelen anställda med ingenjörsk- eller civilingenjörskbakgrund

	<u>Tekniker per 1000 anställda</u>	
	Civ ing	Ing
Träindustrin	1	19
Skogsindustrin*)	8	27
Textil och konfektion	6	18
Verkstadsindustrin	37	106

*) inkl. papper och massa

En stor del av forskningen behandlar materialet trä, som är ett mycket nyckfullt material. Det är till viss del det som gör det så intressant och spännande att arbeta med trä. Då det gäller den produktionstekniska delen så är den ganska lik den som finns inom verkstadsindustrin. Datortekniken har en avgörande betydelse och intresset bör därför primärt fokuseras mot styrning och övervakning av olika typer av maskiner och utrustningar, men även mot integrationen mellan olika utrustningar, CIM.

Förutom vid Linköpings Universitet bedrivs idag utbildning och forskning inom träteknik på följande ställen:, se bl a [37]

- ⇒ Institutionen för träteknik vid KTH. Första professuren innehades av Endel Saarman som har skrivit en grundläggande lärobok om träteknik. Denna används som kurslitteratur hos oss i Linköping. Institutionen ger bl a två kurser i

civilingenjörsutbildningen på maskinteknik. Normalt väljer 5-10 teknologer att läsa träteknikinriktningen.

- ⇒ Institutionen för träteknik i Luleå/Skellefteå. En stor del av statens satsningar har gått till denna institution med ett femtiotal anställda. Datortomografering av stockar och mikrovågstorkning av trä är några välkända forskningsområden. Vid institutionen utbildas varje år ett femtontal civilingenjörer i träteknik.
- ⇒ Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) Här bedrivs forskning som i viss utsträckning anknyter till det trämekaniska området. Främst berörs dock skogliga frågor.
- ⇒ Högskolan i Karlstad Utbildning av högskoleingenjörer i träteknik på skogsindustriutbildningen. Grund- och påbyggnadsutbildning för sågverksyrken finns på Rikssågverksskolan i Skoghall.
- ⇒ Högskolan i Falun/Borlänge YTH-utbildning (Yrkes Teknisk Högskoleutbildning) med inriktning mot produktionsteknik med en gren mot träteknik.
- ⇒ Högskolan i Jönköping YTH-utbildning i träteknik och ingenjörsutbildning. Åtminstone YTH-utbildningen har flyttat till Nässjö.
- ⇒ Mitthögskolan Viss forskningsverksamhet har inletts i Östersund, främst vad gäller sk komprimerat trä och dess hållfasthet.
- ⇒ Institutet för träteknisk forskning (Trätek) m fl FoU, branschnära forskning och utvecklingsarbete inom det träråvarubaserade området bedrivs vid kollektivforskningsinstituten Trätek, STFI (Skogsindustrins Tekniska Forskningsinstitut) och möbelinstitutet. Trätek finns i Stockholm, Växjö samt i Skellefteå. Tidigare fanns en avdelning av Trätek i Jönköping. Möbelinstitutets verksamhet som tidigare fanns i Jönköping, pågår sedan 1996 vid Statens Provningsanstalt i Borås.
- ⇒ Träcentrum i Nässjö Stiftelsen Träcentrum Nässjö bildades den 11 oktober 1991 och är tänkt att bli ett resurscentrum för småländska höglandet med omnejd. Det avses bli en knutpunkt för utbildning, metod- och produktutveckling, marknadsföring, design och datateknik på det trätekniska området. Här finns sedan en tid tillbaka den YTH-utbildning som tidigare gavs vid högskolan i Jönköping. Linköpings Universitet svarar för examination mm.

- ⇒ Träakademin. Under 1994 har också den sk träakademin grundats. Denna består bl a av Träcentrum i Nässjö, Linköpings tekniska högskola, Högskolan i Jönköping, Träteknik i Jönköping mm. Meningen med akademien är att få till stånd en naturlig samlingsplats för allt träkunnande inom regionen. Akademien har sitt säte i Linköping.
- ⇒ Linnéum och Sydpoolen. Dessa är två organisationer som består av ett antal trämanufakturföretag i olika delar av södra Sverige. Sydpoolen synes verka mest i Småland medan Linnéum mest är aktiva i Skåne. Linnéum Snickeriföretagsutveckling som har sitt säte i Älmhult har i dagsläget, mars 1995, 12 medlemsföretag: Fönsterspecialisten, Vävstolsfabriken i Glimåkra, GTL Grimslövs Trä och Lister, Kvillsfors Träindustri, Dörr och Portbolaget, Atab-trappan, Smedstorps Snickeri, Specab Specialinredningar, Unnaryds snickeri, Ivar Petterssons snickerifabrik, Br Jonssons träindustri och Belganet Svarveri.
- ⇒ Universitetet i Växjö. Under Institutionen för Industriella Produktionssystem finns sedan en tid avdelningen Skogs- och Träteknik med ett femtontal anställda. Institutionen svarar bla annat för utbildningen av högskoleingenjörer inom ämnet.
- ⇒ Vidare finns de traditionella utbildningarna till civilingenjör i Väg- och vattenbyggnad som finns vid de tekniska högskolorna i Göteborg, Stockholm, Lund och Luleå.

7 SÅGVERK

Då träden avverkat sänds de i många fall till ett sågverk. Sågverket kan vara mycket litet, t o m portabla sågverk finns numera, eller mycket stort där sågning av timmer blivit en storindustri. Normalt hamnar timret först i ett lager. Lagret används för att utjämna tillförseln så att sågverket kan vara igång kontinuerligt. Tyvärr innebär lagringen att olika skador uppkommer på timret. För att minska dessa skador används ofta vatten som skydd. Vattnet kan i vissa fall sprutas över timmerlagret men åtminstone tidigare brukade timret lagras helt under vatten. En enkätundersökning som refereras i [42] sidan 123, visade att c:a 10 % lagrades utan vattenbegjutning, 51 % bevattades och lagrades på land medan 39 % lagrades under vatten. Under senare år har man dock försökt att minska lagringen under vatten, kanske främst pga den stora skada som lagringen medför på vattendragen. De trärester, bark mm, som hamnar i vattnet måste ju brytas ner vilket innebär att syrehalten i vattnet sjunker, vilket i sin tur medför ett utarmat djurliv. Då lagring av virke dessutom kostar stora pengar i form av bundet kapital försöker man på alla sätt att hålla så små lager som möjligt utan att få virkesbrist. Vid Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU, pågår fortlöpande forskning om timmerlagring. Enligt Torbjörn Elowsson vid SLU är miljöpåverkan av vattenbegjutning mindre än man skulle kunna förvänta sig då vissa ämnen i bevattningsvattnet minskar i stället för ökar.

De skador som uppkommer på virket under lagringen är bl a blånadsskador. Dessa uppkommer pga svampangrepp där barken skavts av, ex vis vid kvistningen ute i skogen. Insektsangrepp och angrepp från sk bormusslor är andra skador. Det är dock inte helt problemfritt att lagra timret under vatten eller att använda bevattning. Våtlagringen medför nämligen att träet börjar brytas ned av bakterier vilket i sin tur innebär att permeabiliteten i detta ökar. Detta kan ställa till problem i snickeriindustrin, ex vis vid betsnings. Betserna tas upp ojämnt av träet vilket orsakar en flammighet hos träytan, [42] sidan 125. Täckande ytbehandling påverkas inte av våtlagringsskador men långtidsbeständigheten för limmade produkter som används utomhus påverkas negativt. Sprickbildningsbenägenheten vid virkestorkning ökar. En positiv egenskap av vattenlagringsskadorna finns också. Impregnering mot röta blir enklare då permeabiliteten hos virket ökar. Vissa rekommendationer finns också för hur länge vattenlagring resp bevattning är tillämplig. I det förstnämnda fallet anges 2 - 6 veckor, medan 8 - 17 veckor anges för det senare. Den kortare tiden anges då för barkat virke, [42] sidan 126. I [24] sidorna 159 - 170 finns en mera omfattande redogörelse av virkesskador pga svampar, insekter mm. Mycket forskning pågår runt om i världen för att förstå hur ex vis svamparna bryter ner trästrukturen. Ett exempel återfinnes i [43] där man undersökt hur en svamp bryter ner lignin under strängt kontrollerade former. Efter en

inkubationstid på 10 dagar började svampen att kemiskt omforma ligninets struktur och bildade också andra ämnen med lignin som råvara.

Det finns också andra skador på timret bl a mekaniska skador orsakade av hanteringen i skogsmaskinerna, ex vis klämskador som framträder när träytan laseras, spjälkskador, partiell barkning och dubbskador, [42] sidan 121. I [44], sidan 34, finns en mera populär framställning av olika virkesfel.

Vid timmerleveransen sker oftast en inmätning av virkesmängden, en sk vederlagsmätning, [42] sidan 101 - 120. Denna används sedan för att beräkna hur mycket leverantören skall ha betalt. Samtidigt försöker man sortera timret med hänsyn till trädslag, dimension och ibland också kvalitet, se [44], sidan 41 för mera detaljer om sorteringsprocessen. Stockarna lastas först upp på ett sk timmerbord och de förs sedan m h a ett transportband genom en spiksökare. Spiksökaren känner av om det finns något magnetiskt material inne i stocken. Den passerar sedan en mätram där diametern mäts upp. Tre olika mätramar är vanliga, Remalog, Optilog och Elmes. Samtliga bygger på principen att stocken skuggar en eller flera ljusstrålar. På senare tid har dessutom en sk TINA kommit i bruk. Då stocken passerar denna apparat genomlyses den med gammastrålning. Gammastrålarna absorberas till viss del i stocken och detta ger ett mått på dess inre kvalitet. TINA:n ger ett bättre värde på stockens diameter under bark än de andra metoderna. Avläsningen som sker automatiskt i alla metoderna sker c:a varannan cm på dess hela längd. Längden mäts upp m h a en pulsgivare kopplad till transportbandet samt fotoceller. Dessutom sitter en auktoriserad timmermätare placerad i sorteringsverket och gör en manuell besiktning av varje stock. Virkesmätningrådet, VMR, kommer att införa fem olika sorteringsklasser för tall och fyra för gran, nämligen [45]:

Klass 1 = Högklassigt snickerivirke

Klass 2 = Virke med i huvudsak frisk kvist, till möbler, paneler och karmträ mm

Klass 3 = Bärande stomvirke inkl väggreglar

Klass 4 = Regelvirke (Byggreglar och liknande), gäller endast tall

Klass 5 = Emballagevirke (= klass 4 för gran)

Enligt [46], sidorna 10 och 11, togs ett beslut vid årsskiftet 1993/1994 och reglerna började sedan att börja gälla från 1994 08 01. I augusti 1995 har dock endast distrikten norr om Sundsvall infört dessa regler till fullo och i linköpingsregionen beslutade man att starta först 1996 08 01. Fortfarande kommer dessa klasser endast att gälla för tall och granvirke. Årsringstätheten får en större betydelse i det nya förslaget och dessa får vara högst tre mm breda för högklassigt snickerivirke. De nya reglerna kommer enligt referensen troligen att ge en ökad andel emballagevirke och det kommer att bli en prisfråga om detta virke istället

används inom massaindustrin. VMR har också en instruktion för mätning av sågtimmer av björk, klibbal och asp. Stockarna delas där in i tre klasser A, B eller C, se [47] sidan 26-28.

Omfattande forskning sker runt om i världen för att bättre kunna utröna stockarnas inre kvalitet. Till sin hjälp har man ex vis tagit datortomografi, NMR (Nuclear Magnetic Resonance) och ultraljud. Samtliga dessa metoder kräver dock bearbetning av mycket stora datamängder i realtid varför de varit svåra att ta i bruk i verkligheten. Detta då ett modernt sorteringsverk har en kapacitet på c:a 2 000 stockar per skift om åtta timmar.

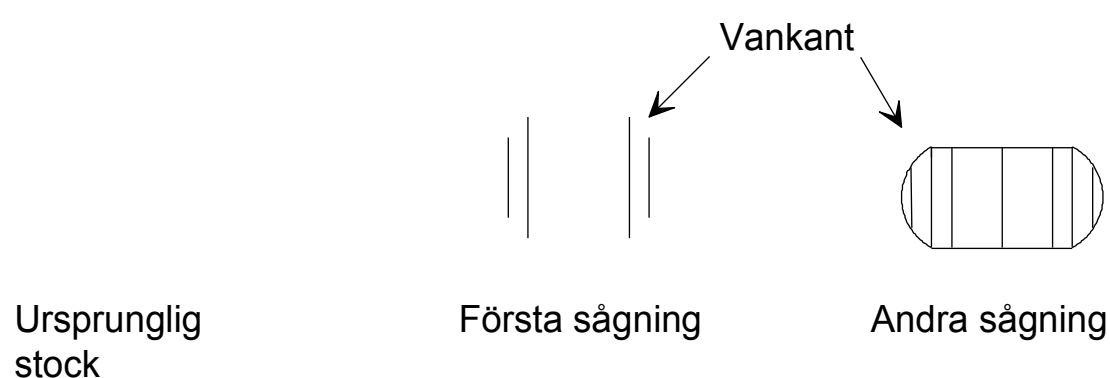
Efter timmersorteringen placeras ofta stockarna i ett mellanlager för att sedan tas in i sågverket. Stocken passerar då först en sk rotreducerare, [48] sidan 18. Detta är en apparat som jämnar till den tjocka och ofta oregelbundna rotänden på stocken. Två typer finns; en typ som arbetar med kuttrar och en annan som kallas för rotorreducerare vilken hugger bort sk rotben och andra ojämnheter. Man ser genom detta till att stocken har en viss maximal diameter. Ibland placeras rotreducerarna före barkningsmaskinen; detta då denna senare maskin inte behöver ha så stor öppning.

Barkningen av stocken sker i barkningsmaskiner. Det finns fem typer, se referens [49] sidorna 63 - 65:

- Trumbarkning, där stockarna matas in i en stor roterande trumma. Stockarna tumlar då om och nöter mot varandra. Metoden används bara inom massaindustrin.
- Barkning med slagor; används ej i Sverige.
- Barkning med kuttrar. Ger stora vedförluster och används ej i Sverige, se [50] sidan 576 för ett exempel.
- Barkning genom skjuvning. Man trycker ett verktyg hårt mot stocken samtidigt som verktyget roterar runt stocken. Man erhåller då ett skjuvbrott i kambieskiktet. En liknande apparat, men med en något annorlunda barkningsprincip, finns beskriven i [51], sidan 307.
- Hydraulisk barkning. Man sprutar då vatten med högt tryck mot stockens mantelyta vilket medför att barken lossnar. Metoden används ej i Sverige, se [50] sidan 578 för ett exempel. Hydraulisk barkning används ofta för stora stockar av tropiska lövträd, se [51], sidan 310.

Efter barkningen vidtar sedan själva sågningen. Idag är detta en helt automatiserad process, åtminstone på de stora sågverken. Traditionellt hade man tidigare renodlade cirkelsågverk, bandsågverk eller ramsågverk men numera försöker man att kombinera de olika sågtyperna.

En nackdel med en kombination av olika sågtyper är att virket får olika struktur på sidorna. Många olika "layouts" finns för sågverk idag. Gemensamt synes vara att stocken först passerar en sk kantsåg där två sidor på stocken sågas bort. Stocken får då två plana och två runda sidor. Ofta kan man numera såga "i krok" för att få mesta möjliga utbyte. Efter detta vrids stocken 90 grader och passerar sedan igenom en ny uppsättning sågar, se figur 18. Metoden kallas fyrsågning. Brädornas, och plankens dimensioner bestäms av den sk postningen dvs avståndet mellan olika sågsnitt. Priset på virket beror av kvalitet och dimensioner. Vid postningen avgörs således till stor del hur stort det ekonomiska utbytet blir för sågverket och mycket forskning pågår för att optimera detta förfarande. Se bl a det separata kapitlet om optimeringsmetoder i detta kompendium. Vissa brädor kommer vid sågningen att erhålla rundade kanter, vankant, pga stockens ursprungliga cirkulära form, se [24] sidan 111. Dessa kanter sågas bort i ett sk kantverk.



Figur 18. Princip för sk fyrsågning i ett sågverk.

Det finns flera olika typer av kantverk. I klingkantverk används sågklingor och kanterna sågas bort. Det är också vanligt med sk planreducerare där kanterna awerkas med hjälp av koniska flishuggar. I [50] anges att terminologin inte är helt klar när det gäller finfördelning av trä till flis och spånor. Man föreslår därför att man använder en terminologi utarbetad av Johnsson (1956) där en sk primär reducering innebär upphuggning av träet till valnötsstora bitar, sk sekundär reducering till 6,5 x 19 till 32 mm, och flisning till en tjocklek om 0.06 till 0.4 mm. Sedan kommer efterreducering, eller defibrering. Planreducerare kan också användas istället för sågar redan i det första momentet, se figur 18 där stocken är helt cirkulär. Detta innebär en bättre lönsamhet då flis kan säljas till ett högre pris än sågspån. Profilreducerare används på samma sätt men där awerkas kanterna istället med kuttrar. I moderna sågverk är maskinerna ofta sammanbyggda så att reducering och sågning sker i samma maskin, [49] sidorna 281 - 284. Vissa brädor får dessutom sk stjärtar eller bakar, dvs mer eller mindre rundade kanter pga att stocken smalnar av mot toppen. Dessa stjärtar kapas bort och huggs vanligen upp till flis. Efter sågningen sker sortering av virket efter olika dimensioner, och ibland kvalitéter, och placeras sedan i virkestorcken.

Numera har det blivit vanligare att sågverken sågar upp virke direkt mot kundens specifikationer. Detta kräver mycket flexibla sågverk där det går snabbt att ställa in de olika sågklingorna, eller sågbladen, i förhållande till hur tjocka brädor som önskas. Den del av brädorna som innehåller mörken vill man oftast såga bort då den bara innehåller sk ungdomsved med dålig kvalitet. Detta görs i en sk greensplitsåg eller råklyvsåg.

Klentimmer sågas ibland i en separat såglinje som kan göras mycket enklare. Detta innebär också att kapaciteten på huvudlinjen kan ökas väsentligt, se [48] sidan 32.

Flera olika sågmetoder används. I figur 18 visas sk fyrsågning vilken är den vanligaste i Sverige. Kvarterssågning, se [24] sidan 147, användes tidigare för att få fram högklassigt snickerivirke pga fördelarna med "stående årsringar", dvs man erhåller endast radiell krympning på bredden och tangentiell krympning på tjockleken då virket torkar. På senare tid har man dessutom försökt med sk stjärnsågning för att få motsvarande fördelar. Lövträd sågas ofta enligt metoden "sawing around" dvs man sågar bort brädor från en sida i taget tills man kommer in i lövträdets sämre del, se [52] sidan 19. Sedan vrids stocken 90° och förfarandet upprepas. De högkvalitativa ytterbrädorna används sedan inom möbelindustrin, medan mittdelarna används till emballage och inom byggnadssektorn. Sågverk ur ett mera internationellt perspektiv beskrivs förtjänstfullt bl a i [53]. På senare år har även sk stjärnsågning vunnit viss ryktbarhet. Metoden ger stående årsringar men också ett antal trekantiga "brädor" som man ännu så länge har viss svårighet att avyttra. Produkter som utnyttjar dessa börjar dock återfinnas på marknaden numera.

Av 2 m³ stockar får man ut 1 m³ sågat virke, 1.7 m³ flis och 0.7 m³ sågspån. I [54], från 1986 anges att sågat virke betalas med c:a 1 000 kr/m³ medan flis och sågspån ger c:a 270 respektive 100 kr/m³. I referens [42] finns dessutom 51 referenser till ytterligare litteratur inom området.

Ett modernt sågverk är en omfattande industri med högt teknikinnehåll. Det kan därför vara svårt att omedelbart inse konsekvenserna av ett visst handlande i processen. Man har därför vid Oregon State University tagit fram ett datorprogram där ett sågverk kan simuleras, [55]. Värdet av en sådan simulering framgår av att en enprocentig ökning av produktiviteten resulterar i en förtjänst årligen på 500 000 US\$ för ett medelstort amerikanskt sågverk. Programmet är skrivet i ett språk som liknar Smalltalk vilket innebär att det kan hantera sk klasser. Varje klass behandlar en enhet i sågverket. Sådana enheter kan vara en stock, sågspån, bark osv. Varje klass har sedan vissa egenskaper, för klassen stock, ex vis träslag, diameter, längd och avsmalning. Klassen timmer har egenskaper som längd, tjocklek mm. Den logiska processen kan starta med att stocken kommer in i sågverket. Allteftersom

processen går vidare skapar programmet sina enheter, objekt, och till slut förstörs dessa. Varje objekt har dessutom märkts med ett klockslag varför processen kan följas i tiden för vilken enhet som helst. Man har också byggt in vissa optimeringsrutiner i programmet för att man verkligen skall erhålla bästa möjliga utfall. Enheterna processas i programmets sk noder vilka är sk abstrakta klasser. Dessa klasser kan sedan ära, och äras, av ytterligare klasser, ett förhållande som också återfinnes i C++. Noderna har delats in i sju stycken olika klasser ex vis ursprungsklassen, samlingsklassen, köklassen och processorklassen. Enheterna ovan kan därvid fås att passera mellan de olika noderna precis på samma sätt som i ett riktigt sågverk. I noderna finns sk händelser vilka kan bestå av laddning, positionering, sågning osv. Man använder en slumpgenerator för att mata programmet med olika typer av stockar. Resultatet kommer sedan ut i filer som kan läsas av ett databasprogram, .dbf-filer. Efter det att programmet har startats kan det när som helst försättas i ett viloläge och man kan då gå in och studera hur många stockar som sågats, hur mycket sågspån som producerats mm. Det programsystem som används innebar tyvärr att programmet blev onödigt långsamt. Man skall därför nu överföra det till C++ istället.

Ett problem som först på senare tid blivit uppmärksammat i vetenskapliga sammanhang är de spänningar som uppstår i trädstammen när trädet växer. Vid sågning av plankor och brädor kommer sådana spänningar att medföra att dessa böjer sig, framför allt kanske om trädet innehåller sk reaktionsved. En mera uttömmande behandling av ämnet återfinnes i [56].

7.1 Virkestorkning

Efter sågningen måste virket torkas under kontrollerade former. Vid sågverken torkas virket ner till en fuktkvot om c:a 18 % enligt svensk standard. Detta är inte tillräckligt om virket skall användas till möbler. Torkprocessen beskrivs förhållandevis utförligt i [24] samt i ett separat kapitel i detta kompendium varför detta inte beskrivs närmare just här. För att virket skall kunna torkas måste det ströläggas. Detta innebär att man mellan varje plank, eller bräda, måste lägga en sk ströläkt som helst bör vara av gran. En läkt är sågat virke med ett relativt litet rektangulärt tvärsnitt, 12 - 38 mm. Detta innebär att den luftström som torkar virket får fri passage mellan brädorna. Det är viktigt att placera dessa läkt på rätt ställe så att inte virket böjer sig, eller i värsta fall, går av. Se [57], sidan 77 och följande, för mera detaljer om ströläkt, bärlinor mm vid virkestorkning och lagring. En uttömmande behandling av vätsketransport i trä finns i [58].

7.2 Vidareförädling

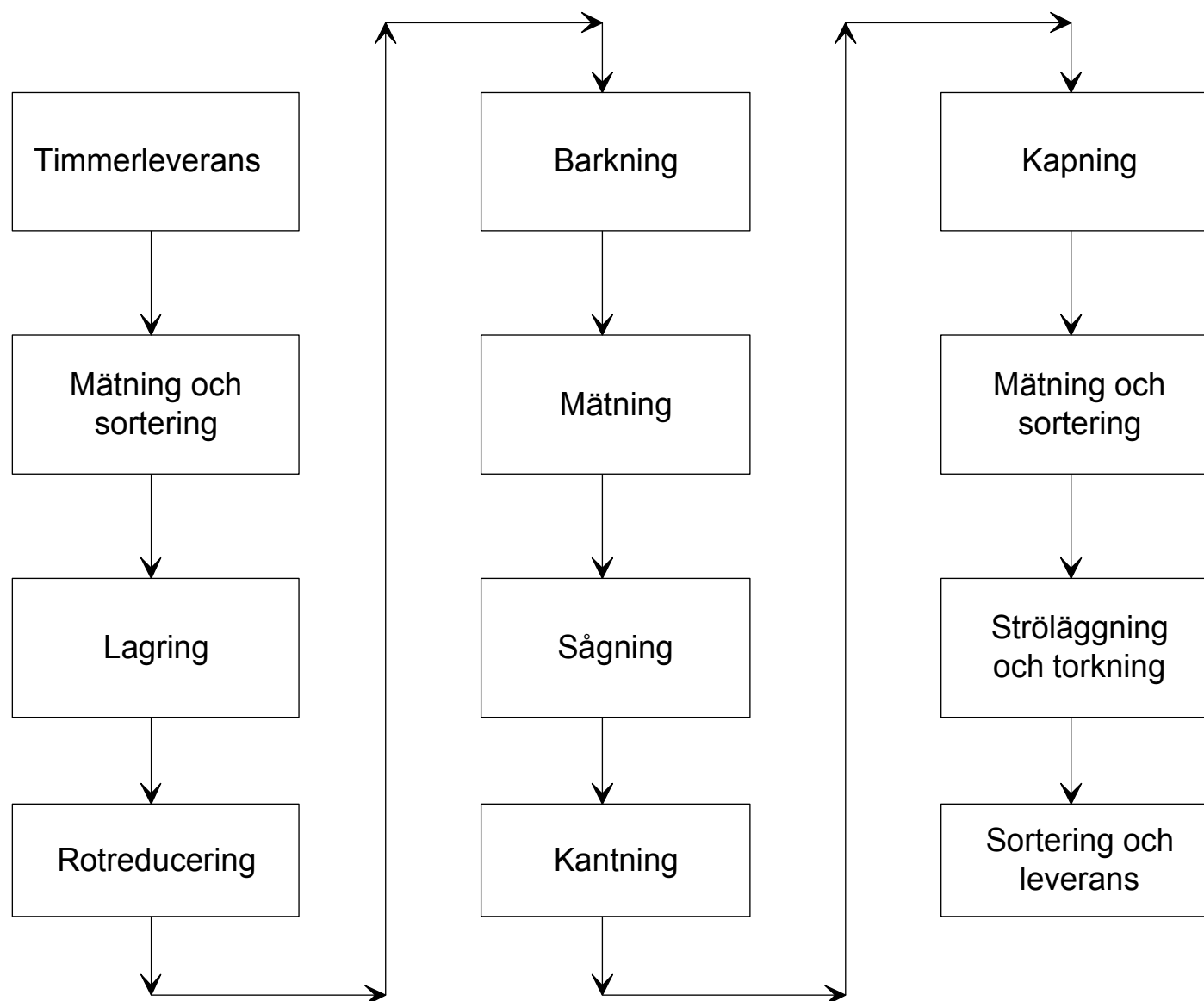
Många sågverk försöker numera att själva vidareförädla sina sågade produkter. Det kan vara torkning till lägre fuktkvot, sågning till andra dimensioner, fingerskarvning mm. Den största delen av förädlingen sker dock i hyllier. Se [24] sidan 116 för mer information om hyllat

virke. Vid fingerskarvning finns vissa regler om virket skall användas till konstruktionsvirke. Tanken med skarvmetoden är att i möjligaste mån överföra lasterna med skjuvspänningar. Ju längre fingrar varje bit har, desto högre andel av lasten förs över på detta sätt. För långa fingrar minskar dock virkesutbytet och dessutom blir ofta ytterfingrarna dåligt limmade då de inte står emot limtrycket på samma sätt som korta fingrar. Detta kan avhjälpas med hjälp av diagonalt stående fingrar eller genom att applicera ett sidotryck på dessa fingrar. Fingerskarvens utformning blir således alltid en avvägning mellan egenskaper och kostnader. Minsta ekonomiska längd för skarvning ligger kring 30 cm varför man kan ta tillvara det virke som tidigare kapats bort och använts till bränsle mm, se [48] sidan 232. Vissa sågverk tillverkar också sk limfog vilket är limmade skivor av lameller som sågats och hyvlats fram från vanliga plankor. Limfogsfabrikanterna har slutit sig samman i Träindustrins Allmänna Grupp, TAG, som gett ut kvalitetsregler, TAG 1985, [48] sidan 242. För så gott som samtliga produkter från sågverken finns riktlinjer från svensk standard. I vidareförädlingen kan också ingå impregnering mot röta och i vissa fall färdigmålning av produkterna. I U.S.A, liksom i många andra länder finns också organisationer som gett ut kvalitetsregler för virke. Vad gäller lövträ har dessa regler getts ut av National Hardwood Lumber Association, (NHLA). För barrträ finns många standardiseringskommittéer, men gemensamt är att de måste uppfylla reglerna i PS20-70, utgiven av American Lumber Standards Committee. Se [51], sidan 317 och följande, för mera information om förhållandena i U.S..

7.3 Två sågverksexempel

I figur 19 visas ett principiellt flödesschema för ett sågverk beläget utanför Linköping. Upptagningsområdet för timret har en radie om c:a 5 mil räknat från Lingham. Sågverket har 25 anställda, varav fem tjänstemän, och sågar omkring 30 000 m³ sågat virke årligen. Vanligen sker leverans via Södra Skogsägarna men enskilda bönder kan också leverera direkt. Ett mindre lager finns för den händelse kapaciteten på sorteringen inte är tillräcklig. Någon vattenbegjutning sker ej. Vid timmersorteringen passerar först timret en spikdetektor och sedan en mätram där stockens dimensioner bestäms. Varje stock inspekteras sedan manuellt av en person anställd av VMR. Detta för att leverantören skall vara säker på att virket betalas på rätt sätt. Slumpvis sorteras dessutom några stockar ut för att senare kontrolleras noggrannare av ytterligare personer från VMR. Sorteringen innebär att gran- och talltimmer separeras, stockarna kvalitetsbestäms efter åtta olika klasser, samt placeras så att rotänden hela tiden kommer åt samma håll. Klentimmer sorteras dessutom ut för speciell behandling senare. Stockarna transporteras sedan med gaffeltruckar till såglinjen som inleds med en rotreducerare. Stocken roteras då mot en c:a en meter bred kutter som fräser rotänden jämn och till en viss maximal diameter. Härfter sker barkning enligt kambiemetoden. Stocken passerar sedan en mätram där dimensionerna fastställs och lagras i en dator. Denna styr sedan sågningen som dock övervakas manuellt. Den ansvarige sågaren kan då vrida stocken

och placera den så att man får maximalt ekonomiskt utbyte. Med datorns hjälp erhålles också ett förslag till postning som sågaren givetvis också kan ändra.



Figur 19. Flödesschema för Wilhelmssons Trävaru AB i Lingham.

Man har dessutom möjlighet att såga i krok. Stocken passerar först två stycken bandsågar som sågar bort två brädor på var sida om stocken, se figur 18, samtidigt som en reducering sker av dessa brädors yttersidor. Stocken vänds sedan och går tillbaka till samma position som innan sågningen och proceduren upprepas. Sidobrädorna transporteras samtidigt till kantverket där både sågning med klingor och reducering sker. Detta för att kanterna ska få en bättre kvalitet.

Den nu "fyrkantiga" stocken passerar sedan tre stycken bandsågar som klyver virket i fyra plankor, varefter sortering sker i 35 olika fack. Som nämndes inledningsvis finns också en klintimmerlinje som dock har en lägre grad av automation. Linjen slutar på samma sätt i sorteringsverket. Vid sorteringen delas virket upp i olika dimensioner och dåliga eller angräpnade bitar sågas bort med hjälp av ett tiotal klingsågar. Även här sker en manuell inspektion av virket men tjocklek och bredd mäts automatiskt. Efter denna sortering skall virket torkas och

därför måste man använda sk ströläkt mellan virket för att luft skall kunna passera mellan brädorna. Vid torkningen är virkeslängden inte enhetlig utan man får en sk kvastsida som vanligen torkar annorlunda än den "jämna" sidan. Virket är sedan placerat i torkanläggningen fyra till sex dygn och har efteråt en fuktkvot om c:a 18 %. En del virke torkas ner till en lägre fuktkvot medan annat virke inte torkas alls, allt efter köparens önskemål. Efter torkningen sorteras virket igen, nu i maximalt 12 olika fack, och buntas samman för leverans. Försäljning sker förutom till Sverige också till Danmark, England, Frankrike, Tyskland och Japan. Uppehållstiden på sågverket för virket varierar mellan 14 dagar till sex månader, med en medeluppehållstid om en och en halv månad.

I sågverksprocessen får man dessutom en hel del avfall. En hel del av detta eldas upp, i huvudsak barken, medan annat kan säljas vidare. Den panna man använder har en effekt om 2.8 MW vilken ger ett visst överskott av värme. Tankar har funnits på att etablera ett trädgårdsmästeri för att kunna utnyttja värmeöverskottet men detta har ännu inte realiserats. En del av barköverskottet säljs till Tekniska Verken i Linköping som betalar c:a 25 kr/m³ stjälp mått.

Det andra exemplet är hämtat från ett mindre sågverk söder om Linköping, Östgöta Ekförädling, som ingår i konstellationen Kinda Trä AB. Detta har endast tre anställda och man sågar mest ek som levereras till en av landets största golvfabrikanter. Timret köps vid bilväg runt om i Östergötland och fraktas sedan på lastbil till sågverket. Någon fast anställd mätningpersonal finns ej utan mätningen sker på order från sågverksägaren. Själva sågverket utgöres av en sk Laimetbänk som sköts av en man. Sågningen sker med hjälp av en cirkelsåg som drivs av en motor på 37 kW. Sågklingorna håller i årtal men hårdmetallskären måste slipas om efter c:a 40 timmars användning i ek. Lövträdslagen sönderdelas i enlighet med metoden genomsågning så att alla brädor erhåller bark på bägge kanterna, se figur 18, första sågning. Stocken vänds således ej under processen. Barrträdslagen sågas med metoden firsågning. Virket kantas sedan i en cirkelsåg med två klingor där lämplig bredd kan ställas in. Den ek som levereras till golvtillverkaren torkas inte på sågverket utan levereras direkt till denne i rått tillstånd. Det andra virket torkas dels utomhus, friluftstorkning, eller i två mindre eldrivna torkanläggningar med en kapacitet om 6 m³ vardera. Virket får ligga i torken i c:a tre veckor. Det lövträdsvirke som torkas på plats kantas ej utan barken får sitta kvar, vilket innebär att processen går långsammare. Detta då deformationerna blir mindre. Vid verket finns också en bandsåg som används för klyvning av torrt virke, och en femkutterhyvel för tillverkning av dörrfoder mm. Dessutom finns en mindre kapsåg. Årskapaciteten är c:a 1 000 m³ ek och 500 m³ andra träslag. Bakar och bark mm, får passera en flistugg, och produkten levereras som bränsleflis bl a till Åtvidaberg. Avfall från ek

kan nämligen inte användas inom cellulosaindustrin. På senare tid har man försökt att utveckla sin produkt så att virke med sk stående årsringar kan levereras.

8 VIRKESTORKNING

8.1 Inledning

Torkning av trä, för att erhålla lämpliga egenskaper för olika ändamål, har en lång historia. Redan ca 700 f Kr påskyndade man torkning av trä genom att tillföra värme i form av rökgaser från förbränning.

I modern tid förekom från början nästan enbart friluftstorkning (brädgårdstorkning), men av flera anledningar har friluftstorkningen blivit otillräcklig. För större produktionsenheter blir brädgårdens storlek otymplig, och det tar för lång tid (upp till ett år), för att produktionen smidigt ska kunna anpassas till varierande efterfrågan. Därtill kommer riskerna för stora mängder kvalitetsförsämrat virke, p g a skiftande väderleksförhållanden. Med friluftstorkning kan man heller inte få ner fuktkvoten tillräckligt för dagens snickerteknik.

En rad artificiella virkestorkar har utvecklats alltsedan 1920-talet, då man började med själv-cirkulationstorkar, som snart förbättrades med hjälp av fläktar. Därefter har man provat satstorkar (kammartorkar), tvärcirkulationstorkar, vakuum- och centrifugaltorkar, karuselltorkar, progressiva tvär- resp längdcirkulationstorkar och högtemperaturtorkning, bara för att nämna några.

I dag är den progressiva längdcirkulationstorken vanligast i Sverige, Finland och Norge, medan satstorken dominerar i övriga länder. Valet mellan dessa två torkmetoder avgörs av önskad fuktkvot. Om virket ska torkas till andra fuktkvoter än skeppningstorr, är satstorkning mest ekonomiskt (för barrträ). Därför använder snickeri- och möbelindustrin nästan uteslutande satstorkar. För torkning till just skeppningstorr, har progressiva längdcirkulationstorkar betydligt lägre torkningskostnader (för barrträ). Här behandlas kort grundprinciperna för de båda torkarna. För att få information om vad som sker rent fysikaliskt i träet vid torkning, hänvisas till [24] och [59].

Målet med torkningen är att få en jämn fördelning av lämpligt fuktinnehåll i träet, för en så låg torkningskostnad som möjligt, utan att det uppstår skador på träet i form av spänningar, sprickor, mögel o s v.

8.2 Varför torka virke innan leverans?

Fördelarna med rätt utförd torkning av nysågat virke är många, och här nämns några anledningar till att torka virket direkt:

- o Nysågat virke är tungt. Torkningen håller nere fraktkostnaderna.
- o Mycket stora ekonomiska värden äventyras om den färdiga produkten krymper eller vrider sig.
- o Torkning minskar risken för missfärgningar och mögelskador under lagring eller i slutprodukten.
- o Skyddsimpregnering mot röta och insekter blir ej effektiv om virket inte torkas först.
- o Ytbehandling och limning försvåras om virket inte är tillräckligt torrt.
- o Torkning förbättrar virkets hållfasthetsegenskaper.
- o Torrt virke är lättare att bearbeta än vått.
- o Virkets elektriska motståndsförmåga och värmeisolerande förmåga ökar med minskande fuktkvot.

8.3 Torkningsmodeller

De senaste 60 åren har det pågått forskning inom trätorkningsteknik. Man har delat upp fuktvandringen i träet i kapillärrörelse och diffusion, och ställt upp matematiska samband mellan dessa, för att sedan kunna analysera de olika storheter som inverkar på torkningsresultatet, såsom träets densitet och struktur, begynnelse- och slutfuktkvot, torkningsluftens temperatur och relativa fuktighet, träets förbehandling (t ex ångbasning) och lufthastigheten.

Resultatet av denna forskning utnyttjades fram till 1984, till att ställa upp empiriska formler som virkestorkarna kunde köras efter, men dessa grundprinciper för utprovning av torkningsscheman var inte optimala. Däremot tog STFI/TräteknikCentrum 1984 fram torkningsmodeller, som ansågs ge nära nog optimala torkningsscheman. Dessa torkningsmodeller förbättrades sedan ytterligare 1990/91, och i övriga världen finns det inga torkningsmodeller som sägs vara bättre än de svenska.

En bra torkningsmodell ska på ett så korrekt sätt som möjligt beskriva torkningsschemat (d v s klimatet, fuktkvoten och tiden) för ett visst träslag. I modellen bör följande faktorer ingå:

Klimatet:

- o Temperatur
- o Relativ luftfuktighet/psykrometerskillnad ($= t - t_v = \text{torr temp} - \text{våt temp}$)
- o Lufthastighet

Träet:

- o In-/utgående fuktkvot
- o Virkestjocklek
- o Fiberriktning
- o Densitet

- o Kärn-/splintandelar
- o Andel mögel/blånad/bakterieangripet trä
- o Trästrukturens (träslagets) övriga uppbyggnad (celltyper, antal porer, poruppbyggnad, antal mägstrålar per volymenhet o s v)

Ett torkningsschema måste alltid anpassas till varje virkestork, ty vanligtvis skiljer sig torkanläggningar från varandra vad gäller blåsdjup, lufthastighet, värmekapacitet, klimatets jämnhet i torkens tvärsnitt, givarnas placering i torken m m. Dessutom måste hänsyn tas till vilka egenskaper det som ska torkas har, såsom andel avvikande virkestjocklekar och träslag, paketuppbyggnaden (paketdimension, strötjocklek, antal strörader o s v), utomhusklimatet/tiden mellan sågning och tork, etc.

8.4 Skogsavverkning - timmerlagring - sågning - torkning

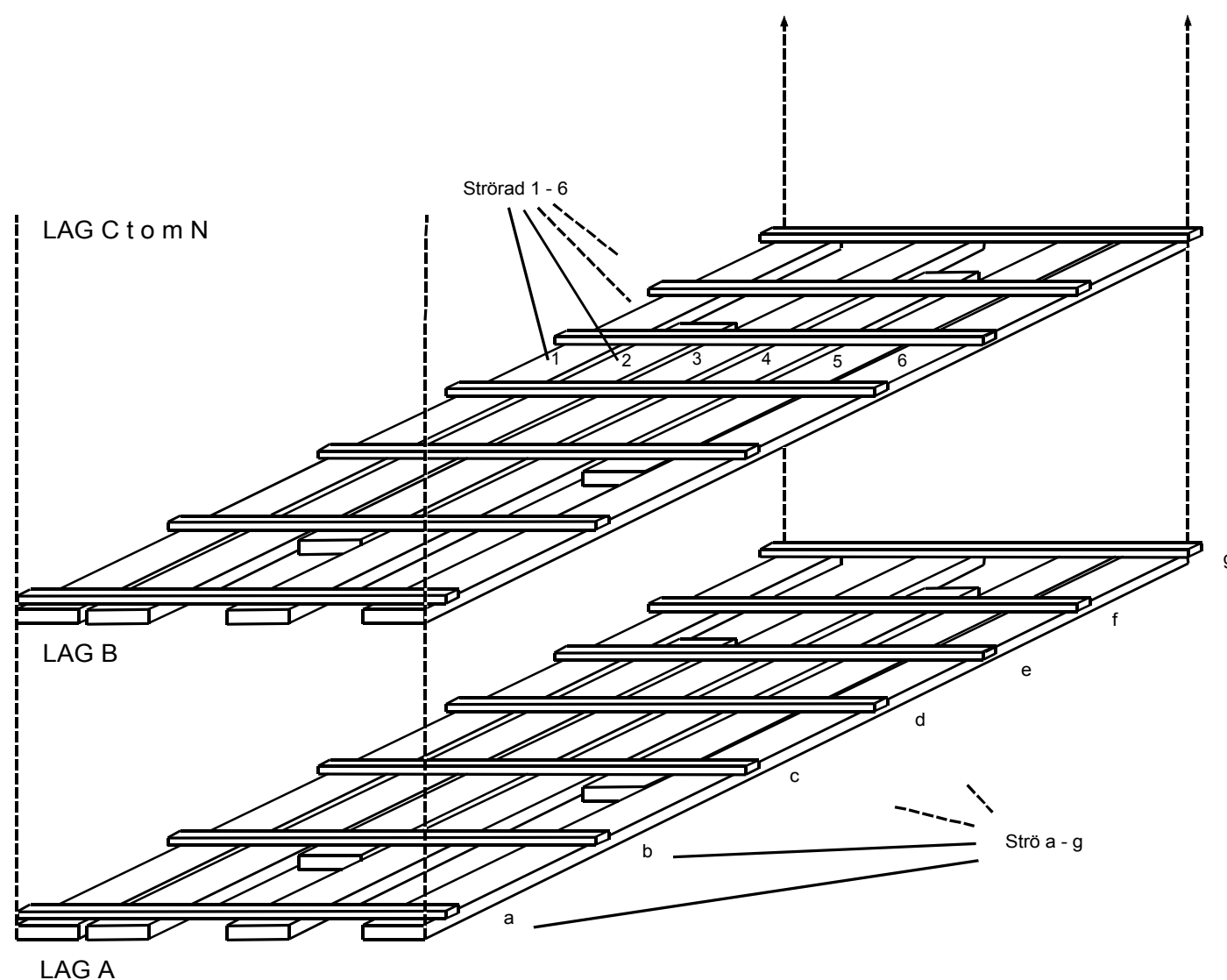
Timmer är färskvara, och bör sågas upp och torkas så snart som möjligt efter awerkningen, för att inte ta skada. I Sverige sker timmertransporten huvudsakligen med lastbil eller tåg, vilket innebär en snabb transport utan skador på timret. Flottning är också skonsamt i fråga om svampangrepp, insektsangrepp eller urtorkning med sprickbildning, men tyvärr påverkas träets torkningsegenskaper i ogynnsam riktning vid förvaring i vatten. Vidare bör barken få sitta kvar som skydd så länge som möjligt innan uppsågning.

När virket är uppsågat bör det så snart som möjligt ströläggas och torkas. Detta sker genom att man bygger upp större luftgenomsläppliga paketenheter, som kan transporteras med truck till torken. För att utnyttja cirkulationsluften i torken rätt, så att virket får jämna kvalitetsegenskaper, bör man bygga jämndragna paket, vilket innebär att varannan bräda dras jämnt mot den ena paketänden och varannan mot den andra paketänden, så att paketens båda ändytor blir plana, till skillnad från kvastpaket där endast ena paketänden är plan, se figur 20 . Virkespaketens ströning är en hel liten vetenskap i sig, se [60], [61], och strökostnaden utgör en icke oväsentlig del av den totala torkningskostnaden. Ströna kan bara användas ett begränsat antal gånger innan de går sönder eller angrips av blånads- eller mögelsvampar, och måste bytas ut. Strötjockleken inverkar på dimensioneringen av torkens volym och luftcirkulationssystem, och standardtjockleken har blivit 25 mm, vilket är brukbart i de flesta torksituationer. Förutom att separera virkeslagen så att torkluften får tillträde, har ströna till uppgift att förhindra att virket slår sig, utgöra strörader som bär upp paketens vikt, hålla samman paketen vid förflyttningar, samt minska sprickbildningen vid ändytorna.

8.5 Olika virkestorkar och torkningsmetoder

Virkestorkarna indelas i två huvudgrupper, satstorkar (även kallade kammartorkar) och progressiva torkar (även kallade kontinuerliga torkar, vandringstorkar, motströmstorkar,

medströmstorkar m m). Dessutom skiljer man på lågtemperaturtorkning (torkning med varmluft, vars temperatur understiger 100 °C) och högtemperaturtorkning (torkning med en blandning av luft och ånga eller enbart överhettad ånga överstigande 100 °C).



Figur 20: Uppbyggnad av jämndraget paket.

8.5.1 Satstorkar

I satstorken står en och samma virkessats stilla under hela torkningen, medan torkluftens torkande egenskaper varierar i tiden efter ett visst torkningsschema. Cirkulationsluften strömmar vanligtvis tvärs virkespaketens längdriktning.

Satstorken lämpar sig särskilt väl för torkning av svårtorkade träslag, samt för mindre och mer varierande produktion, tack vare möjligheten att variera torkluftens egenskaper under torkningen, och möjligheten att genomföra en eventuell spänningsutjämning i virket (genom t ex basning) i direkt anslutning till torkningen.

Fördelarna med satstorkning är bl a flexibilitet vad gäller varierande produktion och virkets ingående och utgående fuktkvot, små driftsstörningar i samband med arbetsuppehåll, samt få störningar av torkförloppet p g a att porten är stängd under hela torkningsperioden.

Nackdelarna är hög byggnadskostnad i förhållande till torkningskapaciteten, mindre driftsäkra än progressiva längdcirkulationstorkar, ojämn värmeförbrukning under en torkningsperiod (dimensioneringen av en värmepanna för många kammare, måste överdrivas för att ta hand om värsta fallet), större värmeförbrukning per kg avdunstat vatten än för de progressiva torkarna, samt olönsamt med värmeåtervinning.

8.5.2 Progressiva torkar

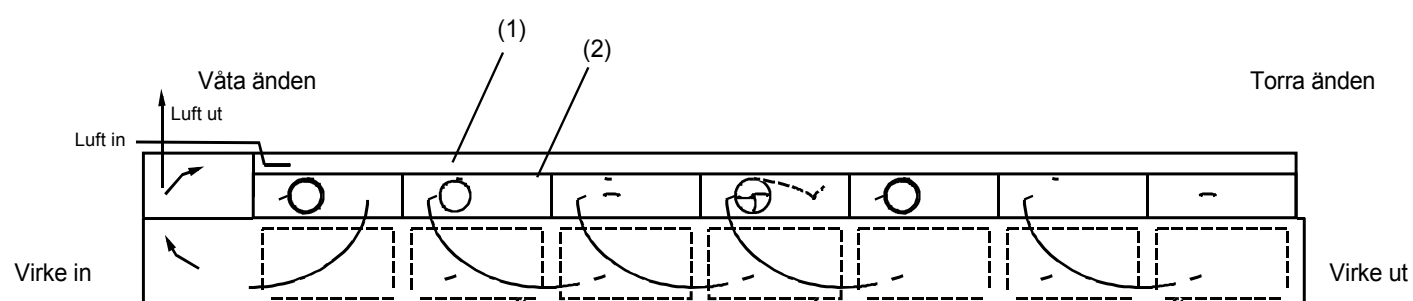
Progressiva torkar delas in i tvärcirkulationstorkar med flera zoner respektive längdcirkulationsstorkar. I dessa torkar matas virkesstaplar successivt in i torkens ena ände och ut ur den andra änden med vissa tidsintervall (satsningsintervall), medan de torkande egenskaperna hos luften i huvudsak inte ändras i torken , utan varierar utefter torkens längd.

Allmänt kan sägas att den progressiva torken är lämplig för stor produktion av likartat virke.

Progressiva tvärcirkulationstorkar

Progressiva tvärcirkulationstorkar kan liknas vid ett antal satstorkar (zoner) som byggts ihop efter varandra i virkespaketens längdriktning. Zonerna är inte avgränsade från varandra med mellanväggar, men varje zon regleras separat, och virket förflyttas stegvis längs torken.

Torktypen har inom sågverksindustrin numera trängts ut av den progressiva längdcirkulationstorken - kanske för att den är mycket svårskött när mer än två virkespaket ligger i bredd - men den är ändå ett mycket användbart alternativ till satstorken vid större träbearbetande industrier, där virket ska torkas ned till en fuktkvot på 6-12 %.

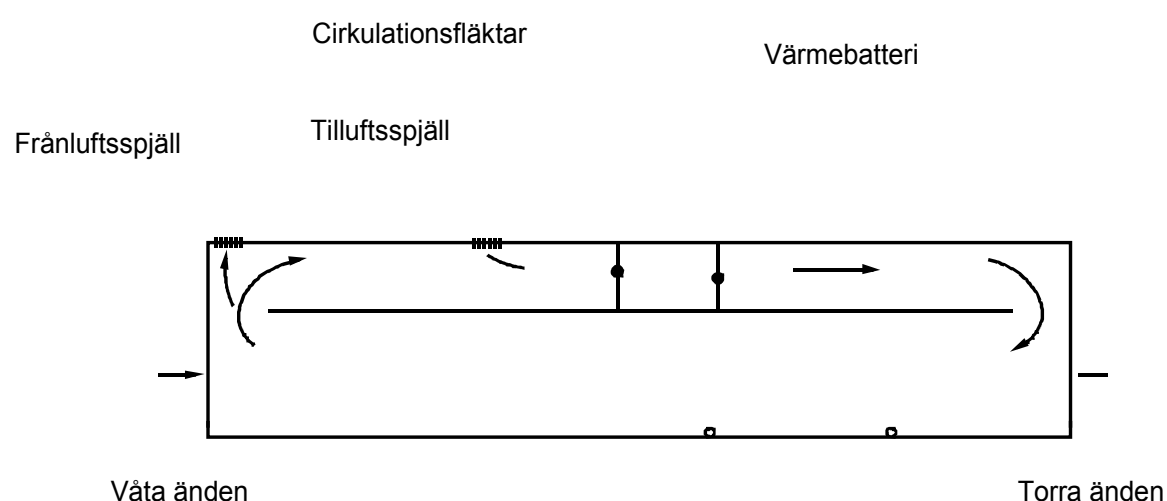


Figur 21: Progressiv tvärcirkulationstork med sju zoner.

Tilluften leds med fläkt genom en tilluftskanal (1) till fördelningslådor (2) med fördelningsspjäll, som reglerar luften till respektive zon. Frånluften strömmar längs zonerna från den torra änden mot den våta änden, och får en skruvformig rörelseriktning.

Progressiva längdcirkulationstorkar

I den progressiva längdcirkulationstorken förflyttas virkesstaplarna längs torken i vinkelrätt läge mot transportriktningen. Cirkulationsluften, som inte tillförs någon värme på vägen, genomströmmar ett stort antal virkespaket, och variationen i torkningskraft utmed torkens längd, bestäms av avdunstningen längs torken. Vid rätt avvägning av cirkulationsluftmängd, matningshastighet och torklängd, blir psykrometerskillnaden i torkningens första skede mindre och skonsammare än vad som är normalt vid satstorkning. Detta beror på att cirkulationsluften, på grund av avdunstningen, kyls vid nästan konstant våt temperatur mot torkens intagsände, då den strömmar i motsatt riktning mot matningsriktningen.



Figur 22: Progressiv längdcirkulationstork.

8.6 Psykrometerskillnaden, $t - t_v$

Eftersom psykrometerskillnaden är ett viktigt begrepp inom trätorkningstekniken, kommer här en kort genomgång av psykrometern. En psykrometer består av två helt vanliga glastermometrar, med vätska (kvicksilver eller färgad alkohol) som utvidgar sig vid värme. Den ena termometern används helt vanligt, och kallas för den torra termometern. Den andra termometern förses med en våt strumpa, och när vattnet från strumpan avdunstar, kyls termometern och visar en lägre temperatur, den så kallade våta temperaturen. (Vid avdunstning fordras alltid värme, och denna värme tas bl a från termometern.) Ju torrare luften omkring termometern är, desto hastigare avdunstar vattnet och desto lägre blir temperaturen. Skillnaden mellan den torra (t) och den våta (t_v) temperaturen blir stor i torr luft, psykrometerskillnaden blir stor. För att psykrometern ska visa ett korrekt värde, måste lufthastigheten omkring den vara ca 2 m/s.

M4↓

8.7 Några ytterligare torkmetoder

Ovan beskrevs ett antal vanliga torkmetoder som används i Sverige idag. Gemensamt för alla är att luften passerar brädorna parallellt med dessas längd- eller breddriktning. Vid torkning av

fanér blåser man istället varm luft vinkelrätt mot fanérets yta med hjälp av sk jetmunstycken. Torkning enligt denna princip beskrivs i [62] där man provat att torka "brädor" av dimensionen $0.3 \times 0.15 \times 0.05$ m av yellow poplar, *Liriodendron tulipifera*. I experimentet blåstes luft med en temperatur av 100 - 150 °C mot virket. Man använde således sk högtemperatortorkning. Författarna kunde då identifiera tre steg i torkprocessen. Det första steget innebar att mängden fukt som transporterades bort från virket hela tiden var konstant. Man jämförde avdunstningen med den som sker från en fri vattenyta och fukten i virket förmådde därför hela tiden att hålla ytskiktet på brädorna vid en konstant fuktkvot. Fuktttransporten i virket ansågs därför ske med hjälp av kapillärkrafterna. Virket vägdes kontinuerligt under processen. Avdunstningens hastighet beräknades till värden inom intervallet 0.4 - 2.0 kg/sek per m^2 virke. Ju högre temperatur i torken ju högre avdunstningshastighet erhöles. I steg två kommer en torr yta att utbildas som vandrar längre och längre in i virket. Man jämförde detta fall med tre lager varav det mittersta var fuktigt medan de två yttre var torra. Man får nu en kraftig fuktkvotsgradient vilket innebär stora spänningar i de torkande detaljerna. Samtidigt måste nu fukten i form av ånga passera trä som torkats under fibermättnadspunkten och ju längre processen fortskrider, ju svårare sker denna passage. Avdunstningshastigheten kommer därför gradvis att avta. Till slut sker fuktttransporten med diffusion i hela träbiten. Man lyckades också påvisa att avdunstningshastigheten nu varierar linjärt med kvadratroten av tiden, mellan 0.09 och 0.17 kg/sek^{0.5} per m^2 virke.

Förångningstemperaturen för vatten beror till stor del på lufttrycket. Genom att torka virket under vacuum förångas därför vattnet vid en lägre temperatur. Samtidigt undviks en hel del virkesfel. Detta har undersökts bl. a. i [63] som dock huvudsakligen beskriver hur en matematisk modell byggs upp av en sådan torkprocess anpassad till ek. I en vacuumtork har man en pump som evakuerar luften. Dessutom tillförs värme genom elektriskt uppvärmda plattor som virket ligger på. På en annan plats i torken har man en kall yta där ångan kondenserar. Konstruktionen som beskrivs i [63] är inte helt densamma som i "riktiga" torkar men författarna anser ändå att den väl motsvarar förhållandena i en verklig vacuumtork. I den modell som byggdes upp antas att vattnet transporteras genom kapillärkrafter över fibermättnadspunkten och via diffusion under denna. Fyra cm tjocka plankor kunde torkas från 70 till 5 % fuktkvot på c:a 200 timmar.

8.8 Fuktkvotsmätare

För att man skall få ett bra resultat vid torkning av trä måste man naturligtvis mäta hur torkprocessen fortskrider i virket. Traditionellt används resistansmätare, dvs man mäter det elektriska motståndet i virket. Metoden har dock flera nackdelar. Dels mäts bara ett litet område i enskilda brädor vilket även vid många mätningar ger ett bristfälligt statistiskt underlag och dels är metoden känslig för temperaturvariationer och densitetsskillnader i virket.

Ytterligare en nackdel är att metoden endast kan användas för fuktkvoter mellan 5 - 30 %. En annan metod mäter kapacitansen hos virket men denna verkar i dagsläget vara än mindre tillförlitlig. Den mest noggranna metoden går ut på att man tar ut provbitar ur torken vilka sedan torkas i en ugn med temperaturen 102 °C. Genom att väga träbiten före och efter torkning kan man få ett förhållandevis exakt värde på den mängd vatten som torkats bort. Det är av praktiska skäl dock bara möjligt att undersöka ett litet antal bitar varför det statistiska underlaget även här blir litet. På senare tid har en fjärde metod börjat undersökas, [64]. Denna går ut på att man sänder neutroner genom virkeslasten. Ett visst antal av neutronerna kommer att reflekteras, andra stannar kvar i virket medan ytterligare ett antal passerar virket i sin helhet. Ju flera väteatomer som neutronerna skall passera desto högre antal neutroner reflekteras tillbaka. Antalet neutroner som träffar mätinstrumentet sjunker därför hastigt ju lägre fuktkvot virket har. Om man har mycket fuktigt virke deltar endast en mindre del av virket vid mätningen men då torkningen går mot sitt slut mäts en större del. Sändare och mottagare är placerade bredvid varandra och nedsänkta i torkens betonggolv för att minimera riskerna med det radioaktiva materialet. Metoden har visat sig ge ett bra medelvärde på fuktkvoten i hela virkeslasten i torken.

En metod som blivit kommersiell i USA går ut på att mäta fuktkvoten på ytan av en bräda mha laserljus medan andra applikationer använder infrarött ljus, [65].

8.8 Svällning och krympning hos trä

Då träet torkar kommer alltid en viss krympning att inträffa. Sker återfuktning sväller det sedan igen. Detta är en av de stora nackdelarna med trä som konstruktionsmaterial varför man under lång tid försökt att förklara hur processen i detalj fungerar. I [50] ägnas c:a 40 sidor åt förhållandet mellan trä och vätskor och fortfarande publiceras en ansevärd mängd forskningsresultat i ämnet. I ex vis [66] har man undersökt hur trä sväller i vatten. Ett fast ämne sägs svälla om dimensionerna ökar när ämnet tar upp ett annat ämne av en annan fas. Samtidigt ska detta föranleda en värmeavgivning. Ämnet måste också bevara sin homogenitet och vidare skall den interna kohesionen minska i strukturen vilket innebär att ämnet mjuknar, jämför en tavelsvamp. Genom många undersökningar har man fastställt att svällningen är klart beroende av träets densitet. Lövträ sväller således ofta mera än barrträ. I [66] visas att lönn sväller mera än asp som i sin tur sväller mera än douglas- och sitkagran. Det påvisas också att svällningen går mycket snabbt i vatten och snabbare ju varmare vattnet är. För ex vis asp erhöles en slutlig tangentiell svällning om 9% efter 8 timmar när 23-gradigt vatten användes medan svällningen blev 10% redan efter 40 minuter när man använde vatten som var 100 °C varmt. Då svällningsmekanismen var så utomordentligt temperaturberoende slog man vidare fast att man troligen har att göra med en kemisk process där vatten binds kemiskt i cellulosa och ligninmolekylerna. Små molekyler, som vatten, hade också lättare att

tränga in i trästrukturen än stora molekyler. Man visade också att halten extraktivämnen har stor betydelse för svällningshastigheten. Detta beror troligen på att vissa av dessa ämnen befinner sig inne i cellstrukturen på samma sätt som vattnet. I [59] nämns dock att forskningsresultaten från andra författare tyder på att så inte är fallet. Man undersökte också den sk aktiveringsenergin för att reaktionerna skulle komma igång. Denna uppgick till 47.6 kJ/mol för lönn och 32.2 kJ/mol för sitkagran. Tyvärr är det för oss i dagsläget oklart hur dessa siffror beräknats men troligen kan man inte jämföra dem med det sk svällningsvärmets som enligt [59], sidan 81, uppgår till c:a 70 kJ/kg träsubstans.

8.9 Torkning av lövträ

Det finns ett stort ekonomiskt intresse för att torkning av trä sker både snabbt och utan virkesfel. Detta avspeglar sig naturligtvis också i den vetenskapliga litteraturen och hundratals uppsatser presenteras årligen i ämnet. Det är därför svårt att hela tiden hålla sig fullständigt informerad om forskningsläget. Detta har uppmärksammats bl a i USA och därför publiceras sammanställningar på de viktigaste forskningsrönen regelbundet. Vad vi känner till har tre sådana sammanställningar presenterats under senare år nämligen [65], [67] och [68]. Dessa tre publikationer ger en mycket kort sammanfattning av c:a 500 olika böcker, uppsatser och rapporter vilket gör dem till en guldgruva för den seriöse torkforskaren. Ytterligare flera bibliografier presenteras också i [65]. Inte mindre än 100 uppsatser om färgförändringar och skador på virke som härrör från biokemiska processer presenteras också i [69] men där finns bara en mycket kort sammanfattning av forskningsläget. Vi har speciellt intresserat oss för torkning av lövträ då detta varit mindre undersökt i Sverige.

8.9.1 Färgförändringar

Ett stort problem vid användningen av olika arter av lövträ är de färgförändringar som uppkommer ex vis vid torkning. Vad vi förstått finns mycket få undersökningar i Sverige av detta. De uppsatser som publicerats internationellt behandlar framför allt hur färgen uppkommer och hur man mäter detta på ett objektiva sätt. Kombinationen torkning och färgförändringar vad gäller lövträ är mera sällsynt.

Just färgförändringar hos timmer har man undersökt länge och den första vetenskapliga publikationen verkar ha kommit redan 1878, [70]. Författarna till det refererade verket anser att man kan dela in färgförändringarnas orsaker i två delar, dels där biologiska faktorer inverkar dvs svampar mm och dels där kemiska förändringar sker. De biologiska faktorerna har undersökts mera intensivt då det ansetts att dessa har störst ekonomisk betydelse. De färgförändringar som åstadkoms av kemisk påverkan kunde ofta hyllas bort och opåverkat trä tas fram igen. Numera vill man ofta kunna leverera ämnen med färdiga mått och därför har intresset vaknat igen. I [70] nämns också att man inte riktigt har kommit fram till vad som

händer vid denna kemiska påverkan och att felen ofta uppstår först vid torkning. Samma ståndpunkt intar författaren till [71]. Trots att kunnandet på området är bristfälligt delades orsakerna in i två grupper, en där färgförändringarna börjar redan i det levande trädet och en annan där dessa uppkommer efter avverkningen. I den första gruppen finns starka indicier på att skador på grenar, stam och rötter är inledningen till att färgförändringar uppträder. När skadan sker försöker trädet att skydda sig och ett antal kemiska och biologiska processer tar sin början. Detta skede kan vara mycket kort. Via skadorna invaderas trädet av bakterier och speciella svampar vilket ofta innebär att trädet producerar sk vattved. Denna ved är sedan mottaglig för sådana mikroorganismer som orsakar olika typer av röta. I den andra gruppen, där färgförändringarna uppkommer efter avverkningen, har man sedan länge ansett att oxidativa processer, ibland under inverkan av enzymer, är orsaken. Den tid som förflyter mellan avverkning, uppsågning och torkning avgör hur stor påverkan blir. Ju längre tid, desto allvarligare förändringar uppstår. På senare år har man också funnit att bakterier via sin ämnesomsättning orsakar en förändring av pH hos extraktivämnena i virket. Detta får till följd att olika kemiska reaktioner initieras som leder till förändrad färg. Ytterligare en orsak är inverkan av metaller, exempelvis spikar.

I exempelvis [72] har författarna undersökt färgförändringar hos ek beroende på trädets ålder och årsringsbredd. Det första problemet man stöter på vid sådana undersökningar är att kunna beskriva färgen på ett objektivt sätt. Därför användes en sk spektrocolorimeter. Med en sådan apparat kan man få fram hur ljusa resp. mörka, hur röda resp. gröna, och hur gula resp. blå träslagen är. Författarna säger att systemet på ett utmärkt sätt svarar mot det sätt som människan uppfattar färgerna. Trädets ålder, åtminstone vad gäller ek, har stor betydelse för färgen. Man måste dock skilja på trädets biologiska ålder och åldern i förhållande till mårgen, dvs det läge i trädet som man studerar. Färgen hos ek blir därför mörkare, och rödare, ju längre från kambiet man kommer. Träytan blir också rödare ju äldre biologisk ålder trädet har. Däremot fann författarna inget enkelt samband mellan årsringarnas bredd och träytans färg. Detta berodde till en del på att man mätt på ytor från tangential- resp. radialsnitt. Om man mäter färgen på ändytan, dvs i tvärsektion, har man dock funnit en stark korrelation mellan färg och årsringsbredd. Man borde därför inte bedöma färgen hos ett träslag just när det avverkas i skogen. Författarna undersökte två olika arter av ek, *Quercus robur* och *Q. petraea*, där den senare befanns ha en rödare färg. Man antog vidare att färgen hos ek huvudsakligen beror på mängden extraktivämnen och på innehållet av lignin.

Ett antal av dessa extraktivämnen i ek går under samlingsnamnet ellagitanniner. Till en viss del är dessa möjliga att lösa upp i vatten eller aceton. Ju äldre trädet blir ju mindre av extraktivämnena kan lösas upp. Detta har studerats i [73] med hjälp av hur ämnena sprids i en gel samt en chromatograf. I den yttre veden, nära kambiet, återfann man sk monomerer,

vescalagin, castalagin, grandinin och roburin E, som förhållandevis lätt löser sig i vatten. Ju närmare mårgen man kommer ju lägre halt monomerer återfanns medan sk dimerer, roburin A - D, och polymerer ökar i betydelse. Dessa är mera svårlösliga och har dessutom en mörkare färg. Färgen har också betydelse vid lagring av konjak i ekfat. Man fann också att torra växtplatser hade inverkan på färgen hos *Q. robur*, som blev mörkare ju våtare marken var på våren, men inte på *Q. petrea*, [74].

En annan uppsats som behandlar färgförändringar vid just torkning av ek är [75]. Man nämner här att förändringarna kan indelas i två grupper dels när eken gulnar och dels när den blir brunare. Den gula färgen antogs uppkomma pga av svampar medan den bruna färgen antogs vara ett resultat av kemiska reaktioner. En fuktkvot mellan 30 och 60%, en relativ luftfuktighet om 60%, samt en torktemperatur över 30 °C visade sig ge de största problemen. Man har försökt att undvika dessa genom att först lufttorka ekvirket ner till en fuktkvot om c:a 25 % för att sedan placera det i en traditionell kammartork. Ett annat sätt uppges vara att utsätta det råa virket för en temperatur om 100 °C vilket förhindrar uppkomsten av de brunfärgande ämnena. I laboratoriet har man också testat en metod att torka virket i kvävgas för att undvika kontakten med luftens syre. Ytterligare en metod som beskrivs i [75] utnyttjar torkning i vacuum. Man provade här att torka ekvirket under lågt tryck, 150 mbar, samtidigt som man använde överhettad ånga, 70 °C. Samtidigt torkade man andra plankor i två traditionella kammartorkar i 35 - 45 graders värme. Vacuumtorkningen gick avsevärt mycket snabbare, två dagar mot 20 resp 11 dagar för traditionell torkning. Anledningen till den snabbare processen i det senaste fallet var att man här hade en kraftigare ventilation. Den ökade ventilationen gav dock upphov till en kraftigare färgförändring. Exakt varför färgförändringarna uppkommer lyckades man inte utröna men en förklaring ansågs kunna vara en oxidation av de tanniner som finns i ek. Järn skulle också kunna verka som en katalysator. Vid vacuumtorkningen uppkom inga färgförändringar alls.

Gula och bruna färgförändringar hos ek rapporteras också i [76]. Man lyckades visa att de ämnen som åstadkom den gula färgen kunde lösas upp i vatten medan ämnen som resulterade i brun färg måste lösas upp i en natriumhydroxidlösning. De två färgförändringarna härrörde därför troligen från två olika processer. Vidare fann man att de bruna ämnena i huvudsak fanns i parenkymcellerna. Hur de gulfärgade ämnena uppkom klarades dock inte ut.

Detta har dock undersökts i [77] och man fann att den gula färgen uppkom genom inverkan av en svamp, *Paecilomyces variotii*, som hör till de sk fungi imperfecti. De ekarter som denna svamp trivs i hör till formerna *robur*, *petrea* och *albae*, dvs själkek, bergkek och vitek. Konstigt nog uppkommer ingen gul färg i formen *rubrae*, rödek men svampen trivs även där. Svampen,

som är oerhört vanlig, förekommer både i kärnan och i splinten men den gula färgen uppkommer endast i kärnveden. Man lyckades dessutom åstadkomma samma gula färg i *Castanea sativa*, dvs kastanj, genom att överföra sporer till denna art. Framförallt uppkommer den gula färgen hos ek om man lagrar virket där ventilationen är bristfällig. Om avståndet mellan brädorna är mindre än 15 mm ökar problemen och väta mellan strö och bräda innebär ränder på det torkade virket. Svampen överlever inledningsvis i torken framför allt om man torkar under låga temperaturer. Man försökte också analysera exakt vilket ämne som åstadkom den gula färgen men lyckades endast delvis. För att undvika gulfärgning måste därför ventilationen vara god och dessutom måste man torka virket snabbare. Ett ytterligare sätt är att behandla virket med propionsyra som bl a används inom livsmedelsindustrin. I [77] nämns också att färgförändringar hos virke under torkning kan delas in i fem grupper. Dessa är svampar, fysiologiska reaktioner till exempel tyllbildning som finns i *Fagus*, bok, biokemiska reaktioner som man hittar i *Alnus*, al, kemiska reaktioner ex vis oxidation, samt inverkan av metalljoner.

Bruna färgförändringar hos ek har vidare undersökts i [78]. Återigen anges ellagatanninerna som orsak och man föreslog att färgförändringarna uppkommer vid dessas oxidation. Inverkan av enzymer hade tidigare föreslagits bidra men enligt författarna till [78] var sådana inte nödvändiga.

I [70] nämns en grå färgförändring hos ek. Denna lyckades man förhindra genom att behandla virket med natriumbisulfit. Man nämner också att vissa processer som ger färgförändringar kan ha att göra med årstiderna. Kiriträd, *Paulownia tomentosa*, skall därför inte avverkas under september och oktober, se även [79] där man samtidigt nämner att det är viktigt att barka stockar av kiri så fort som möjligt. Huvuddelen av den aktivitet som ger färgförändringar pågår nämligen i floemet. Grå färgförändringar på ek har också studerats i [80] och man nämner att det finns två olika typer. Den första typen tror man uppstår genom att vatten och extraktivämnen transporteras till ytan på virket där vattnet avdunstar. De extraktivämnen som blir kvar oxideras sedan med hjälp av ett enzym varvid den grå färgen uppkommer. Vid hylling försvinner denna olägenhet. Den andra typen gråfärgar dock splintveden i sin helhet vilket inte sker vid svampangrepp. Processen börjar i gränsskiktet mellan kärn och splintved och är fullt utvecklad efter c:a två veckor. Orsaken var inte helt utredd 1991 då uppsatsen skrevs. Problemen kunde undvikas om man placerade virket i en ugn och värmden upp det till c:a 100 °C under 30 minuter. Värmning med ånga gick också bra. Man fann vidare att problemen förvärrades om torkningen skedde mycket långsamt, t. ex. utomhus. Träslaget ask fick således grå färgförändringar just under ströläkten och troligen därför att torkningen försvåras just där. När man studerade de grå partierna i mikroskop fann man att färgen troligen uppkommit genom en enzymatisk process där stärkelse var en aktiv

beståndsdel. Författarna till [81] har undersökt hur vattenlagring påverkar ek. Man fann att grå färgförändringar förekom oftare och var svårare att bli av men ju längre lagringen pågått.

Ek har också undersökts i [82]. I denna uppsats har man speciellt studerat mörka färgförändringar i *Q. rubra* och man kom fram till att de oönskade förändringarna kunde delas in i tre grupper. Den första gruppen innehöll förändringar i splintveden, den andra avser förändringar i gränsskiktet mellan kärn och splintved medan den tredje avsåg förändringar i kärnveden. Felen i den första gruppen härrörde från skador på det växande trädet t ex om grenar brutits av eller pga insektsangrepp av en sk "snickarmask", *Prionoxystus*. Efter skadorna angreps splintveden ofta av svampar och bakterier. Färgförändringar i den andra gruppen hittade man ingen orsak till men man konstaterade att vare sig svampar eller bakterier var inblandade. Man nämnde dock att träd som växt på fuktiga jordar hade mera sådana förändringar. Den sista gruppen innehöll färgförändringar orsakade av svampar och bl a nämndes *Stereum frustulatum* och *Fistulina hepatica*. Bägge orsakade svåra färgförändringar men svamparnas kemiska reaktioner var olika. Man visade också att normal ved inte fick sprickor mm vid vanlig torkning medan den färgförändrade veden fick många sådana virkesfel. Detta trodde man berodde på att trädet skyddar sig mot angrepp genom att generera sk tyllbildning. Detta innebär att cellernas hålrum täpps till och att därför inte fukten lika lätt kan avgå som i normal ved. Angreppen av svamparna gjorde också att cellerna lättare släppte från varandra vilket i sin tur genererade sprickor.

Träslaget lönn har undersökts i [83]. Då uppsatsen behandlar förhållanden i Kanada är det arten sugar maple, *Acer saccharum*, som avses här. Denna art får ofta en mörkare kärna som man helst inte vill ha. I just sockerlönn har man ingen "äkta" kärnved, d.v.s. det finns alltid levande celler även nära mörgen. Man har misstänkt att färgförändringarna kan bero på svampangrepp. Svampsporeerna kommer ju lättare in i trädet om det finns skador på stam eller grenar och därför valdes 160 sådana skadade träd ut. Som jämförelsematerial valdes också 49, till synes, helt oskadade träd ut. Genom att ta ut små bitar, 5×1×1 mm, ur stammarna där både helt frisk, färgförändrad och skadad ved fanns, och sedan lägga dessa bitar ett provrör som innehöll 2 % malt agar fick man eventuella organismer att föröka sig. I ved som såg helt opåverkad ut var 98 % av proverna sterila dvs inga mikroorganismer växte till. I den färgförändrade veden, utan stamskador, hade 31 % svampar och 7 % bakterier. I färgförändrad ved där skador fanns på stammarna var motsvarande värden 50 resp. 4 %. En svamp, *Trichocladium canadense*, hittades i hälften av de prover som hade färgförändringar. Andra typer som hittades var, *Nodulisporium sp*, *Phialophora melinii*, och *Corticium vellerum*. Dessutom fanns ett antal sk mikrosvampar som inte kunde identifieras. Tyvärr kunde man inte säkert avgöra om det var svamparna som orsakade färgförändringarna eller om det var färgförändringarna som gjorde att svamparna trivdes bättre men vissa tecken tydde på att det

var det senare förhållandet som gällde. Som synes ovan hade inte skador på träden den allvarliga inverkan som man först trott. Svamparna förkom nästan lika frekvent i oskadade träd. En annan art av lönn, *Acer pseudoplatanus*, har undersökts i [84]. Främst är det de färgförändringar som uppkommer vid lagring av stockarna innan uppsågning som behandlas. Författaren menar att man kan dela in färgförändringarna i primära och sekundära angrepp. Till de primära hör bruna, gröna och gråa sådana medan till de sekundära räknades bruna, gröna och gula fläckar. Dessa sekundära angrepp var särskilt besvärliga då man inte kunde se dem förrän virket sågats upp och sedan hyvlats. Ett klart samband hittades mellan virkets lagringstid och antalet färgfel. Man rekommenderade därför att allt virke skulle sågas upp innan juni månad särskilt i de södra delarna av Tyskland. Två arter av bakterier samt fyra svampar, *Cylindrocarpon candidum*, *Cladosporium herbarum*, *Phialophora fastigata* och *Phoma eupyrena* ansågs med stor säkerhet orsaka den bruna färgen medan man inte säkert kunde säga något om orsakerna till de andra felen.

Bakterier kan således också angripa trä och dessa leder ibland till färgförändringar. I [85] redogörs för problematiken och framför allt bakterien *Pseudomonas fragi* har visat sig orsaka färgförändringar hos bl a llomba, *Pycnanthus angolensis*, lönn, *Acer pseudoplatanus*, bok, *Fagus sylvatica* och samba, *Triplochiton scleroxylon*. Vid torkning av llomba framträdde färgförändringen speciellt under ströläkten som rödbruna band. Träslaget samba har också visat sig mottagligt för angrepp av bakterien *Pseudomonas aeruginosa* som då gav röda och gröna fläckar på ytan av det sågade virket, [86]. Bakterier har också hittats i *Acer rubrum* och *saccharum*, *Betula papyrifera* och *alleghaniensis* samt i *Fagus grandifolia*. *Bacillus subtilis* och *cereus*, ett antal ospecificerade arter av *Pseudomonas* samt *Aerobacter aerogenus* och ett antal typer som liknade *Xanthomonas* hittades i dessa träd, [87].

Arten limba, *Terminalia superba*, har också sk falsk kärna d.v.s. levande celler påträffas i veden ända in mot mörgen. I [88] har författarna beskrivit att den mörgnära veden ofta mörknar avsevärt och att detta beror på skador på grenarna hos det växande trädet. I den denna mörka ved hittade man bakterier medan svampar inte förekom alls. Förekomst av vattvedd tydde också på att bakterier var inblandade i processen.

Ytterligare ett träslag som angrips av bakterier och som då får oönskade färgförändringar är llomba, *Pycnanthus angolensis*. Färgen framträder snabbast vid virkets kortändor och sprider sig inåt i fiberriktningen. Även vid torkning av virket får man problem speciellt under ströläkten, [89]. Fyra bakteriesläkten identifierades, *Arthrobacter*, *Citrobacter*, *Erwinia* och *Pseudomonas* samt en jästtyp i trädets parenkymceller. Bakterieangreppen medförde ett förändrat pH-värde, från 5.9 till 8.8 vilket var det som utlöste färgförändringen. Man lyckades erhålla samma

färgförändring genom att lösa ut extraktivämnena med hjälp av metanol och sedan tillsätta ammoniak.

Holz Zentralblatt har också publicerat ett antal artiklar om detta, ex vis i september och december 1988 samt i maj 1991.

Ett kommersiellt intressant träslag, åtminstone internationellt, är valnöt, *Juglans nigra*. I [90] har man undersökt färgen hos olika fanér som tillverkats av träd som vuxit på tre olika lokaler i U.S.A. Färgen hos fanéret är först grönaktig men om man väntar med torkningen c:a 24 timmar erhåller det sin karaktäristiska bruna färg. Om man torkar direkt efter skärningen kvarstår den grönaktiga färgen. Man sorterade sedan fanéret i olika grupper efter utseendet. Man fann då att variationerna i färg förekom i lika stor grad mellan olika träd som var dessa vuxit upp. Växtplatserna undersöktes med avseende på jorddjup, jorddensitet, stenförekomst, vattentillgång m. fl. faktorer. Även kemiska analyser av jorden runt träden gjordes. Då man inte kunde finna någon samvariation mellan fanérets kvalitet och växtplatsen bör man, enligt [90], istället inrikta sig på variationen mellan olika träd oavsett var de växt upp. I undersökningarna använde man sig av en sk spektrofotometer och man kom fram till att den sk luminansen var en av de viktigaste parametrarna att mäta om man ville efterlikna det mänskliga ögats uppfattning av fanérets färg.

Två av författarna till [90] fortsatte sedan undersökningarna på mikronivå, dvs man studerade färgvariationerna i cellerna och deras väggar, [91]. Fortfarande undersökte man valnöt men man nämner också att andra författare undersökt bl a eukalyptus. Genom att studera enskilda celler, samt dessas orientering lyckades man utröna att färgen hos valnöt främst berodde på ämnen som fanns inne i cellerna. Man nämner också att ljusare ved inte hade samma tydliga beteende. Där berodde färgen mera på hur cellerna var orienterade i fanéret. Framförallt verkade den mörka färgen främst vara lokaliserad till innanmätet i parenkymcellerna i märkestrålarna. Detta skulle vidare kunna innebära att spänningar i det växande trädet kan påverka färgen.

Valnöt har också undersökts i [92], där träd från Indiana och Missouri studerats. Träden från Indiana har av tradition ansetts mycket bättre än de som kommer från Missouri. Tidigare undersökningar hade visat att egenskaperna på växtplatsen påverkar färgen på det färdiga fanéret och man ville nu studera varför. Det visade sig att träden från Indiana hade mycket tunnare cellväggar, men också lägre procentuell andel kärl, (vessel lumen), samt smalare kärl än de träd som fanns i Missouri. Snabbväxande träd hade en lägre halt av gelatinartade fibrer vilket gav virket en sämre kvalitet. Man fann också att färgen berodde på halten

extraktivämnen i trädet. Halten extraktivämnen påverkade också hur mycket träden krympte vid torkning.

I just träslaget valnöt önskar man att färgförändringarna skall gå snabbare och att färgen skall bli likartad i både splint och kärna. En uppsats som behandlar olika metoder för detta är [93] och bl a har man undersökt temperaturer vid basning och den tid som basningen pågått.

Vid stormfällning av skog står man inför problemet att man inte kan såga upp alla träd på en gång. I Tyskland är det främst bokskogar som berörs och ett sätt har varit att lagra timret under vatten tills sågverken hinner såga upp det till virke. Om man tar timret direkt från lagringsdammen, fuktkvot i virket c:a 90 %, och sågar upp det får alla sågade ytor vid torkningen en djupt brunröd färg, [94]. Färgen anser författaren komma från fenoler som transporteras från parenkymcellerna till intilliggande ved. Fenolerna följer sedan med den värtskettransport som sker vid torkningen till virkets yta. Då vattnet avdunstar blir fenolerna kvar på ytan i allt högre koncentration. Ett sätt att undvika detta nämns också. Genom att torka timret i rund form ner till 50 - 60 % och sedan såga upp det kunde problemen minskas en hel del. Han anser också att bakterier inte har med färgförändringarna att göra då man även gjort experiment med fryslagrat virke. Ju längre tid timret hade legat under vatten ju kraftigare brun färg erhöles. Dock verkade förhållandena stabiliseras efter c:a 3 års lagring. I just träslaget bok har man dock hittat ett antal olika bakterier främst av släktena *Pseudomonas* och *Bacillus*, [95], och man har dessutom kunnat påvisa att brunfärgning av virket beror på dessa. Bakteriernas ämnesomsättning innebar att pH- värdet ökade och då detta översteg värdet 7.3 uppträdde en tydlig färgförändring hos bokens extraktivämnen.

Träslaget al, *Alnus rubra*, har undersökts av författarna till [96] och man nämner att just al innehåller ett ämne som färgar veden orange redan efter några timmars kontakt med luftens syre. Efter ytterligare en tid, några veckor, mörknar färgen ytterligare. Man har länge ansett att denna färg härrör från ett extraktivämne i veden som kallas oregonin. Genom inverkan av syre samt ett enzym erhålles brunfärgade polymerer. Den högsta halten oregonin återfinnes i innerbarken medan veden endast innehåller c:a 0.1% av ämnet ifråga. Då uppsatsen behandlar problem i samband med tillverkningen av pappersmassa passar tyvärr inte de metoder som nämns för att undvika röd och brunfärgning vid torkning av al i form av virke.

Även i Japan har man undersökt al. I [97] har *Alnus hirsuta* och *A. japonica* undersökts närmare. Uppsatsen är mycket kemiskt inriktad varför den inte är helt lättläst för en lekman på det träkemiska området. Man fann dock att den röda färgen berodde på dels på ett ämne "hirsutoside" och enzymet "catechol oxidase". Det första ämnet synes kunna bildas av oregonin enligt [96]. Liknande ämnen finns också i björk, *Betula platyphylla*, var *japonica*, men

denna art rödfärgas inte p.g.a. att dessa förekom i en form av "glykoside". Man nämner också att björkarten *Betula papyrifera* får färgförändringar men de går mycket långsammare.

Al finns även i Kanada och i [98] har författarna undersökt färgförändringar hos *Alnus rubra*. Man nämner där att de levande cellerna i trädet troligen har en framträdande roll då färgförändringarna uppkommer. Genom att så snabbt som möjligt döda dessa skulle därför problemen kanske kunna undanröjas. Genom att placera nyligen sågat virke i en kammare med metylbromidånga, 300 g/m^3 , kunde man effektivt avliva cellerna. Det visade sig att denna behandling effektivt hindrade de röda och bruna färgförändringarna som normalt uppkommer efter någon veckas lagring. Man noterade också en orange färg på virket men denna kom från barken på virket och hade smetats ut vid sågningen. Färgen försvann således vid hyvling. Det obehandlade virket erhöll oönskade färgförändringar snabbare om det lagrades under pressenningar. Vid andra studier har stora växlingar mellan dag- och natttemperaturer visat sig förvärra problemen. Man nämnde också att fritt vatten i cellernas hålrum var nödvändigt för att förändringarna skulle ske. Behandling med metylbromid och omedelbar torkning efter detta förhindrade således just denna typ av färgändringar. Om man inte torkade virket uppträdde rödblå fläckar framför allt där fukt inte kunde avledas från virket. Detta fenomen ansågs komma från ett svampangrepp. Svampen hade inte helt identifierats men liknade *Ophiostoma piceae*.

Träslaget Afrormosia mörknar under inverkan av ljus. Detta har behandlats i [99] och författarna anser att orsakerna står att finna i extraktivämnena. Sågspån som kokats i bl. a. aceton visade nämligen inte alls samma färgförändringar som obehandlat spån. Det ämne i Afrormosia som mörknade kunde visas vara sk stilben som finns i många olika träslag. Genom att pensla på sådana stilbener på remsor av bok fick man fram motsvarande färgförändringar.

Bakterier kan också vara till hjälp då man vill undvika färgförändringar. I [100] har man visat att arten *Bacillus subtilis* på ett effektivt sätt hindrar svampen *Botryodiplodia theobromae*, som ger blånad på många indiska träslag, att växa. Undersökningen skedde i laboratoriemiljö men man skulle kunna tänka sig att doppa stockar i en "bakterielösning" innan de gick vidare i förädlingskedjan.

Ytterligare uppsatser som behandlar färgförändringar hos olika träd är bl a [101], [102], [103] och [104]. Nämnas bör också den doktorsavhandling om färgförändringar hos ek som publicerats i Frankrike, [105]. Tyvärr är avhandlingen på franska men i referenslistan finns många publikationer på engelska.

8.9.2 Formförändringar

Ett annat stort problem vid torkning av trä är de formförändringar som kan uppkomma. Vid lövträ-torkning förekommer speciellt ofta sprickor i ändarna på virket. En uppsats som behandlar detta är [106], där man studerat torkning av röd lönn, *Acer rubrum*. Uppsatsen behandlar speciellt sk högtemperatortorkning, dvs då temperaturen i torken är högre än $212\text{ °F} = 100\text{ °C}$, och hur detta påverkar förekomsten av krokighet mm hos det färdigtorkade virket, vilket innebar en fuktkvot om 6 %. Anledningen till att detta är intressant är ju den att virket kan få en mycket snabbare omsättningshastighet, dvs sågverket slipper dels lagra virket så länge, men också att energianvändningen ansågs minska avsevärt. Följande torkmetoder användes:

- Fullständig torkning från en fuktkvot om 70 % med en temperatur om 110 °C
- Traditionell torkning ner till 45 % och sedan en temperatur om 110 °C
- Traditionell torkning ner till 30 % och sedan en temperatur om 110 °C
- Traditionell torkning ner till 20 % och sedan en temperatur om 110 °C
- Traditionell torkning hela tiden som en kontrollgrupp

Den första gruppen torkades färdig på 50 timmar medan den den sista behandlades under 150 timmar. Av de 50 timmarna användes 26 för spänningsutjämning och rekonditionering. Inte oväntat hittade man flest sprickor i gruppen 1. Vad man däremot överraskades av var att de största och flesta sprickorna uppkom c:a 3 cm från ändarna. Sprickorna var också betydligt vanligare i närheten av kvistar och där färgförändringar uppträtt. Ingen skillnad uppkom i form av krokighet mm. Man bör notera att även vid traditionell torkning, med en temperatur om 80 °C och lägre var endast 77 % av brädorna helt felfria. Genom att kapa ändarna på virket c:a 8 cm från kanten kunde man erhålla likvärdiga resultat som vid traditionell torkning men samtidigt minska torkprocessens längd med 60 %. Man torkade då i enlighet med metod 2 ovan, dvs först traditionell torkning ner till en fuktkvot om 45 % och sedan högtemperatortorkning ner till 6 % fuktkvot.

Vid torkning av virke erhålls således ofta sprickor, framför allt vid virkets ändytor. I [107] har detta undersökts för två typer av ek, *Quercus rubra* och *Cyclobalanopsis longinux*. Den senare arten, som växer i Taiwan, har smalare blad att döma av det engelska namnet "narrow-leaved oak". I uppsatsen redogör författarna för man med hjälp av bl.a. ett svepelektronmikroskop studerat sprickor i smala skivor från de två träslagen. Man testade torktemperaturer mellan 40 till 80 °C och torktider mellan 1 och 6 timmar. Man försökte också beräkna spänningarna med hjälp av finita elementmetoden. Man kom fram till att man fick mikrosprickor i cellstrukturen redan vid torkning efter en timma i 40 °C . De tydligaste sprickorna hittades i märkestrålarnas parenkymceller speciellt där dessa var flerskiktade och

man fann att S1- och S2-lagren skildes åt redan vid mycket mild torkning. Anledningen var att ytskiktet hos brädorna torkade snabbare än de längre in liggande delarna och ytan utsattes därvid för så stora dragspänningar att cellerna gick sönder eller delaminerade. Vid högre temperaturer blev sprickbildningen än mer accentuerad. Man påvisade också ett klart samband mellan draghållfastheten vinkelrätt mot fiberriktningen och torktemperaturen. Ju högre torktemperatur ju sämre hållfasthet fick man.

I [108] har författarna undersökt torkning av ek, *Quercus rubra*, och hur olika temperaturer och klimat i torken påverkar det färdiga resultatet. De nämner att man traditionellt torkar entumsplankor från grönt tillstånd, fuktkvot 80 %, till 8 % på 21 - 28 dagar. Sex olika torkexperiment utfördes varav några där man låtit virket passera mellan två stålullar som komprimerade plankorna. Tjockleken tilläts dock inte minska mer än 7.5 % och dessutom pressade man inte så hårt vid stora kvistar och i ändarna då virket annars sprack. Torktiderna varierades mellan 20 och 14 dagar. Efter torkningen hyvlade man ner virket till 13/16" och studerade hur många plankor som då fick perfekt form. Minst problem hade man med kupighet där alla plankor klarade den mildare torkningen medan 17 % inte gick att åtgärda vid den hårdaste proceduren. För "böj" var problemen större, siffrorna var där 14 resp 74 %. För vridning och krök låg siffrorna mellan dessa ytterligheter. Just ek är ju mycket känsligt för kollaps, sk honeycombing. Genom förkompression av virket kunde just detta torkfel nästan elimineras och man fick samma värden för det mildaste klimatet utan kompression som för det hårdaste med sådan behandling. Endast c:a 3 % av virket fick sådana fel att det inte kunde godkännas. Hårt klimat utan kompression resulterade i 21 % kasserade plankor.

M4↑

9 HÅLLFASTHETSLÄRA FÖR MÖBLER

M4↓

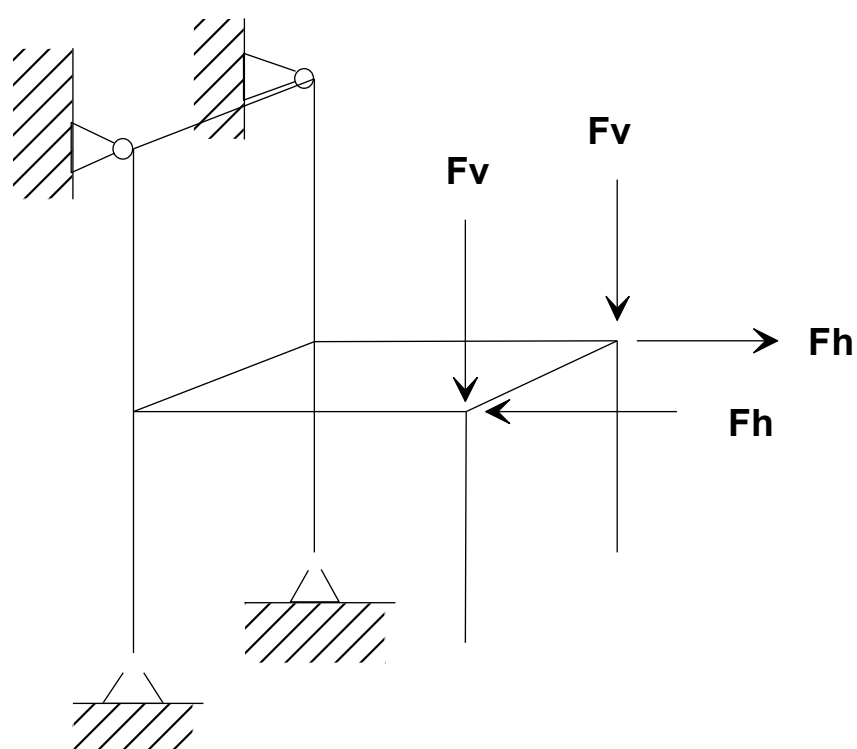
I den svenska möbelindustrin sker, vad vi förstår, ingen som helst beräkning av laster mm i vanliga möbelprodukter. Dimensioneringen sker i stället m h a erfarenhet från tidigare produkter. De estetiska synpunkterna från designers m fl har oftast avgjort hur produkten kommer att se ut. Denna har sedan testas av ex vis Möbelinstitutet och om produkten inte visat sig hålla måttet har man konstruerat om den. Det är dock vår övertygelse att moderna konstruktionsberäkningar skulle kunna användas i ett tidigt skede av utformningen och ge nya impulser till möbelkonstruktioner. Då detta kompendium är avsett för årskurs tre och fyra på maskinlinjen förutsätts att läsaren redan har en hel del förkunskaper om statiska beräkningar av bärverk mm. Grunderna för sådana beräkningar går därför inte igenom här. Inte heller behandlas konstruktion av takstolar eller andra bärande detaljer i hus. Istället kommer förhållanden som speciellt avser konstruktioner av trä i "möbelstorlek" att belysas mera ingående.

9.1 Möbellaster

Det första problemet man ställs inför vid dimensioneringen är vilka laster möbeln kommer att utsättas för. I [109] sidorna 43 och följande, finns ex viktuppgifter för amerikanska män. Där framgår att 95 % av den manliga befolkningen väger mindre än 217 pounds, c:a 97 kg. En stol som dimensioneras för en person vägende maximalt 100 kg skulle således hålla för de allra flesta, under förutsättning att denne sätter sig försiktigt. Undersökningar i samma referens visar dock att lasterna kan uppgå till det dubbla om detta inte är fallet. Författaren anger dessutom att ett antal andra källor visar att man borde dimensionera en stol för upp emot 150 - 250 kg. Lasten mot stolens ryggstöd är naturligtvis lägre. Under normala förhållanden belastas stolsryggen med c:a 300 N oavsett vilken vikt personen har. Om man avsiktligt lutar sig hårt bakåt stiger denna last till omkring 700 N. Man har också visat att en last om c:a 500 N uppkommer mot ryggstödet om man väger på stolen. Dessutom belastas ju förbindningen mellan själva stolen och ryggstödet hårt vid ett sådant beteende. Man kan också tänka sig att en person sitter på ryggstödet och har fötterna på stolssitsen. Detta är vanligt, åtminstone i Amerika, vid möten då åhörarna vill se föreläsaren. Ibland förses stolarna dessutom med horisontella "ribbor" som förbinder stolsbenen, det sk krysset. Dessa ribbor eller balkar används också till att stå på när man skall ta ner något från ex vis en bokhylla. I referensen anges att dessa detaljer borde dimensioneras för en last om c:a 700 N. Det är också viktigt att tänka på att möbler används i olika miljöer. En stol i en offentlig lokal utsätts troligen för en avsevärt hårdare behandling än en stol i ett pensionärshem. Därför väljs lämpligen något högre värden för möbler i offentliga lokaler. Möbelinstitutet i Sverige har gett ut en rapport [110] där man gett ut riktlinjer för måttsättning av sittmöbler. Man kan där finna uppgifter om

olika befolkningsgruppers kroppslängd, skulderbredd mm. Däremot finns inga viktuppgifter redovisade.

Även andra laster kan verka på en stol. Om man lutar sig bakåt och väger på stolens bakben kan ibland lasten angripa stolen osymmetriskt. Detta inducerar vridkrafter i det bärverk som stolen utgör. I [109], sidan 46, anges att man skall ansätta en last om c:a 800 N längst fram på stolssitsen i de främre benens riktning och samtidigt belasta stolssitsen med ett moment om c:a 10 Nm parallellt med sitsen. Samtidigt förutsättes att stolens framben inte stöds av underlaget utan hänger fritt i luften, se fig 23, där $F_v = 400$ N och $F_h = 100$ Nm dividerat med stolens bredd. Armstöd på stolar bör dimensioneras så att man även tar hänsyn till sidokrafter, exempelvis om man drar stolen i sidled när någon sitter i den. I [109] anges lasterna ligga mellan 300 - 1000 N i vart armstöd. Laster i nerkanten på stolsbenen uppkommer ofta när man drar stolen längs golvet och någon sitter i den. I referensen anges att man bör dimensionera för minst 250 - 800 N per ben.



Figur 23: Applicerade torsionslaster på stol enligt [109].

På motsvarande sätt analyseras fåtöljer och soffor. Sådana möbler måste ofta dimensioneras för dubbla personlasterna då man kanske ibland mer eller mindre kastar sig ner i möbeln istället för att sätta sig försiktigt. Undersökningar vad gäller laster för bokhyllor och bord finns också redovisade i [109].

9.2 Analys av bärverket

När man bestämt sig för vilka laster som verkar på möbeln måste man beräkna hur dessa laster bärs upp av konstruktionen. I detta kompendium är det inte möjligt att gå igenom hur beräkningarna kan utföras för samtliga typer av bärverk utan vi visar i stället ett exempel, se

figur 24. Det vänstra stolsbenet tänkes upplagt på ett sk rullager vilket innebär att den horisontella stödreaktionen F_1 måste vara lika med noll. Stolen i figuren är då ett statiskt bestämt bärverk, dvs man kan lösa ut alla krafter enbart med hjälp av moment och jämviktsekvationer. Följande ekvationer kan ställas upp:

$$500 - F_2 + F_3 = 0$$

$$300 + F_1 - F_4 = 0$$

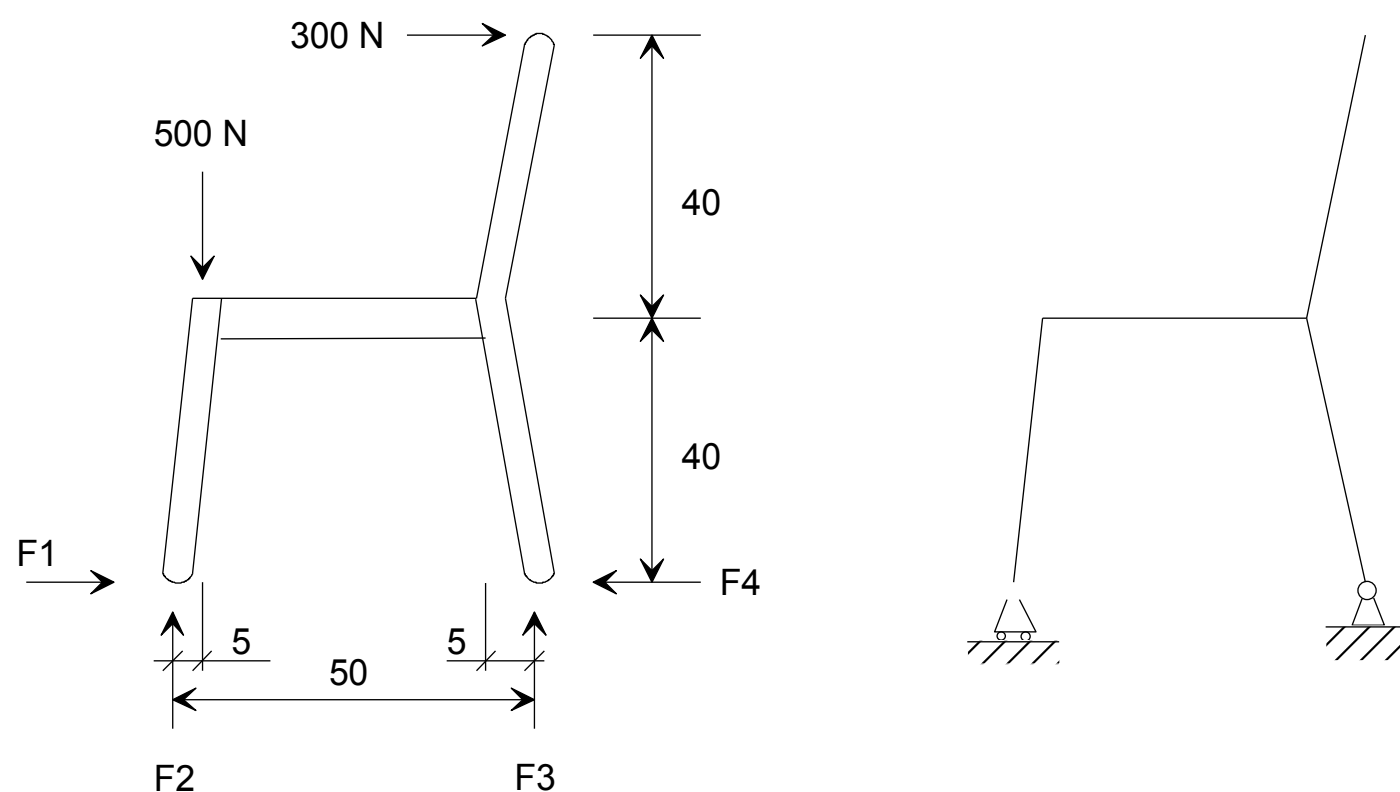
$$F_2 \cdot 50 - 500 \cdot 45 + 300 \cdot 80 = 0$$

Vertikal led nedåt

Horisontellt åt höger

Moment medurs kring F_4

Löses ekvationssystemet erhålles F_2 till -30 N, F_3 till 530 N och F_4 till 300 N. Notera att analysen är en förenkling då bl a rullagret införts. Man kan därför göra om analysen med ett rullager under det högra stolsbenet i stället vilket innebär att F_4 antas vara lika med noll som i sin tur innebär att F_1 får ett värde om 300 N. Nu när stödreaktionerna beräknats kan de inre lasterna beräknas. Lasten 300 N angriper i ryggstödet topp.



Figur 24: Exempel på stol som bärverk, mått i cm.

Lasten är inte helt vinkelrät mot ryggstödet. Geometrin ger att tvärkraften i ryggstödet, ner till stolssitsen blir 297.7 N medan normalkraften, här en dragkraft, blir 37 N. Vidare införts ett moment som givetvis växer linjärt ner till sitsen med maxvärdet $300 \cdot 0.40 = 120$ Nm. Med motsvarande beräkningar för det högra stolsbenet erhålles en normalkraft i benet om 563.1 N, en tvärkraft om 232 N och ett moment vid stolssitsen om 93.5 Nm. De bägge momenten verkar åt samma håll vilket innebär att momentet i sitsen, omedelbart i knutpunkten, måste bli

$93.5 + 120 = 213.5$ Nm riktat medurs. Lasten F_2 ger en dragkraft i det främre benet om 29.8 N en tvärkraft om 3.7 N samt ett moment, moturs vid knutpunkten sits - ben, om 1.5 Nm.

Tvärkrafterna i bärverket medför att materialet kommer att utsättas för skjuvspänningar. Medelvärde på dessa erhålls helt enkelt genom att dividera tvärkraften med detaljens area. I vårt fall verkar det vara lämpligt att dimensionera detaljen så att brott inte uppstår och därför måste skjuvspänningens maximala värde användas. I [111], sidan 247, visas att maxvärdet är 1.5 gånger större än medelvärdet för ett rektangulärt tvärsnitt. Om man nu börjar med att dimensionera stolens ryggstöd måste dess översta punkt tåla en tvärkraft om $297.7 \cdot 1.5 = 446$ N och en samtidig normalkraft om 37 N. Antag för enkelhets skull att vi använder rektangulära detaljer med bredden B och höjden, här tjockleken, B/2. Detaljens tvärsnittsarea är således $0.5 \cdot B^2$. Spänningen pga normalkraften blir därför $74/B^2$ Pa. Om vi antar att tryckhållfastheten för bok används, 52 MPa enligt [24] sidan 234 innebär detta att B endast skulle behöva vara c:a 1 mm. Tvärkraften ger en skjuvspänning om $893/B^2$ Pa. När det gäller skjuvspänningar ges ingen uppgift i [24]. I [25] sidan 402, finns skjuvhållfastheten för bok angiven för 18 olika belastningsfall beroende på hur skjuvkraften angriper trädetaljen m a p fiberriktning mm. Här antages att skjuvkraften angriper vinkelrätt mot fiberriktningen vilket innebär en skjuvhållfasthet om c:a 370 kp/cm^2 eller 37 MPa. Detta skulle innebära att trädetaljens bredd endast skulle behöva vara c:a 5 mm. Egentligen borde man här använda ett flytvillkor eller brottkriterium. I [111], sidan 93, anges att effektivspänningen σ_e enligt Von Mises kan beräknas som:

$$\sigma_e = (\sigma_x^2 + 3 \tau_{xy}^2)^{0.5}$$

Då belastningen här är så låg bortses från detta. Det kan också diskuteras om Von Mises uttryck är tillämpligt på ett material som trä.

Dimensioneringen ovan gäller endast för den översta delen av ryggstödet. Momentet i ryggstödet är som störst där ryggstödet möter stolssitsen, enligt det ovanstående, 120 Nm. Drag-, eller tryckspänningen, i en rektangulär balk beräknas som:

$$\sigma = N/A + M \cdot z/I \quad \text{där } I = B \cdot H^3/12$$

Om man provar sig fram med olika värden på bredden B får man att brottspänningen för tryck parallellt med fibrerna för bok, c:a 52 MPa enligt [24], uppnås då B är mindre än c:a 3 cm. Av [24] sidan 234 framgår också att draghållfastheten är mer än dubbelt så stor som tryckhållfastheten. Detta innebär att ett rektangulärt tvärsnitt inte är optimalt. Istället skulle mängden trä kunna minskas avsevärt på den dragna sidan utan att brott skulle ske. Man

skulle också kunna tänka sig ett rektangulärt tvärsnitt med mindre area. Detta skulle innebära att brottgränsen skulle uppnås på den tryckta sidan men då materialet börjar "flyta" kommer det sk neutrala lagret också att vandra mot den dragna sidan. Först när dragbrottgränsen uppnås kommer detaljen att brista, se [24] sidan 131. Man bör också notera att skjuvspänningen har sitt maximala värde i mitten av detaljen, där momentet oftast är noll, medan momentet har sitt maximala värde i detaljens kanter, där skjuvspänningen är noll. Man kan också tänka sig att använda den sk böjhållfastheten för trä som i referensen anges ligga mitt emellan drag- och tryckhållfasthet.

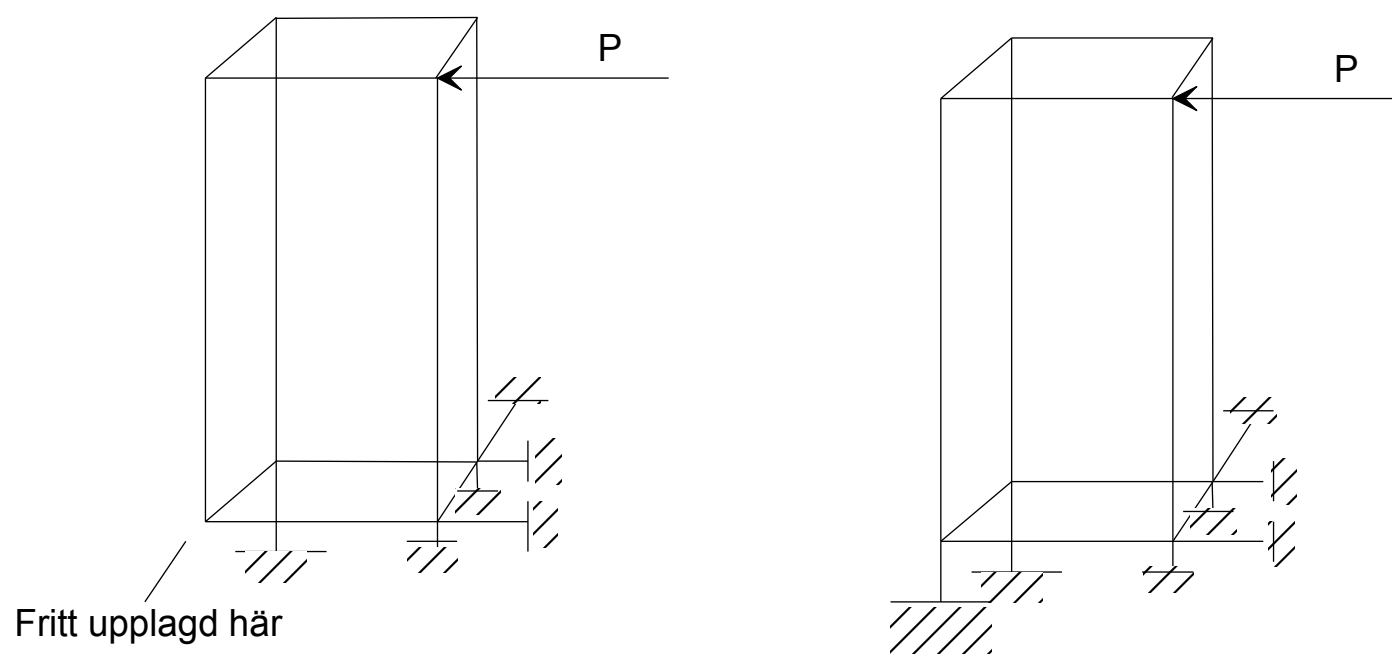
Av analysen ovan framgår att det är "momentkrafterna" som blir avgörande för dimensioneringen. Det största momentet i stolen ovan erhålles i sitsen närmast ryggstödet. Här är normalkraften lika med noll, notera rullstödet under vänstra frambenet, varför beräkningen av detaljens tvärsnitt blir enklare. Momentet uppgår här till 213.5 Nm vilket innebär att B behöver vara c:a 3.7 cm för att inte brott på den tryckta sidan, här lika med undersidan, skall inträffa. Den maximala tvärkraften, 530 N vid det främre benets infästning i stolssitsen ger att B här kan vara mindre än en cm utan att brista.

Analysen ovan visar att man med förhållandevis enkla medel kan erhålla mycket information om hur en stol borde se ut från hållfasthetsperspektiv. Givetvis måste den laststruktur som antogs gälla i figur 24 förändras så att samtliga belastningsfall studeras. Detta kommer exempelvis att innebära normal- och momentlaster i det främre benet som nu så gott som helt "försvann". I analysen ovan antogs dessutom att vi hade ett statiskt bestämt bärverk. Detta är ju så gott som aldrig fallet i verkligheten. Vidare bortsågs från att belastningarna i bärverket medför deformationer vilka förändrar stolens geometri. En optimal konstruktion ur hållfasthetssynpunkt kommer att svikta då den används, vilket i sin tur fordrar en helt annan beräkningsapparat än den som användes ovan. Ytterst få vetenskapliga artiklar har behandlat detta men en av dem vi trots allt hittat behandlar just dimensioneringen av en stol med hjälp av finita elementmetoden, [112].

9.3 Andra typer av bärverk

En mera omfattande procedur har använts i [113] där man studerat belastningar på garderober. I referensen anges att man har undersökt hur olika skåp mm deformerats då laster med olika angreppspunkter applicerats på konstruktionen. Tidigare har man antagit att skåpet varit upplagt på tre stöd men man har nu beräknat skjuvspänningar i bakstycket med antagande om att strukturen är upplagd på fyra stöd, ett i varje hörn, se figur 25. Det för här för långt att fullständigt beskriva hur man gick tillväga men man lyckades att erhålla en god överensstämmelse mellan beräkningar och praktiska prov. Den kritiska lasten för P, i figur 25,

uppgick till c:a 110 daN, innan de klamrar man använt för att fästa bakstycket i ramen drogs ut pga dettas buckling.



Figur 25: Skåp upplagt på tre resp fyra hörn [113].

9.4 Något om hållfastheten hos trä

Det är viktigt att inse att de tillämpliga hållfasthetsparametrarna för olika träslag är storleksberoende. Stora trädetaljer, ex vis bärande konstruktioner i byggnader, kan inte dimensioneras för samma höga påkänningar som små detaljer. För närvarande försöker man att fastställa hur detta förhållande kan se ut så att man kan utnyttja träets hållfasthet på bästa sätt. I [114] redovisas några metoder utgående från såväl linjär som icke linjär brottmekanik.

Ett faktum som kanske är av mindre intresse för möbelkonstruktioner är att träets hållfasthet sjunker om det utsätts för långvariga belastningar. Motsvarande fenomen kan iakttagas för ex vis aluminium som utmattas för dynamiska laster. Trä, däremot uppvisar samma fenomen men då även för en konstant last, se [115], [116], [117], [118] och [119] för mera detaljer om detta.

På senare år har man försökt att hitta metoder som utan att förstöra trädetaljen ändå avslöjar hållfastheten hos denna. I ex vis [120] visar man på möjligheten att göra detta med ultraljud. Genom att dels sända ut en ultraljudssignal på ena sidan en trädetalj och sedan analysera den förändrade signal som tas emot på andra sidan trädetaljen, har man lyckats utröna vilken elasticitetsmodul som är tillämplig just för denna del av trädetaljen. Metoden har utvecklats för att undersöka olika kompositmaterial men i referensen har man visat att detta går bra även för massivt trä. Sändare och mottagare måste dock vara utformade speciellt för detta och appliceras med ett visst tryck beroende på träslaget. I [121] har man med i princip samma

metod undersökt hur man kan påvisa rötangrepp, torkningsgrad, hållfasthet hos limförband mm.

I litteraturen finns hållfasthetsparametrar för många olika träslag. Vanligen publiceras dock endast böjhållfastheten medan de andra värdena lyser med sin frånvaro, speciellt för lite mera udda träslag. Ibland ser man dock undersökningar där man gått mera grundligt tillväga. I [122] visas mätningar för 10 olika amerikanska lövträslag i 9 olika riktningar. Vidare publiceras Poissons tal samt E-moduler för dessa. För ex vis amerikansk lind, *Tilia americana*, erhöles E-modulerna för tryckning parallellt med fibrerna till 13 GPa, radiellt till 0.86 GPa och tangentiellt till 0.33 GPa. Motsvarande värden för röd ek anges till 11.0, 1.7 och 0.9 GPa. Som jämförelse kan nämnas värden för bok och björk som visats vara 13.8 resp 15.9 GPa vid tryckning längs fibrerna, [123].

9.5 Förband

En mycket viktig faktor att ta hänsyn till vid möbeltillverkning är hur olika delar lämpligen skall fogas samman. I exemplet ovan visades att ett stort moment infördes mellan stolssits, ryggstöd och bakben. En vanlig metod för att lösa en sådan sammanbindning är att använda sk träpluggar eller centrumtappar. Man borrar då hål i karm och sits och limmar sedan fast en tapp mellan detaljerna. I Sverige tillverkas dessa vanligen av björk men i Tyskland skall de vara av rödbok. Enligt [24] har björk en draghållfasthet om c:a 140 MPa. Centrumtappar kan erhållas i olika diametrar från 5 till 12 mm. I det lastfall som studerades i figur 24 erhöles en dragspänning i ovansidan på stolssitsen. Antag att lasten tas upp i centrum av den tryckta sidan. Centrumtappen placeras så att 0.5 cm täckning erhålles av trä runt denna. Antag vidare att stolssitsens "ram" har dimensionen 4 gånger 2 cm. Detta innebär att vi har en hävarm på omkring 2 cm att tillgå för att ta upp momentet som uppgick till 213.5 Nm. Dragkraften i pluggen kommer således att uppgå till 10.8 kN, vilket innebär en dragspänning om hela 550 MPa om diametern på pluggen är 5 mm. En större plugg måste således väljas och brottgränsen klaras nätt och jämnt för en diameter om 10 mm. Man måste också studera hur skjuvspänningarna tas upp i tapp och hål. Pluggen har en omkrets på 0.03 m. I björk är skjuvhållfastheten längs med fibrerna omkring 15 MPa. Här har värden för bok, [25] använts då vi inte hittat någon uppgift för björk. Längden på tappens infästning måste därför vara omkring 2.5 cm för att inte tappen skall skjuvas till brott. I sitsen är också skjuvspänningarna parallella med fiberriktningen medan de i ryggen tas upp vinkelrätt mot fibrerna vilket innebär att skjuvhållfastheten kan sättas högre för påverkan i ryggstödet. Det lim som används måste också ha förmågan att överföra krafterna. I [50], sidan 11, anges att en limfog som är tunn, mindre än 80 μm , klarar en skjuvspänning om 210 kp/cm^2 , eller 21 MPa. Detta är ett högre värde än det omgivande träet har, varför hållfastheten hos limmet inte borde vara något problem. Det finns även vissa empiriska undersökningar utförda för centrumtappars

hållfasthet. I [109], sidan 107, finns bl a ett uttryck som kan användas för centrumtappar vinkelrätt fiberriktningen:

$$F = 0.834 \cdot D \cdot L^{0.89} \cdot (0.95 S_1 + S_2) \cdot a \cdot b \cdot c$$

där F är dragkraften i tappen i pounds, D är diametern på tappen i tum, L är tappens längd i förbindningen i tum, S_1 är skjuvhållfastheten i det omgivande träet i psi, S_2 är skjuvhållfastheten i tappen i psi, a är en konstant mellan 1.0 och 0.85 för diverse limtyper, b är en konstant för glapp mellan tapp och hål och c är en konstant mellan 1.0 och 0.9 för plana resp spiralskurna tappar. Motsvarande uttryck finns redovisade för tappar i andra riktningar ex vis last parallellt med fibrerna i de trädetaljer som skall sammanfogas.

Vi har nu inte räknat med att de hål som introducerats i bärverket kan försämra dettas hållfasthet. Detta bör också studeras närmare. Som framgår av det ovanstående gick det att klara momentet i konstruktionen med hjälp av centrumtappar. I andra fall kanske konstruktionslösningen av bärverket helt avgörs av de förband som måste till för att sammanbinda olika detaljer med varandra. I stället för centrumtappar kan man använda andra typer av förbindning, ex vis sargtappning där tappen utgör en del av den trädetalj man vill sätta fast. Tapparna kan svarvas fram eller också kan man använda speciella tappfräsar. I [124] behandlas bl a dimensioneringen av slits- och centrumtappar mera i detalj och såväl numeriska beräkningar och experiment redovisas. Se även figurerna 80 och 87 i detta kompendium. Man visade också att centrumtapparna gav en något styvare fog än slitstapparna. Andra sammanfogningsmetoder är ex vis fingerskarvar, slitsning och sinkning. I [109] sidorna 106 - 141 behandlas också dessa skarvtyper mera i detalj.

Skruvförband är dessutom mycket vanliga inom trämanufakturindustrin. Det är viktigt att man borrar upp ett lagom stort hål för skruven så att inte träet spricker när denna skruvas fast. Lagom hålstorlek är 70 % av skruvens rotdiameter enligt [109]. I samma referens, sidan 143, anges vidare vilken kraft som krävs för att en skruv skall lossna från underlaget för olika typer av förband. Som exempel ges ett uttryck för massivt trä där skruven applicerats vinkelrätt mot fibrerna:

$$F = 3.202 \cdot D \cdot (L - D)^{3/4} \cdot S$$

där F är dragkraften i skruven i psi, D är skruvens diameter i tum, L är gängans längd i trädetaljen i tum och S är skjuvhållfastheten för träet vinkelrätt mot fibrerna i psi. På motsvarande sätt finns andra uttryck för skruvning i ändträ, spånskivor, plywood mm. Ibland används också häftklammer, "staples" men då mest för att hålla trädetaljerna på plats vid

limning. Spik används mera sällsynt i möbler men i referensen finns uttryck också för sådana förband.

Vi har hittat en nyligen publicerad vetenskaplig uppsats som speciellt behandlar förband i möbler, [125]. Trädetaljerna var tillverkade av limmad fanér. Man visade bl a att rektangulära tappar gav starkare förband än ovala tappar som i sin tur var starkare än sk centrumtappar vilka var tillverkade av lönn, *Acer* sp. De träslag som undersöktes var japansk ceder, *Cryptomeria japonica*, och kinesisk tall, *Cunninghamia lanceolata*. Som exempel kan nämnas att ett förband med en rektangulär tapp om 1.27 x 5.0 x 2.0 cm höll för c:a 4500 N vid dragning. Spänningarna i förbandet uppgick då till omkring 2.3 MPa vilket verkar synnerligen lågt. Man undersökte dessutom förbandens uthållighet vad gällde böjande moment. Det beskrivna förbandet höll för c:a 150 Nm vilket också synes vara förhållandevis lågt. Fortsatta undersökningar får utvisa om så är fallet.

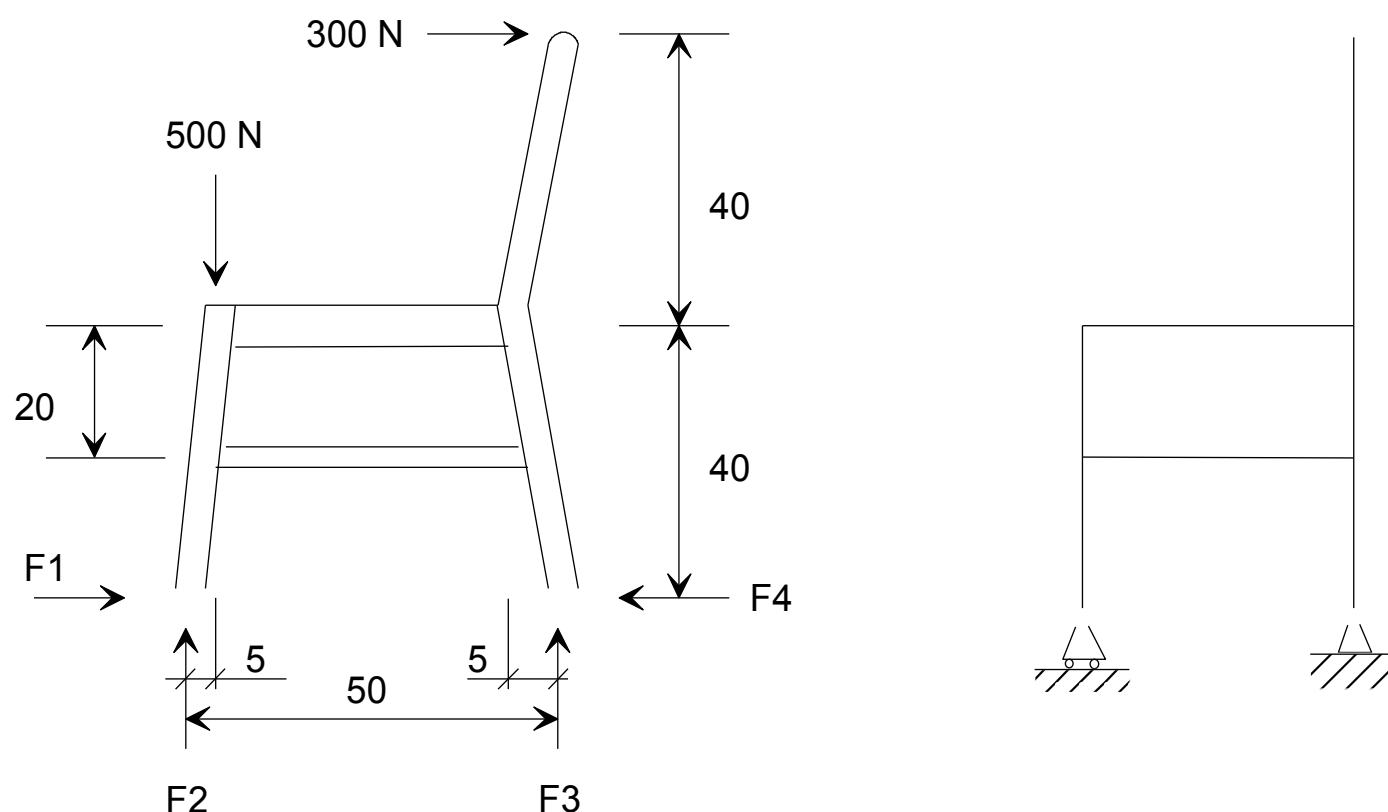
9.6 Inverkan av röta och svampar

Vid dimensioneringen av olika bärverk, ex vis möbler, är det viktigt att välja korrekta värden på brotthållfastheten. Om träet är påverkat av olika svampar, ex vis brun- eller vitröta, minskar dessa värden dramatiskt så fort ett svampangrepp inträtt även om detta inte kan studeras med blotta ögat. I [126] har detta undersökts närmare för Douglasgran och några olika sorters brunröta. (Notera att Douglasgranen inte botaniskt är en gran men väl liknar denna växtfamilj till det yttre, se [24], sidan 239.) I undersökningarna utsatte man trävirket för brunröta under varierande tidslängder. Det visade sig att viktförlusten hos träet varierade mellan 1 - 18 % medan hållfastheten minskade mellan 5 - 70 %. Man noterade också att nedsättningen av hållfastheten var nära förknippad med angreppen på träets hemicellulosa. Vissa försök gjordes också med vitrötesvampar men man lyckades inte att erhålla tillräckligt stora kolonier av dessa på just Douglasgran.

Vissa träslag är mera motståndskraftiga än andra vad gäller olika svampangrepp. Detta demonstreras bl a i [127] där man jämfört ett träslag från Chiles regnskogar, *Aextoxicon punctatum* som har visst släktskap med våra törelväxter, med vanlig bok. Regnskogsträdet förlorade endast 0.7 % av sin vikt efter att i tolv månader varit utsatt för ett brunröteangrepp medan motsvarande värde för bok var 40 %. Exakt vad detta beror på vet man inte men i referensen spekuleras om att en orsak kan vara en speciell sammansättning av ligninet i detta regnskogsträslag.

9.7 Statiskt obestämda bärverk

Stolar är vanligen inte utformade så som visas i figur 24. Ytterligare detaljer tillkommer för att göra konstruktionen mera hållfast. Framför allt vill man minska momentet där stolsitsen är förbunden med ryggstödet. Detta kan man erhålla om man inför en "balk" mellan stolbenen, se figur 26.



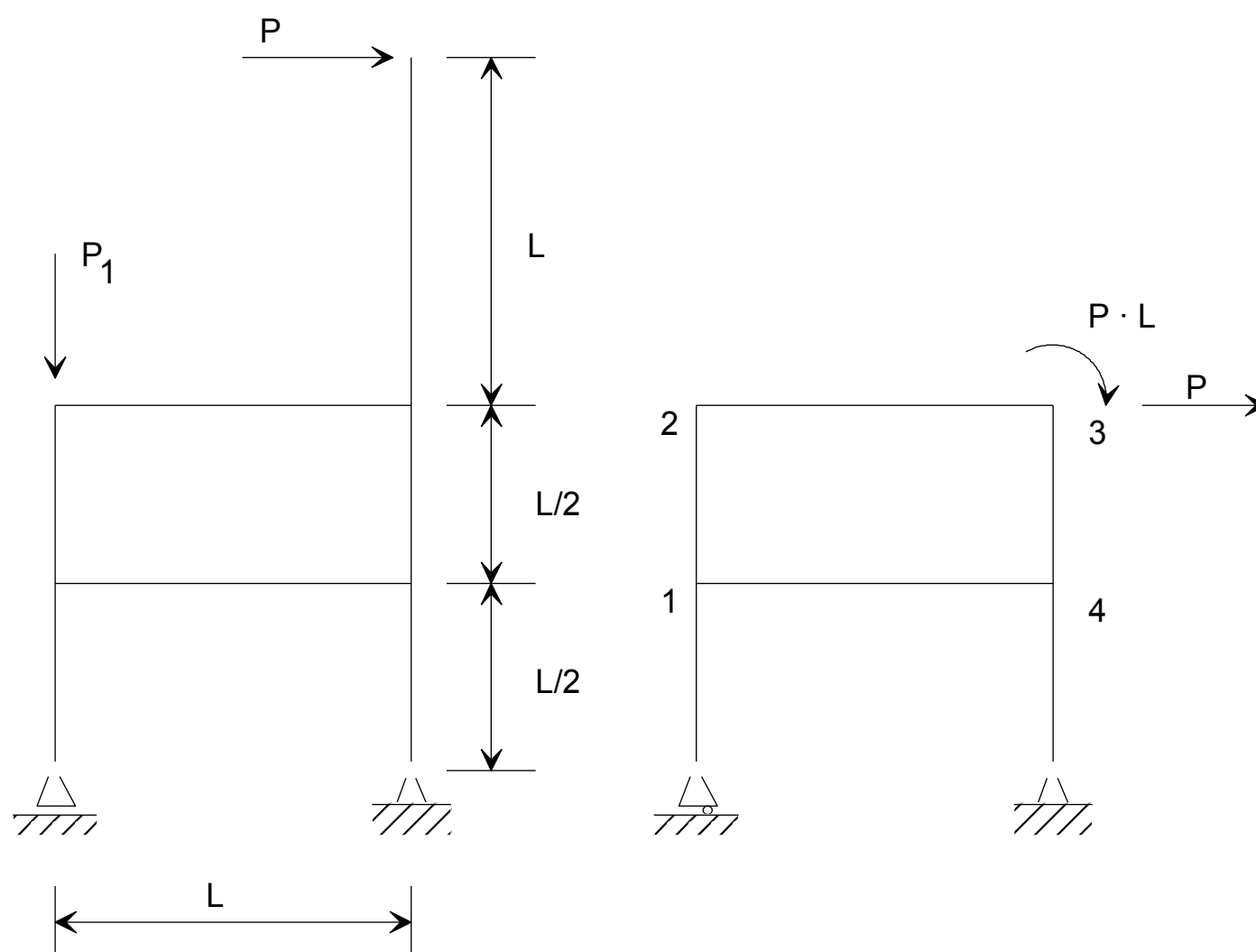
Figur 26: Exempel på stol som statiskt obestämt bärverk

Till höger i figur 26 visas en förenklad bild av stolen, detta för att göra framställningen nedan något lättare. När balken mellan stolbenen tillkommer innebär detta samtidigt att man inte kan beräkna påkänningarna lika enkelt som tidigare. Ytterligare villkor måste till för att ekvationerna skall kunna lösas. Ett sådant villkor är att vinkeländringen i varje knutpunkt måste vara lika stor oavsett vilken detalj, på var sida om knuten, som studeras. Här kommer detta, och andra, villkor att utnyttjas, men i en mera matematisk procedur kallad förskjutningsmetoden, vilken lämpligen tillgrips då man har ramar med svaj, dvs bärverket kan förskjutas i sidled. Meningen med avsnittet nedan är inte att beskriva metoden i alla detaljer utan i stället att ge ett exempel på hur man kan gå till väga. För teoretisk bakgrund mm hänvisas istället till [128]. Det första man bör göra är att undersöka om bärverket kan förenklas genom att man tar bort statiskt bestämda bitar. Så är fallet med ryggstödet vilket innebär att detta ersättes med ett moment, se figur 27. På samma sätt tar vi bort inverkan av P_1 då denna last endast ger en normalkraft i de främre stolbenen, se den högra delen av figuren. Normalkrafterna och dithörande förskjutningar försummas nämligen i denna metod. För att kunna lösa ut de obekanta snittkrafterna är det lämpligt att tillgripa matrisalgebra. Sambandet mellan förskjutningar och laster framgår av den sk strukturstyvhetsmatrisen vilken kan ställas upp direkt m h a elementarfall. Principen grundas på att man låser alla knutar utom en vilken roteras eller förskjuts. Den bild man då får av bärverket jämföres sedan med de olika elementarfallen och sedan sätts lämpliga E-moduler och längder in. Förslagsvis börjar vi i

punkt 1, se figur 28. Till höger i figuren återfinnes ett lämpligt elementarfall hämtat ur [129] sidan 12.

Bokstäverna innebär:

$$K_1 = 4EI/L \quad C_{T1} = 6EI/L^2 \quad C = 2EI/L$$



Figur 27: Förenklat bärverk i form av ram med svaj

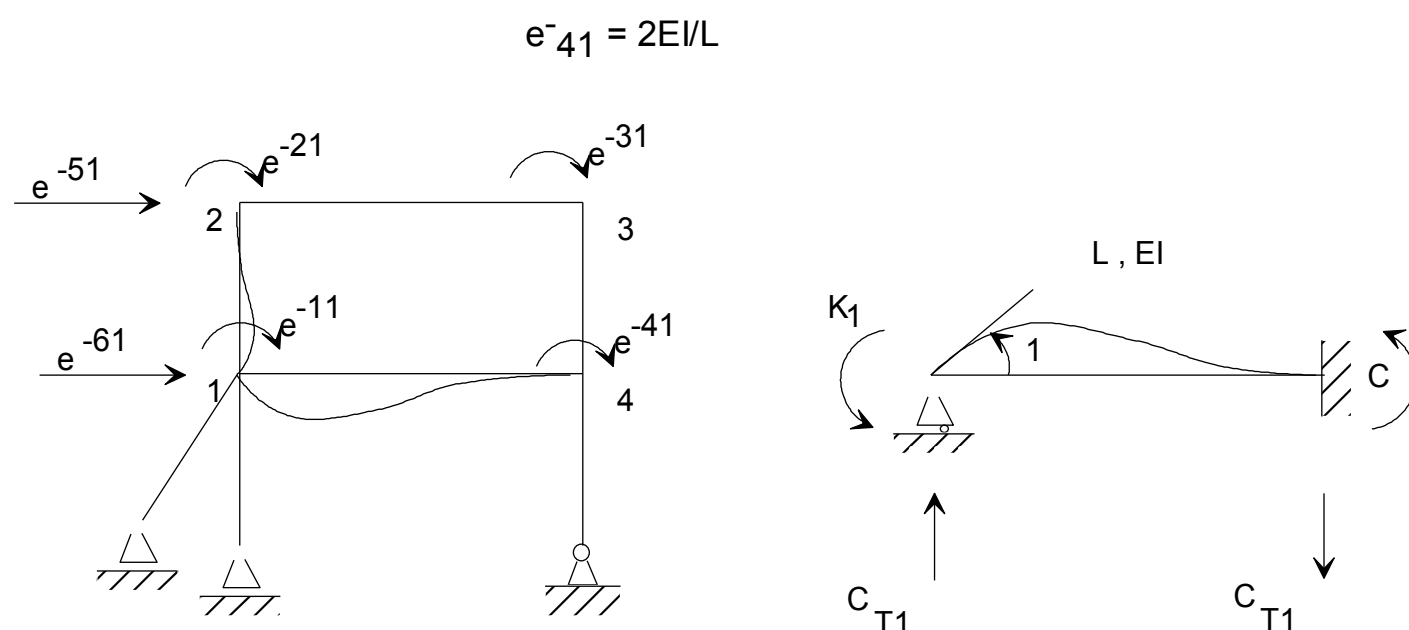
I den vänstra sidan av figuren har en vinkeländring införts. Vi ser att knutpunkten antagits vara helt styv dvs vinklarna mellan balkarna är fortfarande räta. Det främre stolbenet vilar på ett rullager. Denna balk saknar således styvhet. Mellan punkten 1 och 2 erhålles en styvhet motsvarande K_1 i elementarfallet vilket också är fallet mellan punkt 1 och 4. Längden mellan punkt 1 och 2 är dock endast $L/2$ varför vi erhåller:

$$e_{11}^- = 0 + (4EI/(L/2)) + 4EI/L = 12EI/L$$

Vi förflyttar oss nu till punkten 2 och ser vad vinkeländring i punkt 1 innebär. I elementarfallet ser vi att C verkar lämpligt. Vi noterar igen att endast halva L skall användas varför vi erhåller:

$$e_{21}^- = 2EI/(L/2) = 4EI/L$$

I punkten 3 erhålles ingen påverkan av rotationen i 1 medan knuten 4 på motsvarande sätt som i 2 erhåller:



Figur 28: Vinkeländring i punkt 1 samt elementarfall.

Styvheten för element e_{51}^- ser vi motsvaras av C_{T1} vilket också är fallet för e_{61}^- . Notera dock att "kraften" e_{51}^- är riktad åt andra hållet i elementarfallet vilket innebär att vårt element skall ha ett negativt värde. Vi erhåller således:

$$e_{51}^- = -6 EI / (L/2)^2 = -24 EI/L^2 \quad e_{61}^- = 6 EI / (L/2)^2 = 24 EI/L^2$$

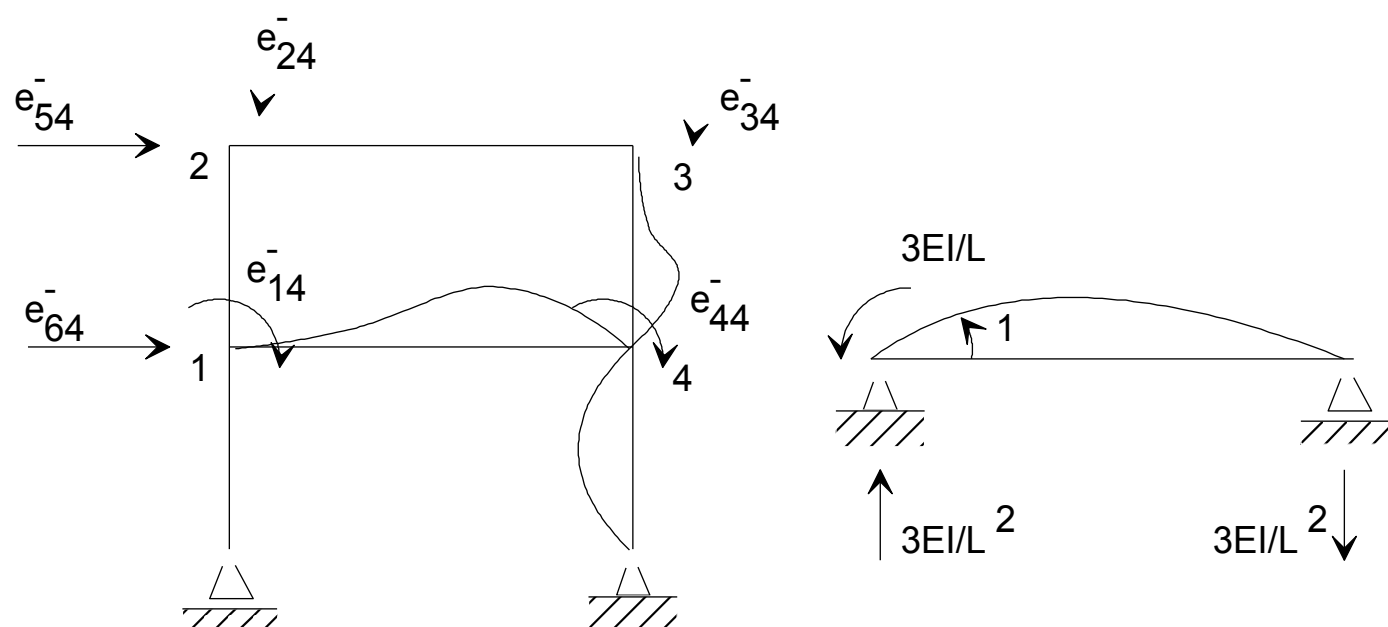
Man förflyttar sig sedan till punkten 2 och inför en medurs rotation där och förfar på exakt samma sätt. Detta innebär att följande värden erhålles i matrisen:

$$\begin{aligned} e_{12}^- &= 2 EI/(L/2) = 4EI/L & e_{22}^- &= 4 EI/(L/2) + 4EI/L = 12EI/L \\ e_{32}^- &= 2EI/L & e_{42}^- &= 0 \\ e_{52}^- &= -6 EI/(L/2)^2 = -24EI/L^2 & e_{62}^- &= 6 EI/(L/2)^2 = 24EI/L^2 \end{aligned}$$

Den tredje raden i matrisen blir:

$$\begin{aligned} e_{13}^- &= 0 & e_{23}^- &= 2EI/L \\ e_{33}^- &= 4 EI/L + 4 EI/(L/2) = 12 EI/L & e_{43}^- &= 2EI/(L/2) = 4 EI/L \\ e_{53}^- &= -6 EI/(L/2)^2 = -24EI/L^2 & e_{63}^- &= 6 EI/(L/2)^2 = 24EI/L^2 \end{aligned}$$

Vid den fjärde raden i matrisen måste ett nytt elementarfall tillgräpas, nämligen ett som innehåller en led, se figur 29. Man ser att den styvhet som förknippas med en vinkeländring uppgår till $3EI/L$ medan motsvarande "stödreaktion" är $3EI/L^2$. Således erhålles:



Figur 29: Vinkeländring i punkt 4 samt elementarfall.

$$e_{14}^- = 2EI/L = 2EI/L$$

$$e_{34}^- = 2EI/(L/2) = 4EI/L$$

$$e_{54}^- = -6EI/(L/2)^2 = -24EI/L^2$$

$$e_{24}^- = 0$$

$$e_{44}^- = 4EI/(L/2) + 3EI/(L/2) + 4EI/L = 18EI/L$$

$$e_{64}^- = 6EI/(L/2)^2 - 3EI/(L/2) = 12EI/L^2$$

Alla knutrotationer har nu behandlats och endast "sväjet" dvs förskjutningen i kraftens riktning återstår.

Återigen måste ett nytt elementarfall tillgräpas vilket återfinnes i figur 30. I figur 30 motsvarar K_T $12EI/L^3$ vilket innebär att följande element kan tecknas:

$$e_{15}^- = -6EI/(L/2)^2 = -24EI/L^2$$

$$e_{35}^- = -6EI/(L/2)^2 = -24EI/L^2$$

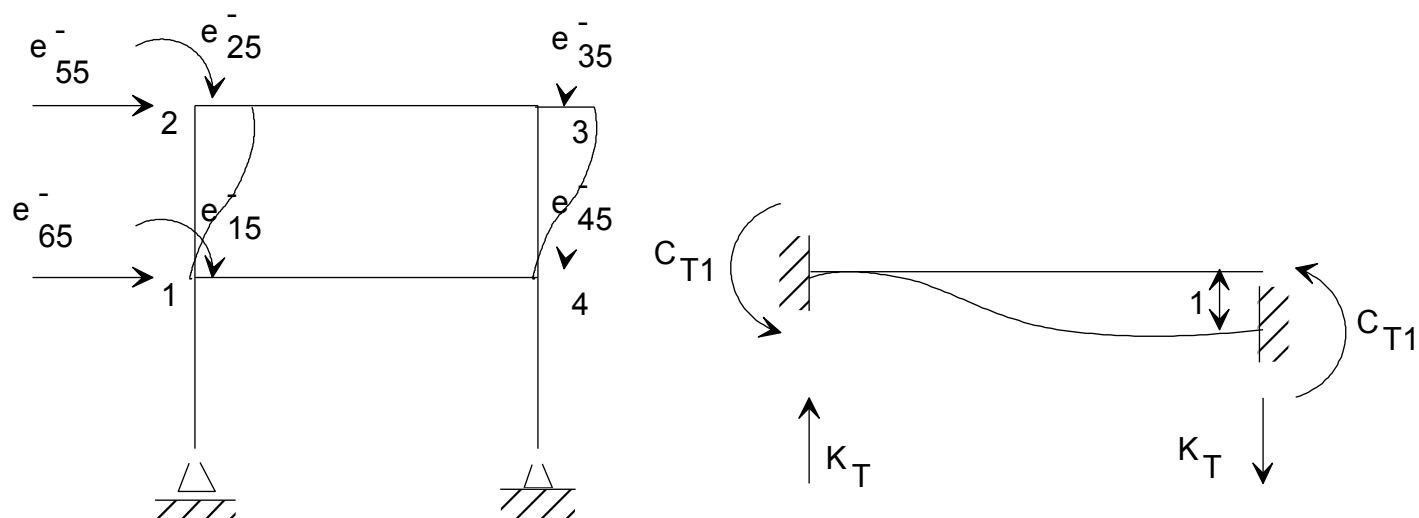
$$e_{55}^- = 2 \cdot 12EI/(L/2)^3 = 192EI/L^3$$

$$e_{25}^- = -6EI/(L/2)^2 = -24EI/L^2$$

$$e_{45}^- = -6EI/(L/2)^2 = -24EI/L^2$$

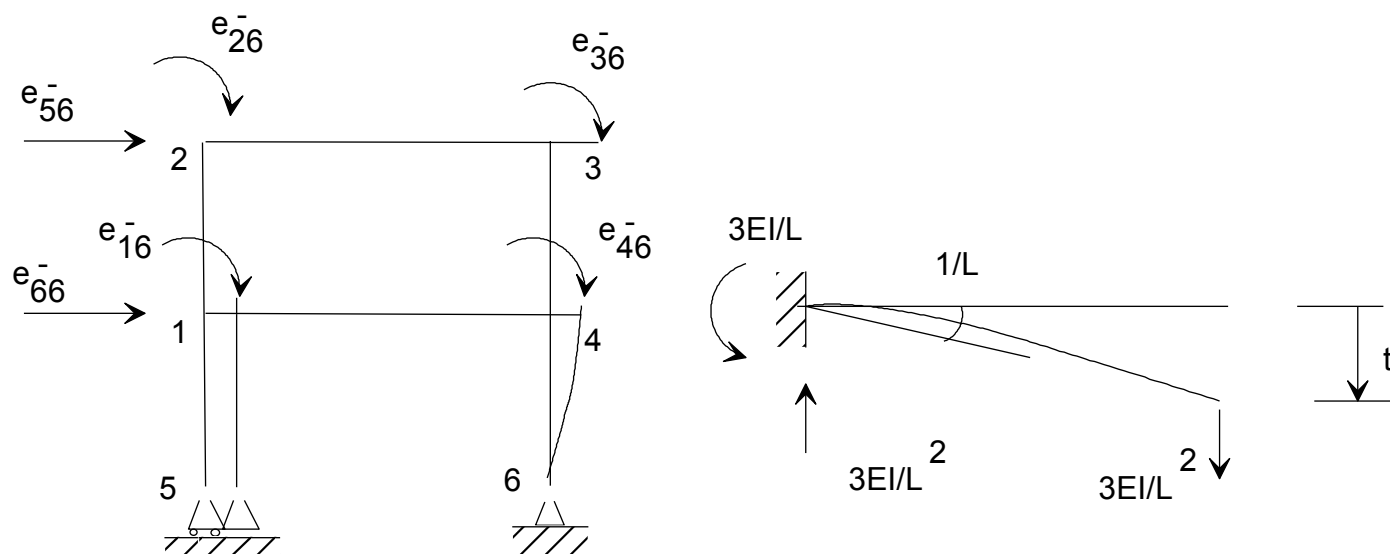
$$e_{65}^- = -2 \cdot 12EI/(L/2)^3 = -192EI/L^3$$

Det är nu endast en typ av förskjutning kvar nämligen en horisontell förskjutning av punkterna 1 och 4.



Figur 30: Förskjutning i punkt 2 och 3 samt tillämpligt elementarfall.

Ytterligare ett elementarfall måste därför studeras då vi har en förskjutning i sidled samt en vinkeländring mellan punkt 4 och den "fasta" leden.



Figur 31: Förskjutning i sidled samt tillämpligt elementarfall.

Följande matriselement kan därför tecknas:

$$e_{16}^- = 6 EI/(L/2)^2 = 24EI/L^2$$

$$e_{36}^- = 6 EI/(L/2)^2 = 24EI/L^2$$

$$e_{56}^- = -2 \cdot 12 EI/(L/2)^3 = -192EI/L^3$$

$$e_{26}^- = 6 EI/(L/2)^2 = 24EI/L^2$$

$$e_{46}^- = 6 EI/(L/2)^2 - 3EI/(L/2)^2 = 12EI/L^2$$

$$e_{66}^- = 2 \cdot 12 EI/(L/2)^3 + 3EI/(L/2)^3 = 216EI/L^3$$

Detta innebär att nedanstående ekvationssystem måste lösas, notera lasterna i högerledet.

$$\begin{pmatrix} 12 & 4 & 0 & 2 & -24/L & 24/L \\ 4 & 12 & 2 & 0 & -24/L & 24/L \\ 0 & 2 & 12 & 4 & -24/L & 24/L \\ 2 & 0 & 4 & 18 & -24/L & 12/L \\ -24/L & -24/L & -24/L & -24/L & 192/L^2 & -192/L^2 \\ 24/L & 24/L & 24/L & 12/L & -192/L^2 & 216/L^2 \end{pmatrix} \cdot (EI/L) \cdot \begin{pmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \\ q_4 \\ p_1 \\ p_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ P_2 L \\ 0 \\ P_2 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Här visas inte hur ekvationssystemet löses utan endast resultatet. Som synes ovan är det rotationer och förskjutningar som är våra obekanta och efter en stunds räknande erhålles:

$$q_1 = 0.065 PL^2/EI$$

$$q_2 = 0.048 PL^2/EI$$

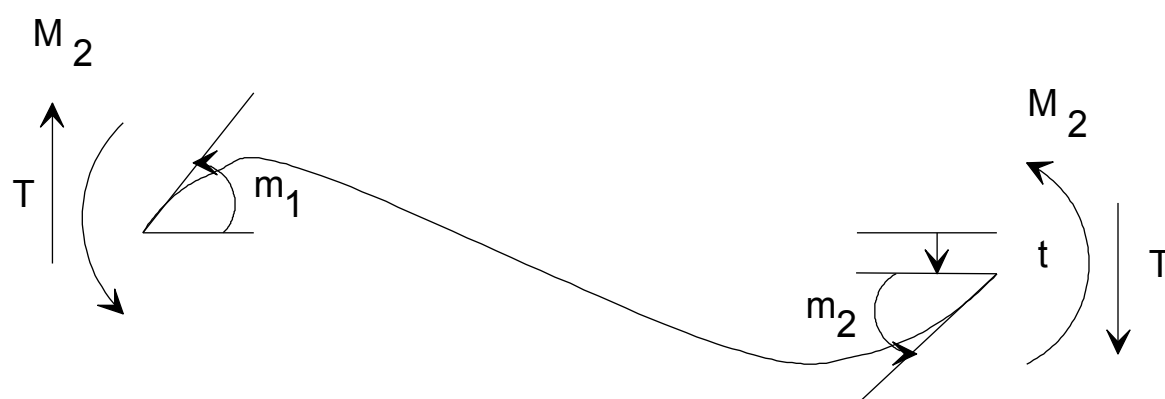
$$q_3 = 0.144 PL^2/EI$$

$$q_4 = 0.077 PL^2/EI$$

$$p_1 = 0.127 PL^3/EI$$

$$p_2 = 0.080 PL^3/EI$$

Nu måste man beräkna de obekanta snittkrafterna. Ramen måste då delas in i sina respektive element. I figur 32 återfinnes en allmän representation av en böjd balk.



Figur 32: Allmän representation av balk med teckenkonvention.

Enligt [129] kan nu momentet M_1 beräknas som:

$$M_1 = 4 \cdot m_1 \cdot EI/L + 2 \cdot m_2 \cdot EI/L + 6 \cdot t \cdot EI/L^2$$

$$M_2 = 2 \cdot m_1 \cdot EI/L + 4 \cdot m_2 \cdot EI/L + 6 \cdot t \cdot EI/L^2$$

$$T_1 = 6 \cdot m_1 \cdot EI/L^2 + 6 \cdot m_2 \cdot EI/L^2 + 12 \cdot t \cdot EI/L^3$$

Sätts nu värdena ovan in för rotationer och förskjutningar in, med hänsyn tagen till tecken, samt antas att $P = 300 \text{ N}$ och $L = 0.4 \text{ m}$ erhålles:

$$\begin{aligned}
M_{14} &= -0.414 PL = 49.7 \text{ Nm (dragen undersida)} & M_{41} &= -0.438 PL = 52.6 \text{ Nm (dragen översida)} \\
M_{12} &= 0.416 PL = 49.9 \text{ Nm (dragen utsida)} & M_{21} &= 0.484 PL = 58.1 \text{ Nm (dragen insida)} \\
M_{23} &= -0.480 PL = 57.6 \text{ Nm (dragen undersida)} & M_{32} &= -0.672 PL = 80.6 \text{ Nm (dragen översida)} \\
M_{34} &= -0.332 PL = 39.8 \text{ Nm (dragen insida)} & M_{43} &= -0.064 PL = 7.7 \text{ Nm (dragen utsida)} \\
M_{45} &= 0.498 PL = 59.8 \text{ Nm (dragen utsida)} & T_{14} &= -0.85 P = 255 \text{ N} \\
T_{12} &= 1.8 P = 540 \text{ N} & T_{23} &= -1.15 P = 345 \text{ N} \\
T_{34} &= -0.792 P = 237 \text{ N}
\end{aligned}$$

Notera att minus- och plustecknen ovan härrör från uträkningarna ovan. Momentens riktning har sedan visats som dragen ut- resp insida. Man kan nu jämföra de moment som räknats fram för det statiskt obestämda bärverket med ett bestämt sådant, alltså utan den balk som finns mellan stolbenen. M_{32} skulle då bli 240 Nm och M_{34} bli 120 Nm. Genom att utforma stolen som en ram kunde därför momenten mer än halveras. Studeras momenten närmare ser man också att trädetaljernas dimensioner skulle kunna variera betydligt. Balken mellan punkt 3 och 4 har således mycket låga påkänningar och i punkten 4 skulle nästan inget material alls behövas.

Ovan framgår att det maximala momentet, M_{32} , uppgår till 80.6 Nm. Intressant är att se om detta kan sänkas genom att förändra ramens design. En tänkbar strategi vore att förändra styvheten hos några balkelement. Nedan visas styvhetsmatrisen då balken mellan punkt 2 och 3 gjorts dubbelt så styv. E-modulen kan inte lämpligen förändras om samma material skall användas. Likaså måste längden på balken vara densamma varför vi sätter tröghetsmomentet till 2 I i de nya beräkningarna. Resultatet framgår av figur 33.

$$\begin{pmatrix}
12 & 4 & 0 & 2 & -24/L & 24/L \\
4 & 16 & 4 & 0 & -24/L & 24/L \\
0 & 4 & 16 & 4 & -24/L & 24/L \\
2 & 0 & 4 & 18 & -24/L & 12/L \\
-24/L & -24/L & -24/L & -24/L & 192/L^2 & -192/L^2 \\
24/L & 24/L & 24/L & 12/L & -192/L^2 & 216/L^2
\end{pmatrix} \cdot (EI/L) \cdot \begin{pmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \\ q_4 \\ p_1 \\ p_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ PL \\ 0 \\ P \\ 0 \end{pmatrix}$$

Figur 33: Styvhetsmatris för stolen där den övre balken getts dubbelt så stor styvhet.

I figur 33 ser man att det endast är raderna 2 och tre som ändras. Löses ekvationssystemet erhålles följande rotationer och förskjutningar:

$$\begin{aligned}
q_1 &= 0.051 PL^2/EI \\
q_2 &= 0.015 PL^2/EI \\
q_3 &= 0.092 PL^2/EI \\
q_4 &= 0.070 PL^2/EI
\end{aligned}$$

$$p_1 = 0.110 PL^3/EI$$

$$p_2 = 0.076 PL^3/EI$$

Jämförs dessa värden med de tidigare ser vi att alla värdena nu är lägre vilket ju är naturligt då bärverket blivit styvare. Momenten förändras givetvis också vilket framgår nedan:

M_{14}	= 41.0 Nm (dragen undersida)	M_{41}	= 45.6 Nm (dragen översida)
M_{12}	= 40.8 Nm (dragen utsida)	M_{21}	= 57.6 Nm (dragen insida)
M_{23}	= 58.2 Nm (dragen undersida)	M_{32}	= 95.2 Nm (dragen översida)
M_{34}	= 25.0 Nm (dragen insida)	M_{43}	= 14.5 Nm (dragen utsida)
M_{45}	= 60.0 Nm (dragen utsida)		

Det moment som var av störst intresse, M_{32} , visade sig nu bli större än tidigare dvs strategin ovan visade sig vara felaktig. Det är dock viktigt att inse att då detaljen nu förmodligen är större resulterar detta i att spänningarna kommer att vara lägre.

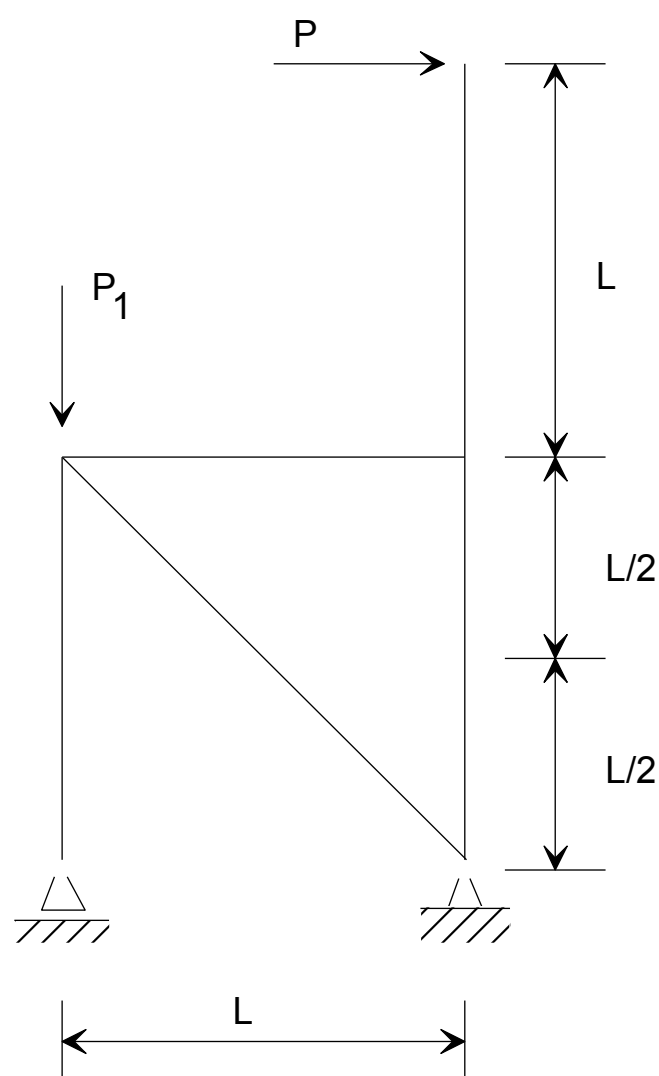
Som synes är det förhållandevis besvärligt att beräkna moment mm i statiskt obestämda konstruktioner. Genom att analysera problemet med hjälp av datorer istället för att använda handräkningar kan dock arbetet göras avsevärt mycket snabbare. I tabell 14 visas hur momentet förändrar sig då staget mellan stolbenen placeras på olika ställen. Koordinaterna framgår av övre raden och 0,0 har placerats i nedre vänstra hörnet. Den vänstra siffran avser det vertikala läget för punkten 1 medan den högra siffran anger läget för punkten 4.

Tabell 14: Moment i stolram beroende på tvärstagets placering, [130].

Mom	.20,.20	.24,.24	.16,.16	.20,.24	.20,.16	.24,.20	.24,.16	.16,.20	.16,.24
M_{14}	48.7	49.7	47.6	52.7	44.2	44.2	38.7	51.0	53.7
M_{41}	53.4	57.2	49.4	65.7	42.2	44.9	34.2	60.6	72.3
M_{12}	48.7	49.7	47.6	52.7	44.2	44.2	38.7	51.0	53.7
M_{21}	56.6	55.9	57.2	58.4	54.8	53.2	50.8	58.3	59.1
M_{23}	56.6	55.9	57.2	58.4	54.8	53.2	50.8	58.3	59.1
M_{32}	81.3	77.1	85.6	85.5	79.1	73.3	71.6	88.4	92.5
M_{34}	38.7	42.8	34.8	34.5	40.9	46.7	48.4	31.6	27.5
M_{43}	6.6	14.8	1.3	6.3	5.8	15.1	13.8	0.6	0.3
M_{45}	60.0	72.0	48.0	72.0	48.0	60.0	48.0	60.0	72.0

Den första kolumnen visar förhållandena då tvärstaget placerats horisontellt, se figur 27. Den andra kolumnen visar momenten då staget flyttats horisontellt 4 cm uppåt medan staget flyttats nedåt i kolumn 3. I kolumn 4 har endast den högra delen av staget flyttats osv. Det lägsta momentet i balkände 32

erhålles i kolumn 7 dvs då den vänstra änden på staget flyttas uppåt och den högra nedåt. Detta resultat uppmuntrar oss att placera stagets vänstra sida i punkten 2 medan den högra änden placeras i punkten 5. Momentet i balkände 32 blir nu 61.5 Nm medan ände 34 erhåller 58.5 Nm eller tillhopa 120 Nm. Stolen skulle därför ur byggnadsstatisk synpunkt se ut som visas i figur 34.



Figur 34: Optimerad stolram enligt [130].

Ett problem som inte närmare behandlas här är att man med en sådan konstruktion inför axiella krafter i tvärstaget vilket innebär risk för knäckning. Just i vårt exempel uppgick denna kraft till 628 N. Det finns naturligtvis ytterligare möjligheter att påverka de spänningar som uppkommer i en stol. Vidare är det naturligtvis av största vikt att även testa andra lastfall som kan förekomma. Med hjälp av moderna datorprogram och efter hand vunnen erfarenhet skulle troligen mycket kunna vinnas på detta område.

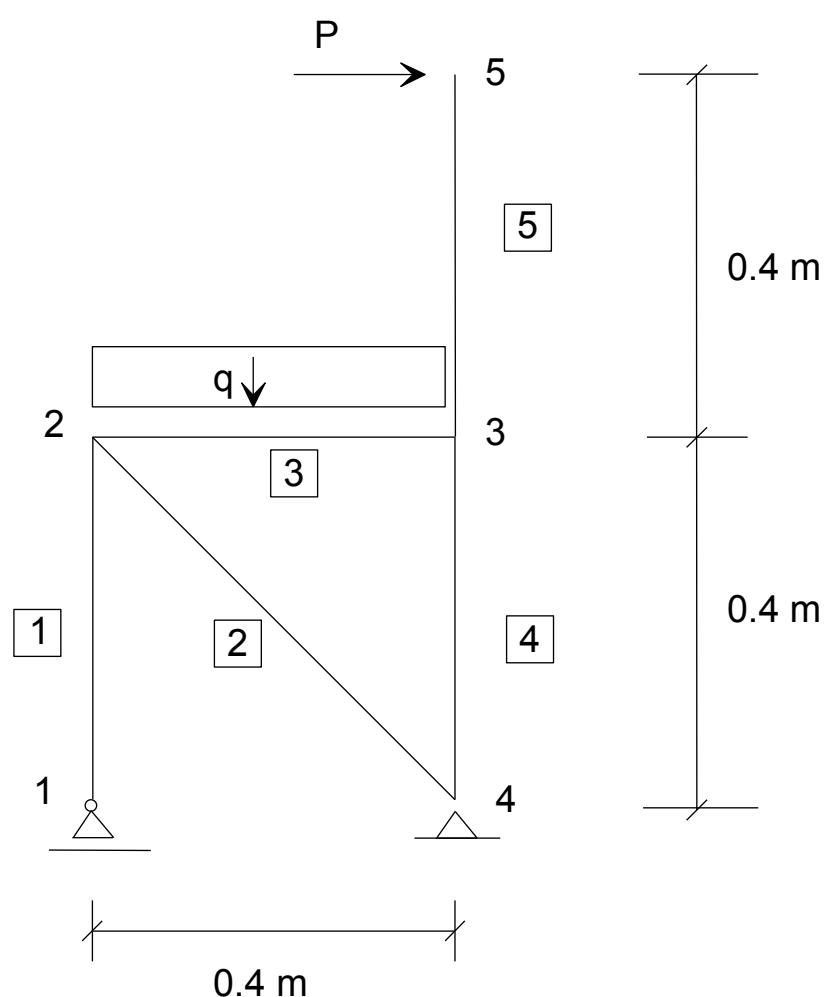
9.8 Datorbaserade FEM-beräkningar

Som synes av det ovanstående är det förhållandevis besvärligt att beräkna statiskt obestämda bärverk framför allt när antalet ingående detaljer i ramen ökar. Problemen blir än större när analysen skall ske för konstruktioner i tre dimensioner. Datorbaserade hjälpmedel är därför nödvändiga för att analyserna skall kunna ske inom rimlig tid. Nedan kommer ett exempel att presenteras där en stol analyseras med hjälp av datorprogrammet PCFEMP som ställts till förfogande av professor Larsgunnar Nilsson vid Tekniska högskolan i Linköping.

Programmet finns också tillgängligt för teknologerna. Meningen med avsnittet är att den enskilde teknologen skall kunna genomföra egna beräkningar efter att ha studerat metodiken. Den teoretiska bakgrunden till Finita ElementMetoden, FEM, måste dock läras in på annat håll. Steg ett vid analysen är att bestämma geometrin för den struktur som skall studeras. Som exempel används även fortsättningsvis en stol.

9.9 Stolens geometri samt FEM-modell

Ovan visades att en stol borde konstrueras enligt principerna i figur 35.



Figur 35: Grundprincip för stol som bärverk. Siffror inom ring anger nodnummer medan siffror inom fyrkant anger elementnummer.

Samma idé har använts i ett antal uppsatser, [130], [131], [132] och [133], där olika detaljer i stolen analyserats mera ingående. Ett antal experimentstolar har också byggts av möbelsnickarlinjen vid Ljungstedtska skolan i Linköping. Dessa "riktiga" stolar har sedan använts för att se om teori och praktik överensstämmer. Vid tester på dessa visade det sig att det framför allt är i förbindningspunkterna mellan de olika trädetaljerna som konstruktionen havererar. I förbindningspunkt, eller nod, 3 måste man se till att inte för mycket material borrar bort ur ryggstödet, element nr 4 och 5. Element nr 3 måste därför vara så smalt som möjligt. I de senare konstruktionerna har därför element nr 4 och 5 en tvärsnittsarea om 1.5 gånger 3 cm medan element nr 3 har dimensionerna 0.5 gånger 2 cm. Element nr 2 utsätts, vid lastfallet i figur 35, i stort sett enbart för tryckkrafter varför detaljen givits en area om 1 gånger

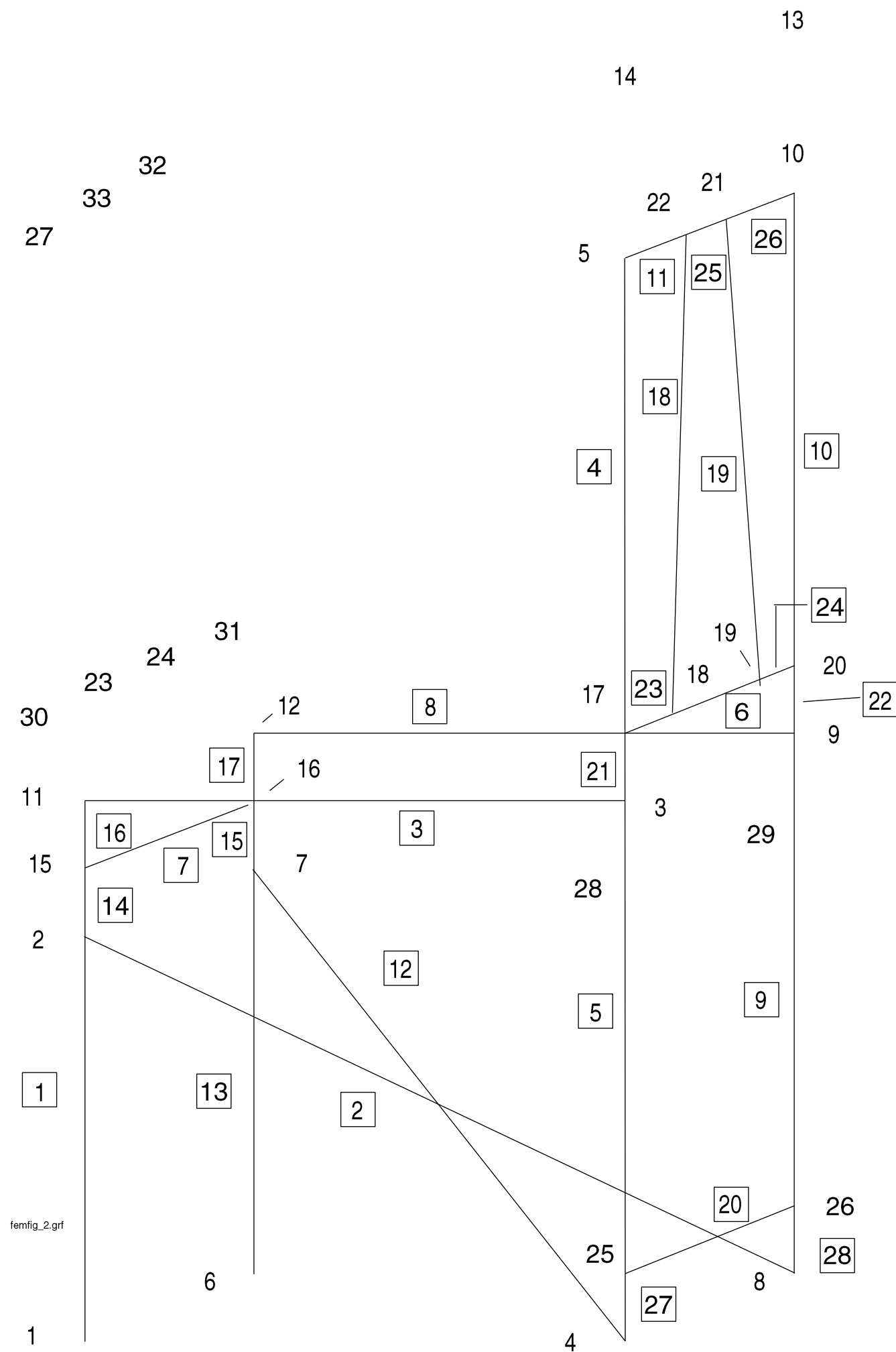
1 cm. Ändarna på detta element rundas så att de istället erhåller ett cirkulärt tvärsnitt vilket i sin tur innebär att de passar in i ett runt hål i element 4. Detta hål är ej genomgående för att förhindra att element 2 "stansas" igenom stolens bakben. Det kvadratiske tvärsnittet på element 2 har valts för att risken för knäckning ut ur planet då blir mindre. Element 1, dvs stolens framben kommer också att utsättas för tryckkrafter. En mycket slank konstruktion skulle kunna väljas men sammansättningen vid nod 2 gjorde att benet fick ett tvärsnitt om 1.5 gånger 1.5 cm. Konstruktionen i figur 35 undersöktes på så sätt att vikter om tillsammans 93.2 kg lades ovanpå sitsen medan ryggstödet belastades med 245 N.

Stolen höll för denna behandling men frambenet började vika sig ut ur planet p g a den sneda belastningen varför försöket fick avbrytas. Stolen vred sig, då endast ett av ryggstöden utsattes för lasten ifråga. Frambenet, element 1, är också mycket känsligt för slag då det endast är fäst med ett limförband i nod 1. På samma ställe ansluter också element 3 vilket innebär svårigheter med att praktiskt åstadkomma förbandet. Det finns därför skäl till att undersöka vad som händer för ett bärverk i tre dimensioner. I figur 36 redovisas nästa försök. Stolen består nu av 33 noder, inom ringar, och 28 element, inom kvadrater. "Balkarna" mellan fram- och bakben, se elementen 2 och 12 har nu flyttats ner 10 cm vid frambenen. Detta för att göra det enklare att utforma förbindningarna i noderna 2 och 7. Av samma anledning har elementen 6, 23 och 24 flyttats uppåt 5 cm. Notera att dessa element tillsammans utgör en enda detalj i "verkligheten". Elementen 18 och 19 har införts för att efterlikna ett ryggstöd. Vid belastning i enlighet med figur 35 kommer de bägge fram- och bakbenen att skjutas längre ifrån varandra varför elementen 7 och 20 satts in. De noder som inte placerats i själva bärverket, ex vis nr 27 - 33 är till för att de olika detaljerna skall kunna orienteras korrekt. Programmet PCFEMP redovisar alla moment mm för elementen i lokala koordinater.

PCFEMP är ett program som körs i traditionell DOS-miljö. Det första man måste göra är därför att skriva en indatafil, se nedan, i strikt enlighet med reglerna. Den första raden efter kodordet STAR beskriver problemet översiktligt:

```
STAR
33 28 10 3 6 3 0
```

Detta betyder att antalet noder är 33 stycken, antalet element är 28, antalet material är 10, beräkningen sker för tre dimensioner med sex frihetsgrader och med maximalt tre noder per element. Nollan innebär att vi inte har några alternativa koordinatsystem. Härefter skall nodernas koordinater, kodord COOR, beskrivas. X-riktningen har antagits ligga i papperets plan med positiv riktning åt höger, y-riktningen i papperets plan med positiv riktning uppåt och z-riktningen vinkelrätt mot papperet med positiv riktning bort från läsaren. Nod 1 får därför



Figur 36: Finit elementmodell av stol i tre dimensioner.

koordinaterna 0.0, 0.0, 0.0 medan nod 10 får koordinaterna 0.4, 0.8, 0.4, jämför med figur 35. Nod 13 är en hjälpnod till element 2. Noden måste placeras så att en linje från nod 13 skär element 2 under rätt vinkel. För enkelhets skull placerades noden i förlängningen på det bortre

bakbenet. Med hjälp av trigonometri fastställdes att koordinaterna blev 0.4, 1.368, 0.4 för nod 13 och 0.4, 1.368, 0.0 för nod 14 vilken är hjälpnod till element 12. I indatafilen anges först nodnummret sedan ett sk inkrement för automatisk uppräknings och sist de tre koordinaterna i x, y resp z-led. I detta fall är inkrementet 0 dvs ingen automatisk generering sker. Elementen anges under kodordet ELEM. Det första värdet anger elementnumret, det andra värdet anger vilket material som avses, det tredje värdet anger inkrement medan de följande tre värdena anger nodnummer med hjälpnoden sist. För det hitre frambenet, element 1 i figur 36, anges material 1 som definieras längre ner i indatafilen, inkrementet 0, och att elementet går mellan noderna 2 och 1 samt att en vinkelrät linje till element 1 passerar genom noden 4.

Nästa avsnitt i indatafilen anger hur randvillkoren, BOUN, ser ut. I vårt exempel har leder placerats i noderna 1, 4, 8 och 6. Inkrementet är återigen 0 medan de tre ettorna anger att noden inte kan röra sig i sidled vare sig i x-, y- eller z-riktningen. Däremot kan elementet rotera runt x-, y- och z-axeln varför de tre sista siffrorna är nollor. Under raden MATE skall elementens egenskaper beskrivas. Först anges elementets typ som här är nr 9. Sedan anges E-modulen, Poissons tal samt värden för densitet mm. Endast de två första värdena behöver anges i vårt fall medan resten av raden kan bestå av nollor. Ytterligare några värden krävs, nämligen elementens tvärsektionsarea, här $0.015 \times 0.015 = 0.000225 \text{ m}^2$, polärt tröghetsmoment $J = b \cdot h \cdot (b^2 + h^2) / 12 = 8.438 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4$, och de två tröghetsmomenten för böjning runt lokal y- och z-axel. Dessutom finns en sk torsionskonstant W_v med. För en rektangulär sektion beräknas denna som $W_v = a \cdot b^2 \cdot F_2 / 4$, där F_2 beror på förhållandet a/b. I vårt fall är $a = b$ vilket innebär att $F_2 = 0.833$ vilket i sin tur medför att $W_v = 7.03 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3$, se [134] sidan 94. Övriga värden för material 1 sätts i exemplet till noll. Nästa omgång värden avser material 2 osv. De olika elementens tvärsektioner har satt inom < > -tecken i indatafilen nedan. Några element har en utbredd last, ex vis element 3 och 8. Här antas att en person som väger 93.2 kg sätter sig på stolen. Halva lasten förs ned i element 3 och den andra halvan i element 8. Den utbredda lasten blir således $(93.2 \cdot 9.81 / 2) / 0.4 = 1142.9 \text{ N}$. Att just 93.2 kg valdes beror på de vikter som finns tillgängliga i vårt laboratorium vilka senare skall användas vid testerna. På samma sätt har material nr 8, som återfinnes i element 18 och 19, getts en utbredd last om 512.5 N. Lastens tecken visar i vilken riktning lasten verkar. Resten av indatafilen ger körkommandon till programmet. Nedan återfinnes indatafilen i sin helhet:

```
STAR
33 28 10 3 6 3 0
```

```
COOR
1 0 0.0 0.0 0.0
2 0 0.0 0.3 0.0
3 0 0.4 0.4 0.0
4 0 0.4 0.0 0.0
5 0 0.4 0.8 0.0
6 0 0.0 0.0 0.4
7 0 0.0 0.3 0.4
8 0 0.4 0.0 0.4
```

9 0 0.4 0.4 0.4
 10 0 0.4 0.8 0.4
 11 0 0.0 0.4 0.0
 12 0 0.0 0.4 0.4
 13 0 0.4 1.368 0.4
 14 0 0.4 1.368 0.0
 15 0 0.0 0.35 0.0
 16 0 0.0 0.35 0.4
 17 0 0.4 0.45 0.0
 18 0 0.4 0.45 0.05
 19 0 0.4 0.45 0.35
 20 0 0.4 0.45 0.4
 21 0 0.4 0.8 0.25
 22 0 0.4 0.8 0.15
 23 0 0.0 0.45 0.05
 24 0 0.0 0.45 0.35
 25 0 0.4 0.05 0.0
 26 0 0.4 0.05 0.4
 27 0 0.0 0.8 0.0
 28 0 0.4 0.3 0.0
 29 0 0.4 0.3 0.4
 30 0 0.0 0.45 0.0
 31 0 0.0 0.45 0.4
 32 0 0.0 0.8 0.25
 33 0 0.0 0.8 0.15

ELEM

1 1 0 2 1 4
 2 3 0 2 8 13
 3 2 0 11 3 5
 4 10 0 5 17 30
 5 5 0 3 25 11
 6 4 0 19 18 23
 7 7 0 15 16 12
 8 2 0 12 9 10
 9 5 0 9 26 12
 10 5 0 10 20 31
 11 6 0 22 5 27
 12 3 0 7 4 14
 13 1 0 7 6 8
 14 1 0 15 2 28
 15 1 0 16 7 29
 16 1 0 11 15 3
 17 1 0 12 16 9
 18 8 0 22 18 23
 19 8 0 21 19 24
 20 9 0 25 26 9
 21 10 0 17 3 11
 22 5 0 20 9 12
 23 4 0 18 17 30
 24 4 0 20 19 24
 25 6 0 21 22 33
 26 6 0 10 21 32
 27 5 0 25 4 1
 28 5 0 26 8 6

BOUN

1 0 1 1 1 0 0 0
 4 0 1 1 1 0 0 0
 6 0 1 1 1 0 0 0
 8 0 1 1 1 0 0 0

MATE

9 <Material nr 1, Framben, 0.015x0.015>
 11470.0E+6 0.7 0. 0. 0
 0.000225 0. 0. 8.438E-9 4.219E-9 4.219E-9 7.028e-7
 0. 0. 0. 0. 0. 0.
 0. 0. 0. 0. 0. 0.
 9 <Material nr 2, Sitsbalk, 0.005x0.02>
 11470.0E+6 0.7 0. 0. 0
 0.0001 0. 0. 3.542e-9 2.083E-10 3.333E-9 1.406e-7
 0. 0. 0. 0. 0. 0.
 0. -1142.9 0. 0. -1142.9 0.
 9 <Material nr 3, Diagonala strävor, 0.01x0.01>
 11470.0E+6 0.7 0. 0. 0


```

0.0001 0. 0. 1.667e-9 8.333E-10 8.333E-10 4.92e-7
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
9 <Material nr 4, Mittsträva mellan ryggstöd, 0.005x0.01>
11470.0E+6 0.7 0. 0. 0
0.00005 0. 0. 5.208e-10 1.042E-10 4.167E-9 4.92e-7
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
9 <Material nr 5, Ryggstöd utan ev utbredd last, 0.015x0.03>
11470.0E+6 0.7 0. 0. 0
0.00045 0. 0. 4.219e-8 8.437E-9 3.375E-8 1.661e-6
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
9 <Material nr 6, Toppsträva mellan ryggstöd, 0.01x0.02>
11470.0E+6 0.7 0. 0. 0
0.0002 0. 0. 8.333e-9 6.667E-9 1.667E-9 4.920e-7
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0.0 0.0 0. 0.0 0.0
9 <Material nr 7, Sträva mellan framben, 0.005x0.01>
11470.0E+6 0.7 0. 0. 0
0.00005 0. 0. 5.208e-10 1.042E-10 4.167E-10 6.150e-8
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
9 <Material nr 8, Strävor inuti ryggstöd, 0.01x0.015>
11470.0E+6 0.7 0. 0. 0
0.00015 0. 0. 4.063e-9 1.25E-9 2.813E-9 3.465e-7
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0.0 -512.5 0.0 0.0 -512.5 0.0
9 <Material nr 9, Bottensträva mellan ryggstöd, 0.05x0.01>
11470.0E+6 0.7 0. 0. 0
0.00005 0. 0. 5.208e-10 1.042E-10 4.167E-10 6.150e-8
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
9 <Material nr 10, Ryggstöd med ev utbredd last>
11470.0E+6 0.7 0. 0. 0
0.00045 0. 0. 4.219e-8 8.437E-9 3.375e-8 1.661e-6
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

```

```

END
MACR
TANG
FORM
SOLV
REDB ON
PRIN ON
DISP
STRE
END
STOP

```

9.10 Beräkningsresultat och analys

PCFEMP består av tre olika program. Det första läser in geometri mm, det andra utför beräkningarna, medan det tredje används för att presentera resultatet grafiskt. Man kan också begära att få resultatet på en fil som sedan kan studeras närmare. Filen kan på grund av dess omfattning inte presenteras i sin helhet. Därför återges bara normal- och tvärkrafter samt moment i tabell 15.

Tabell 15: Normal-, tvärkrafter och moment i en stol.

Element	Nod	Normal	Tvär-Y	Tvär-Z	Vridmom.	Mom-Y	Mom-Z
[nr]	[nr]	[N]	[N]	[N]	[Nm]	[Nm]	[Nm]
1	1	62.9	46.4	30.8	0.3e-7	-9.3	-13.9
1	M					-4.6	-7.0
1	2					-0.6e-6	0.2e-6
2	1	-419.0	6.0	-3.0	0.2	0.6	-2.3

2	M					-0.4	-0.4
2	2					-1.3	1.5
3	1	211.0	-139.0	2.7	-0.6	-0.4	-5.3
3	M		90.0			0.1	-10.1
3	2		319.0			0.7	30.8
4	1	-0.5	97.5	-0.7	4.8	0.7	-2.8
4	M					-0.7	14.3
4	2					-0.2	31.3
5	1	-319.0	-24.5	-1.8	1.4	0.4	11.2
5	M					0.1	6.9
5	2					-0.2	2.6
6	1	1.5	-0.2e-3	-0.9e-6	-0.5e-5	0.4e-3	-7.9
6	M						
6	2						
7	1	228.0	0.4e-3	-0.1e-3	-0.5e-5	-0.3e-1	-0.5
7	M						
7	2						
8	1	211.0	-139.0	-2.7	0.6	0.4	-5.3
8	M		90.0			-0.1	-10.1
8	2		319.0			-0.7	30.8
9	1	-319.0	-24.5	1.8	-1.4	-0.4	11.2
9	M					-0.1	7.0
9	2					0.2	2.6
10	1	-0.5	97.5	0.8	-4.8	-0.1	-2.8
10	M					0.1	14.3
10	2					0.2	31.3
11	1	-0.8	97.5	0.5	2.8	-0.1e-1	-9.8
11	M					0.3e-1	-2.5
11	2					0.1e-1	4.8
12	1	-419.0	6.0	3.0	-0.2	-0.6	-2.3
12	M					0.4	-0.4
12	2					1.3	1.5
13	1	62.9	46.4	-30.8	0.6e-8	9.3	-13.9
13	M					4.6	-7.0
13	2					-0.5e-6	0.3e-6
14	1	-139.0	-211.0	-231.0	-0.5	1.0	-5.3
14	M					-4.8	-10.6
14	2					-10.6	-15.9
15	1	-139.0	-211.0	231.0	0.5	-1.0	-5.3
15	M					4.8	-10.6
15	2					10.6	-15.8
16	1	-139.0	-211.0	-2.7	-0.4	0.6	5.3
16	M					0.5	-0.2e-1
16	2					0.5	-5.3
17	1	-139.0	-211.0	2.7	0.4	-0.6	5.3
17	M					-0.5	-0.2e-1
17	2					-0.5	-5.3
18	1	0.6	-97.5	0.3e-1	0.3	-0.2e-2	3.0
18	M		-4.2			0.2e-2	-6.3
18	2		89.0			0.7e-2	1.5
19	1	0.6	-97.5	-0.3e-1	-0.3	0.2e-2	3.0
19	M		-4.2			-0.2e-2	-6.3
19	2		89.0			-0.7e-2	1.5
20	1	-8.6	-0.6e-4	0.2e-3	-0.1e-4	-0.2	0.9e-3
20	M						
20	2						
21	1	0.9e-4	187.0	0.9	2.1	-0.2	32.6
21	M					-0.2	37.3
21	2					-0.2	42.0
22	1	-0.1e-3	187.0	-0.9	-2.1	0.2	32.6
22	M					0.2	37.3
22	2					0.2	42.0
23	1	1.7	89.0	-0.5	-1.3	-0.7e-2	-7.2
23	M					-0.6e-2	-5.0
23	2					-0.2e-1	-2.8
24	1	1.7	-89.0	0.5	1.3	-0.2e-1	-2.8
24	M					-0.6e-2	-5.0
24	2					-0.7e-2	-7.2
25	1	-0.6	0.1e-2	0.7e-4	-0.1e-3	-0.2e-1	-8.6
25	M						
25	2						
26	1	-0.8	-97.5	-0.5	-2.8	0.7e-1	4.8
26	M					0.3e-1	-2.5
26	2					-0.1e-1	-9.8
27	1	-319.0	-24.5	-10.3	1.3	-0.2	2.6

27	M					-0.5	2.0
27	2					-0.7	1.4
28	1	-319.0	-24.5	10.3	-1.3	0.2	2.6
28	M					0.5	2.0
28	2					0.7	1.4

Som synes blir det en avsevärd mängd data som måste studeras. I tabellen återfinnes elementen i nummerordning. Varje element kan dessutom ha olika tvärkrafter mm beroende på viken ände som skall studeras. För vissa element måste man dessutom studera moment mm på mitten, "M" i tabellen. För enkelhets skull påbörjas analysen för element nr 1. I tabellen ges alla värden för elementen i lokala koordinater. Element 1 börjar i noden 2, obs globala koordinater här, och slutar i noden 1 samt har en punkt vinkelrätt mot elementet i noden 4, se figur 36 och indatafilen ovan under ELEM. Detta betyder att den lokala noden 1 motsvaras av den globala noden 2 medan den lokala noden 2 befinner sig i den globala noden 1 samt att y-riktningen är positiv mot den globala noden 4. X-riktningen återfinnes i elementets längdriktning, från lokal nod 1 till lokal nod 2. Z-riktningen är sedan negativ mot den globala noden 7. Teckenkonventionen innebär vidare att normalkraften är positiv för dragning, dvs i x-led, tvärkraften i y-led positiv i y-riktningen i lokal nod 2. Längst ned i element 1 har man således en tvärkraft om 46.4 N riktad mot den globala noden 4. Denna tvärkraft medför dessutom ett moment om $0.3 \times 46.4 = 13.9$ Nm i den globala noden 2. Momentet är riktat så att den dragna sidan återfinnes på utsidan av element 1. Dessutom finns en tvärkraft i z-led om 30.8 N. Denna är i nederdelen av element 1 positiv i riktningen från nod 6. Momentet, $0.3 \times 30.8 = 9.24$ Nm, är således riktat så att element 1 är draget på insidan av strukturen. Notera att inte alla värden skrivits ut i tabell 15. För element 1 är således tvärkraften i y-led 46.4 N i den lokala noden 1, men har också samma belopp i den lokala noden 2 samt i mitten. Då vi har en led längst ned i element 1 är vridmomentet här noll men PCFEMP ansätter i stället ett mycket litet värde $0.274 \cdot 10^{-7}$ Nm. Notera också att element 1 är utsatt för en normalkraft om 62.9 N. Då värdet är positivt betyder detta att elementet har dragspänningar. I en verklig stol som inte "sitter fast" i golvet skulle detta inte kunna inträffa. I stället tappar den bakåt.

Nästa del av frambenet utgörs av element 14, se figur 36. Elementet startar i nod 15, slutar i nod 2, samt y-riktningen är positiv mot nod 28. Normalkraften är här -139 N dvs elementet är sammantryckt. I noden 2 är tvärkraften i y-led -211 N och således riktad från nod 29 medan tvärkraften i z-led är -231 N och alltså riktad mot nod 7. Man har vidare ett litet vridmoment om -0.4 Nm. Betraktas stolen uppifrån är således detta moment riktat moturs. Av tabell 15 framgår också att momentet kring y-axeln är 10.6 Nm samt kring z-axeln 15.9 Nm; detta i den globala noden 2. Anledningen till detta "språng", jämför med element 1, i momentet är den diagonala strävan, element nr 2. I den övre delen av detta senare element, lokal nod 1, noteras att momentet runt x-axeln är 0.2 Nm, momentet runt y-axeln är 0.6 Nm samt runt z-axeln lika med -2.3 Nm.

Av största intresse är nu att försöka utröna om konstruktionen i sin helhet håller eller ej. Det är troligen de detaljer som utsätts för stora moment som är mest intressanta. Stolens främre ben borde därför analyseras. Som synes av tabell 15 är här det maximala momentet 15.9 Nm i ena riktningen och 10.6

Nm i den andra. Spänningarna blir därför 28 resp 19 MPa. Med hjälp av Pythagoras sats fås en effektivspänning om c:a 33 MPa. Det finns dessutom tvärkrafter som ger upphov till skjuvspänningar. De maximala skjuvspänningarna uppgår till c:a 2 MPa om man antar att:

$$\tau = T/A = 211 / 0.015^2 = 0.93 \text{ MPa}, \quad \tau_{\max} = 1.5 \cdot \tau = 1.39 \text{ MPa}$$

Tvärkraften åt andra hållet, 231 N ger på motsvarande sätt upphov till ett τ_{\max} om 1.54 MPa. Om man modifierar von Mises flytvillkor något fås, se [111] sidan 90 och 93:

$$\sigma_{\text{eff}} = (\sigma_y^2 + \sigma_z^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_2^2)^{0.5} = (28^2 + 19^2 + 3 \cdot 0.93^2 + 3 \cdot 1.39^2)^{0.5} = 34 \text{ MPa}$$

Det synes som om skjuvspänningarna inte har någon större betydelse i sammanhanget. Antas vidare att stolen tillverkas av träslaget al har man en maximal möjlig påkänning om c:a 83 MPa, se [29] sid 164. Detta kan synas vara en betryggande säkerhet men vid tillverkningen av fogen mellan framben och "sträva" måste en hel del material tas bort ur benet ifråga.

Element nr 2 är utsatt för en avsevärd "tryckkraft", 419 N. Detta kan innebära problem med stabiliteten då det finns risk för knäckning. Elementet har dimensionerna 0.01 x 0.01 m och längden, som beräknas från Pythagoras sats i tre dimensioner blir:

$$l = ((0.0 - 0.4)^2 + (0.3 - 0.0)^2 + (0.0 - 0.4)^2)^{0.5} = 0.64 \text{ m}$$

Genom att använda ett sk knäckfall, Euler II, erhålles den kritiska lasten P_{crit} till:

$$P_{\text{crit}} = (4 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I) / l^2 = 4 \cdot \pi^2 \cdot 11470 \cdot 10^6 \cdot (0.01 \cdot 0.01^3 / 12) / 0.64^2 = 921 \text{ N}$$

Det synes således inte finnas någon risk för knäckning här. Man måste dock också ta hänsyn till att vi inte har ett "rent" Eulerknäckfall. I var ände finns moment, om än små, som förvärrar situationen. Detta kan analyseras med hjälp av sk Berryfunktioner som i så fall måste införas i FEM-analysen. Detta görs inte här men den intresserade kan studera [131] där detta beskrivits mera i detalj.

Element nr 3, "sitsbalken", är utsatt för en utbredd last. Detta betyder att momentdiagrammet får formen av en parabel. Momentet på mitten är dock så litet som 10.1 Nm pga att lasten på ryggstödet motverkar nedböjningen. Momentet på mitten under en utbredd last för en fritt upplagd balk är ju:

$$M = q \cdot l^2 / 8 = 1142.9 \cdot 0.4^2 / 8 = 22.9 \text{ Nm}$$

Detta motsvarar en spänning om 68 MPa i över och underkanten på elementet. En person som väger c:a 90 kg kan därför inte sätta sig på endast den ena "balken", vilket motsvarar en spänning på omkring 140 MPa, utan avsevärd risk för haveri.

Det största momentet som uppträder i stolen återfinnes omedelbart ovanför sitsen i ryggstödet, se element 21 nod 2 i tabell 15. Momentet uppgår till 42 Nm. I just denna punkt måste dessutom sitsen fogas samman med ryggstödet vilket i sin tur innebär att ett "hål" måste åstadkommas i detta om 0.005 x 0.02 m. Detta innebär att c:a 0.01 x 0.03 m finns att tillgå i just ryggstödet. Spänningen här kommer att uppgå till 28 MPa vilket också verkar vara tillfyllest.

Två element är borde i huvudsak vara utsatta för dragkrafter, nr 7 och nr 20. Detta stämmer för element 7, där en kraft om 228 N beräknats. Element 20 har dock en liten tryckkraft vilket beror på att stolens bakben antagits vara förankrade med leder i golvet. I verkligheten är ju inte så fallet vilket innebär att dragspänningar torde uppträda även här. Dessa element skulle därför antagligen kunna ersättas med linor.

För elementen 18 och 19 har antagits en utbredd last som skall simulera personens "kraft" mot ryggstödet. Momenten på mitten av elementen är dock mycket små varför dessa detaljer kanske har överdimensionerats. De element som förbinder de bägge ryggstöden, mellan noderna 17 och 20 samt 5 till 10 har ett maximalt moment om 8 Nm. Dimensionerna ovan har antagits vara 0.005 x 0.01 m vilket skulle innebära en spänning om 96 MPa. Dessa är således underdimensionerade. Antag i stället att dimensionerna 0.01 x 0.02 m används. Önskvärt vore att elementet är orienterat så att det är styvast i i riktningen vinkelrätt mot elementen 18 och 19. Detta är dock äventyrligt då momentet i nod 17 är avsevärt. Så mycket material som möjligt behövs därför i ryggstödet. Mittenbalken mellan ryggstöden måste således placeras så att den är som vektast i x-riktningen. Nu erhålles i stället en spänning om 12 MPa vilket turligt nog verkar gå bra. Det synes således troligt att stolens dimensioner nu är tillräckliga för detta första lastfall som studerats.

Låt oss nu anta att personen istället belastar enbart element 4 och 21, dvs det ena ryggstödet, med den last som tidigare applicerades på både element 18 och 19. Det enda som måste ändras i indatafilen är nu att införa en utbredd last för material nr 10.

Antag således att den utbredda lasten på ryggstödet i fortsättningsvis är $2 \cdot 512.5 = 1025$ N/m. Det är nu nödvändigt att studera de element där elementkrafterna ökar i jämförelse med lastfallet ovan, framför allt vad gäller momenten. För det symmetriska lastfallet ovan erhöles maximalt moment i nederkanten av elementen 21 och 22, 42 Nm, se tabell 15. Då nu element 4 och 21 erhållit all last på ryggstödet verkar det sannolikt att momentet i nederkanten på element 21 skulle bli än större. I stället visar det sig att momentet istället minskar i denna punkt men ökar avsevärt i nederkanten på element

22, dvs i ett till synes obelastat element. Momentet i z-led uppgår där till 47 Nm. Mera naturligt är att vridmomentet också ökar här, från 2 till 8 Nm. Samtidigt ökar momentet kring y-axeln från 0.2 till 11 Nm.

Det synes också naturligt att normalkraften ökar i element 12 och PCFEMP visar att så är fallet. Den nya tryckkraften blir nu 418 N men turligt nog ligger den kritiska lasten pga knäckning fortfarande högre än detta belopp. Ett avsevärt mycket högre moment erhålles dessutom i ytterkanterna på elementen 26 och 11, 16 Nm. Tidigare var momenten här endast 9 Nm. Detta kan skapa problem vid fogen då man kan erhålla dragpåkänningar tvärs fiberriktningen. Trämaterialet har ju sämst hållfasthet för sådana belastningar.

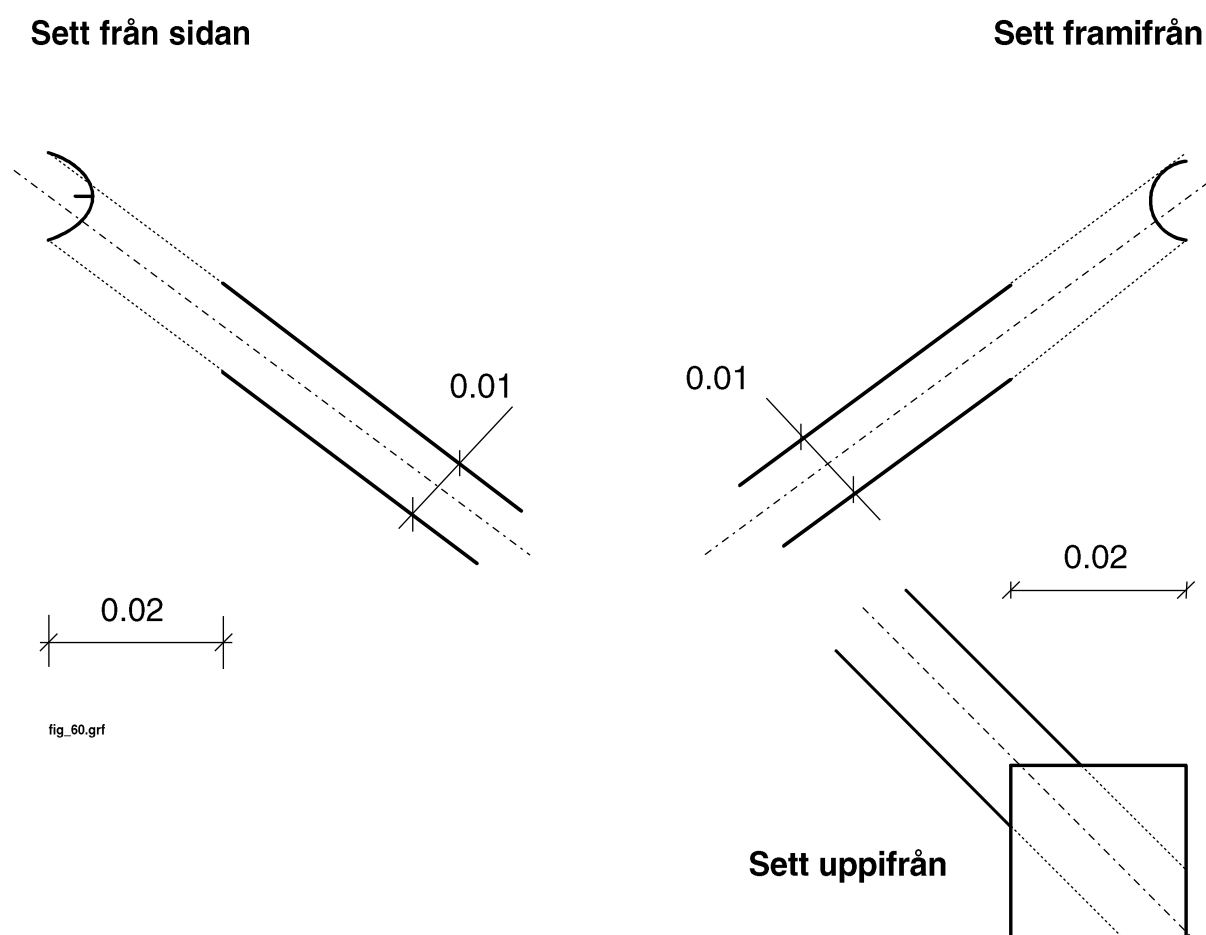
Ytterligare ett lastfall som måste studeras är det fall där en person lutar sig så mycket bakåt att stolen tippar och ryggstödet stöder mot en vägg, se figur 23. I indatafilen till PCFEMP måste då först randvillkoren ändras, dvs under raden BOUN. I noderna 5 och 10 införs därför leder medan noderna 1 och 6 får vara fria. Det verkar som om de besvärligaste momenten uppkommer om man liksom ovan låter lasten mot ryggstödet angripa endast mot elementen 4 och 21. Resultatet av denna nya PCFEMP-körning blir framför allt att momenten ökar avsevärt i element 3, dvs sitsbalken vid nod 3, till 34 Nm. Detta motsvarar en spänning om 102 MPa vilket innebär att brottgränsen för al överskrids. Väljs i stället björk här skulle dimensionerna på elementen kunna bevaras, se [29] sid 164 där MOR för björk uppges till 144 MPa. MOR är en förkortning för Modulus of Rupture som undersökts vid böjprovning. Även element 8 får ett högre moment vid nod 3. Normalkraften i strävan, element 2 och 12, minskar dock i förhållande till tidigare lastfall och nu är strävan tryckt med en kraft om c:a 230 N.

9.11 Sammanfogning av de olika elementen

Beräkningarna ovan visar att elementens dimensioner borde vara tillräckliga för de lastfall som undersökts. Problemet är nu hur dessa element skall fogas samman så att inte konstruktionen ändå faller samman. Våra tidigare erfarenheter visar att det just är sammanfogningen som många gånger är den svaga länken i ett lyckosamt belastningsexperiment. Om vi börjar med stolens framben kommer vi först till nod 2. Strävan som i alla belastningsfall är tryckbelastad måste hindras från att stansas igneom benet. Den maximala tryckkraft som denna utsätts för är 418 N. Då den ibland även utsätts för moment är det viktigt att så lång del som möjligt kan förankras i benet. Det är således lämpligt att undersöka om det är tillfyllest att borra ett hål genom benet och där passa in strävan som endast rundas i hörnen. Tidigare har antagits att benets dimensioner skulle vara 0.015 x 0.015 m men med tanke på de moment som trots allt ska överföras här bedöms att 0.02 x 0.02 m istället bör användas. Konstruktionen framgår i detalj av figur 37. Det är viktigt att inte för mycket material tas bort ifrån vare sig strävan eller frambenet. För att förbandet skall bli så starkt som möjligt föreslås dessutom att ett fenolhartslim användes i stället för vanligt tapplim. För enkelhets skull antas att omslutningsarean för strävan är:

$$2 \cdot \pi \cdot r \cdot 0.02 = 0.0006 \text{ m}^2$$

Skjuvspänningen blir således $418/0.0006 = 0.7 \text{ MPa}$ vilket innebär att förbandet bör hålla, i alla fall mot genomstansning. Limförbandets längd är dessutom längre än 0.02 m. Något högre upp på frambenet skall dessutom ytterligare en fog, nu med element 7, utföras.

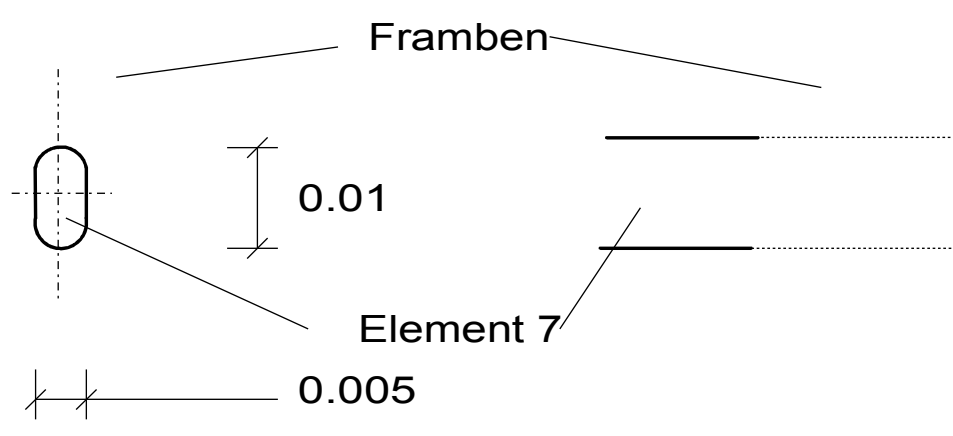


Figur 37: Konstruktion av sammanfogning mellan framben och sträva

Detta element har dimensionerna 0.005 x 0.01 m. Även här är det viktigt att hörnen på elementet endast rundas av så att så mycket material som möjligt blir kvar, se figur 38. Nästa fog utgörs av den där "sitsbalken, element 3, skall fästas i frambenet. Även här finns ett moment runt z-axeln som skall tas upp av fogen. Det är därför viktigt att det finns material på samtliga sidor av element 3. Då frambenen inte kan sticka upp alltför mycket ovanför sitsbalken måste detta mått begränsas till omkring en centimeter eller så mycket att den skiva som används som sits kommer i nivå med frambenens överkant. I övrigt utformas fogen så att endast hörnen rundas av på element 3 och sedan passas elementet in i ett avlångt hål i frambenet, se figur 39. På motsvarande sätt utförs fogen mellan sitsbalk och ryggstöd. Sammanfogningen mellan strävan, element 2 respektive 12, och ryggstödet / bakbenen utförs i enlighet med figur 37. Även här är det lämpligt att strävorna inte placeras allra längst ner mot golvet utan istället omkring två till tre centimeter ovanför detta. Element 20 skall sedan fogas samman med de bägge bakbenen. Här utförs fogen på samma sätt som i figur 38. Den balk som är placerad något ovanför sitsbalkarna, har fått elementnumren 23, 6 och 24. Denna har dimensionerna 0.01 x 0.02 m. Pga momentet i nod 17 måste fogen mellan bakben och "mellanbalk" utföras på samma sätt som i figur 38. Notera dock att elementen har andra dimensioner. Ett problem är knutpunkterna i noderna 18 och 19. Belastningen på elementen 18 och 19 sker i stolens x-riktning. Detta innebär att dessa skulle vara styva i samma riktning.

Sett från sidan

Sett framifrån

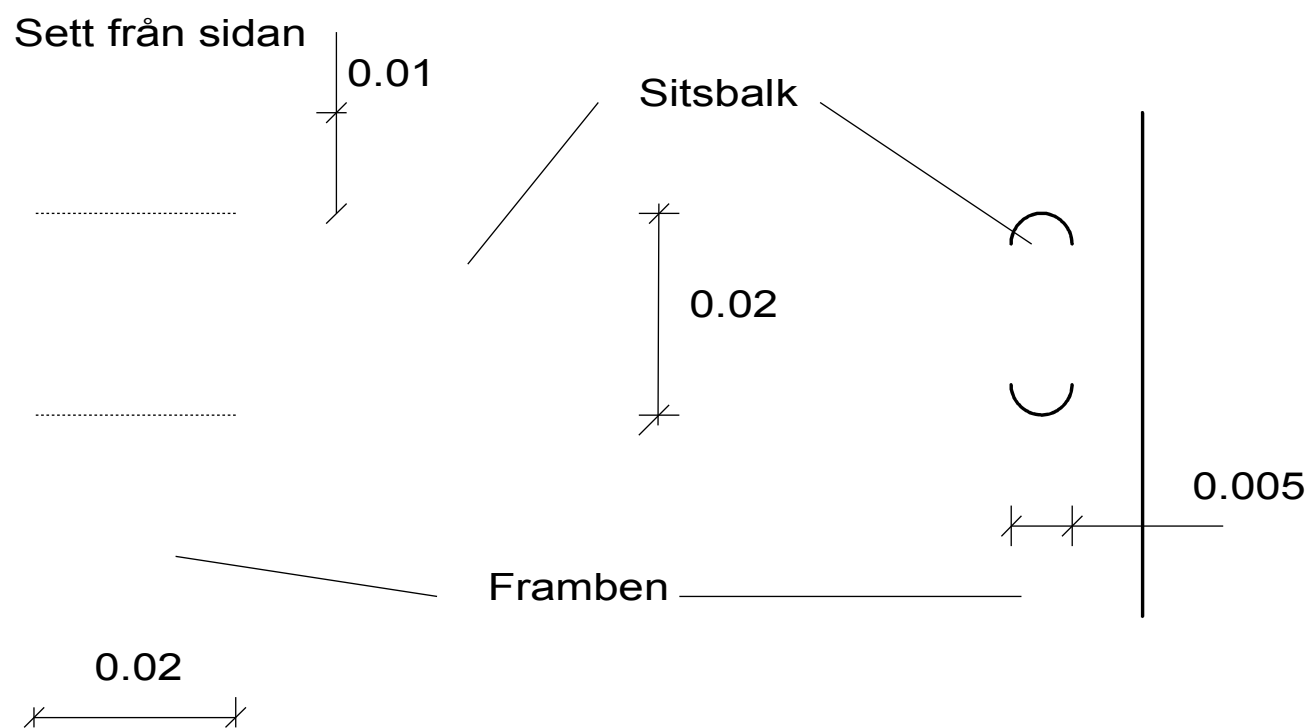


Fig_57.grf

Figur 38: Sammanfogning mellan framben och strävan "element 7".

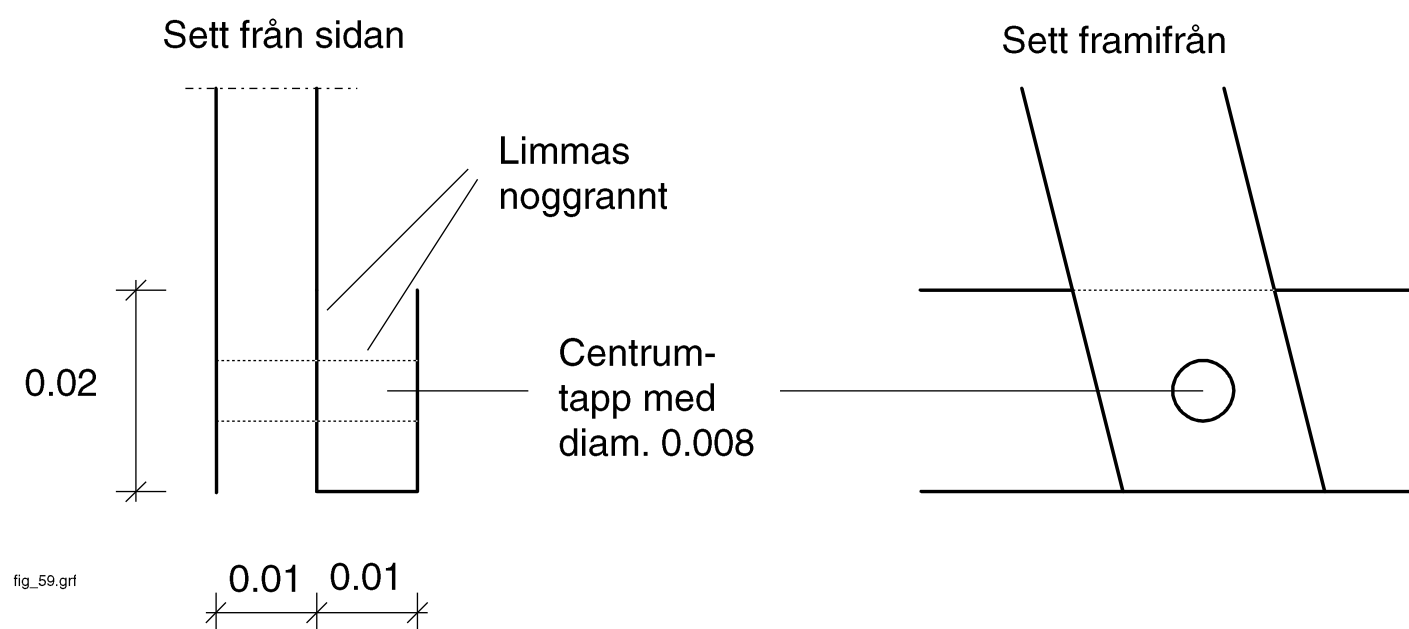
I fallet ovan med en belastning enbart på elementen 4 och 21 införs en normalkraft om 10 N. I det ena elementet fås tryckning, nr 19, medan det andra erhåller en dragspänning. Det blir här svårt att ordna sammanfogningen på samma sätt som nämnts ovan då elementen har samma dimensioner och dessutom helst skulle vara vinkelräta mot varandra. I stället förordas en lösning i enlighet med figur 40. Centrumtappen kommer att belastas så gott som enbart i ren skjuvning vinkelrätt mot fiberriktningen och kommer därför att uthärda avsevärda laster. På motsvarande sätt ordnas sammanfogningen mellan

element 18 och 19 i överdelen på ryggstödet. Nu återstår bara noderna 5 och 10. Här förfars på samma sätt som redovisats i figur 39, dvs elementen 4 och 10 görs något längre så att man kan utföra sammanfogningen med ett avångt hål i stället för med en slits.



fig_58.grf

Figur 39: Sammanfogning av sitsbalk och framben.



fig_59.grf

Figur 40: Sammanfogning av "strävor" i ryggstödet.

Som synes ovan kommer sammanfogningsmetoderna att i flera fall bestämma dimensionen på elementen ifråga.

9.12 Justering av geometri hos "krysset"

Ingen förbindning finns mellan elementen 2 och 12, dvs de element som återfinns diagonalt mellan fram och bakben. De måste därför förskjutas något i förhållande till varandra så att de kan korsas varandra utan problem. Nod 2 förskjuts därför nedåt 1.5 cm medan nod 7 förskjuts uppåt 1.5 cm. Detta torde innebära att ett mellanrum om 0.5 cm torde finnas mellan de bägge elementens mitt.

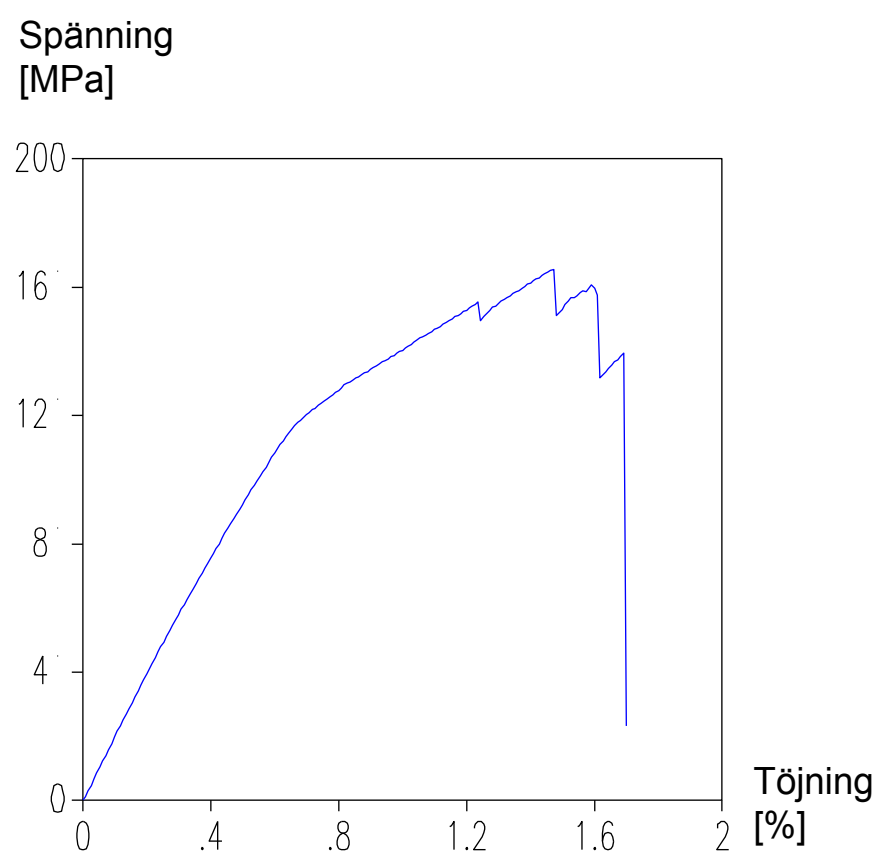
9.13 FEM-analys för det justerade bärverket

Viktigt är nu att med en förnyad FEM-analys undersöka vad förändringarna medför i fråga om moment mm för de olika elementen. Konstruktionen skall dessutom provas i laboratoriet. Då det är svårt att anbringa en utbredd last på de vertikala elementen appliceras i stället en punktlast i nod 5 om 200 N. Vidare måste geometrin pga av det förändrade "krysset" införas samt en förändring av tvärsektionerna för några av elementen. Sitsbalkarna är nu utförda av björk varför även E-modulen för detta material måste justeras. I enlighet med [29] sid 164 väljs 16 170 MPa. Analysen visar att momentet nu kommer att bli 45.6 Nm i sitsbalken vid nod 3. Detta motsvarar en spänning om 136 MPa vilket är nära brottgränsen för björk som anges till 144 MPa i [29]. Analysen visar också att frambenet, element 1, är utsatt för en positiv normalkraft. Som nämnts ovan kan inte detta inträffa i praktiken vilket innebär att lasten 200 N inte kan anbringas utan att stolen tippas. Det största momentet i stolen erhålles i ryggstödet omedelbart ovanför sitsen, 50 Nm, men då ryggstödet har kraftigare dimensioner blir spänningen här endast 33 MPa. Lastfallet enligt figur 23 visade sig tidigare vara besvärligt. I det modifierade bärverket, som analyserats i ytterligare en körning av PCFEMP, håller sig dock moment mm under farliga nivåer. Konstruktionen kommer därför troligen att hålla.

9.14 Provning av trä mm

Ett problem vid konstruktionsarbetet är att hitta relevanta hållfasthetsvärden för trä. Tidigare har nämnts de stora skillnaderna mellan drag- och tryckhållfasthet. Fiberriktningen är också av största vikt när man ska bestämma tillåtna spänningar. I exempelvis [25], sidan 321 och följande, finns problematiken redovisad mera i detalj. Här skall endast tas upp några av de erfarenheter som vunnits vid testning i IKP's egna laboratorier samt då för materialen björk och al som användes i beräkningarna ovan. Vid dragprovning av trä används sk provstavar utformade med en klart markerad midja. Detta för att man vill säkerställa att provet går sönder just där denna midja är belägen. När det gäller dragprovning av trä har detta visat sig svårare än förväntat. Ofta erhålles brottet i de delar av provstaven som är bredast och där fastspänningsanordningarna anbringats. Fastlimmade trädetaljer i ändarna på provstaven minskar problemen men vad vi har funnit undviks de inte helt. I ett normalt diagram för dragprovning, se figur 41, redovisas spänningen som en funktion av provets töjning. Man ser att provet inledningsvis beter sig i enlighet med Hooke's lag dvs sambandet mellan spänning och töjning är linjärt. Vid en spänning om 120 MPa ökar töjningen markant. Om ytterligare last anbringas börjar några fibrer i taget att gå av men ett fullständigt brott inträffar inte genast. I stället tar andra fibrer över lasten i provet men samtidigt har ju arean på provstaven blivit mindre varför den möjliga belastningen sjunker. Detta beteende synes med

vår begränsade erfarenhet vara typiskt för just materialet björk. E-modulen varierar under provets gång. I början av belastningen har den beräknats till c:a 18 000 MPa, men då töjningen går över 0.8 % minskar den till omkring 6 000 i stället. En svårighet är också att bedöma vilken töjning som verkligen är för handen. Normalt beräknas töjningen så att man dividerar provets förlängning med längden mellan provstavens kraftigare delar. Som nämndes ovan brister provet ofta under mätutrustningens gripdon vilket innebär att inspänningslängden inte enkelt kan fastslås varför inte töjningen och E-modulen heller låter sig beräknas.

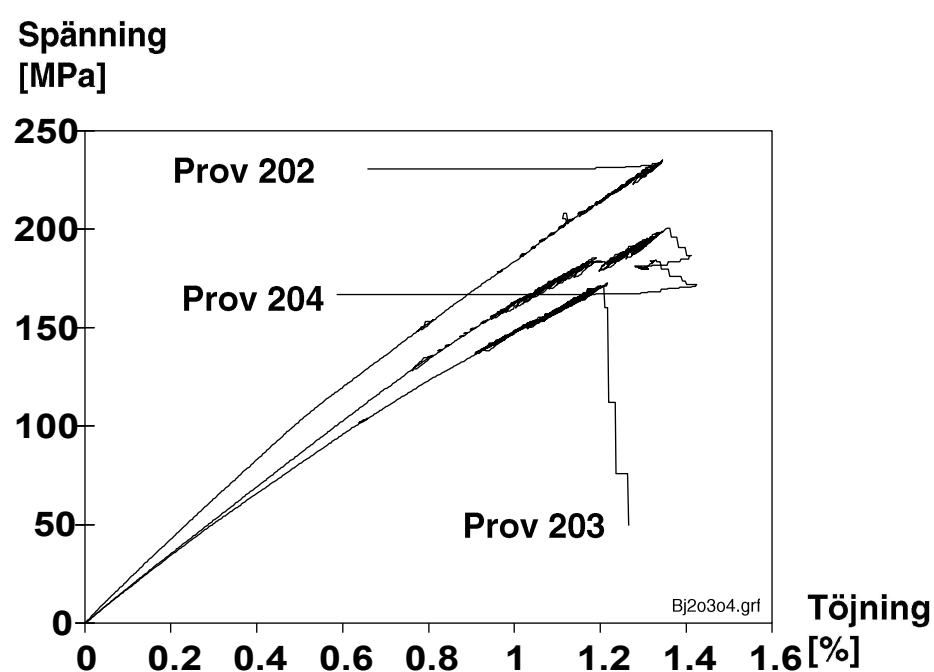


Figur 41: Dragprov av björk parallellt med fiberriktningen. Töjningsmätning med balk.

Detta problem kan ibland undvikas genom att man anbringar en sk extensiometer vars skänklar sätts fast vid den detalj som skall testas. Metoden är dock vanskelig för just mätningar hos björk. Det visar sig nämligen att skänklarna på apparaturen hastigt slår tillbaka vid de fiberbrott som inträffar. Kurvan ovan kommer därför att få ett mycket ryckigt utseende vilket gör att den ibland svårligen låter sig analyseras. I referens [25], sidan 295, anges att E-modulen för björk ligger på c:a $166\,700\text{ kp/cm}^2$ vilket innebär c:a 16 300 MPa. Värdet avser belastning längs fibrerna och med ett prov som har densiteten 0.62 g/cm^3 och en fuktkvot om 8.8 %. Vårt värde på E-modul enligt ovan avviker alltså inte helt från detta. Brottspänningen vid vårt prov beräknades till 165 MPa. Då dimensionerna på provstaven var 6.1 gånger 6.4 mm innebär detta en last på c:a 6 440 N. En tunn "blomsterpinne" förmår således att bära lasten av en mindre bil.

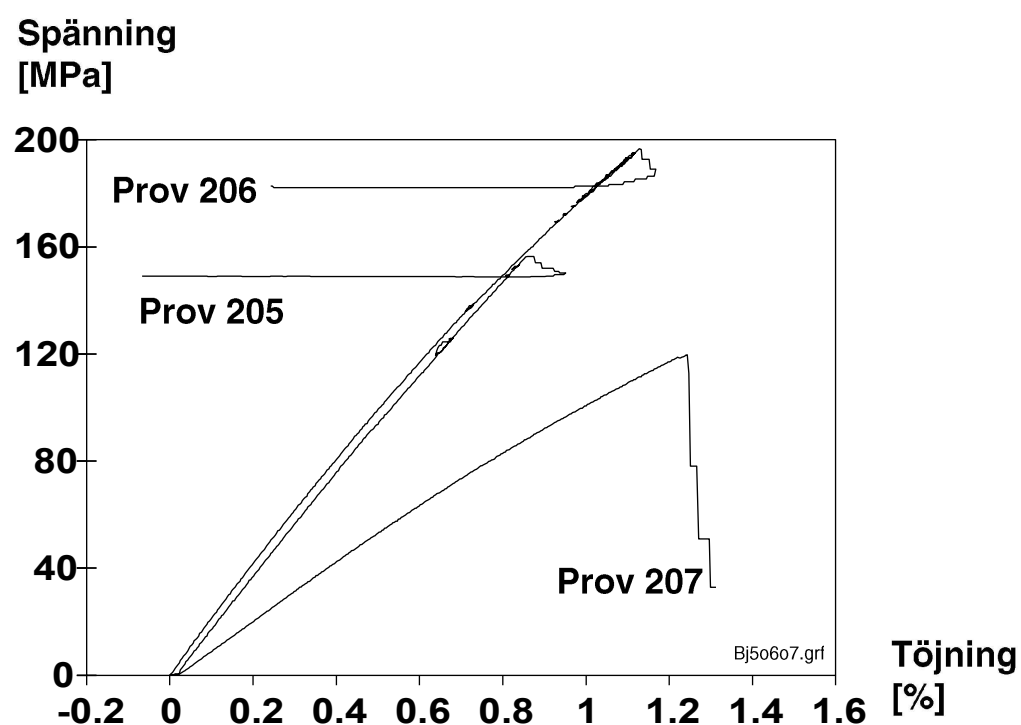
Vi har även utfört andra dragprov på björk, se figurerna 42, 43 och 44, där en extensiometer använts. För lägre belastningar torde värdena då vara tillförlitliga. Testningen har skett i enlighet med det regelverk som tagits fram, se [135]. Antalet scannade värden på last och förlängning uppgår ofta till mer

än 1000 st varför problemen med ryckighet då blir mindre. Ibland går fibrer sönder utanför extensiometers mätområde varvid provet i mätområdet kan förkortas. Då registreras lasten som ett negativt värde. Sådana värden negligeras men kurvorna i diagrammen avviker något från traditionen. När provet går av är det heller inte säkert att brottet sker just där extensiometern sitter. Denna kommer då att registrera en förkortning. Detta är anledningen till att kurvorna fått det något annorlunda utseendet efter brottet.



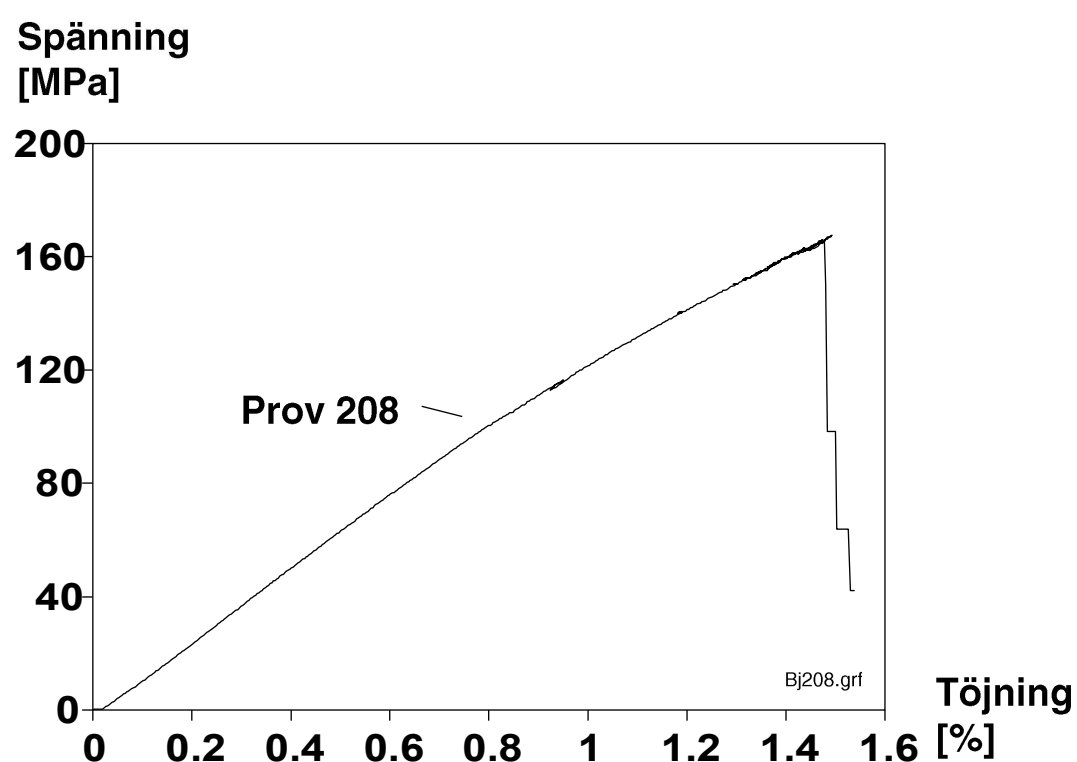
Figur 42: Dragprovning av björk. Töjningsmätning med extensiometer.

I figur 42 ser man att provresultatet ligger förhållandevis väl samlat trots tre olika provstavar. Alla proven har en töjning på mellan 1.2 - 1.4 %. Brottspänningen varierar dock en del, från 164 MPa för prov 203 till 225 MPa för prov 202. Större skillnader finns mellan proven 205 - 208 som återfinnes i figurerna 43 och 44.



Figur 43: Dragprovning av björk. Töjningsmätning med extensiometer.

I tabell 16 återfinnes brottspänning, brotttöjning samt E-modul vid dragning för proverna 202-208 ovan. De lägsta värdena vad gäller E-modul erhöles för proverna 207 och 208 i tabell 16. Studeras provstavarna ser man att dessa kommer från mera mörknära ved. Prov 205 synes vara det starkaste men provet har spruckit längs med fibrerna och således har inte brottet här skett på samma sätt som för de andra stavarna. Fuktkvoten hos björkproverna var 5.4 % och densiteten 0.62 g/cm^3 .



Figur 44: Dragprovning av björk. Töjningsmätning med extensiometer

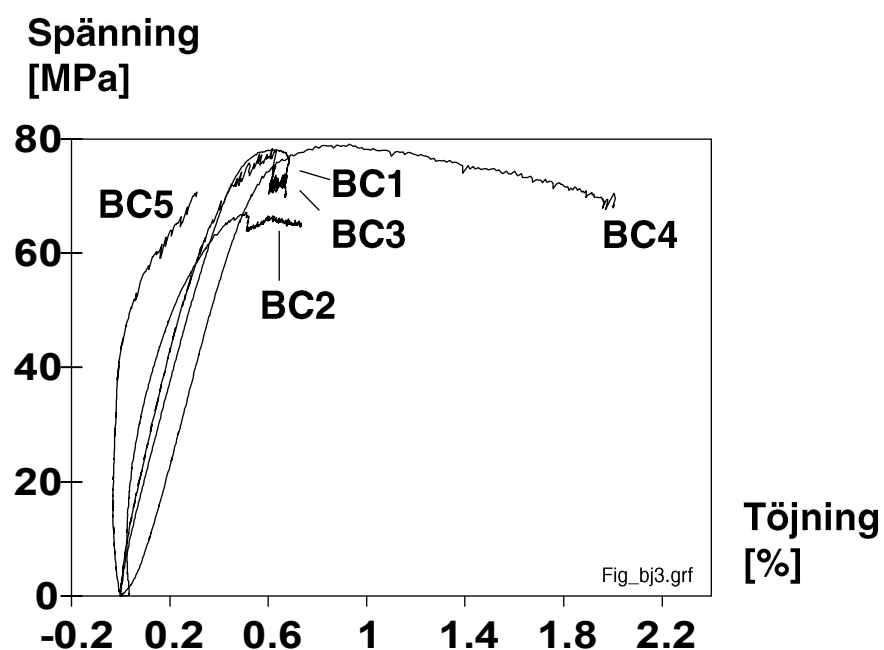
Tabell 16: Brottspänning, brotttöjning och E-modul för björk vid dragning parallellt med fiberriktningen.

Prov nr	Brottspänning [MPa]	Brotttöjning [%]	E-modul [MPa]
202	225	1.35	19630
203	164	1.22	14908
204	211	1.36	17854
205	166	0.87	20591
206	193	1.14	19097
207	121	1.23	11157
208	168	1.48	13169
Medelvärde	178	1.24	16629

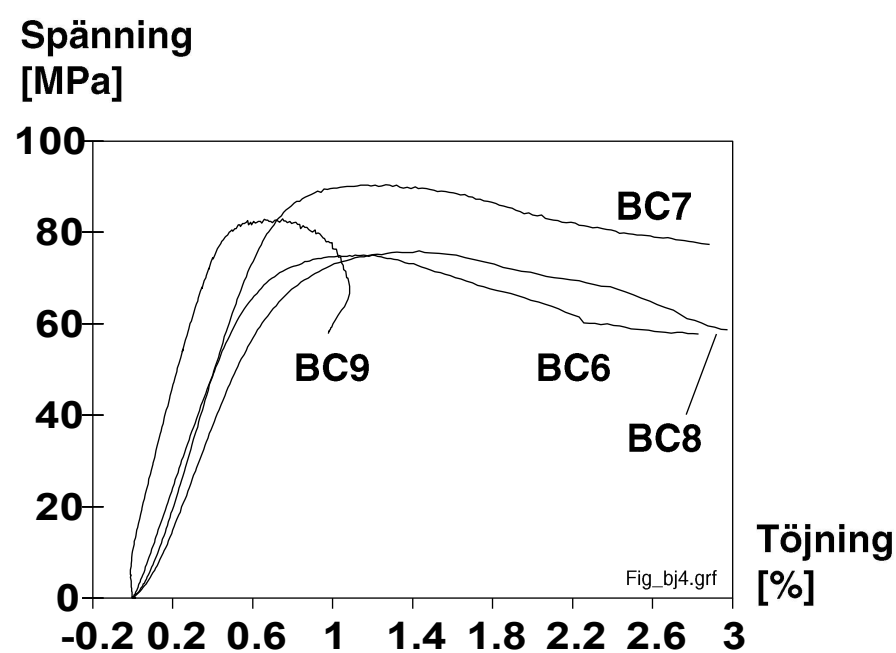
Den E-modul som anges i litteraturen, 16 300 MPa stämmer således väl överens med medelvärdet i tabell 16.

Man måste givetvis också undersöka tryckhållfastheten hos materialet. I figur 45 och 46 återfinnes resultatet av ett antal tester för björk. Tyvärr kunde vi här inte följa regelverket i alla detaljer. Den lastcell som vi haft till förfogande klarade inte av de stora krafter som behövdes för att trycka sönder bitarna. Egentligen skall provstavarna se ut som parallelepipeder med tvärsnittsarean $0.2 \times 0.2 \text{ m}$ men vi

nödgedes minska detta till 0.015×0.015 m i stället. Ibland ledde detta till stabilitetsproblem vid tryckprovningen. Teststavarna började ibland att luta varigenim inte lasten anbringades helt parallellt med stavarnas centrumlinje.



Figur 45: Tryckprov av björk parallellt med fiberriktningen.



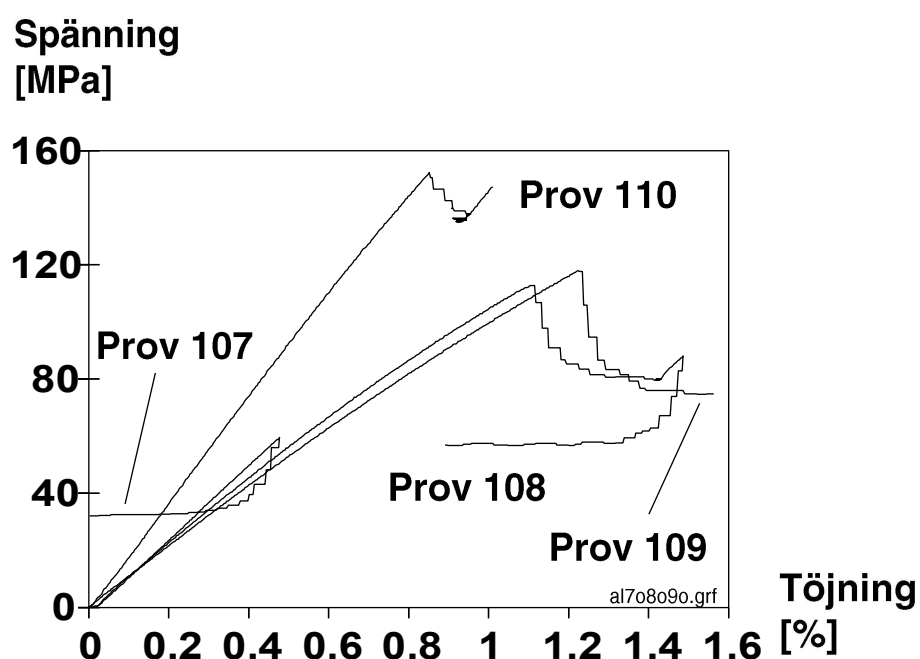
Figur 46: Tryckprov av björk parallellt med fiberriktningen.

Detta visar sig också i figurerna 45 och 46 där testen BC2, BC5 och BC9 fick underkännas. Ytterligare ett test BC10 registrerades felaktigt och uteslöts helt ur figurerna. I tabell 17 återfinnes beräknade och uppmätta värden. Om tabell 16 och 17 jämförs ser man att brotttöjningen vid drag är mer än dubbelt så stor vid drag som vid tryck. Båda värdena är högre än de som återfinnes ex vis i [29] sid 164 men detta kan bero på den låga fuktkvoten i våra prover. Skillnaden mellan E-modulerna är inte så stor att det går att avgöra om den är signifikant med vårt begränsade antal prover. Tryck-E-modulen är endast c:a 1600 MPa lägre än den för drag.

Vi behöver också göra prover för träslaget al. I figur 47 återfinnes fyra spännings-töjningsdiagram för detta träslag.

Tabell 17: Spänning och töjning just före brott samt beräknade E-moduler för kompression av björk parallellt med fiberriktningen.

Test nr	Densitet [g/cm ³]	Fuktkvot [%]	Brottspänning [MPa]	Brotttöjning [%]	E-modul [MPa]
BC1	0.60	4.6	78	0.62	17,007
BC2	0.64	4.5	66	0.51	-
BC3	0.68	4.7	77	0.62	19,214
BC4	0.65	4.7	79	0.93	15,846
BC5	0.70	5.0	71	0.30	-
BC6	0.61	4.5	75	1.11	12,800
BC7	0.64	4.7	71	0.59	-
BC8	0.70	4.8	90	1.27	14,106
BC9	0.62	4.7	75	1.43	11,141
BC10	0.66	4.8	81	0.75	-
Medelvärde	0.65	4.7	78	0.81	15,019



Figur 47: Dragprovning av al. Töjningsmätning med extensiometer.

E-modulen för prov 107 har beräknats till 13 077 MPa, och brottspänningen endast till 59.1 MPa. Detta berodde dock på att provet hade en kvist som gjorde provet svagare än vad felfritt trä skulle vara. De andra tre kurvorna visar dock att al är ett svagare material än björk med endast en hälften så stor brottspänning, medan E-modulerna vid dragning skiljer avsevärt mindre. Vid mätningen har även här en extensiometer använts. I [29], sid 164 anges dragbrottsstressen för al vara 92 MPa vilket vidimerar detta antagande. Prov 108 i figur 47 har en dragbrotthållfasthet som beräknats till 112.4 MPa, medan E-modulen beräknats till 11 590 MPa. Provet har därför högre brotthållfasthet men lägre E-modul än nr 107. Ytterligare två dragprov av al redovisas i figur 47. Prov 109 i figuren har en beräknad brottspänning på 119 MPa och en E-modul på 10 765 MPa medan de beräknade värdena för prov 110 var 154 respektive 19 273 MPa. Brotttöjningen varierar mellan 0.8 och 1.2 % för de tre prover som inte innehöll

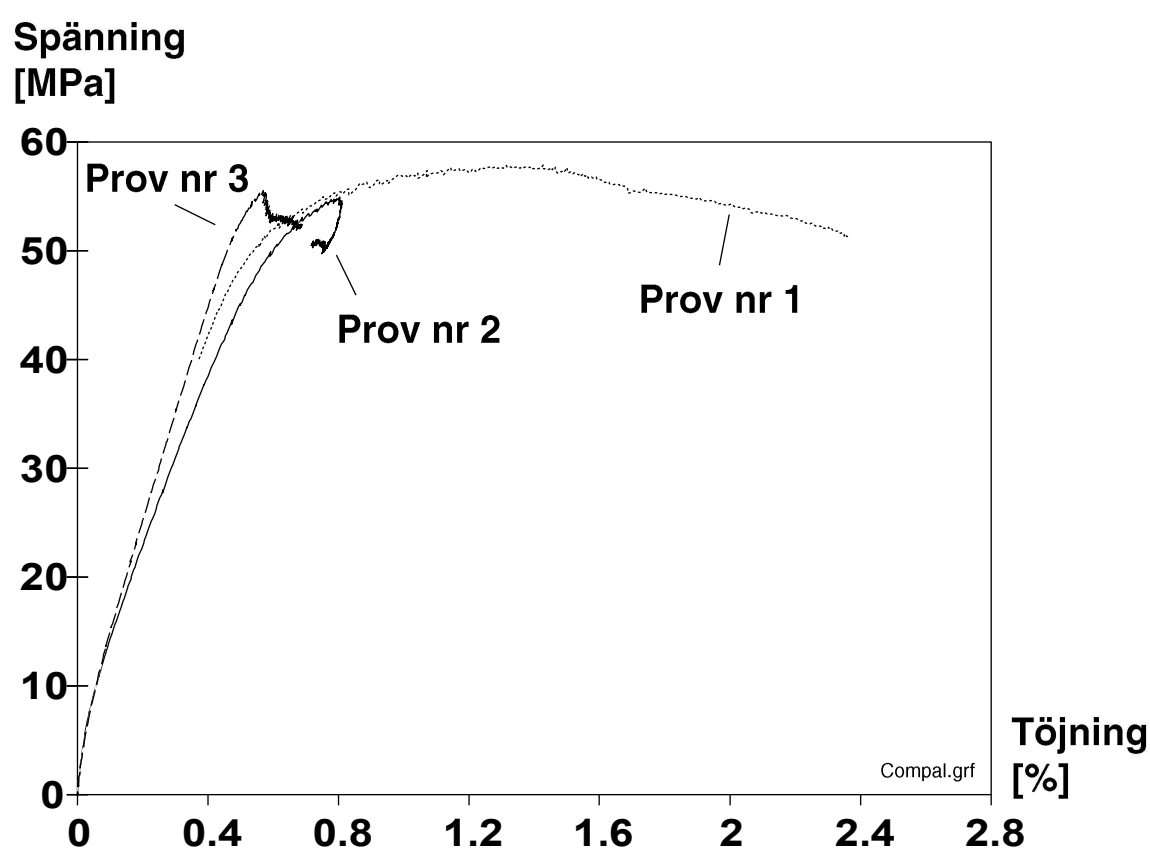
någon kvist. Fuktkvoten hos proven var som medelvärde 5.4 % och densiteten 0.52 g/cm³.

Förhållandena har sammanställts i tabell 18.

Tabell 18: Spänning och töjning just före brott för al samt beräknade E-moduler. Dragning parallellt med fiberriktningen.

Test nr	Spänning [MPa]	Töjning [%]	E-modul [MPa]
106	108	0.61	17,663
107	-	-	-
108	112	1.09	11,310
109	119	1.23	10,518
110	154	0.86	19,106
Medelvärde	123	0.95	14,649

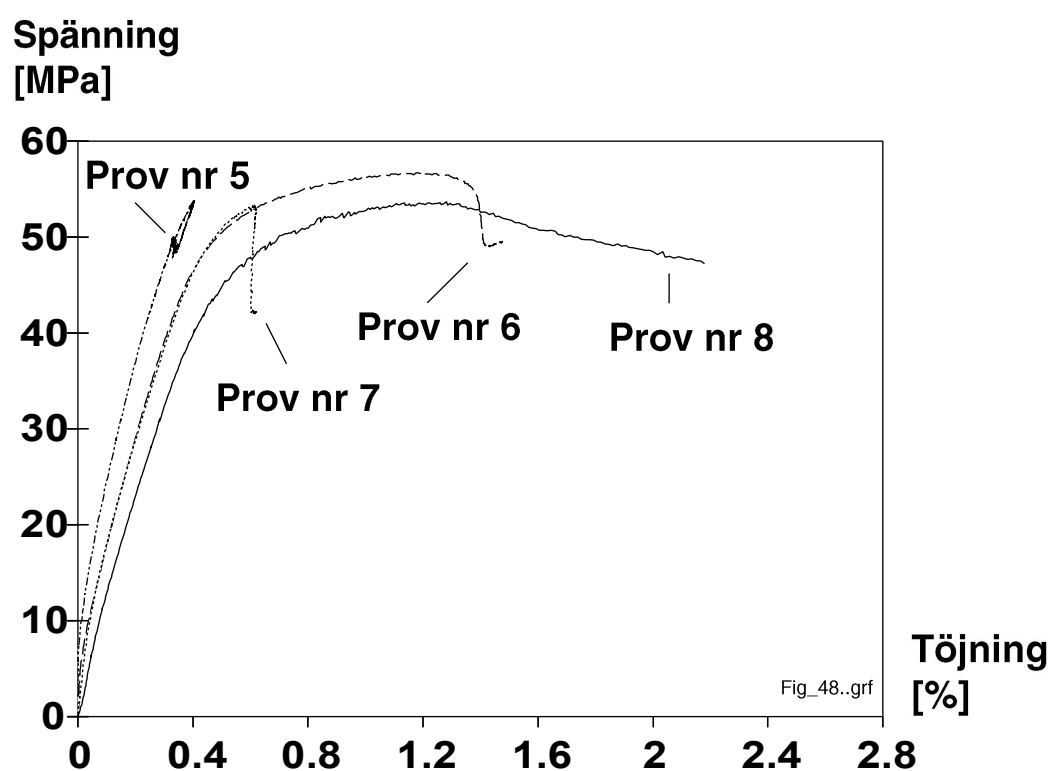
I figurerna 48, 49, 50 och 51 återfinnes på samma sätt 14 stycken tryckprover vad gäller al.



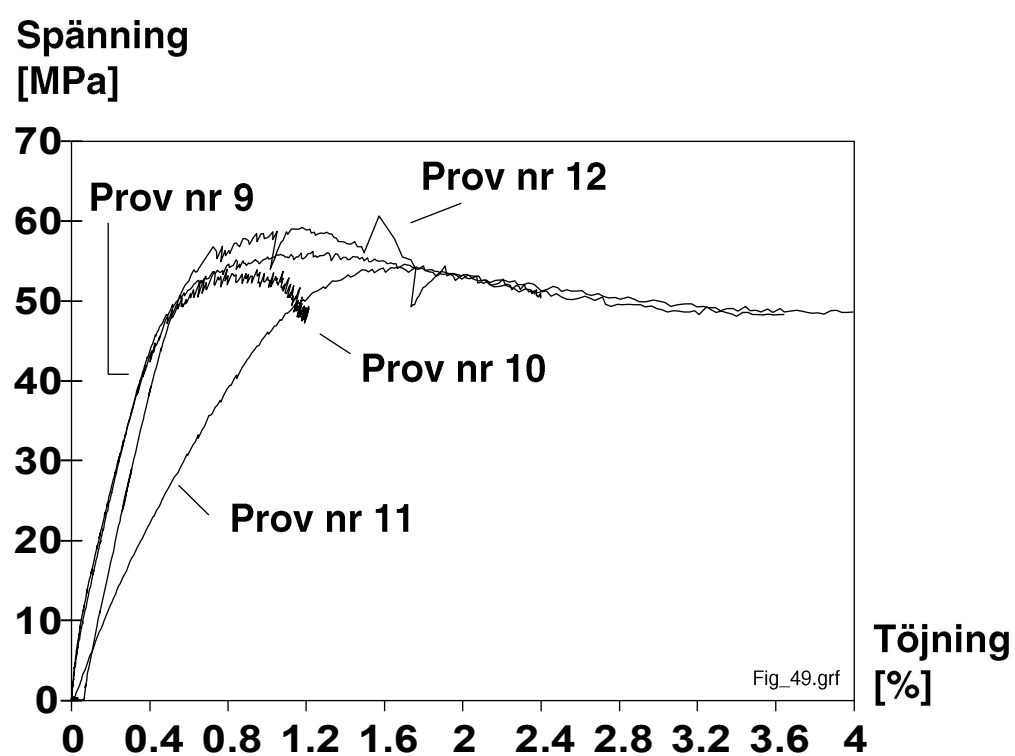
Figur 48: Tryckprovning av al.

I tabell 19 återfinnes en sammanställning över de resultat som erhållits för tryckprovning av al parallellt med fiberriktningen. Brottspänningen ligger i intervallet 47 - 64 MPa med ett medelvärde om 55.7 MPa. Detta stämmer bra med värden i [29] som anger 54 MPa. Elasticitetsmodulerna i tabell 19 ligger mellan 8.1 och 12.7 medan medelvärdet blir 11.0 GPa. I [29] finns inte E-modulen just för tryckning men den sk böj-E-modulen anges till 11.4 GPa. Våra värden synes därför överensstämma bra med de som anges i litteraturen. De högsta E-modulerna har uppmätts för proverna 6 och 7, se figur 49, men kurvorna är så likartade att de kan åtskiljas så lätt för lägre spänningar. Prov nummer 5 har en ännu

brantare lutning men här uppträdde något fel varför inget värde anges i tabell 19. Så skedde också för prov nr fyra som inte redovisats alls i figurerna och endast delvis i tabellen.



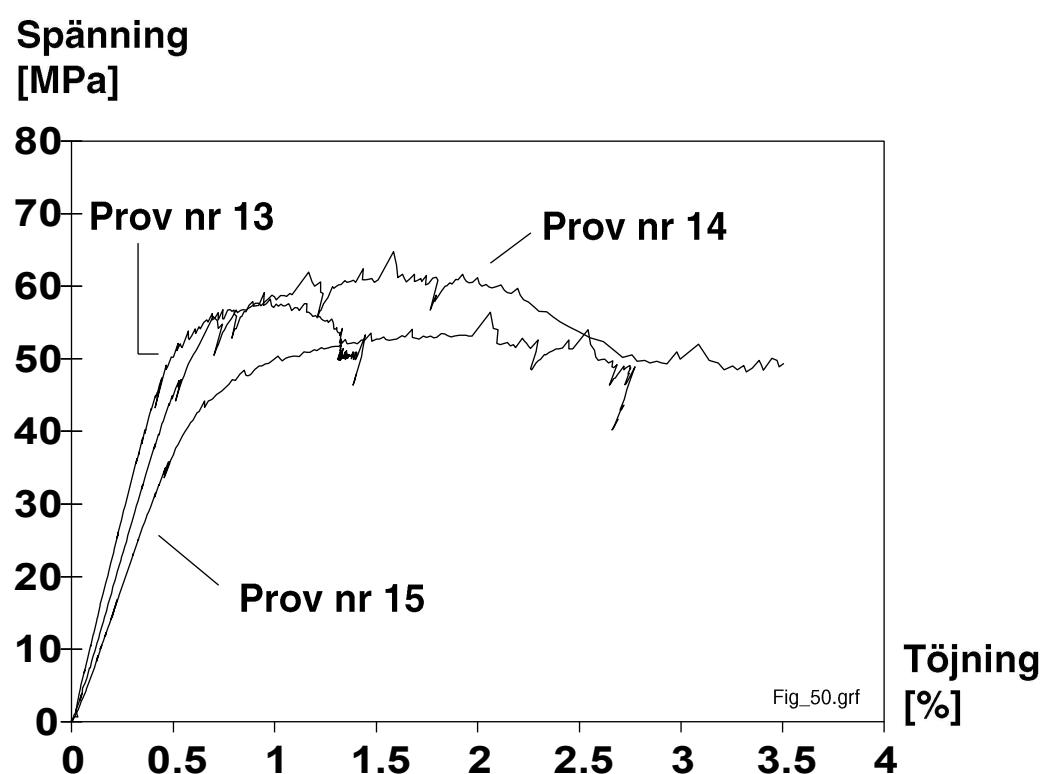
Figur 49: Tryckprovning av al



Figur 50: Tryckprovning av al.

Den högsta brottlasten återfinnes för prov 14 men detta har en av de lägsta E-modulerna. Hållfasthetsvärdena sägs normalt öka ju lägre fuktkvot, och ju högre densitet, proven har men detta fenomen har inte iakttagits just i våra mätningar. Variationerna i densitet och fuktkvot är också mycket små. Fuktkvoterna har mätts upp genom att väga proverna före och efter torkning i en ugn med temperaturen 102 °C. Torkningen avbröts då proverna inte längre minskade i vikt.

Brottöjningen i tabell 19 har definieras som den töjning man erhållit för den högsta spänning provet förmått uthärda.



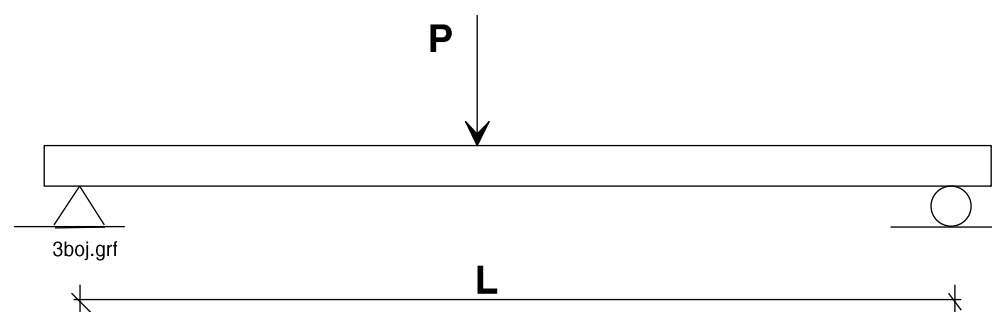
Figur 51: Tryckprovning av al.

Tabell 19: Tryckprovning av al parallellt med fiberriktningen

Prov nr	Densitet [g/cm ³]	Fuktkvot [%]	Brottspänning [MPa]	E-modul [GPa]	Brotttöjning [%]
1	0.513	4.02	57.90	10.9	1.43
2	0.506	3.97	55.18	12.0	0.51
3	0.510	3.81	54.73	11.7	0.72
4	0.519	3.98	-	-	-
5	0.510	3.99	53.16	-	0.41
6	0.509	3.98	56.41	12.2	1.18
7	0.488	3.86	52.67	12.7	0.62
8	0.506	3.47	53.06	10.4	1.28
9	0.502	3.66	55.37	11.0	1.23
10	0.509	3.80	52.79	11.1	0.8
11	0.498	4.18	55.46	-	1.67
12	0.488	4.49	60.18	11.0	1.57
13	0.488	4.67	58.64	11.4	0.95
14	0.503	4.25	63.79	9.6	1.59
15	0.501	4.48	56.98	8.1	2.06
Medelvärde	0.503	4.04	56.16	11.0	1.14

Vad gäller töjningen vid brott varierar den avsevärt mera. Prov 2 uthärdade endast 0.51 % töjning medan prov 15 töjde sig fyra gånger mera innan brott uppstod, 2.06 %. Medelvärdet uppgick till något över 1 %. Vid våra tryckprovningar har vi som nämnts använt en extensiometer med längden 25 mm. Ibland har själva brottet i trädetaljen skett utanför mätområdet vilket innebär att ingen längdförändring registreras. Det är således viktigt att studera vad som händer vid provningen så att inte resultaten misstolkas. Något enstaka prov knäcktes och böjde ut på mitten vilket också gav missvisande resultat. Så skedde för prov nr 11 i tabell 19 och figur 50 vilket kan förklara den avvikande lutningen på kurvan.

Böjning kan ses som ett mellanting mellan dragning och kompression, se figur 52. Undersidan på balken blir ju dragen medan översidan trycks samman.



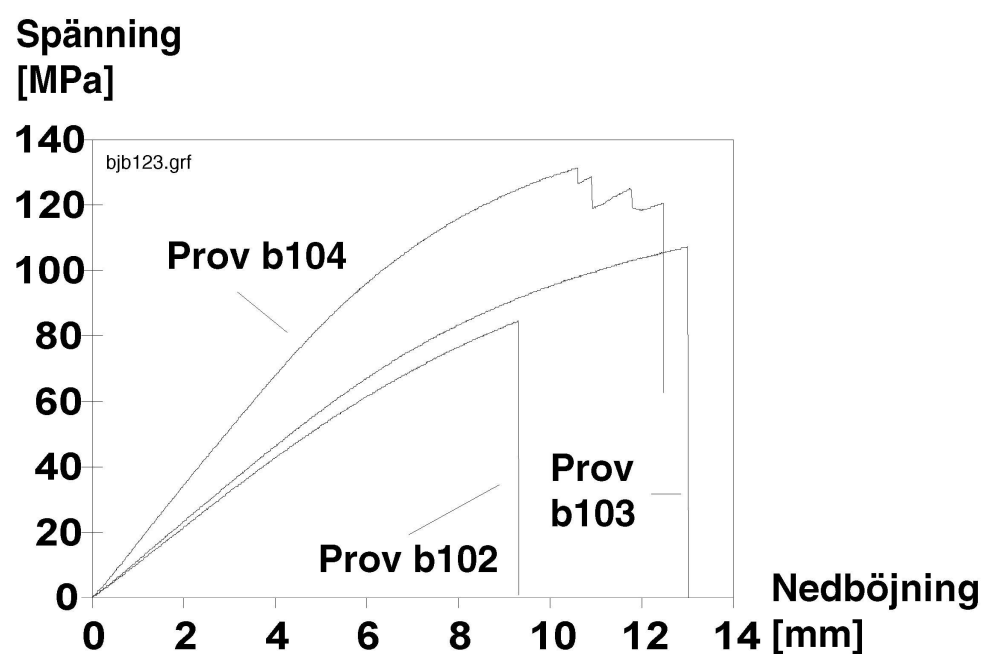
Figur 52: Trepunktsböjning av balk.

Vid 3-punkts böjtestning mäts lasten samt den därav följande nedböjningen upp. Böjspänningen, MOR, och E-modulen, MOE3, får sedan beräknas fram med hjälp av uttrycken:

$$\text{MOE3} = \frac{P \cdot L^3}{4 \cdot y \cdot w \cdot h^3} \text{ and}$$

$$\text{MOR} = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot w \cdot h^2}$$

där P är lasten L är längden, y är nedböjningen, w är bredden och h är höjden på staven. MOE betecknar Modulus of Elasticity medan MOR är Modulus of Rupture. I figurerna 53 och 54 framgår ett antal böjtester för björk.

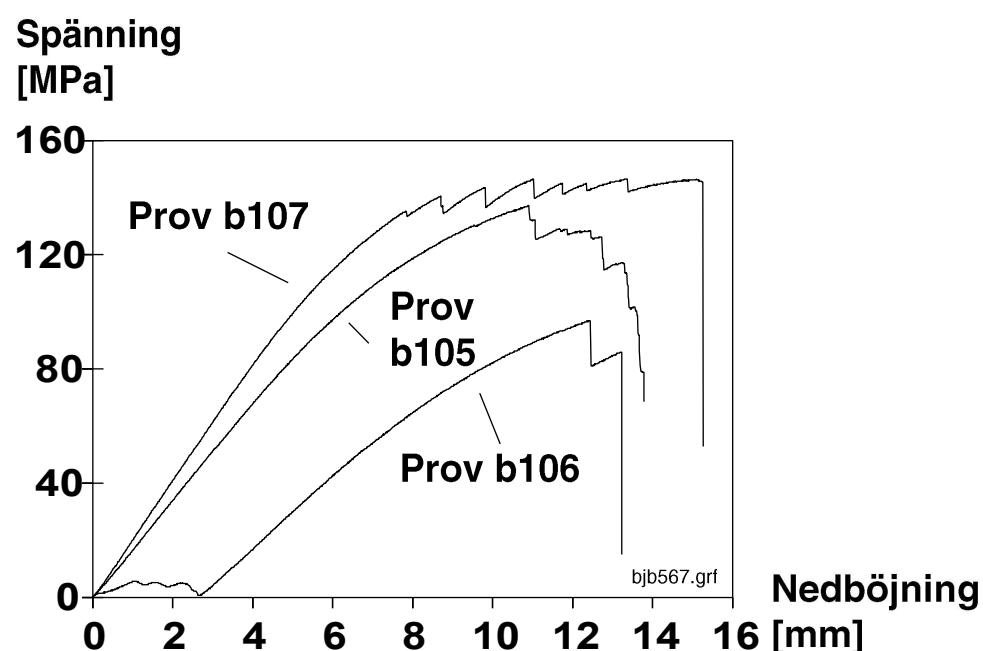


Figur 53: 3-punktsböjning för björk.

Det bör noteras att regelverket för träprovning anger att man skall använda sk fyrapunktsböjning då E-modulen beräknas. Uttrycket för detta beräkningsätt är:

$$MOE4 = F \cdot L^3 / 36 \cdot w \cdot h^3 \cdot y$$

Anledningen är att fyrapunktsböjning anses ge mera tillförlitliga värden just för E-modulen medan vanlig trepunktsböjning används för att hitta brottspänningen MOR.



Figur 54: 3-punktsböjning för björk.

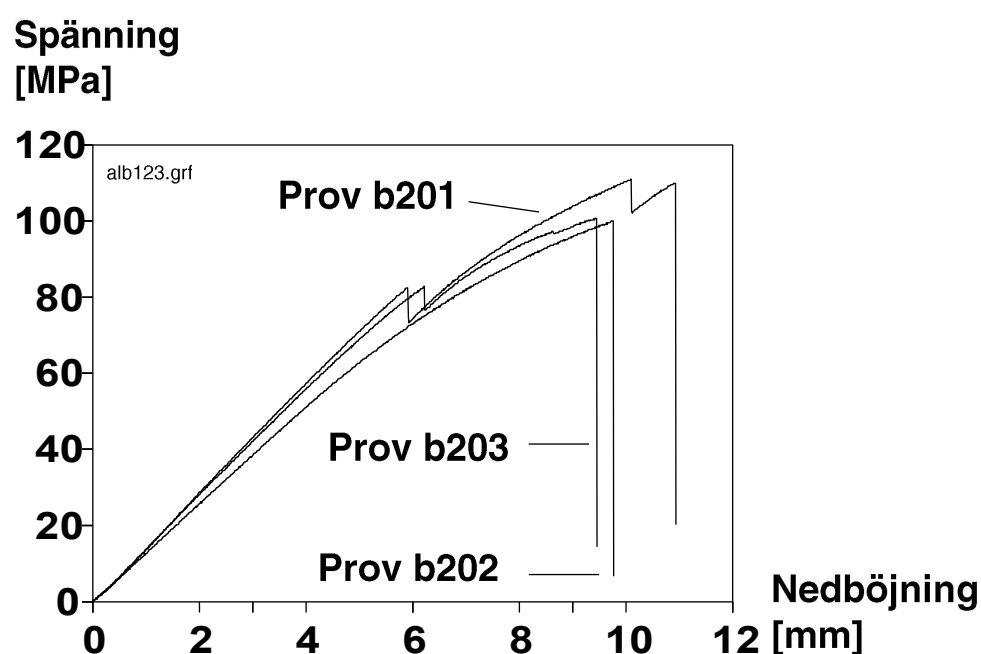
I tabell 20 har därför både MOE3 och MOE4 redovisats liksom brottlast och dithörande nedböjning.

Tabell 20: Bøjtester för björk.

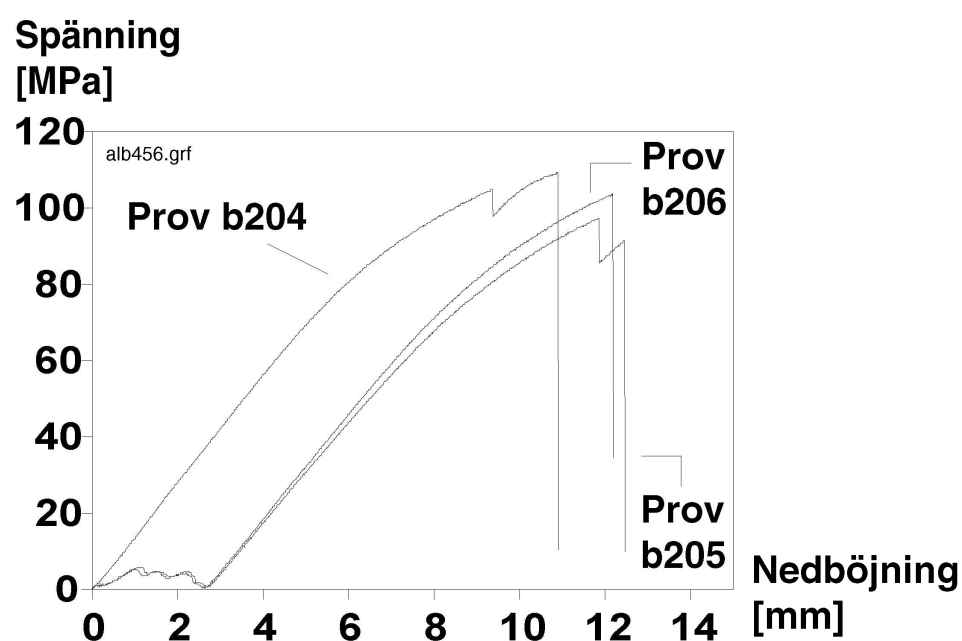
Test nr.	MOE3 [MPa]	MOE4 [MPa]	MOR [MPa]	Nedböjning [mm]
B102	8,113	13,220	84.8	9.3
B103	8,670	12,505	107.3	13.0
B104	12,837	17,626	131.4	10.6
B105	12,835	14,680	137.3	10.9
B106	9,562	11,824	97.0	12.4
B107	15,426	19,361	146.6	11.0
Medelvärde	11,241	14,869	117.4	11.2

Av tabell 20 framgår att MOE3 ger avsevärt mycket lägre värden än MOE4. Bøjmodulen borde ju ligga mellan drag- och tryckmodulen men så är inte fallet. MOE4 närmar sig dock tryckmodulen som den uppmätts i tabell 17. Det bör noteras att kurvan ser något egendomlig ut för testet B106. Detta beror på att det ibland förekommer ett litet glapp mellan olika detaljer i provutrustningen. Innan detta eliminerats känner lastcellen av den friktion som uppstår medan detaljerna pressas samman.

På samma sätt har tester gjorts för träslaget al, se figurerna 55 och 56.



Figur 55: Böjtestning av al.



Figur 56: Böjtestning av al.

Värdena för testerna har ställts samman i tabell 21. Av undersökningarna ovan syns att variationerna kan vara stora mellan olika provstavar och testmetoder. Detta kan bero på många olika faktorer. Dragtryck- och böjprover är med de testmetoder som anvisas olika till form och storlek. Provstavarna förstörs också i varje experiment så man kan inte göra tester på identiskt lika material. Minsta avvikelse i fiberriktning gör att hållfastheten förändras och det är inte lätt att uppskatta vilken inverkan detta får om snedfibriheten inte är likartad ens inom samma provstav. I tabell 22 har resultaten sammanfattats. Jämförs dessa med värden i ex vis [29] ser man att MOE3 ger för låga värden medan MOE4 bättre stämmer överens med gängse uppfattning för björk medan MOE3 i tabellen ger bäst överensstämmelse för al.

Tabell 21: Bøjtest för al.

Test nr.	MOE3 [MPa]	MOE4 [MPa]	MOR [MPa]	Nedbøjning [mm]
B201	10,957	13,161	111.0	10.0
B202	9,626	10,982	99.9	9.7
B203	10,573	11,887	100.7	9.4
B204	10,654	15,334	109.2	10.8
B205	9,863	12,873	97.3	9.2
B206	10,304	16,466	103.7	9.5
Medelvärde	10,330	13,451	103.6	9.8

Tabell 22: Elasticitetsmoduler för björk och al i MPa.

Träslag	E-modul		Bøjmodul	
	Drag	Tryck	MOE3	MOE4
Björk	16,548	15,019	11,241	14,869
Al	14,649	11,007	10,330	13,451

I FEM-beräkningarna ovan hade använts en E-modul för al om 11 470 MPa. Våra egna tester på al visar att detta värde åtminstone är i rätt "härad" även om det kan diskuteras vilken av de olika E-modulerna som skall användas.

M4↑

10 PRODUKTIONSTEKNIK

Inom träindustrin måste man ha klart för sig att arbetsteknik och maskinutrustning präglas av de förutsättningar som bestäms av huvudråvaran trä. Som alla vet kan träets hållfasthet och utseende variera kraftigt, till och med inom samma plank. Träet har med andra ord skiftande egenskaper inom vida gränser. Något annat som också måste uppmärksammas är att de bearbetade volymerna per tidsenhet är så stora inom träindustrin. Här talar man om meter per minut, medan man i den mekaniska industrin talar om millimeter per minut. Detta gör att det blir materialet som dominerar, och således gäller det att begränsa mellanlagringar i arbetslokalerna, se [136].

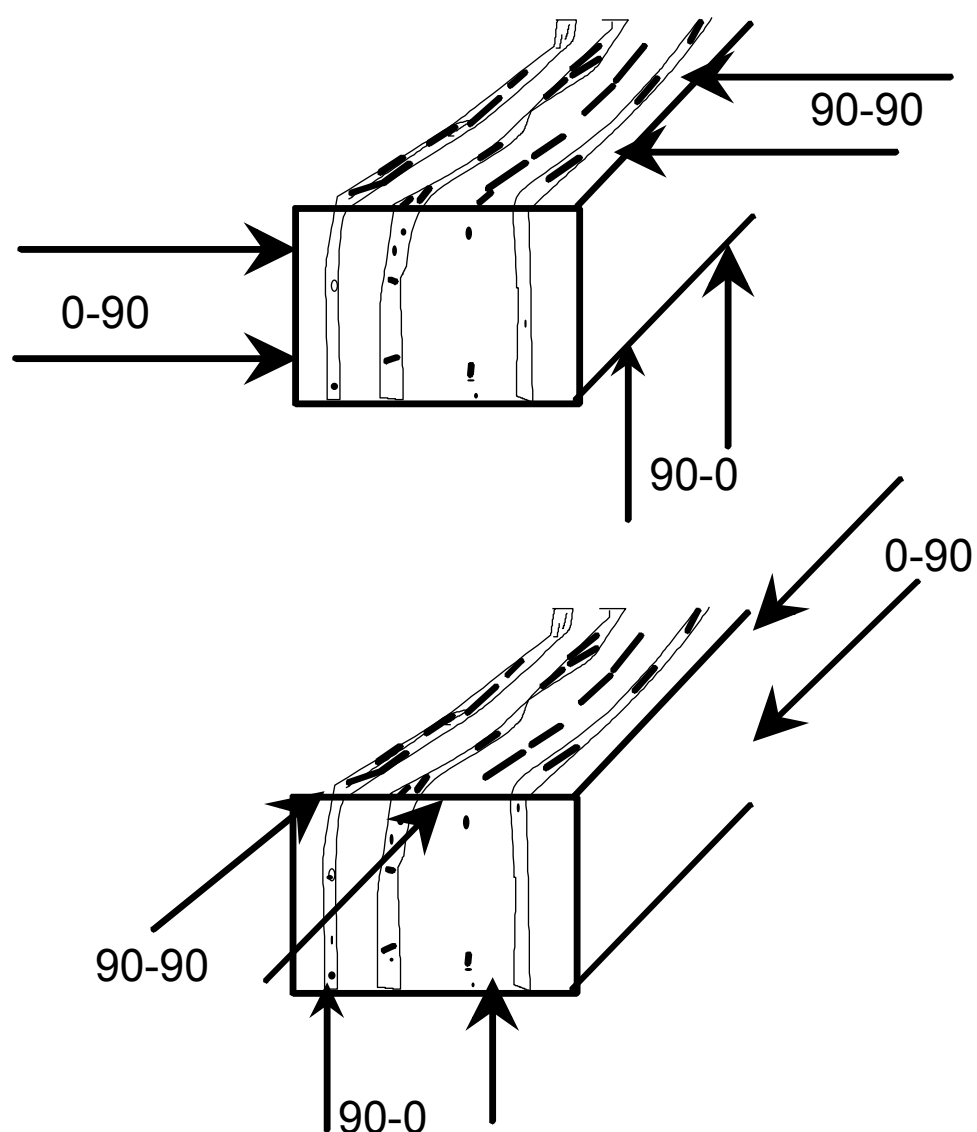
10.1 Skärande bearbetning

Om man önskar ta bort material ifrån ursprungsmaterialet kan detta ske med skärande bearbetning. Detta innebär att man med ett verktyg avskiljer material i form av ett spån. Vad som skiljer trä ifrån andra material är att trä är anisotropt. Trämaterialets anatomiska uppbyggnad och hållfasthetsegenskaper i olika riktningar påverkar i hög grad skärförloppet och resultatet av bearbetningen. Det finns många olika faktorer som avgör skärbarheten i trä, såsom t ex. fuktkvot, temperatur, belastningshastighet och densitet.

10.1.1 Skärförloppet

Något som är viktigt att beakta vid skärande bearbetning av trä är vinkeln mellan eggens rörelseriktning och fiberriktning. Detta på grund av de olika egenskaperna i varierande riktningar. I figur 57 kan man se de 6 huvudskärriktningarna definieras. Den bearbetningsriktning som vi kommer att diskutera i följande avsnitt är $90^\circ - 0^\circ$ -riktningen. Det vill säga att verktygseggen arbetar vinkelrätt mot fiberriktningen och att verktygets rörelseriktning är parallell med fiberriktningen. Detta är den bearbetning som sker normalt vid all hyvling, [49]. Koch (1954) och Franz (1958) har vid studier upptäckt att det finns tre huvudtyper av spånbildning:

TYP 1. Spånan knäcks som en konsolbalk då skärbetingelserna är sådana att träaterialet klyvs och böjs ut framför eggen, se figur 58. Spånan komprimeras parallellt med fibrerna då verktyget går i ingrepp, samtidigt som eggen inducerar en spricka längs fibern så att ett klyvningsbrott uppstår framför eggen. Vid verktygets fortsatta rörelse in i arbetsstycket glider spånan upp efter verktygets spånyta samtidigt som klyvsprickan fortsätter längs fibrerna. Då böjpåkänningarna blir tillräckligt stora bryts spånan av och en ny spånbildningscykel påbörjas. Följande faktorer främjar bildande av spåntyp 1:

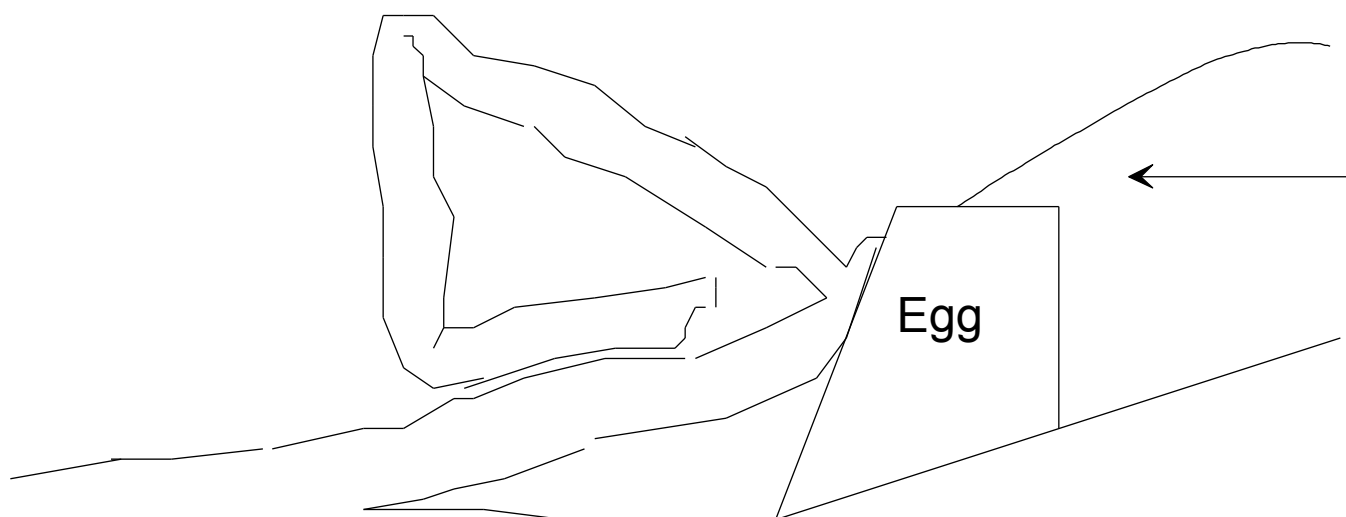


Figur 57. Huvudskärriktningar.

- ⇒ Litet klyvmotstånd - stor böjstyvhet och böjstyrka hos trämaterialiet.
- ⇒ Stor spåntjocklek.
- ⇒ Stor spånvinkel.
- ⇒ Låg friktion mellan spån och verktyg.

Den yta som bildas är mycket stark och det är trämaterialiets brottgenskaper som bestämmer ytans utseende. Är rörelseriktningen inte helt parallell med fiberriktningen kan den resulterande ytan bli mycket ojämn. I vissa fall får man således en mycket fin yta med spåntyp 1, men ytkvaliteten är mycket känslig för fiberstörningar t ex runt kvistar. Eggförslitningen blir däremot mycket liten.

TYP 2. Bildas när träbrottet i spånan uppstår längs verktygseggen där den berör den bearbetade ytan. När verktyget går i ingrepp med arbetsstycket utsätts träet framför verktyget för tryckpåkänningar parallellt med fibrerna vilket inducerar skjuvpåkänningar diagonalt från eggspetsen upp mot arbetsstyckets yta, se figur [59]. Då skjuvspänningarna blir tillräckligt stora brister träet och transporteras bort längs verktygets spånyta. Oftast erhåller man en kontinuerlig spånbildningsprocess som ger spiralformade spånor.

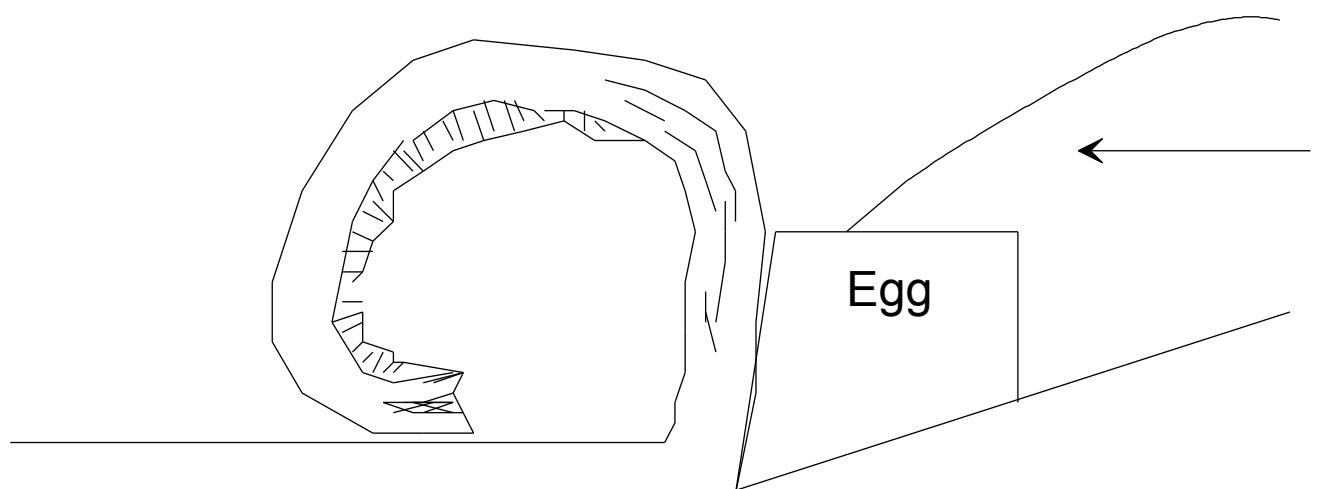


Figur 58. Spåntyp 1, [49]

Främjande faktorer för bildande av dessa spånor är:

- ⇒ liten spåntjocklek
- ⇒ inte allt för stor eller alltför liten fuktkvot
- ⇒ inte alltför stor eller alltför liten spånvinkel.

Eftersom verktygseggen nästan har kontinuerlig kontakt med spånorna blir verktygsförslitningen något större än i fall 1. Den resulterade ytan blir mycket bra.



Figur 59 Spåntyp 2 [49].

TYP 3. Detta är ett cykliskt förlopp där en spånbildningscykel inleds i och med att verktyget går i ingrepp med arbetsstycket. Träet framför eggen får då en tryckbelastning parallellt med fibrerna. Vid verktygets fortsatta rörelse in i träet blir påkänningarna så stora att ett tryck- och skjuvbrott parallellt med fibrerna uppstår, varefter de deformerade elementen komprimeras mot verktygets spånnya. Det losskurna träet får svårighet att transporteras undan upp efter

verktygets spånyta. Till slut blir det så stor mängd av uppsamlat material framför verktyget att materialet knäcks ut och kastas uppåt från arbetsstycket. En ny cykel kan ta sin början.

Följande faktorer främjar bildandet av spåntyp 3.

- ⇒ små positiva eller negativa spånvinklar.
- ⇒ slöa verktygseggar.
- ⇒ mycket hög eller mycket låg fuktkvot.
- ⇒ hög friktion mellan spåna och spånyta.

Träytans utseende kommer att bestämmas av utseendet på träbrottet, eftersom brottet oftast inträffar under det plan som bildas av verktygseggen. Ytan som genereras får ett mer eller mindre luddigt utseende beroende av att dåligt avskurna träfibrer sticker upp i ytan.



Figur 60. Spåntyp 3 [49].

10.1.2 Krafter

Det finns väldigt många faktorer som påverkar skärkrafterna. Effekten av dessa tillsammans avgör vilken spåntyp vi erhåller. Faktorerna kan grupperas enligt följande:

- ⇒ Processberoende faktorer såsom: skärbredd, skärhastighet, spåntjocklek och fiberriktning.
- ⇒ Verktygsberoende faktorer såsom: spånvinkel, släppningsvinkel, eggskärpa, friktion mellan spåna och spånyta, snedvinkel och påtvingade vibrationer.
- ⇒ Arbetsstyckesberoende faktorer såsom: träslag, densitet, fuktkvot, temperatur och mekaniska egenskaper.

M4↓

Skärkrafterna, eller den energi som åtgår för att skära i trä, har speciellt undersökts i [137]. Författarna har där delat upp energianvändningen i separationsenergi, deformationsenergi och friktionsenergi. Man fann att förhållandevis lite av energin användes till själva separationen medan friktions- och deformationsenergin uppgick till mer än 80 % av hela energianvändningen.

M4↑

10.1.3 Hastighet

Skärhastigheten har ingen, eller nästan ingen direkt inverkan på skärkrafterna. Det är eventuellt vid rent manuella bearbetningsmetoder skärhastigheten kan ha ett visst inflytande på krafterna.

10.1.4 Spåntjocklek

Även spåntjockleken har mycket liten inverkan på skärkrafterna. Detta gäller dock endast så länge spånvinkeln är relativt stor. Då vinklarna blir mindre ökar tjocklekens inverkan på skärkrafterna. Genom att dividera skärkrafterna per mm skärlängd med spåntjockleken erhålls kraftåtgången per mm^2 spånyta som funktion av spåntjockleken. Denna storhet kallas specifik skärkraft och har samma numeriska värde som det mekaniska arbetet (Nm/cm^3). Detta gör att sambandet mellan specifik skärarbetet och spåntjockleken har stor praktisk betydelse. Specifika skärkraften eller skärarbetet ökar med minskande spåntjocklek. Detta förklaras av att skärkraften består av två komponenter, en som är avhängig skärprocessen och en kraftkomponent som beror av deformationen av spånorna. Den första skärkraftkomponenten är beroende av verktygs- och arbetsstyckedata och oberoende av spåntjockleken och den andra skärkraftkomponenten står för ökningen av kraften vid ökande spåntjocklek.

10.1.5 Eggskärpa

En helt skarp och perfekt skäregg är i praktiken omöjlig att tillverka. Dessutom förlorar man den mest extrema skärpan då man skär de allra första spånorna, dvs en initialförslitning sker. Därefter sker förslitningen och nötningen linjärt och betydligt långsammare. Förslitningshastigheten är starkt beroende av eggvinkelns storlek. Understiger eggvinkeln ett visst kritiskt värde sker förslitningen mycket snabbt. Man har funnit att den kritiska eggvinkeln bör vara mellan $35\text{-}40^\circ$ om man har en fuktkvot på 9-12%. Detta oavsett spåntjocklek och oberoende av fiberriktning. Man talar om tre förslitningsförlopp, se [49]:

- ⇒ initialförslitning - skarp (slipad) egg
- ⇒ normalförslitning - arbetsvass egg
- ⇒ snabbförslitning - slö egg.

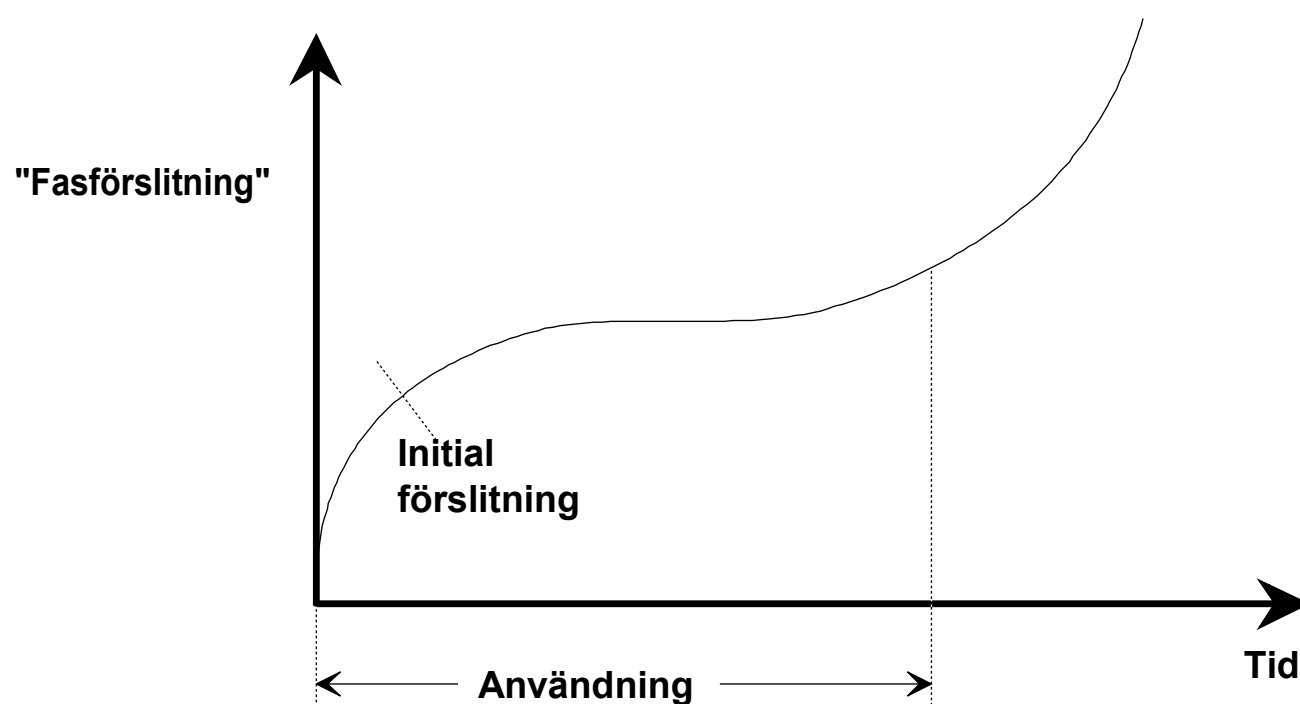


Diagram 2: Eggförslitningsförloppet

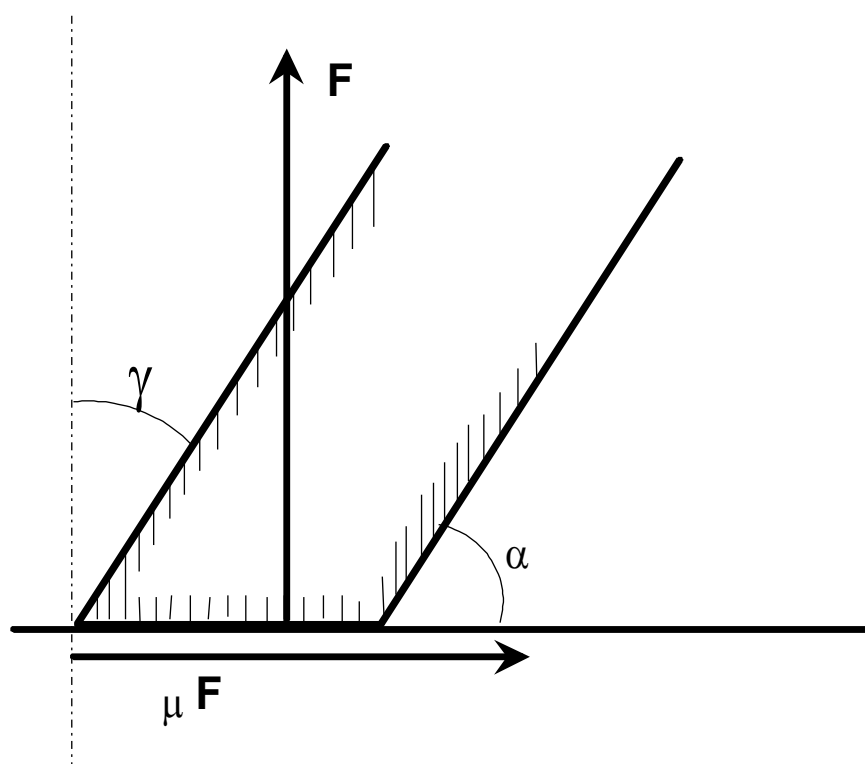
Forskning om sågning och sågtänder pågår också i Sverige. I ex vis [138] har man vid avdelningen för träteknik i Luleå/Skellefteå undersökt hur stora krafter som behövs för att såga i trä och MDF beroende på olika fiberriktningar. Man kom fram till att kortvariga laster på c:a 40 N uppstod vid en sågtand och att tandens skärpa hade stor betydelse där densiteten på trämaterial var hög.

10.1.5 Friktion

Friktionskoefficienten storlek är främst beroende av träslaget och fuktkvoten i arbetsmaterial. Den slipade ytans ytjämnhet inverkar ej på friktionen om slipriktningen är parallell med spånflödet. Spånvinkel och spåntjocklek har mycket liten inverkan på friktionskoefficienten. Av tabellen nedan framgår att friktionskoefficienten varierar betydligt mellan olika träslag vid olika fuktkvoter. Man bör observera att en låg friktion företrädesvis bildar spånor av typ 1 och hög friktion bildar spånor av typ 3.

Tabell 23: Friktionskoefficient för några olika träslag.

Fuktkvot	Tall	Björk	Rönn
1,5	0,35	0,45	0,51
8,0	0,35	0,41	0,49
Rått	0,69	0,48	0,42



Figur 61. Friktion vid skärande bearbetning.

10.1.6 Träslag

Det är träslagets densitet som påverkar skärkrafterna. Med utgångspunkt från denna går det att räkna ut storleken på skärkrafterna. Helt korrekt är dock inte detta förfarande, eftersom det finns fler faktorer som man bör ta hänsyn till. Några av dem är mineralinnehållet i cellerna, hartsinnehållet, mörghärdningen och fiberlängden. Sambandet mellan skärkraft och densitet skiftar kraftigt mellan olika träslag.

10.1.7 Fuktkvot

Fuktkvoten har stor betydelse för träs styrkeegenskaper. Hållfastheten sjunker hela tiden med ökad fuktkvot, upp till fibermättnadspunkten och därefter avtar inverkan från ytterligare fuktkvotsökning. Sambandet skärkraft och fuktkvot är inte lika tydligt, vilket torde bero på att skärkraften också är beroende av sådana faktorer som friktionskoefficienten mellan trä och verktyg samt tröghetskrafter, som i sin tur också är beroende av fuktkvoten.

10.1.8 Verktyg

Ett skärande verktyg består antingen av ett enda material dvs har ett solitt utförande, eller så är verktygskroppen i ett material och skärejgen i ett annat. Solida verktyg är t ex sågklingor, bandsågblad och ramsågblad. Modernare verktyg utnyttjar ofta tekniken att ha påsvetsade tunna band av t ex snabbstål längs eggarna eller avtagbara knivseggar i fräsar och kuttrar. Det finns inget verktygsmaterial som besitter alla önskvärda egenskaper, utan man måste kompromissa sig fram till lämpligt material. Följande egenskaper är önskvärda:

- ⇒ hög hårdhet
- ⇒ god seghet
- ⇒ god slipbarhet
- ⇒ god nötningsbeständighet
- ⇒ god stukbarhet
- ⇒ god temperaturhårdighet
- ⇒ lågt pris.

Det är stor skillnad mellan olika material. Framförallt kan priset variera betydligt. Ett verktyg av obelagd hårdmetall kan köpas för en femtiolapp, medan polykristallin diamant kan kosta tio tusen kronor.



Figur 62. Olika verktygsmaterials egenskaper.

De verktygsmaterial man främst använder i träindustrin brukar delas in i fem grupper:

1) Kolstål:

Används i regel då hela verktyget är i ett och samma material. Detta gör att man måste beakta faktorer som själva verktygskroppen utsätts för. Egenskaperna beror på stålets kemiska sammansättning och vilken värmebehandling det blivit utsatt för. Användning: sågklingor, bandsågblad, ramsågblad och handverktyg.

2) Snabbstål:

Mera slitstarkt och tål betydligt högre arbetstemperaturer än kolstål. Användning: fräsar och kuttrar

3) Stellite:

En hård, värmebeständig och mycket slitstark legering. Den har ca 5-10 ggr större slitstyrka än kolstål. Är bra att använda vid mycket hårda och slitande träslag, såsom mahogny, teak och andra typer av virke som kan innehålla assimileringar, vilka snabbt gör sågtänderna slöa.

Användning: tänder till sågklingor och bandsågblad.

4) Hårdmetall.

Utvecklingen att använda hårdmetall inom träindustrin har varit mycket snabb de senaste åren, vilket gör att utbudet är stort idag. CVD = Chemical Vapour Deposition. PVD = Physical Vapour Deposition. [139]

Användning: tänder till lödda cirkelsågklingor, kuttrar och fräsar, cirkelsågklingor, fräsar och kuttrar av solid hårdmetall samt lösa skär som fastspänns mekaniskt.

5) Diamant:

Dessa verktyg finns för närvarande mest inom möbel- och snickeriindustrin. Vid långa serier kan det vara ekonomiskt försvarbart att gå över till diamant, då man sparar in verktygsbyten och verktygsvård.

Användning: cirkelsågklingor, fräsar, [49].

10.1.9 Slipning

Man brukar dela in träslipning i tre olika grupper, se [49] sid 405

- 1) Tvingande slipning: Grovslipning eller förslipning för att awerka arbetsmånen snabbt och billigt.
- 2) Utjämnande slipning: Mellanslipning där formfel avlägsnas samtidigt som en viss utjämnning av formerna förbättrar ytan.
- 3) Kopierande slipning: fin- eller färdigslipning där ytjämnheten ska förbättras men formerna ej får ändras.

Vid slipning skjuvar slipkornen bort material från arbetsstycket. Slipkornen utsätts därmed för både mekaniska, termiska och kemiska påkänningar. Dessa påkänningar leder till att slipskivorna förslits, vilket kan ske på i princip tre olika sätt, nämligen:

- ⇒ nötning - slipkornen blir trubbiga på grund av mekanisk eller kemisk påverkan
- ⇒ bortbrytning - här sker en bortbrytning av slipkornen som delar sig i flera delar, pga mekaniska och termiska påkänningar.

- ⇒ självskärpning - förslitna och trubbiga slipkorn bryts loss ur bindemedlet och lämnar plats för underliggande nya skarpa slipkorn. Självskärpning uppstår pga ökande slipkrafter i takt med slipkornsförslitningen.

Det finns en mängd olika faktorer som inverkar på slitningsförloppet i en träslipningsoperation:

- ⇒ slipverktyget - utförande, kornstorlek m.m.
- ⇒ arbetsstycket - träslag, geometri, form, yta
- ⇒ slipmaskin - typ, kapacitet, kondition
- ⇒ kontaktelement - hårdhet, kondition

De flesta slipoperationer motsvarar $90^\circ - 0^\circ$ - bearbetning. Det är enklast att uppnå en bra yta längs fibrerna. Ingreppsförhållandena hos slipkornen gör att skärvinklarna är slumpartade men det blir alltid en negativ spånvinkel och stora släppningsvinklar. Vid en förstoring av det uppkomna slipspånorna framträder en spåna som har formen av ett trådliknande hyvelspån. Försök visar att avverkningsförmågan sjunker med ökad gångtid hos slipverktyget. Den främsta orsaken till detta är att spånutrymmena mellan slipkornen blir igensatta av slipspån. Vidare har man fastställt att yttemperaturen ökar med ökat sliptryck. Detta är markant vid stora slipkorn. Det blir således en balansgång mellan stora och små slipkorn. Genom praktiska försök kan man söka sig fram till vilken kornstorlek som är optimal. Ökad fuktkvot resulterar i ökad awerkningsförmåga. Orsaken till detta är att träet gör mindre motstånd vid höga fuktkvoter. Kontaktförhållanden och speciellt kontaktlängden inverkar även på awerkningshastigheten. En minskning av kontaktlängden ökar awerkningshastigheten. Här spelar yttemperaturen in, där en ökad kontaktlängd resulterar i en ökad sådan temperatur. Genom ökad yttemperatur ökas tendensen till igensättning och s.k. glasning. Om man önskar hålla awerkningshastigheten konstant måste sliptrycket och därmed effektuttaget till maskinen öka. Vid slipning är det igensättning som är det vanligaste utslitningskriteriet. Genom igensättning kan lokala slipkorn överbelastas och därigenom höjs yttemperaturen och slipspånen bränns eller limmas fast runt slipkornen. Igensättning kan minskas genom att:

- ⇒ välja skarpa slipkorn
- ⇒ ha gles beläggning (stora spånutrymmen)
- ⇒ jämnare fördelning av sliptrycket
- ⇒ använda våtslipning där det är möjligt
- ⇒ minska skärdjup och sliptryck
- ⇒ öka matningshastigheten

⇒ speciellt vid bandslipning sänka dess hastighet.

10.1.10 Barkning

Det finns många fördelar med att barka stocken. Man kan då använda avfall från sågen till massafällis. Detta kräver att det är barkfritt för att kunna tillverka högkvalitativt papper till rimliga kostnader. Andra fördelar är att det blir lättare att bedöma hur stockarna skall sönderdelas, verktygsslitage blir mindre och man kan använda barken som bränsle till uppvärmning. Många länder köper endast barkfria bräder även om virket har vankant, eftersom insektsspridningen många gånger sker i barkskiktet. Det finns många olika sätt att barka stockarna på. I Sverige används i stort sett bara trumbarkning och barkning genom skjuvning. Vid trumbarkning låter man stockarna tumla om varandra i en roterande trumma som gör att barken nöts bort. Det är mycket stora och dyra maskiner och används uteslutande av stora massafabriker. Vanligare är det att skjuva bort barken. Detta gör man genom att låta ett verktyg trycka mot barken så hårt att man får ett skjuvbrott i kambieskiktet. Denna metod används vid de flesta rotorbarkningsmaskiner. Se även avsnitt 7.

10.1.11 Sågning

Det finns många olika metoder att såga i trä, såsom bandsågning, ramsågning, cirkelsågning och kedjesågning.

Bandsågning

Bandsågstekniken används på alla nivåer inom träindustrin, från råklyvning i sågverken till figursågning inom snickeriindustrin. Bandsågsteknikens princip är enkel och består av ett band som är försett med tänder och uppspänd mellan två hjul. Trots enkelheten så uppstår i praktiken många problem i form av bl.a spänningar i bandet samt bandets stabilitet.

Matningen s eller skärdjupet per tand är lika med spåntjockleken och beräknas med sambandet:

$$s = S \cdot d / c$$

där s = matningen per tand, S = matningshastigheten, d = tanddelning och c = skärhastigheten

Spånfyllnadsgrad:

$$SG = s \cdot B / A$$

där B = blockhöjd och A = tandlucksarean. Spånfyllnadsgraden definieras som förhållandet mellan per tand awerkad volym fast trä och tandluckans volym. Spånfyllnadsgraden fyller en viktig uppgift och utgör en sammanhållande länk mellan följande parametrar:

- ⇒ matningshastighet
- ⇒ skärhastighet
- ⇒ tanddelning
- ⇒ blockhöjd
- ⇒ tandlucksarea

Totala skärkraften F_p som verkar på ett bandsågsblad är beroende av hur många tänder som är i ingrepp.

$$F_{tot} = F_p \cdot B / d$$

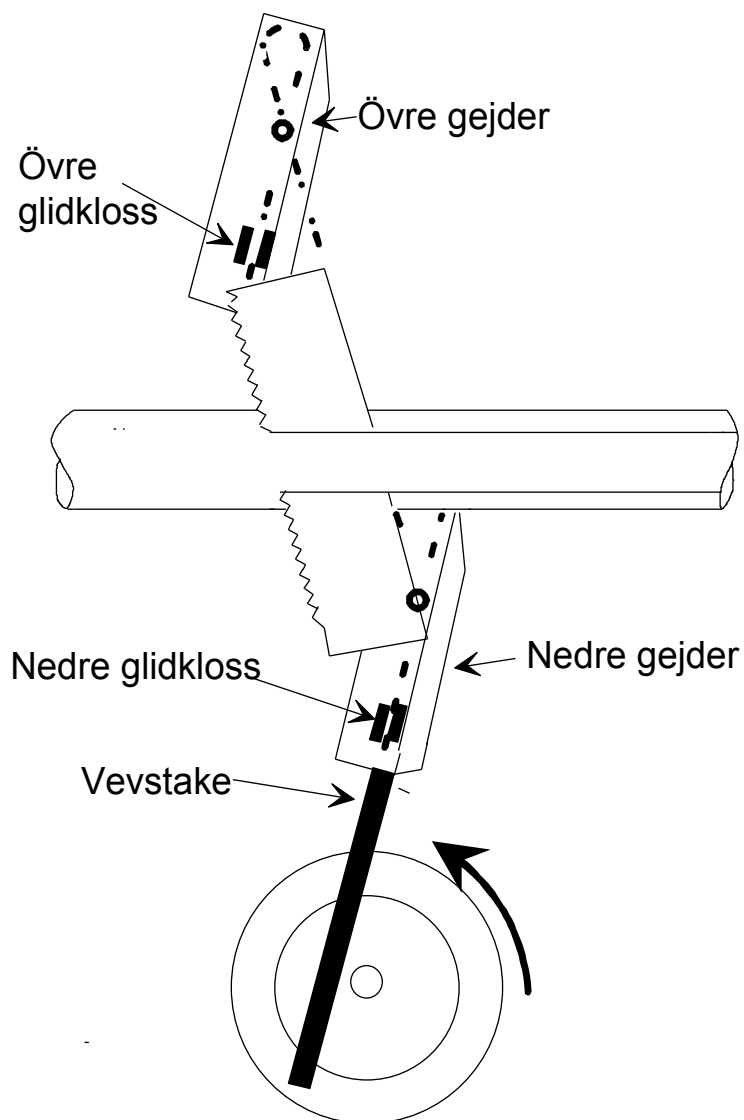
där:

F_p = huvudkraften per sågtand

Detta är ett mycket en mycket förenklad beräkning, eftersom man här ej tar hänsyn till friktion, arbete för kompression och uttransport av spån, [49].

Ramsågning

Till skillnad mot band- och cirkelsågar används ramsågen oftast för klyvning av rått virke. Andelen ramsågat virke har under senare år minskat något, men uppgår trots allt till ca hälften av Sveriges sågverksproduktion. Ramsågen är den äldsta i sågskaran och användes redan på 1200 - 1300- talet. Anledningen torde vara att ramsågarna var betydligt lättare att framställa än bandsågband och cirkelsågklingor. Ramsågens verktyg, ramsågbladen beskriver en i stort sett rätlinjig fram- och återgående rörelse. Skärbetet utträttas normalt endast i ena riktningen medan rörelsen i andra riktningen används för att återföra verktyget till utgångspunkten för nästa bearbetningsslag. I Sverige används två olika ramsågstyper, nämligen konventionell sågram och den så kallade 8-ramen. 8-ramen har flera fördelar, t ex att man slipper den s.k. baksågningen som sliter på sågbladets tänder.



Figur 63. Den sk 8-ramen

Cirkelsågning

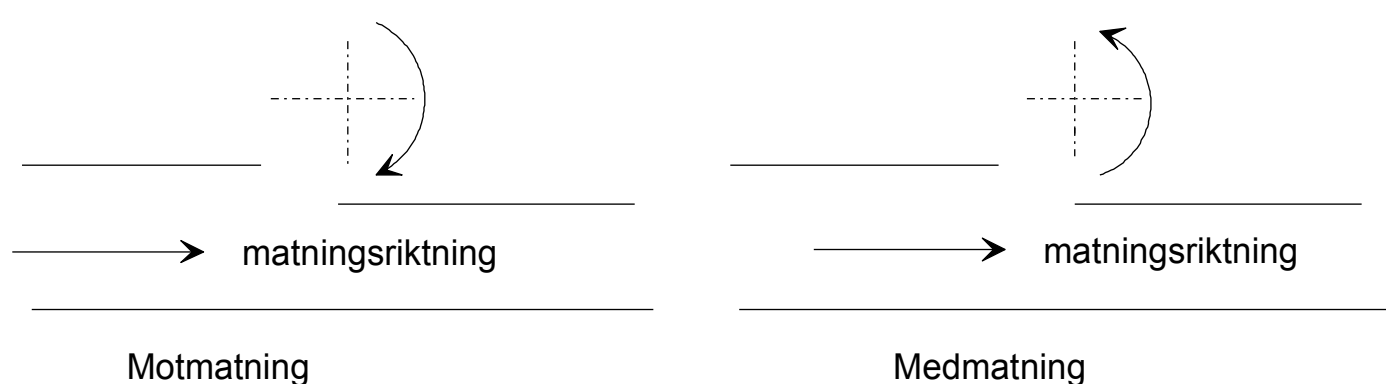
Cirkelsågklingen ska ha en jämn och stabil gång för att man ska kunna erhålla ett gott sågningsresultat. Därför är det viktigt att klingan har hög styvhet, eftersom den under gång utsätts för sidkrafter. Förbättra måttnoggrannheten kan man dels göra genom att minska ner sidkrafterna, vilket många gånger kan vara svårt, eller att höja klingans styvhet.

Med följande åtgärder kan man öka klingans styvhet:

- tjockare blad
- mindre bladdiameter
- spänningar i klingan genom:
 - korrekt sträckning (inspänning)
 - korrekt temperaturfördelning
 - centrifugalkrafter
- högre E-modul på klingmaterialet

10.1.12 Hyvling och fräsning

Gränsen mellan hyvling och fräsning är flytande. Hyvling kan ske både med roterande och stillastående verktyg. Här kommer vi enbart att beröra maskinhyvling, dvs bearbetning med roterande verktyg. I vardagligt tal menar man med hyvling framställning av plana ytor och vid fräsning framställning av krökta eller profilerade ytor med roterande verktyg. Man bearbetar träet i 90°-0°-riktningen dvs parallellt med fibrerna. Varje skärepp avskiljer enskilda spånor vid varje ingrepp. Detta ger upphov till synliga spår i ytan som kallas kutterslag. Matningen kan ske genom med- eller motmatning. Motmatning är den klart vanligaste formen och har bland annat den fördelen att denna matningsform kan tillämpas vid handmatning av arbetsstycket.



Figur 64. Med- och motmatning.

Alla ytor är behäftade med defekter av olika slag och storlek. På ytor vid hyvling och fräsning förekommer huvudsakligen tre ytdefekter:

- geometriskt betingade defekter - kutterslag
- defekter betingade av den spåntyp som bildas
- övriga defekter

Kutterslagmärken uppträder alltid vid bearbetning med roterande verktyg. Åsikterna om lämplig kutterslagsdelning med hänsyn till ytfinitet går vida isär. Det är önskvärt att kutterslagsdelningen ska vara regelbunden, dvs att samtliga skär ska markera lika i virket. Detta är dock i praktiken omöjligt eftersom ingen kan posta (ställa in) in samtliga skär exakt på skärcirkeln. Det finns många olika definitioner på fin, medelfin och grov yta. Vilka spånor som bildas har stor inverkan på ytan. Om bearbetningen sker i motträ uppstår lätt urslag vid bildande av spåntyp 1. Spåntyp 3 ger lätt upphov till en ruggig yta. Man bör således eftersträva att spåntyp 2 bildas eftersom man då uppnår det bästa ytutseendet med motmatning.

Slutligen kan man få spånavtryck som uppstår då små spånor och fiberknippen fastnar ytterst på verktygseggarna. Dessa följer skäreppen runt och när eggen går i ingrepp nästa gång

pressar och skaver de fastsittande spånorna mot den bearbetade ytan varvid dessa spåntryck uppstår. Temporärt kan man minska detta fenomen genom att stryka ett lösningsmedel på skäreggarna. En effektiv spånsug minskar även risken för spånmärken.

Ytdefekten "årsringsresning" kännetecknas av att den hårda sommarveden reser sig över den mjukare vårveden, dock utan att någon splittring uppstår mellan årsringarna. Defekten uppstår om man bearbetar med små spånvinklar, slöa skäreggar eller för bred brynplatta. Årsringsresning upptäcker man först efter någon tid, när träet har undergått en viss svällning på grund av en förändring av fuktkvoten, [49].

10.2 Maskinutrustning

Valmöjligheterna är stora och utbudet från maskintillverkarna omfattar ett mycket brett register från enkla till sofistikerade utföranden. Detta finns redovisat i fackböcker och tidskrifter. I denna kortfattade översikt redovisas därför inte enskilda maskiners egenskaper.

Framställningen nedan bygger i huvudsak på [136].

10.2.1 Kapsåg:

Tillverkning av träämnen är kanske den mest betydelsefulla arbetsplatsen i de flesta träindustrier. Här kan stora pengar vinnas eller förloras. Det finns följande typer av kapsågar: snabbkap, parallellkapsåg, radialsåg, geringskap och specialkapar för exempelvis husfabrikation, se [136] sidan 49.

Snabbkapsågen:

Är p.g.a. sin konstruktion den snabbaste och säkraste kapen bland de ovan nämnda. Klingan ligger under arbetsbordet och vid kapning låses arbetsstycket fast med en överliggande klämarm. Efter fastspänningen av arbetsstycket lyfter klingan pneumatiskt och skär igenom virket. I och med den säkra fastspänningen kan även en tvåhandsutlösning lätt arrangeras.

Parallellkapsågen:

Lämpar sig för grövre dimensioner där snabbkapsågen är för liten. Klingan är här placerad bakom kapbänken och rör sig parallellt framåt via ett "länksystem". Matningsrörelsen kan vara manuell eller pneumatisk/mechanisk.

Radialsågen:

Har sitt användningsområde vid långa kapsnitt, geringskapning och exempelvis urhakning i regler m.m. Klingan är rörlig över arbetsbordet via en slid. Dessutom kan hela sliden vridas för geringskapning. Vissa radialsågar är så uppbyggda att klingan går igenom anslagsskenan i samma punkt oavsett geringsvinkel.

Geringskapen:

Detta är en mindre typ av kap. Klingan är här orienterad över arbetsbordet och fälls ner mot arbetsstycket för kapning. Klingan kan vridas för geringskapning i olika vinklar.

Kvalitén ska bedömas och sammantaget med ett stort antal längder och antal av var längd är detta ett enormt beräkningsarbete för den mänskliga hjärnan om virket skall utnyttjas optimalt. Detta beräkningsarbete överläts oftast till en dator och operatören kan ägna sig åt den visuella kvalitetsbedömningen av ingångsmaterialet. Detta kan ske genom att operatören anger var felaktigheterna i träet befinner sig utefter arbetsstyckets längd eller helt enkelt kapar bort felaktigheten som ej är tillåtna i produktionen. Med utgångspunkt från detta utförs en automatisk längdmätning och datorn beräknar optimalt utnyttjandet och styr automatkapsågen

10.2.2 Klyvsågar:

Dessa kan generellt indelas i fyra kategorier - cirkelsåg, lamellsåg, cirkelklyvsåg och bandsåg. Det är många faktorer som avgör vilken typ av klyvning man använder sig av.

Cirkelsågen:

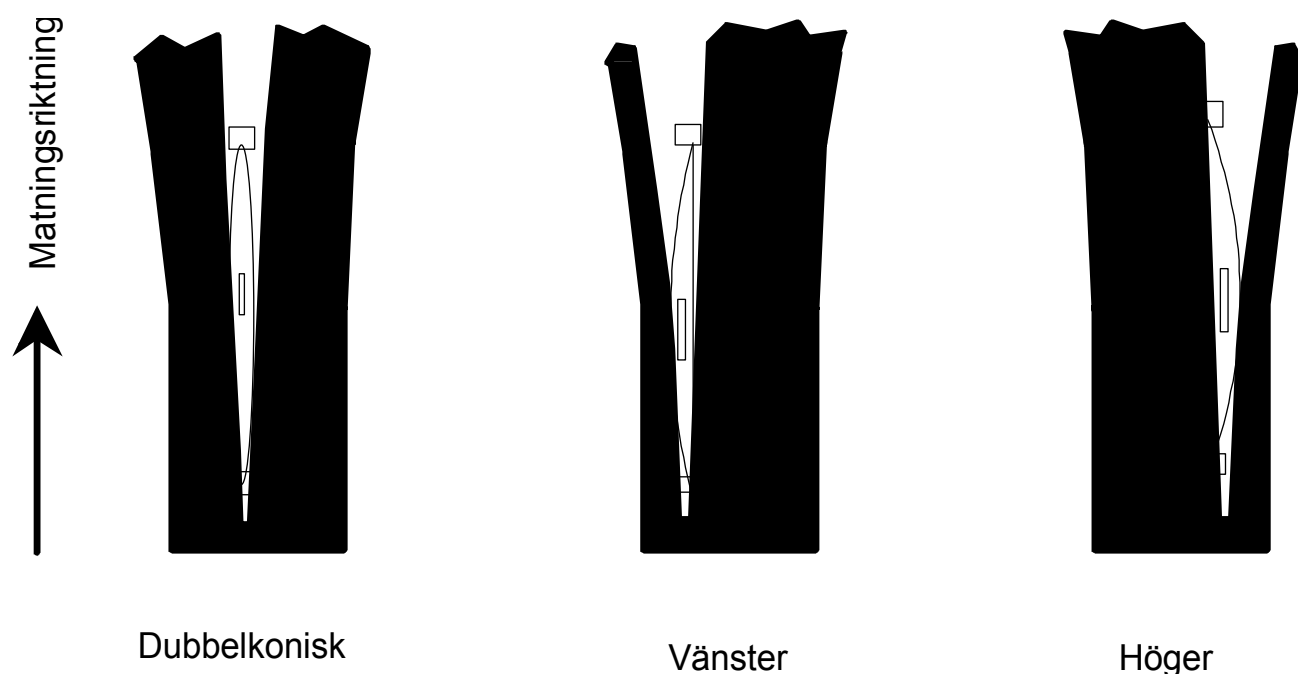
Tillhör den enklare typen och är oftast försedd med matning i bordet. För kantat material bestäms sågsnittet med ett ställbart läge. För okantat material kan en släde användas eller enklare en påskjutare som styrs i ett längsgående spår parallellt med klyvklingen.

Lamellsåg:

Lamellsågen ersätter alltmer den traditionella cirkelsågen framför allt tack vare den effektiva matningen samt möjligheten att posta flera klingor i bredd och därmed få rationellare klyvning. Maskinspindeln kan postas med en eller flera klingor. Lämpligast postas klingorna på postningshylsor där klingornas inbördes avstånd fixeras med distansringar. Detta innebär att respektive postningsbild kan repeteras mycket snabbt.

Cirkelklyvsåg:

Detta är en betydligt kraftigare maskin än den tidigare beskrivna cirkelsågen och lämpar sig således för kraftigare virkesdimensioner. Maskinen är försedd med ett kraftigt matarverk som ofta kan inställas för diagonal klyvning (t ex fjällpanel). Dessa maskiner är konstruerade med tanke på hög produktion och fodrar noggrann skötsel, speciellt vad gäller klingorna. För att spara material krävs ett tunt sågsnitt och cirkelklyvsågen kan förses med koniska klyvklingor, se figur nedan



Figur 65. Olika klyvningssätt

Klyvbandsåg:

Har sitt motsvarande arbetsområde som cirkelklyvsågen. Dock kräver klyvbandsågen ej lika omfattande skötsel som cirkelklyvsågen med sina klingor. Klyvbandsågen ger ett relativt litet spånrum.

10.2.3 Fräsmaskiner

På valet av lämplig maskintyp kan läggas många synpunkter, men man kan generellt säga att seriestorlekar och totalvolym avgör maskinvalet. De vanligaste fräsmaskinerna kan indelas enligt följande: Bordsfräs, överfräs, kopierfräs, karusellfräs samt numeriskt styrda fräsmaskiner. Dessutom finns sk sinkmaskiner.

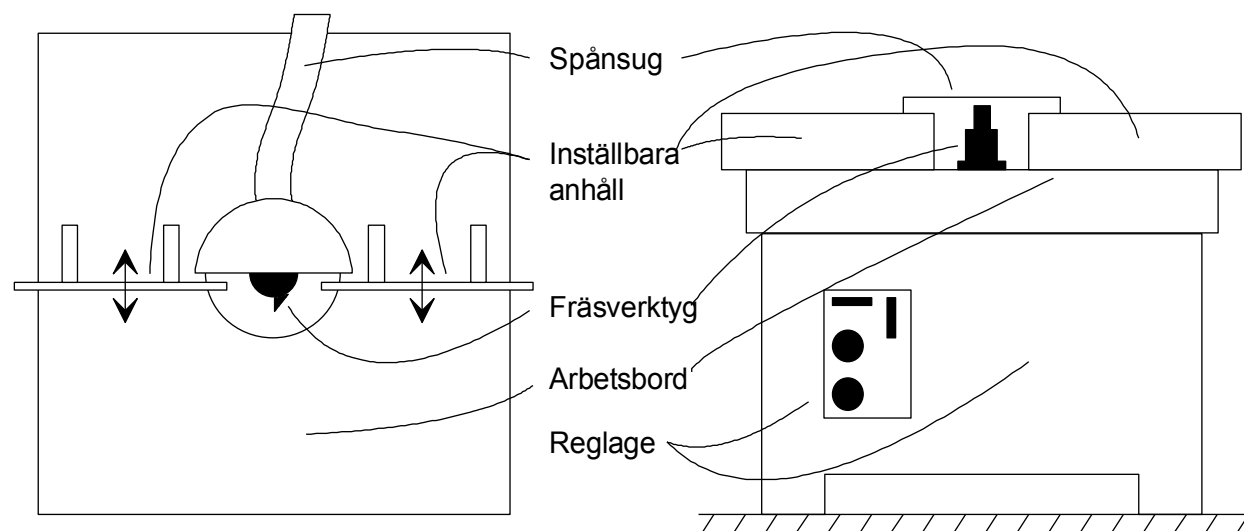
Bordsfräsen:

Bordsfräsen är enligt [49] den träbearbetningsmaskin som har det bredaste arbetsområdet. Den används både i möbel och byggnadssnickeriindustrin. Den klarar fräsning av olika profiler på både raka och svängda detaljer. Den är en mångsidig allroundmaskin, som lämpar sig bäst för produktion i små partier.

Bordsfräsens huvuddelar är ett stativ och ett bord i gjutjärn, ett bakre och ett främre anhåll samt en spindel, se figur 66. Stativ och bord är tillverkade i gjutjärn för att få en stabil arbetsyta med så lite vibrationer som möjligt. De båda anhållen är individuellt inställbara för största möjliga bearbetningsflexibilitet. Spindelns hastighet kan ofta varieras i steg och den kan alltid förskjutas i vertikalled. På vissa modeller kan den även snedställas.

Bordfräsmaskinens spindel består av en maskinfast spindelhållare och en lösspindel. Den senare används för att man smidigt skall kunna skifta mellan olika spindlar. De två vanligaste typerna av spindlar är ringspindeln och chuckspindeln. Ringspindeln består i princip av en axel, på vilken verktyget inpassas i höjddled med hjälp av spindelringar. Dessa kombineras tills

rätt verktygsläge erhålls. Högst upp på spindeln sitter en låsmutter som håller spindelringar och fräsverktyg på plats.



Figur 66: Bordsfräsens huvuddelar.

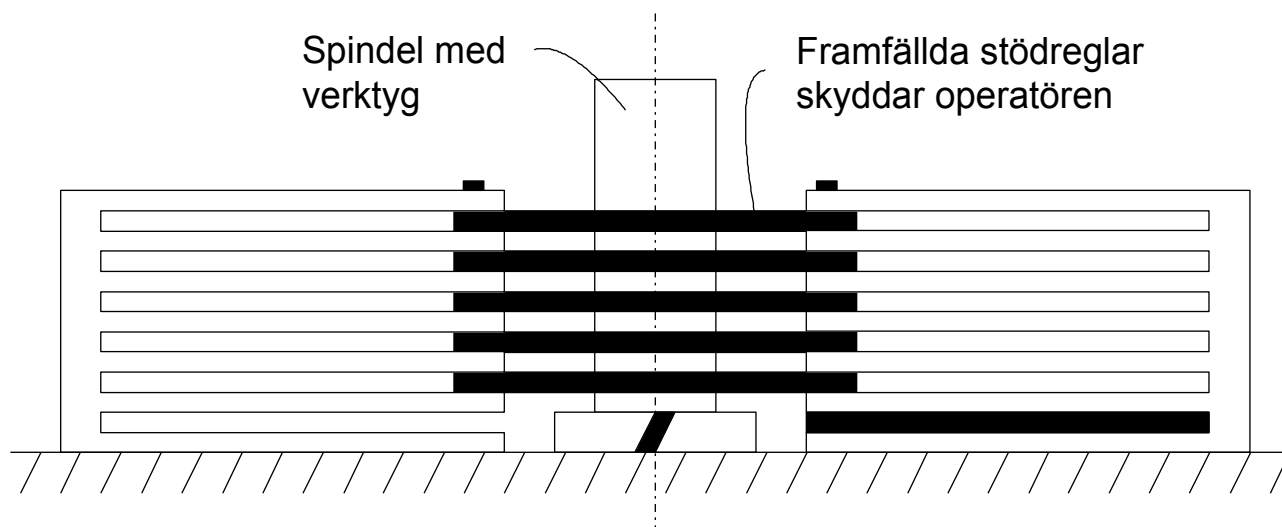
Chuckspindeln, i vilken verktyget kläms fast mellan backar (jämför bormaskinens chuck), möjliggör användande av t.ex. överfräsverktyg i bordsfräsen.

För att ytterligare förtydliga bilden av bordsfräsen ges här några typiska maskindata för en normal bordsfräs.

- Bordsstorlek ca. 1000x1000 mm.
- Spindeldiameter 30-35 mm.
- Höjdförändring av spindeln ca. 120 mm.
- Snedställbarhet av spindeln (i tillämpliga fall) 0-45 °.
- Spindelvarvtal 2500-10000 rpm, 4-5 olika steg.
- Motoreffekt 3-10 kW.

I [49] ges också exempel på specialtillämpningar av bordsfräsar med två eller flera spindlar.

Bordsfräsens största nackdel är att den är en farlig maskin att arbeta med. Den är en av de två, tre träbearbetningsmaskiner som ger upphov till flest arbetsskador. Skadorna är dessutom ofta allvarliga, exempelvis amputationsskador på fingrar och händer. Den främsta anledningen är naturligtvis att man arbetar med händerna nära det roterande fräsverktyget, alltför ofta utan att använda skyddsutrustning korrekt. I [140] ges några exempel på tekniska hjälpmedel som skall skydda bordsfräsens användare samtidigt som produktiviteten kan höjas. Anordningarna som presenteras är matarverk, integralanhåll med infällda stödreglar (figur 67), klämfästen med stoppanhåll, bordförlängning med stoppklossar, hållare för korta arbetsstycken samt ett överskydd med instyrningskil. För en utförligare beskrivning hänvisas till [140].

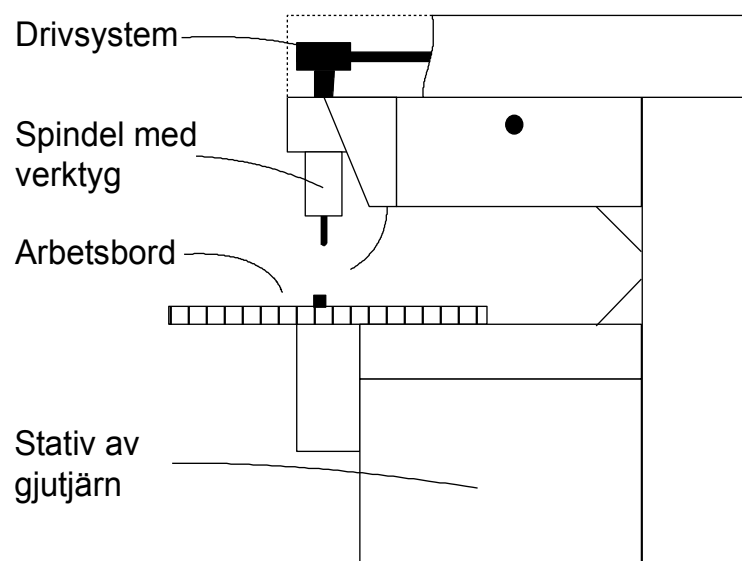


Figur 67: Integralanhåll med framfällda stödreglar.

Överfräsen:

I en överfräs bearbetas arbetsstycket ovanifrån. Fräsverktygen har ofta liten diameter, vilket innebär att fräsmaskinen måste dimensioneras för höga varvtal, normalt ca. 6000-25000 rpm, men i speciella fall ända upp till 50000 rpm. Verktygen klarar vanligen både axiell bearbetning (som borring) och sidbearbetning, vilket medför att fräsning kan ske i alla de tre huvudbearbetningsriktningarna samtidigt. Detta ger överfräsen dess goda flexibilitet.

Överfräsmaskinens huvudbeståndsdelar är ett stativ av gjutjärn, ett arbetsbord och en spindel med tillhörande drivsystem (se figur 68).



Figur 68: Överfräsens huvudbeståndsdelar.

På den "klassiska", manuellt matade överfräsen är arbetsbordet inställbart i höjdlid, och kan på vissa maskiner även snedställas. I arbetsbordet, mitt under spindeln, sitter ett styrostift. Detta används till styrning av mallar vid konturfräsning. Systemet med styrning efter mallar

möjliggör tillverkning av mycket komplicerade konturer och profiler. Vissa system klarar också av att följa en tredimensionell mallstruktur.

Om drivningen av spindeln kan nämnas att det finns tre principiella sätt att åstadkomma de höga varvtal som krävs för de små verktygen. Dessa är direkt drift med synkronmotor, remdrift med flatrem och, vid varvtal över 20000 rpm, en tryckluftdriven motor.

I [49] nämns ett par exempel på speciella typer av överfräsar. Den ena har en flytande (lätttrörlig) spindel, vars rörelser styrs av ett tryckluftbaserat kännetecken- och kopiersystem. Konstruktionen medger framställning av ytterst komplicerade produkter, som t.ex. spiralformade bordsben. Den andra specialmaskinen är den s.k. sinkmaskinen, som bland annat används till sinkning av lådor o.dyl., fräsning av gradspår och urfräsning för beslag. Sinkfräsens spindel är rörlig i tre dimensioner (exklusive rotationen). Då man fräser sinkningar används en speciell delningsskena, som tillser att avstånden mellan sinkningarna blir exakta. Arbetsstycket hålls som regel fast av pneumatiskt manövrerade tryckbackar.

Under senare tid har de numeriskt styrda överfräsarna alltmer tagit över de manuella överfräsarnas uppgifter. Mer om detta nedan.

Kopieringsfräsen:

Kopieringsfräsen används då man vill framställa produkter som är asymmetriska i både tvär och längsled. Med denna kan man tillverka svängda föremål som t.ex. bords och stolsben, slägg- och hammarskaft, träben, mm.

Kopieringsfräsen arbetar med ett snabbt roterande verktyg mot ett långsamt roterande arbetsstycke. Verktyget är relativt smalt och litet, och är monterat på en längsgående verktygssupport. I både längsled och tvärsled styrs verktyget från en schablon, via en kopieringsanordning.

10.2.4 Hyvlar

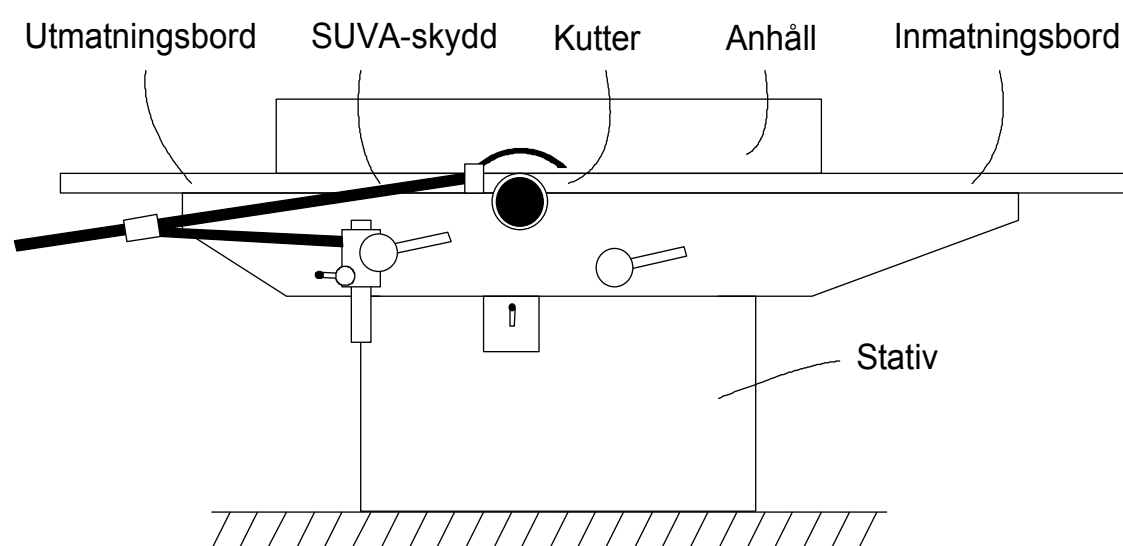
Hyvlarna delas oftast in i rikthyvlar, där man först hyvlar en sida plan, och planhyvlar där man utnyttjar en plan sida och sedan hyvlar motstående sida plan. Samtidigt awerkar man trädetaljen så att den erhåller rätt tjocklek. Större hyvlar delas också in i listhyvlar och riktlisthyvlar. Dessa har oftast flera kuttrar efter varandra så att alla sidor på ett virkesstycke är hyvade när det kommer ut ur maskinen. Dessutom finns sk universalhyvlar, se nedan. Avsnittet bygger i huvudsak på [49].

Rikthyveln:

Den enklaste av alla maskinhyvlar är rikthyveln. Den används till att rikta virke, d.v.s. hyvla en eller två närstående sidor så att de blir absolut plana. Skevhet och kupighet hyvlas bort.

Matning av arbetsstycket sker mestadels för hand, från inmatningsbordet, över kuttern, till utmatningsbordet. Det sistnämndas ytplan tangerar exakt kutterns skärcirkel. Skärdjupet regleras genom att variera inmatningsbordets höjd.

Rikthyvelns huvuddelar är stativ, in- och utmatningsbord i gjutjärn, ett anhåll samt en kutter, se figur 69.



Figur 69: Rikthyvelns huvuddelar.

Typiska maskindata för rikthyvlar är:

- Total bordslängd 2,2 - 3,0 m.
- Arbetsbredd = kutterbredd 400 - 550 mm.
- Kutterdiameter ca. 100 mm.
- Kuttervarvtal 4000 - 5000 rpm.
- Antal stål i kuttern 2 - 4.
- Motoreffekt 3 - 4 kW.

Vid hyvling i rikthyvel är det mycket viktigt att hela tiden pressa arbetsstyckets hylade sida mot utmatningsbordet. Annars kan skevhet och kupighet kvarstå även efter hyvlingen.

Vid riktning av två mot varandra vinkelräta sidor, riktas först flatsidan på vanligt sätt. Därefter riktas kantsidan genom att den först riktade ytan trycks mot anhållet och kantsidan förs över kuttern. Anhållet har innan detta ställts in i rät vinkel mot in- och utmatningsbord.

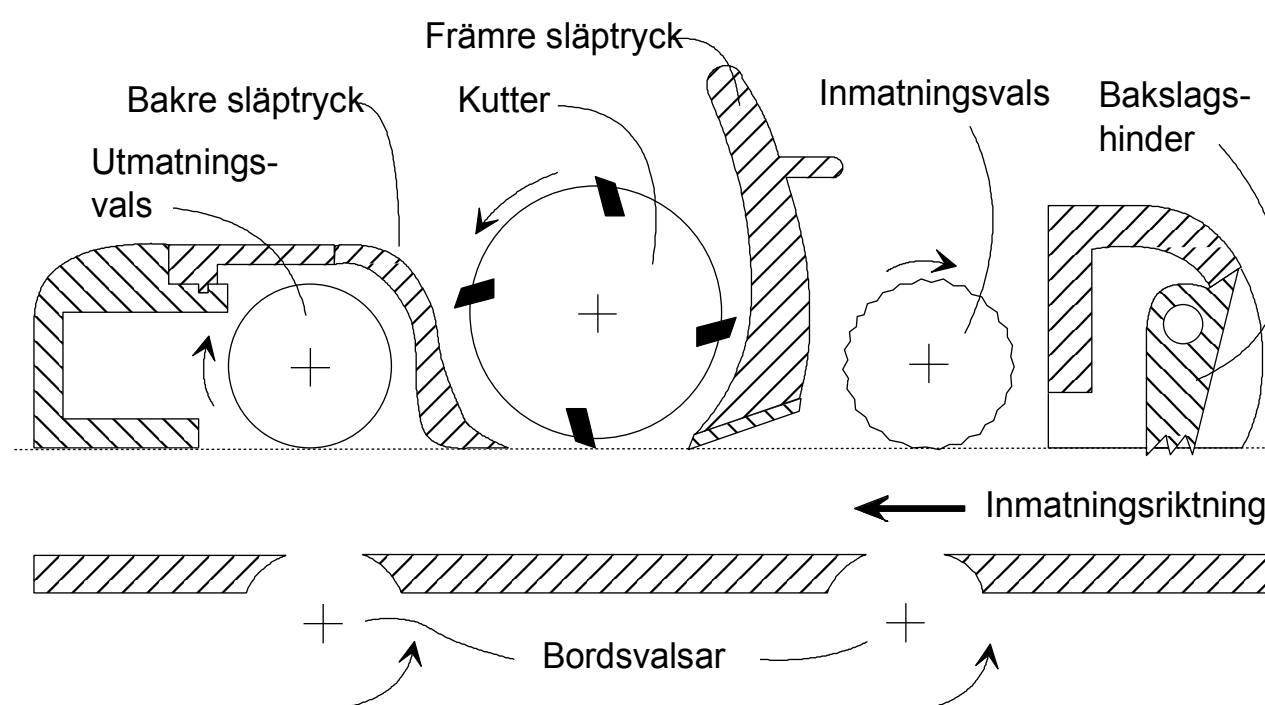
Rikthyveln kan vid hyvling av stora produktionspartier förses med ett matarverk. Den kan också i vissa fall förses med riktverk, bestående av en vertikalställd kutter och ett anhåll. Plansida och kantsida hyvlas i detta fall samtidigt.

Maskinen är alltid försedd med ett s.k. SUVA-skydd. Detta består av ett fjädrande länkarssystem med en skyddsskärm, placerad över den roterande kuttern. Utan detta skydd får rikthyveln ej köras.

Planhyveln:

Planhyvelns användningsområde är tjocklekshyvlning. Arbetsstycket bör ha en riktad sida som vänds nedåt, medan kuttern bearbetar ovansidan. Planhyvelns huvuddelar är ett bord med bordsvalsar, en överliggande kutter, överliggande in- och utmatningsvalsar, ett bakslagshinder, samt främre och bakre släptrycksanordningar, se figur 70. Den önskade virkestjockleken ställs in genom att höja och sänka bordet. Beroende på hyvingsbredd och maskintyp är vanligtvis det maximala skärdjupet mellan 5 och 9 mm. Bordets höjd grov- och finpositioneras oftast med motorer. I vissa fall förekommer dock inställning med en handmanövrerad ratt.

Det motordrivna matarverket består av släta bords- och utmatningsvalsar och av en mönstrad inmatningsvals. Mönstret på denna är till för att ge bra grepp mot virket. Med hjälp av en växellåda ställs matningshastigheten in på fasta lägen.



Figur 70: Kutter och matarverksarrangemang för planhyveln.

De båda släptryckens huvuduppgift är att hålla ned virkesstycket mot bordet. Det främre bidrar, på grund av sin placering nära kuttern, till att leda bort spånflödet. Ett korrekt utformat främre släptryck kan också delvis förhindra okontrollerad splittring av träet framför kuttern.

Planhyvelns typiska maskindata är:

- Hyvlingsbredd (max) 500 - 800 mm. Inom limträindustrin ända upp till 1500 mm.
- Arbetsstyckets maxtjocklek 200 - 300 mm.
- Arbetsstyckets mintjocklek 1 - 3 mm.
- Bordlängd ca. 1000 mm.
- Kutterdiameter ca. 120 mm.
- Kuttervarvtal 4000 - 6000 rpm.
- Antal skärstål 2 - 4.
- Matningshastighet 6 - 20 m/s.
- Motoreffekt 5 - 8 kW.

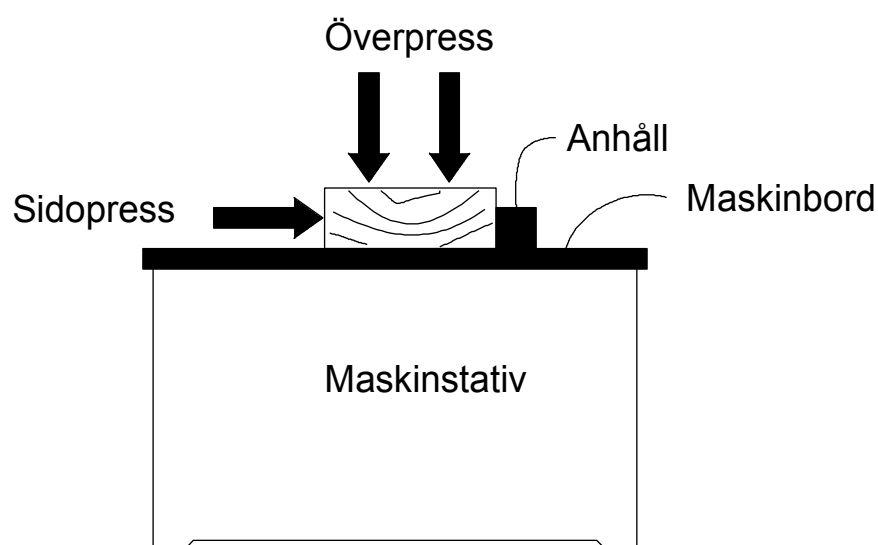
Universalhyveln:

En typ av hyvelmaskin som kan hyvla fyra sidor på ett långsträckt arbetsstycke i en enda genommatning, är den s.k. universalhyveln. Dess vanligaste användningsområden är firsideshyvling av byggnadsvirke, panelhyvling och listhyvling. Den används framförallt på hyvelier som är integrerade med sågverk. Alternativa benämningar är exporthyvel och dimensioneringshyvel.

Universalhyvelns huvudbeståndsdelar är maskinstativ, pressverk och styrningar, matarverk och bearbetningsspindlar.

Maskinstativet tillverkas traditionellt i gjutjärn i antingen ett stycke, eller i separata fram- och bakstycken. En stor nackdel med denna konstruktion är att tillverkaren blir bunden till ett fåtal bearbetningskombinationer. Därför tillverkas idag även universalhyvlar med stativ som är uppdelat i flera sektioner. Dessa sektioner varierar i storlek och innehåller olika bearbetningsenheter som t.ex. överkutter, underkutter, sidokuttrar, rotaplan, stavkutter, bandputs och lamellsåg. Dessutom finns minst en sektion med matarverk.

De anordningar som ombesörjer stabil styrning av arbetsstycket i höjd- och sidled är maskinbord, anhåll, sidopressverk och överpressverk, se figur 71.



Figur 71: Tillhållaranordningar och styrningar på en hyvel.

För att arbetsstyckena skall glida lätt mot maskinbordet, tillverkas dessa i högvärdiga stålqualiteter som bearbetas till mycket hög ytfinitet. Vissa modeller har en inbyggd automatisk rengöringsutrustning. Detta främst för att undvika repor och "glanslinjer" på arbetsstycket p.g.a. att kåda och spån fastnar på maskinbordet.

Anhålllet, eller styrinjalen, är den fasta referensytan för verkets styrning i sidled. Sett i matningsriktningen är anhålllet alltid placerat på höger sida.

Sido- och överpressverken består ofta av fjäderbelastade pressrullar eller av anordningar som släpar över virket. Deras viktigaste uppgift är att stadigt pressa arbetsstycket mot anhåll respektive maskinbord, speciellt vid kuttrarna. Presstrycket åstadkommes vanligtvis med fjädrar eller med tryckluftcylindrar.

Matarverkens uppgift är att transportera virket förbi bearbetningsverktygen. Flera matarvalsar ingår i matarverken, där en övre vals ofta är placerad rakt över en undre matarvals. Antal valsar och deras utformning varierar med maskinens storlek, kapacitet och fabrikat. Allmänt gäller dock att en högre kapacitet kräver flera matarverk, utplacerade längs maskinen. Presstrycket på matarvalsarna uppnåddes tidigare med vikter eller fjädrar, men åstadkommes idag oftast med pneumatiska eller hydrauliska anordningar.

Kuttrarna i en universalhyvel är arrangerade så att arbetsstycket kan hylas på fyra sidor. Underkuttern, som grovhyvlar verkets undersida, inleder oftast bearbetningskedjan. Denna kutter är vanligtvis en rundkutter med 6 - 8 skärstål, med 160 - 180 mm diameter och med ett rotationsvarvtal på 3000 - 6000 rpm.

Rotaplanenheten fungerar på samma sätt som underkuttern, men har en finbearbetande funktion. Detta medför att kraven på rundgångsnoggrannhet, koncentrisk inspänning och

utbalansering är stora. Kutterdiameter 180 - 300 mm och varvtal även här 3000 - 6000 rpm. Antalet stål varierar mellan 6 och 16.

Överkuttern utför en dimensionshyvling av virket. Den bearbetar oftast baksidan på arbetsstycket, varför kraven på ytfinhet normalt inte är så stora. Den har som regel samma mått som underkuttern.

Sidokuttrarna bearbetar virkets kanter. Spindlarna är vertikalt monterade och kan ställas in i höjd- och sidled, och i vissa fall även snedställas. Vanligtvis används fräsverktyg på sidokutterspindlarna. Den högra sidokuttern släthyvlar eller profilerar virket, medan den vänstra dimensionshyvlar eller profilhyvlar detsamma. 4 - 12 skär är normalt, liksom ett varvtal på 3000 - 6000 rpm.

Universalhyvelns sista bearbetningsverktyg är som regel stavkuttern. De verktyg som främst används är fräsar eller sågklingor. Verktøjgets huvuduppgift är att antingen klyva virket eller förse virkesframsidan med profiler.

Lamellsågenheten används, som namnet antyder, då man önskar klyva ett virkesstycke i två eller flera delar, medan bandputsensheten främst används till att ge virkesytan ett alternativt utseende.

Listhyveln:

Mellan universalhyvlar och listhyvlar är det svårt att definiera någon bestämd gräns, men allmänt har en listhyvel följande särdrag:

- Den är snabbt ompostningsbar.
- Den har många inställningsmöjligheter.
- Överkuttern används ofta för profilhyvling. Den placeras efter sidokuttrarna för att underlätta inplacering av profilen.
- Matarvalsarna är ofta ersatta av matarmattor. Dessa är skonsammare mot virket och underlättar hyvling av korta och tunna arbetsstycken.
- Listhyveln dimensioneras ofta för en relativt låg matningshastighet (upp till 50 m/min).

En vanlig bearbetningsenhet i listhyveln är den s.k. universalkuttern. Den används som höger eller vänster sidokutter, under- eller överkutter, för bearbetning i valfri vinkel. Detta är mycket användbart vid hyvling av speciella profiler. Universalkuttern sitter vanligen som ett av de sista verktygen i hyveln.

Riktlisthyveln:

Inom möbel- och snickeritillverkningen kan krokigt och skevt virke ej tolereras. Sådant virke måste därför riktas i både kant- och sidled. Detta kan åstadkommas genom att placera ett s.k. riktbord framför hyveln, som kan vara antingen en universalhyvel eller en listhyvel.

Riktbordet, eller förriktverket består av ett stålbord med anhåll, samt av en underkutter följd av ett antal matarvalsar. Virket förs över bordet längs anhållet över underkuttern. Denna riktar virkets undersida. Det är viktigt att inte överpresskraften är för stor. Då riskerar man att arbetsstycket pressas rakt, istället för att hyvlas rakt.

Då undersidan rakhyvlas, hyvlas samtidigt spår eller faser på denna. Med hjälp av styrlinjaler som passar i dessa spår, hålls sedan virket i rätt position i sidled på dess väg fram till sidokuttrarna. Därigenom får man ett arbetsstycke som är rakt både efter kant- och flatsida.

Maskinen används framförallt inom byggnads- och möbelsnickeriindustrin.

10.2.5 Tappmaskiner

Tappmaskiner används bl a för att fräsa fram tappar i ex vis möbler. Dessa tappar skall sedan passas in i hål som tillverkats med hjälp av sk långhålsborring. Många andra produkter, ex vis taksivor passerar en sk dubbeltapp. I en sådan maskin erhåller man den profil på skivkanterna som man måste ha för att skivorna skall passa ihop med varandra.

10.2.6 Borrmaskiner

Borrmaskinerna delas in i ett antal undergrupper, pelarborr, kvistborr, stämborr, långhålsborr, beslagsborr, manuella och högpresterande centrumtappborrmaskiner. De första två typerna används precis som vanliga borrmaskiner medan stämborren användes för att kunna borra fyrkantiga hål. Maskinen har i stort sett ersatts med sk stämbetlar. Långhålsborrmaskiner används för att borra avlånga hål vilka skall passa till olika former av tappar.

Beslagsborrmaskinerna används i samband med montering av beslag, gångjärn mm.

Centrumtappborrmaskinerna är försedda med sk borrlådor varför man kan borra många hål samtidigt. Centrumavståndet mellan borren är 32 mm.

10.2.7 Kantlistmaskiner

Dessa maskiner används när man skall limma på kanter på bordskivor mm. Enkla manuella maskiner finns, sk kantklämma och smältlimsmaskiner. Smältlim används vanligen för man vill att limmet skall härda omgående. Dessutom finns handmatade maskiner där arbetsstycket förs förbi ett matarverk som

pressar fast listen. Enkelsidiga och dubbelsidiga kantlistningsautomater är vanliga i träindustrin där listerna både matas fram och limmas fast automatiskt under hög fart.

10.2.8 Andra maskiner

I träindustrin förekommer också t ex olika fanéertillagningsmaskiner där man först skär till kanterna på fanéret och sedan lägger samman detta till stora "flak". För att hålla samman flaket tejpas eller limmas skarvarna med tråd av smältlim i ett sicksackmönster.

Olika typer av formatsågar används för att såga skivor till rätt storlek. Dessa kan vara horisontella eller vertikala. Olika typer av pressar är också vanliga t ex när man skall limma fast skivor på ramar vid dörrtillverkning. Pressarna kan vara uppvärmda med varmt vatten, het olja eller el mm. Limning utförs ofta i sk limtriangler eller limhjul vilka ibland är automatiska.

Putsmaskiner består i mindre snickerier av bandputsmaskiner som kan vara vertikala eller horisontella men dessa ersätts alltmera av automatiska sk bredbandputsar. Efter målning kan man ha sk lackslipningsmaskiner där man endast awerkar topparna på lackskiktet. Vid målning används vidare sprutboxar, ridålackeringsmaskiner, listsprutautomater och lackvalsmaskiner. Under senare tid har industrirobotar börjat komma in även i träindustrin, [136] sidan 75.

10.3 Numeriskt styrda överfräsar

M4↓

En maskintyp som är mycket vanlig inom träindustrin är de numeriskt styrda överfräsarna. Trots att dessa är förhållandevis moderna har man upptäckt flera arbetsmiljöproblem. Träteknik i Jönköping har därför tagit fram en speciell spån huv för sådana maskiner. Periferihastigheten på fräsen ligger på c:a 30 m/s vilket innebär att spånorna får just denna hastighet när de lämnar verktyget. Den luftström som finns tillgänglig via spånsugsutrustningen har en hastighet på c:a 20 m/s. Det är således mycket viktigt att försöka placera utsuget så att spånorna av sig själva hamnar i närheten av utsuget. Det är också viktigt att inte fräsa bort mera material än nödvändigt. Dessutom kan man kanske fräsa med ett lägre varvtal vilket innebär att man får större spånor. Vid höga periferihastigheter erhålles en stor andel damm.[141]

10.4 Arbetsskador inom träindustrin

Träindustrin är en farlig arbetsplats. Vid snart sagt varje snickerifabrik finns ett antal arbetare som förlorat delar av fingrar och händer. Man har på senare år försökt att komma tillrätta med detta problem genom att förse maskinerna med skyddsutrustning samt att utforma verktygen så att skadorna blir mindre om olyckan ändå skulle vara framme. Detta har bl a uppmärksamats i [142] där man undersökt hur man kan åsätta ett ekonomiskt värde på de

yrkesskador som förekommer inom möbelindustrin. Trettionio företag i möbelsektorn har undersökts. Det är ju tyvärr ofta så att de är först när man ser kostnaden för skadorna som mer kraftfulla åtgärder tas för att minska antalet olycksfall. Många gånger är det också svårt att få personalen att använda de skydd som ändå finns. I referensen visades bl a att en stor del av kostnaderna för ett olycksfall togs av andra än det företag där personen arbetade. Om företaget i stället såg hela kostnaden skulle troligen intresset för skyddsåtgärder bli större än vad det är idag och kanske skulle det bli allvarliga reprimander till dem som slarvar med utrustningen.

10.4 Alternativ indelning av träbearbetningsmaskiner

Under våren 1995, inom ramen för kursen "Träteknik fk", LiTH, presenterade Tore Strand en sammanställning, opublicerad, av den maskinutrustning som vanligen används för träbearbetning. I sammanställningen redovisas de typiska maskiner som nyttjas i träbearbetningsprocessens olika steg.

Till träbearbetningsprocessen räknas enligt Tore Strand följande steg:

- (Virkestorkning)
- Ämnestillagning
- Formbearbetning
- Ytbearbetning
- Delsammansättning
- Ytbehandling
- Montering
- Emballering
- Interntransporter
- (Utleverans)

För virkestorkning och utleverans redovisas ingen maskinpark, därav parenteserna.

För varje processteg delas maskinerna in i tre tekniknivåer, där "Tekniknivå 1" är den enklaste och "Tekniknivå 3" är den mest avancerade. Eftersom massivträ och skivmaterial ofta bearbetas i skilda produktionslinjer, redovisas maskinparken för massivträ respektive skivor parallellt. Maskinparken för träbearbetning kan delas in enligt nedanstående lista.

	<u>Massivträ</u>	<u>Skivmaterial</u>
<u>Ämnestillagning</u>	Tekniknivå 1:	
	kapsåg	vertikalformatsåg
	klyvsåg	fanérklipp
	bandsåg	fanerfog
	rikthyvel	fanerpress
	planhyvel	
	Tekniknivå 2:	
	kap/sortering	formatsåg med el-stopp
	lamellsåg	fanerautomat
riktlisthyvel	genomloppspress	
Tekniknivå 3:		
optimeringskap	optimeringssåg	
progr. hyvel	membranpress	
<u>Formbearbetning</u>	Tekniknivå 1:	
	justersåg	justersåg
	bordsfräs	kantlistning
	överfräs	bordsfräs
	tappmaskin	radborring
	långhålsborr	överfräs
	stämmaskin	div. bormaskiner
	div. bormaskiner	
	Tekniknivå 2:	
	dubbeltapp	kantbearb.automat (KBA)
	kopierfräs	radborr m. genommatning
	div. materialhantering	div. materialhantering
	Tekniknivå 3:	
	5-axlig CNC	3-axlig CNC
		point-to-point-maskin
	flex. bearb.cell	

Ytbearbetning

Tekniknivå 1:

bandputs	bandputs
kantputs	kantputs
handputs	handputs

Tekniknivå 2:

bredbandsputs	bredbandsputs
trumslip	balkbandsputs

Tekniknivå 3:

krysslipmaskin	krysslipmaskin
----------------	----------------

Delsammansättning

Tekniknivå 1:

Enkla pressfixturer, ingen avancerad teknik.

Ytbehandling

Tekniknivå 1:

sprutbox	sprutbox
----------	----------

Tekniknivå 2:

sprutautomat	sprutautomat
fladderputs	ridålackmaskin
	lackslipmaskin
	IR-härdning

Tekniknivå 3:

elstatlackering	valslackering
mikrovågstorkning	valsridålackering
	UV-härdning
	mikrovågstorkning

Montering

Tekniknivå 1:

Enkla monteringsfixturer

Tekniknivå 2:

limautomater
skåppressar

	Tekniknivå 3:	Automatisk beslagsmontering FAM för skåp
<u>Emballering</u>	Tekniknivå 1:	Manuell packning
	Tekniknivå 2:	Krympfilmpackning Sträckfilmpackning
	Tekniknivå 3:	Flexibel emballeringsautomat Flexibel godssortering
<u>Interntransporter</u>	Tekniknivå 1:	Handtruckar Lyftbord
	Tekniknivå 2:	Eltruckar Transportörer Inmatare/staplare Hängtransportörer
	Tekniknivå 3:	Autotruckar Automatiskt höglager Adresserbara conveyersystem

Indelningen av maskinparken är naturligtvis inte den enda tänkbara, men den ger en god bild av hur man inom träindustrin klassar den maskinella utrustningen.

M4↑

11 MONTERINGSTEKNIK

M4↓

Syftet med kapitlet om monteringssteknik är att påvisa några av de möjligheter och problem som uppkommer i samband med montering av en produkt. Avsnittet inleds med en genomgång av grunderna inom monteringsmekaniken, varefter ämnet behandlas ur träindustrins synvinkel, framförallt med avseende på införandet av automatisk montering.

11.1 Inledning

I en produkts totala tillverkningsprocess, ingår ofta montering som en väsentlig del. Då sammansättningen sker, oftast i slutet av framtagningsskedjan, ökar produktens förädlingsvärde kraftigt. En rationell montering är därför viktig för att undvika höga kostnader för produkter i arbete, PIA. Inom monteringsområdet finns stora möjligheter till kostnadsbesparingar genom exempelvis automatisering, organisatoriska förändringar eller konstruktionsändringar av produkten. Det är dock viktigt att se monteringen som en del av produktframtagningssprocessen i sin helhet. Detta för att undvika suboptimering av kostnader för just monteringen.

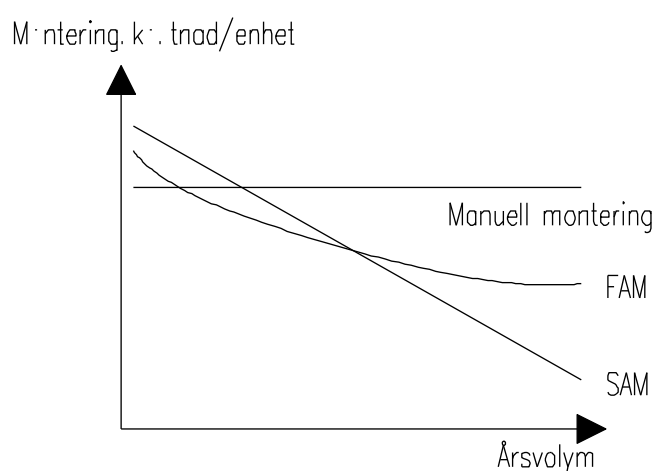
11.2 Vad är montering?

Den fysiska monteringsdefinitionen kan, enligt [143], uttryckas som: "Montering är att sätta samman två eller flera detaljer till ett submontage eller till en färdig produkt". Delarna som skall sättas samman benämns ofta enligt följande:

- Basobjekt: Den detalj till vilka övriga detaljer monteras.
- Detalj (artikel, komponent): De ingående enskilda delar som produkten utgöres av.
- Submontage (delmontage, aggregat): Basobjekt med en eller flera detaljer och/eller andra submontage påmonterade.
- Produkt: Det färdiga montaget.

De huvudsakliga aktiviteterna i monteringen är transport, hantering, inpassning/sammanpassning samt hopfogning. Transport innebär förflyttning av detaljer till monteringsstället, samt förflyttning av färdig produkt från detta. Till hantering räknas all manipulation inom monteringsenheten, exempelvis hämtning från magasin. Inpassning innebär orientering av detaljer och submontage i förhållande till varandra, varefter sammanpassning kan ske. Hopfogning sker när detaljer fixeras vid basobjektet

Inom monteringsmekaniken skiljer man på manuell och automatisk montering. Den manuella monteringen dominerar vid låga produktvolym eller komplicerade produkter. Automatisk montering kan delas in i stel automatisk montering (SAM) och flexibel automatisk montering (FAM), där SAM innebär montering i maskiner, specialkonstruerade för att montera endast en produkt, medan FAM innebär att monteringsystemet är generellt för omställning mellan olika produkter eller produktvarianter. Figur 72 visar monteringskostnaden för SAM, FAM och manuell montering, som funktion av årsproduktionen.



Figur 72: Monteringskostnad per enhet som funktion av årsvolym. Källa: [143].

I större monteringsystem återfinns ofta en blandning av de ovan nämnda monteringsprinciperna. Det som avgör vilket eller vilka system som används är den tillverkade produktens konstruktion och utformning. Det är därför viktigt att redan i konstruktionsstadiet göra produkten monteringsanpassad. Hur detta kan göras beskrivs närmare i kapitel 11.4.

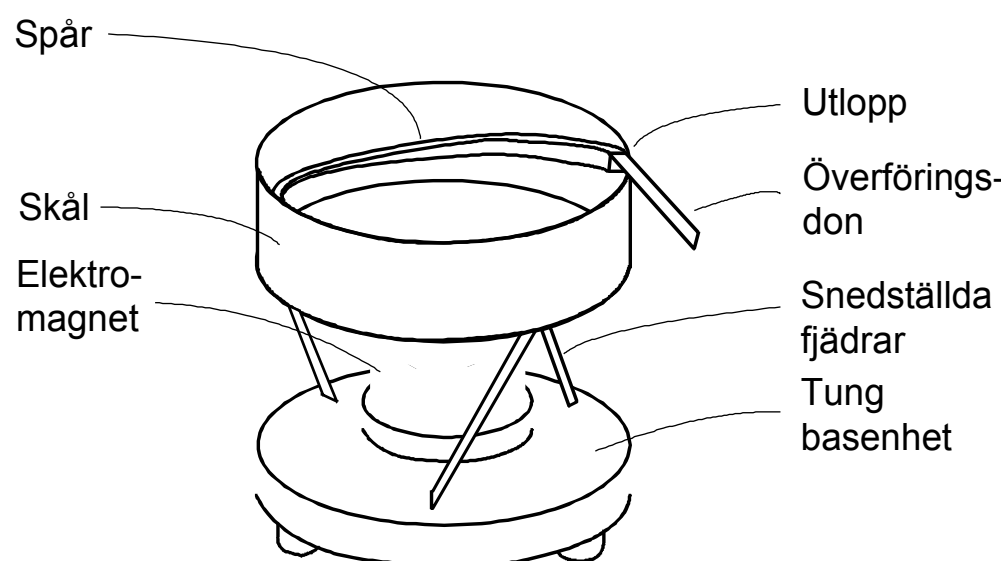
11.3 Monteringsprocessen

För att montering skall kunna genomföras på ett rationellt sätt, krävs att de olika delmomenten i monteringsprocessen är väl definierade. Detta gäller främst vid automatisk montering, eftersom maskiner saknar människans anpassningsförmåga. De förberedande momenten är matning, separering och orientering. Därefter sker gripning, inpassning och sammanpassning av detaljer. Slutligen sker en eventuell hopfogning. Dessutom sker efter monteringen oftast en kontroll av den färdiga produkten.

11.3.1 Matning, separering och orientering

Matningen sker med hjälp av något matardon, vars uppgift är att, i lagom takt, mata fram detaljer till monteringsenhetens hämtaläge. I detta läge skall detaljerna vanligtvis även vara separerade från varandra och korrekt orienterade, varför det i matardonet ofta finns inbyggda funktioner för detta. Den vanligaste typen av matare är den s.k. vibrationsmataren av skåltyp, se figur 73. Matningen av de i skålen placerade detaljerna sker genom en vridande och samtidigt vertikal vibrationsrörelse. Denna får detaljerna att klättra längs de spiralformade

spåren på skålväggen. I spåren finns vanligtvis någon form av orienteringsdon, som ser till att felorienterade detaljer faller tillbaka i skålen. Slutligen, via ett överföringsdon, hamnar detaljerna i monteringsenhetens hämtaläge.



Figur 73: Vibrationsmatare av skåltyp.

Andra vanliga matardon är linjära vibrationsmatare, mattstråmatare, rörmatare, centerbordsmatare, burmatare, roterande skivmatare, centrifugalmatare, krokmatare, trummatare, paddelmatare, elevatormatare och trappstegsmatare. För mer ingående beskrivningar hänvisas till [143].

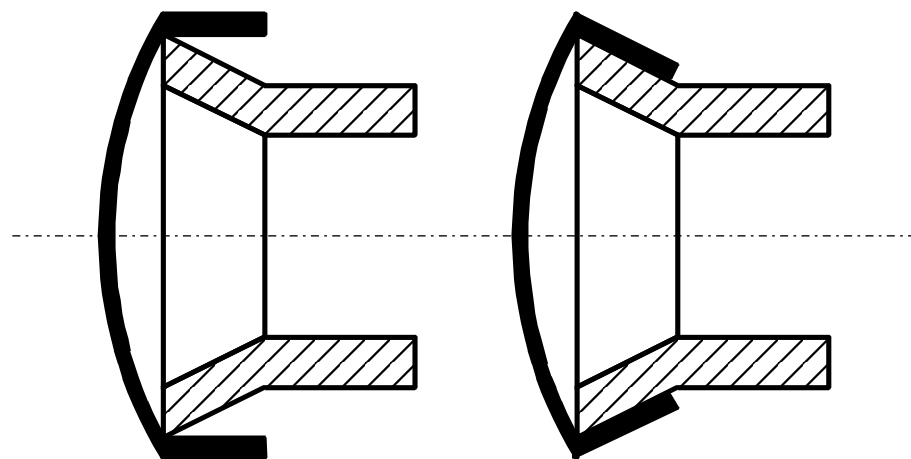
11.3.2 Gripning, inpassning och sammanpassning

Efter matningen av detaljen, skall den flyttas till den korrekta inpassningspositionen. Denna grovpositionering sker vid automatisk montering med hjälp av mekanisk utrustning, exempelvis en robotarm, försedd med ett gripdon. Den påföljande inpassningen sker genom att först finpositionera detaljen, varefter sammanpassning kan ske. Sammanpassningen utförs nästan alltid i någon form av fixtur, som garanterar att basobjektet befinner sig i korrekt position. Dock krävs att monteringsdonet, exempelvis en robotarm med gripdon, har en viss inbyggd adaptivitet, dvs. anpassningsförmåga, för att sammanpassningen skall ske tillfredsställande gång på gång.

11.3.3 Hopfogning

Om hopfogning av detaljerna måste ske, är det en fördel om antalet fästelement är så lågt som möjligt. Helst skall fästelementen integreras i detaljen, men om detta av något skäl inte är möjligt, skall man sträva efter att använda endast ett fästelement för varje fästoperation. Skruv och mutter är t.ex. ej en lämplig kombination vid automatiserad montering.

I allmänhet är förband utan separata fästelement att föredra. Exempel på sådana är pressförband, snäppförband, nabbförband, falsförband (se figur 74) samt olika svetsmetoder.



Figur 74: Falsförband.

Exempel på förband med separata fästelement är skruvförband, nitförband, låsringsförband, pinnförband och clipsförband. Inom träindustrin är det dessutom vanligt med limförband i kombination med tappar.

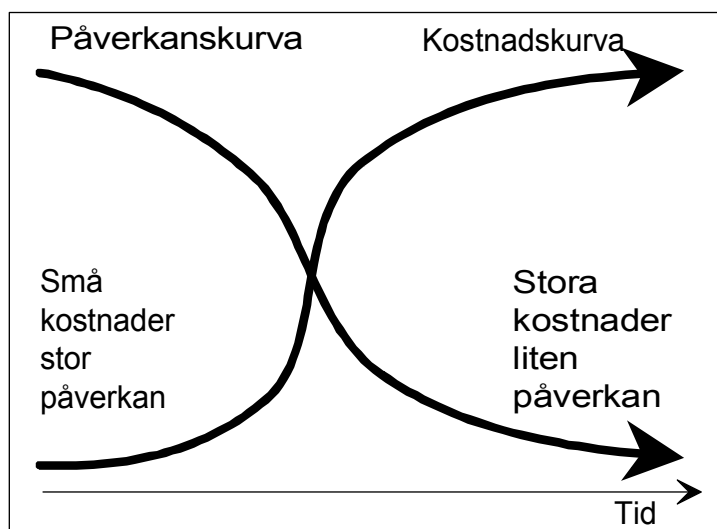
En utförligare beskrivning av de ovan nämnda förbanden (dock ej limförband) återfinns i [143].

11.4 Monteringsanpassad konstruktion

Monteringsanpassad konstruktion, eller DFA (Design For Assembly), innebär att en produkt konstrueras enligt vissa regler, för att den lättare skall kunna monteras. DFA motiveras bland annat av att man i samband med konstruktionen tar beslut som bestämmer ända upp till ca 70 % av produktens totalkostnad. Kostnaden för att konstruera en ny produkt är däremot bara ca 10 % av totalkostnaden. Detta gäller för de flesta typer av industriprojekt, se figur 75. Därför är det viktigt att redan under konstruktionen anpassa produkten för tillverkningsprocessen, inklusive monteringen.

För att åstadkomma bästa möjliga resultat med monteringsanpassningen, krävs en tidig samverkan mellan konstruktions- och produktionspersonal under produktutvecklingen. Detta gäller givetvis även för de andra delarna av produktframtagningsskedjan. Hur man på ett strukturerat sätt praktiskt kan gå till väga för att anpassa en produkts konstruktion till produktion och montering, beskrivs bland annat i [144]. Enligt [143] kan monteringsanpassning i rationaliseringssyfte göras på tre huvudnivåer:

- Anpassning av produktsortiment.
- Anpassning av produktens uppbyggnadsstruktur.
- Anpassning av de ingående detaljerna.



Figur 75: Kostnaderna för att påverka ett projekt är små i början men möjligheterna att påverka är stora.

11.4.1 Anpassning av produktsortiment

Att anpassa produktsortimentet är ej så mycket en fråga om teknik, utan främst en fråga om strategisk planering. Genom att exempelvis dela in sin grundprodukt i moduler, kan man smidigt bygga upp en slutprodukt, helt anpassad efter kundens önskemål. Detta samtidigt som monteringen effektiviseras.

En moduluppbyggd produkt bör bestå av en standardstomme, på vilken varierande detaljer monteras. De variantspecifika detaljerna bör tillföras stommen så sent som möjligt i monteringssekvensen, för att underlätta kundorderstyrd produktion.

De största fördelarna med en modulindelning är att man uppnår:

- Höga tillverkningsvolymerna för variantgemensamma moduler.
- Kortare genomloppstider vid parallell modulmontering.
- Större funktionstillförlitlighet genom att välja moduler som delfunktioner av slutprodukten. Modulerna kan funktionsprovas innan slutmontering.
- En effektivare arbetsorganisation då modularisering av produkten även möjliggör modulindelning av tillverkning och montering.
- En minskning av mängden orderbundet konstruktionsarbete.
- Ökade möjligheter till kontinuerliga produktförbättringar, genom att en modul i taget vid behov kan förändras.
- Enklare tekniköverföring till andra eller helt nya produktfamiljer.

Om modulariseringen ej är tillräckligt väl utförd, kan detta resultera i:

- Ökade transportkostnader på grund av lägre packningstäthet jämfört med transport i lösa delar.
- Merarbete i monteringen om modulindelningen drivs för långt, eller om gränssnitten är felaktigt utformade.

11.4.2 Anpassning av produktens uppbyggnadsstruktur

Anpassning av den enskilda produktens struktur kan ske genom att exempelvis:

- Dela upp produkten i submontage, vilket bland annat ger möjlighet till parallellmontering.
- Minimera antalet detaljer, exempelvis genom integrering av intilliggande detaljer.
- Minska antalet inverkanade mått, för att minska problemen vid inpassning och fogning.
- Möjliggöra montering från ett håll, helst uppifrån, för att minska kostnader för utrustning (robot, fixtur, etc.).
- Använda fogningsmetoder som går snabbt och enkelt att utföra, gärna genom att integrera fästelementen i konstruktionen.

11.4.3 Anpassning av de ingående detaljerna

Anpassning av produktens detaljer kan naturligtvis ske på en mängd sätt. En gemensam strävan bör dock vara att genom konstruktionsförändringarna förenkla de i monteringsprocessen ingående delmomenten (matning, separering, orientering, överföring, magasinering, gripning, inmatning och fogning). Detta gäller speciellt vid automatisk montering. Några exempel på detaljanpassningar ges i [143].

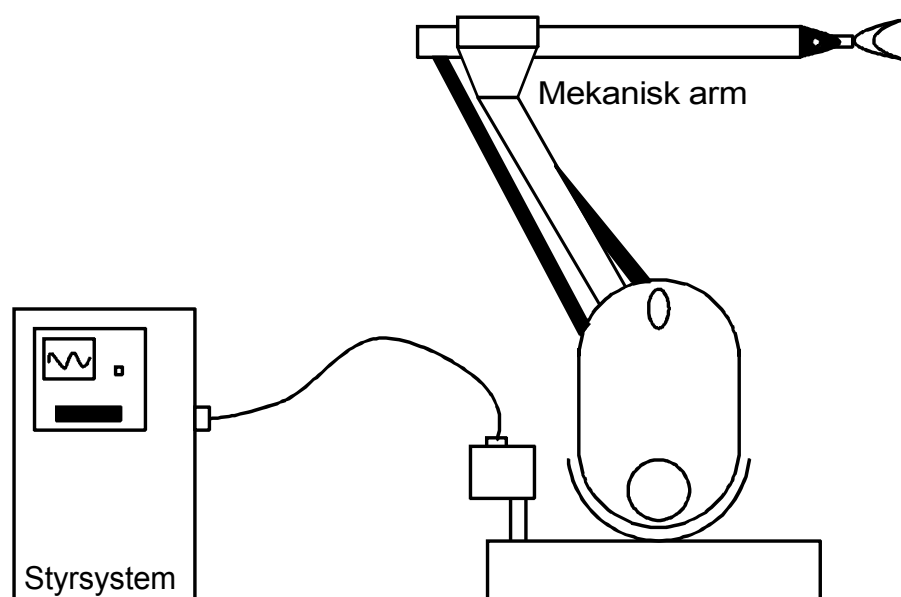
11.5 Något om industrirobotteknik

I [143] definieras en industrirobot som:

"En industrirobot är en automatiskt styrd, omprogrammerbar, universell manipulator med flera funktioner och axlar, som kan hantera material, detaljer, verktyg eller specialutrustning i olika programmerade operationer för en mångfald olika uppgifter."

11.5.1 Industrirobotens uppbyggnad

Industriroboten är i huvudsak uppbyggd av en mekanisk arm med gripdon eller verktyg, samt ett styrsystem, se figur 76. Den har vanligtvis 4,5 eller 6 axlar (frihetsgrader), av vilka tre är till för positionering i rummet och de övriga för att ge det hanterade föremålet valfri attityd (= riktning i rummet) .



Figur 76: Industrirobot med mekanisk arm och styrsystem.

11.5.2 Gripdon

För att kunna hantera föremål måste roboten förses med någon form av gripdon eller verktyg. Inom montering är gripdonen mest förekommande. Dessa delas in i universella, flexibla, flerfunktions-, och stela gripdon.

De universella gripdonen klarar av att gripa och hantera föremål oberoende av geometri, inom ett för gripdonet definierat storleks- och viktintervall. Bästa exemplet är moderna handproteser. Den industriella tillämpningen är mycket begränsad.

Flexibla (adaptiva) gripdon har förmåga att anpassa sig efter detaljens form, begränsat till detaljer av viss storlek och form.

Flerfunktionsgripdonet är, som framgår av namnet, utrustat med flera funktioner. Dessa är i regel oberoende av varandra.

Den absolut vanligaste typen av gripdon är dock de stela. Dessa är specialanpassade till en specifik detalj och har endast en funktion.

De vanligaste *gripningsprinciperna* är vacuumgripning, klämmande gripning, och magnetgripning, av vilka klämmande gripning är den flitigast förekommande. Vacuumgripning är dock mycket tillämpligt inom träindustrin, där det ju är vanligt med hantering av plana detaljer, exempelvis skivor.

11.5.3 Robotar i träindustrin

Industriroboten gjorde under början av 90-talet sitt definitiva intåg i träbranschen. De vanligaste tillämpningarna är olika typer av hantering, montering, slipning och lackering.

Ett exempel på innovativ teknik inom träindustrin är den s.k. "Trätekautomaten", i vilken man, istället för en "vanlig" robot, utnyttjar en CNC-styrd överfräs, eller en "point to point-maskin" till att även hämta och lämna de arbetsstycken som bearbetas i dessa. Detta har möjliggjorts genom ett samarbete mellan Trätek och elva företag, av vilka nio är träföretag. Den tekniska lösningen bygger på att man försett CNC-maskinen med passande hanteringsutrustning, samt med en nyutvecklad överordnad datorstyrning och övervakning. Maskinen hämtar med hjälp av t.ex. ett vacuumgripdon detaljen från ett stapelmagasin, placerat intill fräsen och positionerar den i en fixtur vid bearbetningsläget. Efter avslutad bearbetning förs detaljen till ett "färdigmagasin". En grundligare beskrivning av konceptet ges i [145].

I [146] ges tips och råd om hur ett företag bör gå tillväga, då man förbereder automatisering av montering. Till detta återknyts i kapitel 11.7.

11.6 Monteringsystem

Ordet "monteringssystem" är inget entydigt begrepp, utan kan variera i betydelse från t.ex. en enstaka industrirobotcell, till en hel monteringsfabrik. I de flesta fall kan man dock särskilja tre nivåer.

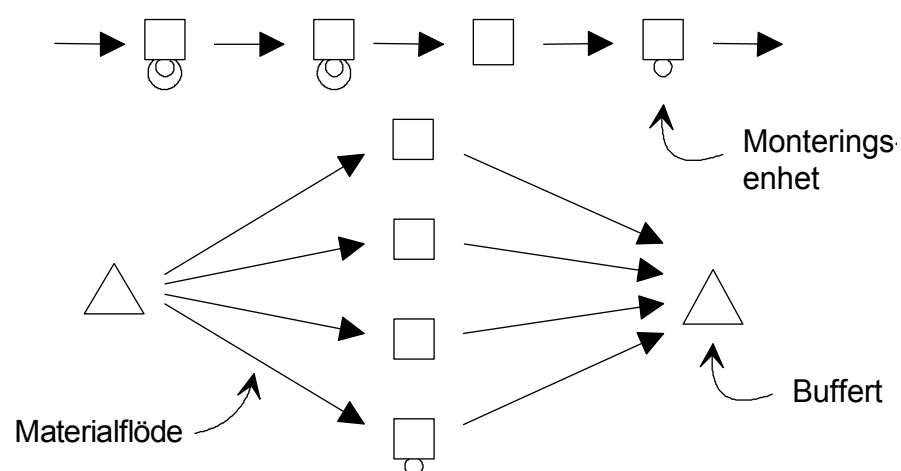
Den lägsta nivån i ett monteringsystem är *monteringsenheten*. Den består t.ex. av montören vid manuell montering, eller av en industrirobot vid automatisk montering.

Nästa nivå är *monteringscellen*. I denna ingår monteringsenheten samt den kringutrustning som uppgiften kräver.

Den tredje nivån är *grupper av monteringsceller*, som kan vara organiserade seriellt eller parallellt, eller i någon kombination av dessa. Samtliga grupper av monteringsceller utgör tillsammans det som kallas *monteringssystemet*.

11.6.1 Materialflöden

För att monteringsystemet skall fungera, krävs ett välordnat materialflöde inom detta. De vanligaste sätten att organisera flödet är antingen som ett *linjeflöde* eller som ett *parallellflöde* eller kombinationer av dessa, se figur 77.



Figur 77: Linjeflöde respektive parallellflöde.

Den största fördelen med linjeflöde är att man får en enkel materialhantering som en följd av det väldefinierade flödet i monteringsystemet. Nackdelarna tar sig främst uttryck i monotona och stressiga arbetssituationer, där montören eller operatören styrs av systemets tempo.

Parallellflöde ökar flexibiliteten i systemet, något som blir allt viktigare då man eftersträvar möjlighet till små produktionsserier. Det anses också lättare att i denna typ av flöde kunna skapa mer stimulerande och omväxlande arbetsuppgifter.

Andra, mindre vanliga, typer av materialflöden är stjärnflöden, korsande flöden och anslutande flöden.

Ett helt annorlunda angreppssätt är att ordna monteringen i s.k. monteringsgrupper, i vilka all montering sker på stillastående objekt, av en eller flera montörer. Detta fungerar bäst om produktens monteringsföljd inte har så stor betydelse. Denna typ av montering är troligen den mest tilltalande ur arbetsmiljösynpunkt.

11.6.2 Människans roll i monteringsystemet

De mänskliga behoven borde alltid vara grunden vid utveckling av tekniska system. Alltför ofta har dock dessa åsidosatts vid utformning av monteringsystem. För att ett arbete skall kännas meningsfullt, bör det uppfylla arbetstagarens behov av att:

- ha ett innehåll i arbetet.
- kunna lära något i arbetet.
- kunna fatta beslut i arbetet.
- vinna anseende och respekt.
- se sammanhanget mellan arbetet och omvärlden.
- se att arbetet kan förenas med framtidsförhoppningar.

Dessutom bör arbetsuppgifterna vara fysiskt varierande.

Vid manuell montering är det viktigt att montörerna inte enbart utför ren montering, utan att de även får ansvara för exempelvis planering av produktionen och för utprovning av den färdigmonterade produkten.

Vid automatisk montering är operatörens huvudsakliga uppgifter planering, laddning/lossning, hantering av fixturer och liknande utrustning, programmering, övervakning och ingripanden. Detta arbetsinnehåll bildar den helhet som är viktig för att operatören skall uppleva arbetet meningsfullt. Möjlighet till ständig kompetensutveckling är också mycket viktigt för en tillfredsställande arbetssituation.

För att förbättra arbetsförhållandena vid stationärt och repetitivt monteringsarbete bör man enligt [147] först undersöka om besvärssymptomen kan åtgärdas genom förändringar i arbetsorganisation och produktionsteknik. Detta istället för att göra djupgående belastningsergonomiska analyser, som endast resulterar i förslag till detaljlösningar på inredning och utrustning. Ger man exempelvis montörerna möjlighet att arbeta i lag med bredare arbetsinnehåll, längre arbetscykler och kontinuerlig kompetensutveckling, uppnår man betydligt bättre effekter på arbetsmiljön. För att ytterligare avärja risken för belastningsskador, kan arbetsplatsen förses med variabel, vridbar utrustning som ständigt kan placera monteringsobjektet i önskad position.

11.7 Införande av automatiserad montering i träindustrin

I [146] ges, som tidigare nämnts, tips och råd om hur ett träföretag, skall arbeta för att lyckas så bra som möjligt vid införande av automatisk montering. Råden är indelade i två kategorier. Den ena kategorin berör de strategiska beslut som måste fattas av företagsledningen. Den andra kategorin skall underlätta för dem som driver projektet samt för de som installerar och trimmar in monteringsutrustningen.

11.7.1 Strategiska beslut

De strategiska punkter som bör beaktas inför automatiseringen är i korthet:

- Produktionsstrategin skall stämma med företagets mål. Kommer man under de närmaste åren producera stora serier eller små, kundorderstyrda partier?
- Hur kommer produkten att se ut i framtiden? Det är viktigt att vara observant på trender som kan leda till stora skillnader från dagens modeller.

- Hur skall produktionen bedrivas i framtiden? Den svenska träindustrin har inte råd att följa med i den tekniska utvecklingen om man inte låter maskinerna arbeta i åtminstone 2-skift.
- Driv arbetet i projektform. Enligt [148] skall man avsätta ordentliga resurser i ett tidigt skede av projektet. Ändringar sent i projektet kan bli mycket kostsamma. (Se även figur 75.) Försök ha rätt person på rätt plats. Låt inte den bäste teknikern administrera papper. Operatörer som skall arbeta i anläggningen måste in i projektet i ett tidigt skede. Detta för att skapa en positiv syn på den kommande investeringen.
- Har företaget rätt personal för att automatisera? Behövs utbildning eller skall man nyanställa? Här är det viktigt med en grundlig förstudie.
- Kombinera manuella och automatiska monteringsarbeten på rätt sätt. Försök skapa så attraktiva arbetsplatser som möjligt.
- Monteringslinje eller parallella arbetsstationer? Utred vad som är lämpligast för den aktuella monteringen.
- Överordnad styrning och övervakning skall planeras. Full effekt av flexibel automatisk montering fås först då man kan styra och ställa om mellan olika produkter automatiskt. Detta sköts lämpligen av ett datorsystem. Dock skall tillses att man har full kontroll över de manuella rutinerna innan datorkraft införskaffas. Undvik s.k. "hemmabyggen" i styrprogrammen.

11.7.2 Praktiska råd

I referens [146] ges vidare 17 råd om hur man skall lyckas i det praktiska projekteringsarbetet. Råden syftar till att den slutliga lösningen skall bli så enkel, smidig och lönsam som möjligt. Nedan ges en kortfattad sammanfattning av de 17 punkterna.

- Satsa i första hand på flexibel automatisk montering, dock ej utan att först ha vägt denna mot andra alternativ. Överskatta ej flexibiliteten i ett automatiskt system.
- Bygg upp det automatiska monteringsystemet stegvis, utifrån en långsiktig plan. En begränsad om- eller utbyggnad är lättare att hantera.
- För att i framtiden kunna hantera produktionsändringar, bör monteringsystemet vara förändringsbart och utbyggbart. Detta gäller både den mekaniska utrustningen och styrsystemet.
- Välj ut lämpliga produkter för automatisk montering. Förenkla och anpassa komponenter och fästelement. Var öppen för nya sammanfogningstekniker.
- Dela upp monteringen i lämpliga submontage.
- Sträva efter så enkla monteringsstationer som möjligt. Det ökar tillförlitligheten och gör systemet lättare att sköta och underhålla.

- För att minska risken för totalt produktionsstopp om något går sönder, bör alla montage tillfälligt kunna utföras manuellt.

De avslutande råden understryker vikten av att samarbeta med sina system- och komponentleverantörer. Ett gott samarbete minskar risken för produktionsstörningar på grund av exempelvis toleransfel hos komponenter. Man bör också se till att få kända, beprövade maskinfabrikat av sin systemleverantör. Låt gärna systemleverantören bygga en fungerande anläggning hos sig, innan installation görs i den egna fabriken.

11.8 Exempel på automatiserad montering inom träindustrin

I de följande styckena ges några exempel på hur den automatiserade monteringen realiserats inom den svenska träindustrin. Exemplet inleds med en beskrivning av automatisk sänggrammontering på Scapa Inter AB i Rydaholm. Därefter följer en presentation av automatisk skåpmontering på Vedums Kök AB och avslutningsvis redovisas hurtsmontering på Kinnarps AB. Dessa tre anläggningar har samtliga levererats av Ingenjörfirma Evert Johansson AB, men andra specialföretag finns givetvis också.

11.8.1 Montering av sänggrammar på Scapa Inter AB

I sin sängfabrik i södra Småland har Scapa Inter AB installerat en ramspikningsautomat i vilken ca. 5000 sänggrammar monteras varje vecka. Monteringscellen betjänas av två personer i två skift. Till varje sänggram matar operatören in två långsidor och två kortsidor, med dimensionerna 40 × 80 mm. Långsidorna är två meter långa, medan kortsidornas längd varierar efter kundönskemål. Det vanligaste ramvirket är furu, men även gran förekommer. De fyra sidorna läggs i en press, varpå hörnen sammanfogas i en spikautomat.

Monteringens följande moment är iläggning och fastsättning av ribborna som bildar sängbotten. Ribborna är tillverkade av gran, då granvirket har de önskvärda elastiska egenskaperna. De lagras i ett magasin varifrån de släpps ned i ramen och skjuts fast med speciella, hartsbelagda klammer. Hartsbelägningen är till för att klammern skall fästa bättre i virket. Till varje ribbände åtgår två eller tre klammer för att uppnå tillräcklig hållfasthet. Antalet ribbor varierar mellan 11 och 16, beroende på ramens storlek.

Efter avslutad ribbmontering staplas sänggramarna helautomatiskt på en pall. Vid behov kan ramarna även vändas helautomatiskt innan de staplas.

Hela monteringsystemet är PLC-styrt, Programmable Logic Controllers, och har egentligen kapacitet att vara helt automatiskt och obemannat. Trots detta har man på Scapa Inter AB valt att ha tvåmansbetjäning. Den ene operatören synar och matar in ramvirket, medan den andre

kvalitetssorterar ribborna. Denna manuella betjäning motiverar man med att en helautomatiserad inmatning skulle ha kostat för mycket, samt att de "maskinella ögonen" ännu inte kan ersätta den mänskliga erfarenheten vid ämnessorteringen.

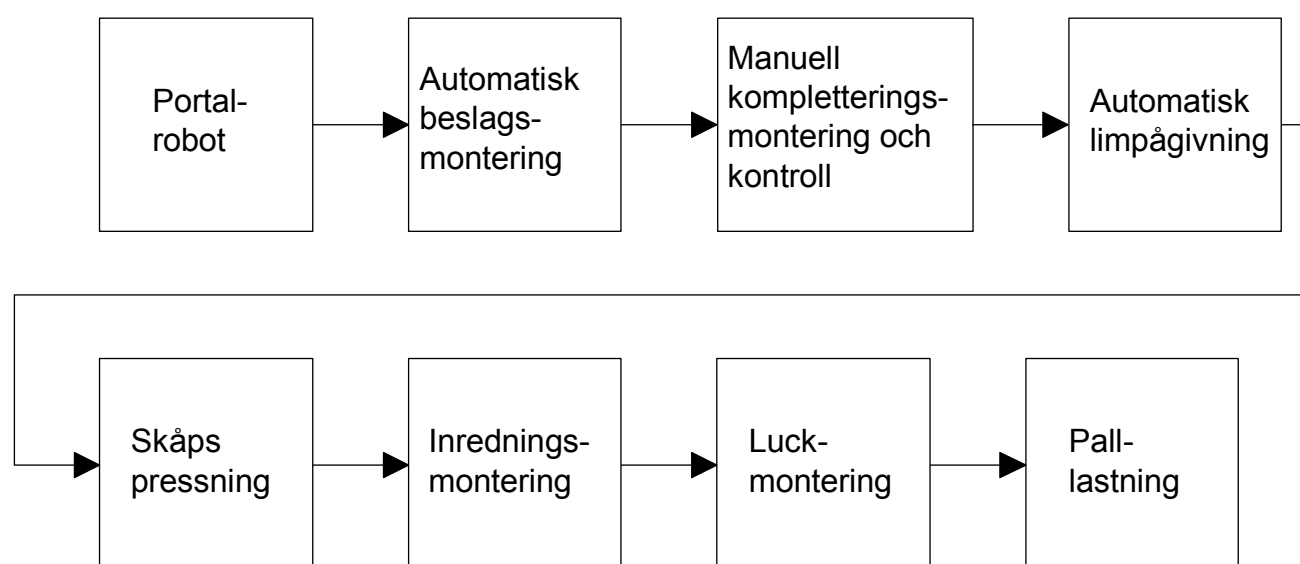
Efter den automatiska monteringen av sängramarna går dessa vidare till åtta manuella monteringsstationer, i vilka sängarna färdigställs med fjädersystem, resårer och stoppning. Om efterfrågan på sängarna skulle öka, har ramspikningsautomaten kapacitet att klara av ytterligare 2000 ramar per vecka, d.v.s. totalt 7000 ramar per vecka.

Efter två månaders drift var man inom företaget helt nöjda med det automatiska systemets produktkvalitet och driftsäkerhet.

11.8.2 Skåpmontering på Vedums Kök AB

På Vedums Kök AB har man sedan -93 monterat köksskåpens beslag automatiskt. Tidigare skedde detta för hand. Den främsta anledningen till att de valde att automatisera beslagsmonteringen var att den manuella monteringen var tung och monoton, med förslitningsskador på rygg och axlar som följd. Dessutom utgjorde beslagsmonteringen en flaskhals i produktionen. Även lönsamheten kunde ökas, eftersom två man på ett dagtidsskift kunde sparas in.

Monteringssekvensen för köksskåpen är följande: En ytportalrobot plockar fram skåpsidorna till en rullbana. Via denna går skåpsidorna genom beslagsautomaten, varefter sidorna kompletteringsmonteras manuellt. Sedan går de igenom en automatisk limpågivare, varpå de tillsammans med topp-, botten-, och ryggstyckena pressas samman till ett skåp. Inredningen plockas in i skåpet och luckorna hängs på. Alla skåp som skall till samma lägenhet ställs slutligen på en lastpall. I figur 78 visas monteringssekvensen schematiskt.



Figur 78: Schematisk skiss över produktionsflödet för skåp hos Vedum Kök AB.

Produktionsflödet styrs av företagets MPS-system. Detta utnyttjas till att åstadkomma ett så jämnt och bra flöde som möjligt, vilket bland annat innebär att man monterar kök för kök. Detta minskar risken för flaskhalsar vid montering av arbetsintensiva skåp.

Projektets genomförande:

Inför ett projekt av den här storleksordningen (2.15 Mkr, 1993), krävs att en mängd beslut fattas. Exempelvis bör en övergripande kravspecifikation upprättas. De faktorer som Vedums Kök AB var tvungna att ta hänsyn till var bland andra:

- Hur många olika skåp skall produktionslinjen klara?
- Kan man minimera antalet skåpsidevarianter?
- Håller borbilder de toleranser som krävs vid automatisk montering?
- Används kantlister med olika tjocklekar, som påverkar avståndet från fronten till hålräderna?

Kraven bröts därefter ner till beslagsnivå. Vilka typer av beslag kunde man behålla, och vilka nya måste införskaffas? Bedömningarna gjordes utifrån följande:

- Hur stora kvantiteter skall monteras?
- Beslagets pris?
- Möjliggör beslaget hantering i magasin och orienteringsmatare? Räcker toleranserna för en driftsäker produktion?
- Finns möjlighet att standardisera och minska antalet varianter som uppfyller samma funktion?
- Vad kostar monteringsmodulen för det aktuella beslaget, och vilken betjäningsgrad skall den ha?

Det visade sig t.ex. att endast ett av fem tilltänkta gångjärnsbeslag var lämpat för automatisk montering.

Liknande bedömningar gjordes för hyllbärare, lådskenor och trådbacksskenor. Resultatet av dessa blev bland annat att hyllbärare, som tidigare var av skentyp, byttes ut mot hyllbärarstift, som anpassades till automatisk montering. Lådskenor och trådbacksskenor byttes till sådana som lämpade sig för stapling i magasin och för automatisk fastsättning.

Beslagsautomaten:

Den beslagsautomat som används på Vedums Kök är uppbyggd på en grundstomme, som i princip skulle kunna användas av alla köksskåpstillverkare. Enligt Vedum Köks behov har denna grundstomme kompletterats med monteringsmoduler för de olika beslagen.

Grundenhetens principiella funktionssätt är att en åkvagn sköter beslagens positionering, medan skåpsidorna matas fram med hjälp av en i djupled inställbar remdrift. Denna lösning medger beslagsmontering på högskåp, bänkskåp och väggskåp med varierande djup och längd.

Vedums maskin är utrustad med tre monteringsmoduler samt en vändstation som efter beslagsmonteringen orienterar skåpsidorna korrekt inför skåpsammanpressningen. Olika monteringsmoduler används för olika beslag. Därigenom kan beslag vid behov bytas ut. Automaten kan även kompletteras med ytterligare monteringsmoduler.

Den första modulen monterar gångjärnsplattor med förmonterade skruvar. Modulen består av en linjärmatare och en orienteringsmatare, vilka matar fram rättvända gångjärnsplattor via en kasränna. Monteringsdelen består av två sammansatta skruvidragare, som med hjälp av pneumatik är positionerbara i tre arbetslägen. Så fort en gångjärnsplatta är färdigmonterad, matas en ny fram.

Den andra modulen monterar hyllbärarstift. En orienteringsmatare matar ut hyllbärarna i fyra slangar, som utgör både överföringsdon och buffert till monteringsenheten. Denna består i sin tur av fyra stift-islagsenheter, placerade på en pneumatisk enhet. Varje islagsenhet är inställd efter skåpsidornas borrhålsrader. Islagsenheterna är flyttbara och det finns utrymme för upp till sex anslutningar i orienteringsmataren. Detta gör det möjligt att flytta borrhålsraderna samt att komplettera maskinen för ytterligare beslag.

Den tredje modulen sköter monteringen av vänster och höger lådskena, samt vänster och höger tråbacksskena. En gemensam monteringsenhet sköter monteringen av samtliga ovan nämnda skenor. Fastsättningen sker genom skruvning.

Skenorna laddas i åtta kassetter, som var och en rymmer ca. 40 skenor åt gången. Då en kassett är tom, växlas en ny automatiskt in. Växlingen sker under drift, vilket reducerar monteringsstiden. Även denna modul är anpassad för relativt enkel omställning till montering av andra skentyper.

M4↑

12 TRÄ SOM HANTVERKS- OCH SLÖJDMATERIAL

Ordet slöjd är ett gammalt nordiskt ord, som härstammar från adjektivet slög, vilket betyder slug, skicklig eller händig. I dag innebär ordet slöjd sådant som är gjort för hand, utan alltför stor maskinell hjälp.

Trä är i allra högsta grad ett hantverks- och slöjdmaterial. Det är ett levande naturmaterial, och varje slöjdat föremål får sin egen av slöjdaren präglade personlighet.

Alltsedan det gamla bondesamhället, har olika metoder och konstruktionstekniker utvecklats, först i varje hem, och senare av bysnickare och andra hantverkare när hemtillverkningen minskade. Många av dessa gamla tekniker har sedan i vår tid kunnat överföras till maskinell tillverkning.

Många av våra svenska träslag lämpar sig mycket väl för slöjd. Särskilt väl lämpar sig träd och buskar vuxna i en trädgård, till skillnad från sådant trä som man hittar i brädgården. Detta därför att trädgårdens träd och buskar har en ved som är tät och fast, och lämplig att skära och svarva i. Dessutom är den ofta väldigt vackert tecknad.

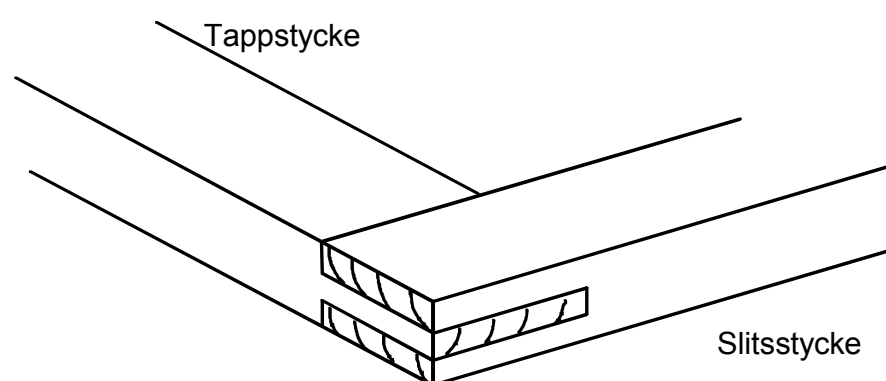
Det finns nästan oändligt mycket att skriva när det gäller olika hantverksmetoder i trä, och vad man bör tänka på vid konstruktion av trämöbler m m. T ex vad som är upp och ned på träet, att man inte kan sätta ihop en låda eller ett skåp hur som helst, eftersom träet rör sig. Vidare att kärnsidan bör vara utåt på en möbel p g a att denna är hårdare och att torrsprickor ofta uppträder på andra sidan. Att man bör klyva brädor som är bredare än 100 mm, och sedan limma ihop dem igen för att de inte ska slå sig, och mycket mycket mera. Därför nämns här bara kortfattat några olika sammansättningstekniker, som är ett mycket stort område, samt väldigt lite om faner och basning.

12.1 Sammansättningar

12.1.1 Några vanliga sammansättningstekniker

Det finns många olika tekniker för träsammanställning, och de flesta som används i dag är mycket gamla och traditionsfyllda. Det är egentligen bara metoden att utföra dem, som skiljer sig från förr, dvs maskiner har ersatt handverktyg. Här nedan följer ett antal exempel på olika sammansättningar.

Slitsning

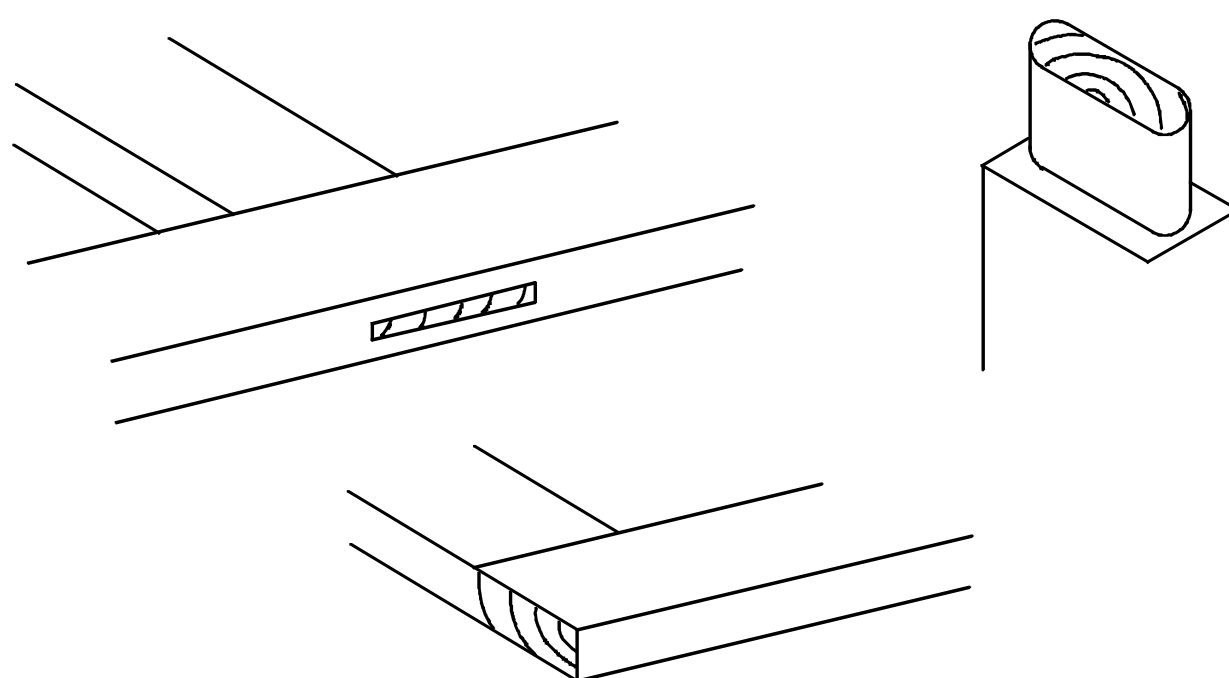


Figur 79: Slitsning.

Denna teknik används för sammansättning av ramträ och liknande hörnförband.

Sammanställningen, som blir synlig i hörnets ytterkanter, består av en slits och en tapp, där slitsens breddmått bör vara ungefär en tredjedel av ramträets tjocklek.

Tappning

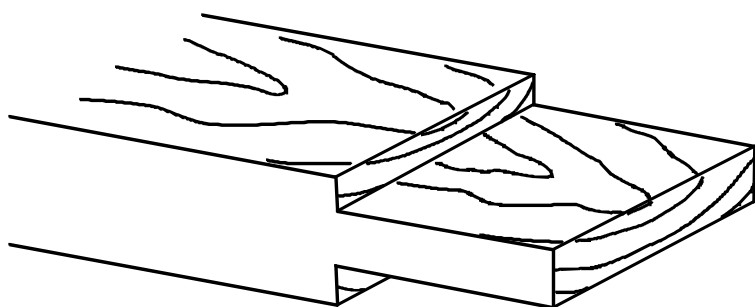


Figur 80: Exempel på olika tappningar.

Tappning kan användas till både hörnförband och T-förband. Sammansättningen består av tapp och tapphål, och kan om så önskas, göras helt dold, genom att inte låta tappen och tapphålet gå rakt igenom arbetsstycket. Tapphålet behöver inte vara djupare än fyra gånger tapp tjockleken för att full styrka ska fås i tappningen. Man kan dessutom välja att avrunda tappen och tapphålet.

Slitsning och tappning kan tillverkas med olika grader av passning. Först tillverkas tapphål och slits, och därefter tappen. Det är alltså tappens tjocklek som reglerar passningen.

Om man vill ha en riktigt tät och stark sammansättning, kan man tillverka tappen något för tjock och sedan passa den genom att knacka samman den med en hammare. Sedan när man limmar ihop delarna sväller tappen ut igen. Denna metod är dock en ren hantverksmetod och är olämplig att använda vid tillverkning i större återkommande serier. I stället får man göra sammansättningen efter noggrann måttsättning med toleranser, och därmed måste man också se till att trä till tappningar och slitsningar är väl torkat och acklimatiserat. Man bör dessutom tänka på att välja ytbräda där årsringarna ligger enligt figur 81, eftersom krympningsrörelsen är mindre i träets radiella led än i dess tangentiella.

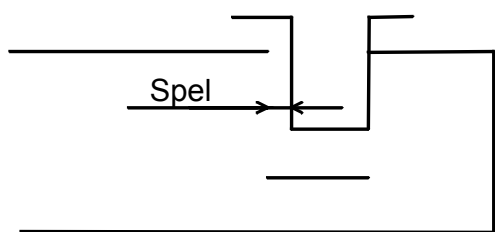


Figur 81: Tappstycke uttaget ur ytbräda.

12.1.2 Olika typer av passningar

Styrpassning och skjutpassning

En del sammansättningar har bara en styr- eller glidfunktion, och görs med större eller mindre spel. Styrpassning har litet spel medan skjutpassning har stort spel.



Figur 82: Styr- eller skjutpassning.

Limpassning och hård limpassning

De flesta sammansättningar ska limmas, och även om limmet har en bindande funktion, måste passningen vara tät. En limpassning ska vara så hård att man med svårighet orkar få ihop sammansättningen med handkraft, och en hård limpassning ska man bara orka få ihop till hälften, utan hjälp av spännverktyg.

Presspassning

Presspassning är den hårdaste passningen, och till denna används inte lim. Den passas så hårt att man måste använda slag- eller spännverktyg redan från början för att få ihop den. Den används främst till större konstruktioner, tex vävstolar.

12.1.3 Spikförband

Inom möbelindustrin används inte sammansättningar med spikförband lika mycket som i byggnadsindustrin. Det är i princip bara ryggar och lådbottnar som spikas fast, och då sker det i regel med tryckluftsdrivna spikpistoler, som laddas med antingen spik eller klammer.

Montering av ytbehandlade lister och paneler (t ex på dörrar) görs ofta med spikförband. Då är det i de flesta fall så att utseendet är viktigare än styrkan, och för att få en hel och felfri yta måste man använda en spikdrivare (dorn) för indrivning av sista delen av spiken. Annars blir det lätt diken i träet runt spikhuvudet.

12.1.4 Skruvförband

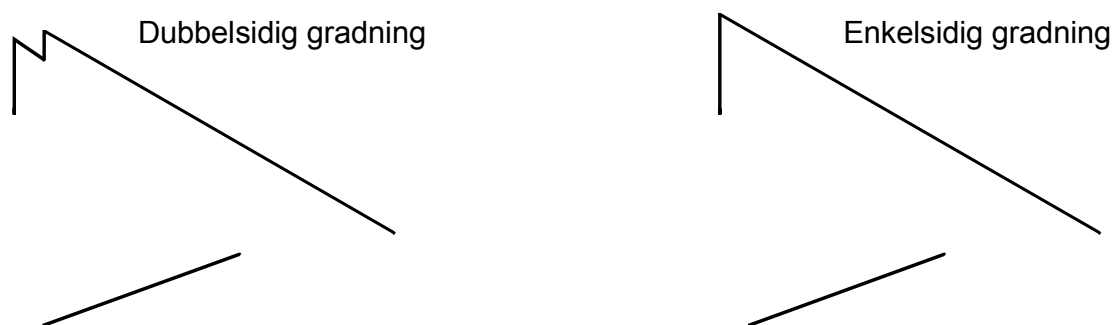
Skruvförband förekommer i stor utsträckning inom träindustrin, och kan indelas i tre huvudgrupper: monteringar med dolda skruvar, monteringar med synliga skruvar, samt beslagsmontering. Som exempel på monteringar med dolda skruvar kan nämnas socklar och skivor på sängar och bord. Synliga skruvar kan bli nödvändiga på ställen där det är svårt att anbringa tryck vid limning, och dessutom på lister och liknande som man lätt vill kunna demontera.

12.1.5 Några andra träförband

Dubbelsidig och enkelsidig gradning

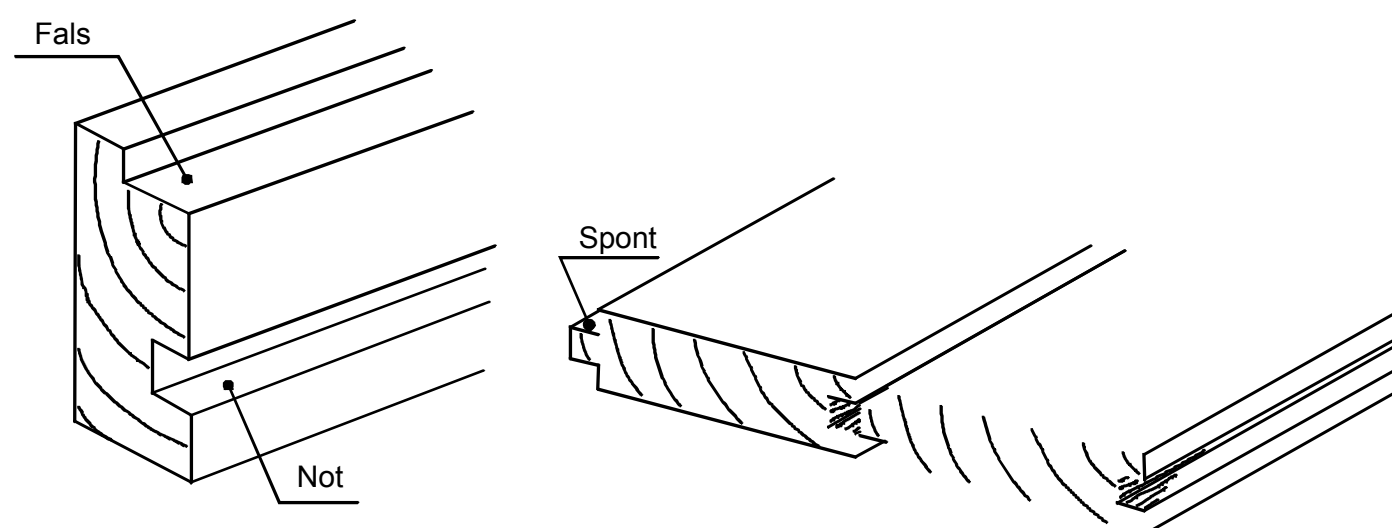
Gradning är en metod som tillämpats i århundraden, och förknippas väl med rent hantverk, då den alltmer har fått ge vika för snabbare metoder, som t ex rundtappning, se figur 83. I vissa fall är metoden dock oundviklig. Tillverkningen sker då i sink- och gradmaskin, och man använder ofta samma gradfräs till både spår och tapp.

Ska det göras riktigt hantverksmässigt används stämjärn, en speciell gradsåg, en grundhyvel för gradspåret och en gradhyvel för gradtappen.



Figur 83: Dubbelsidig respektive enkelsidig (ensidig) gradning.

Falsning och notning



Figur 84: Falsning och notning.

Fals och not är vanliga sammansättningsprofiler vid möbel- och snickeritillverkning, och används i kombination med lim-, skruv- eller spikförband. Notens vanligaste användning är med spontat virke.

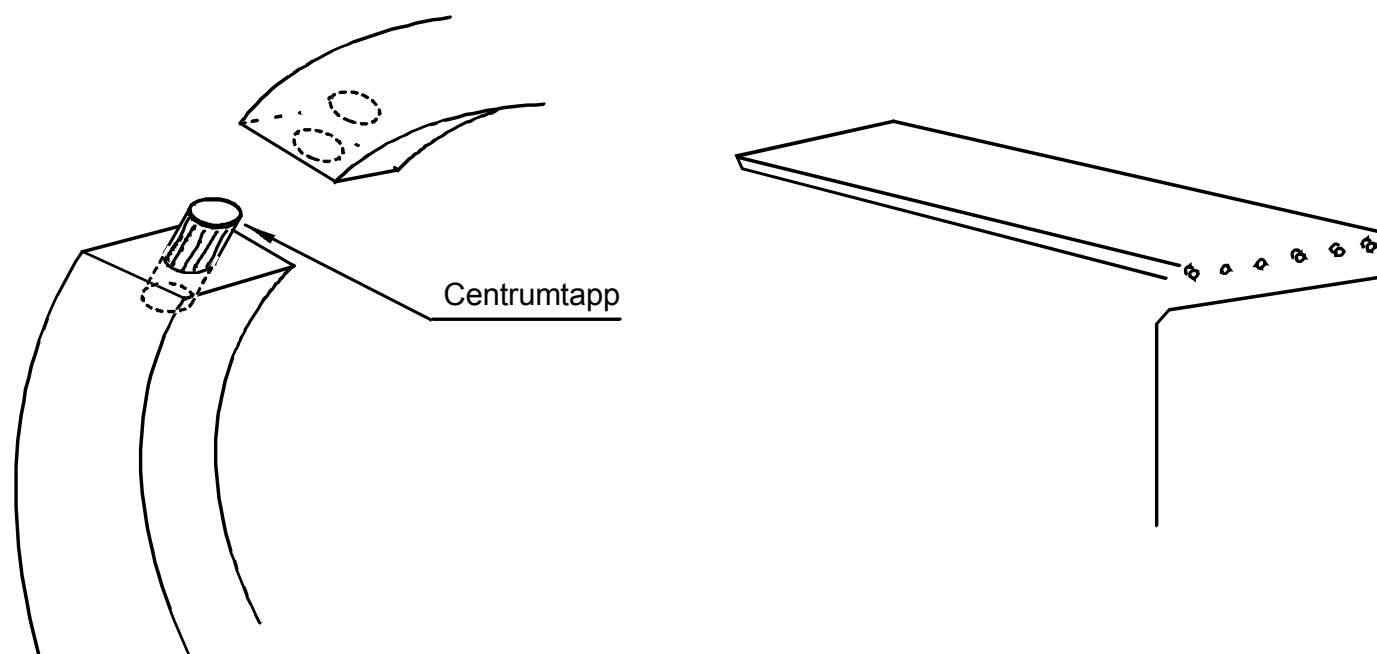
Centrumtappning (rundtappning)

En gammal konstruktion, som fortfarande dominerar vid möbeltillverkning, se figur 85.

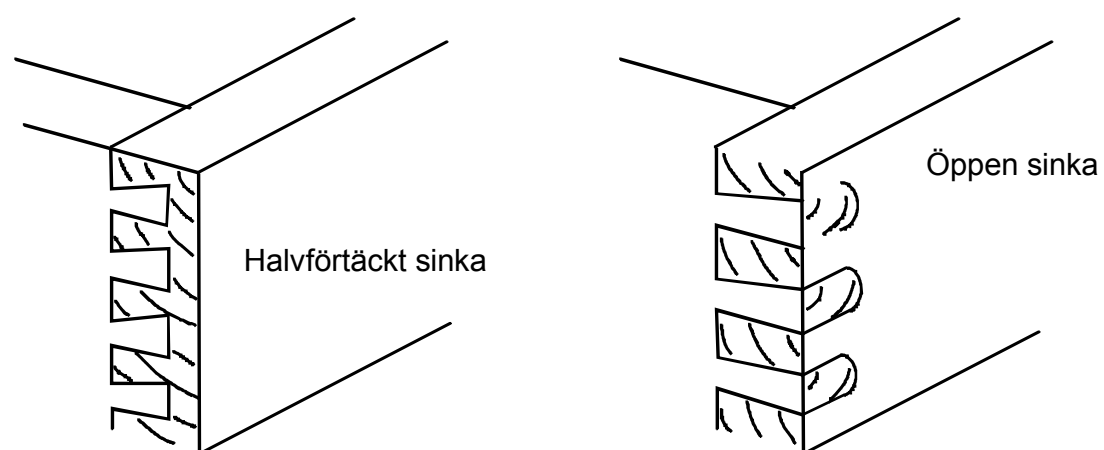
Sinkning

Sinkning är utan tvekan den starkaste och mest exklusiva träsammanställningen för hörnförband, och kan utföras som halvförtäckt, öppen eller helförtäckt sinka, se figur 86.

Slitssinkning har stora likheter med öppen sinkning, men de anses inte vara besläktade med varandra, [149], figur 87.

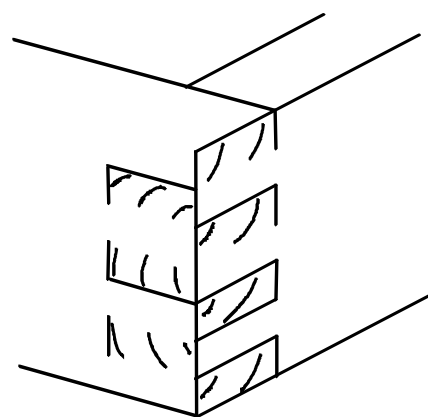


Figur 85: Centrumtappning, rundtappning.



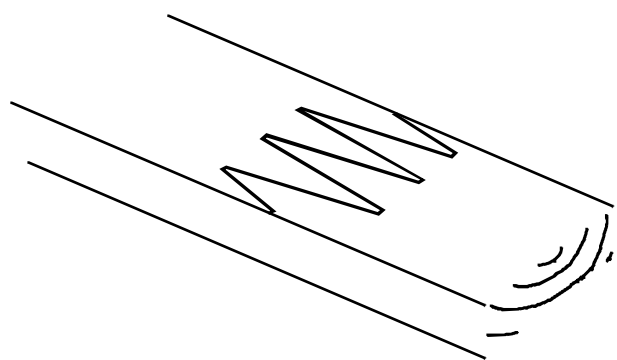
Figur 86: Halvförtäckt respektive öppen sinka.

Slitssinkning görs helt maskinellt, och har i stor utsträckning ersatt vanlig sinkning p g a att alla tapparna i arbetsstycket kan fräsas samtidigt, och då dessutom i hela paket med flera arbetsstycken på en gång.



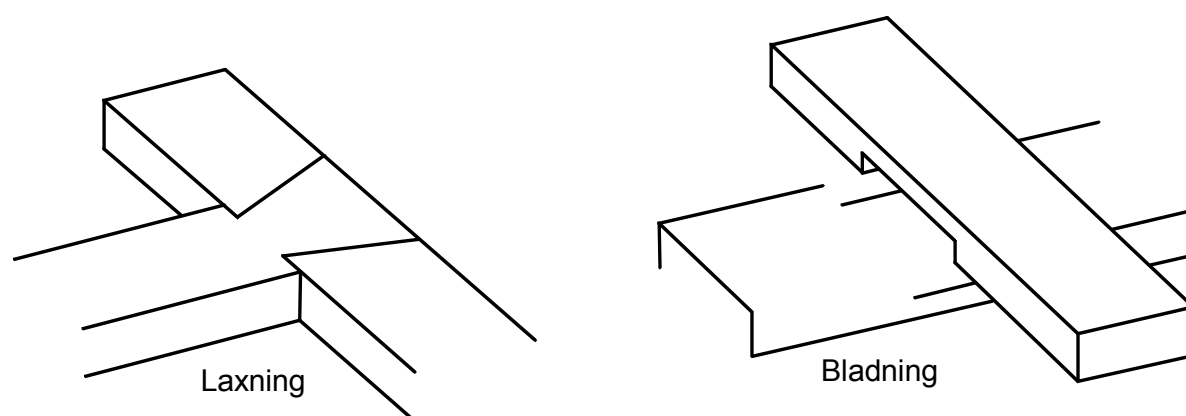
Figur 87: Slitssinkning.

12.1.6 Ändträskarvning och andra typer av skarvning

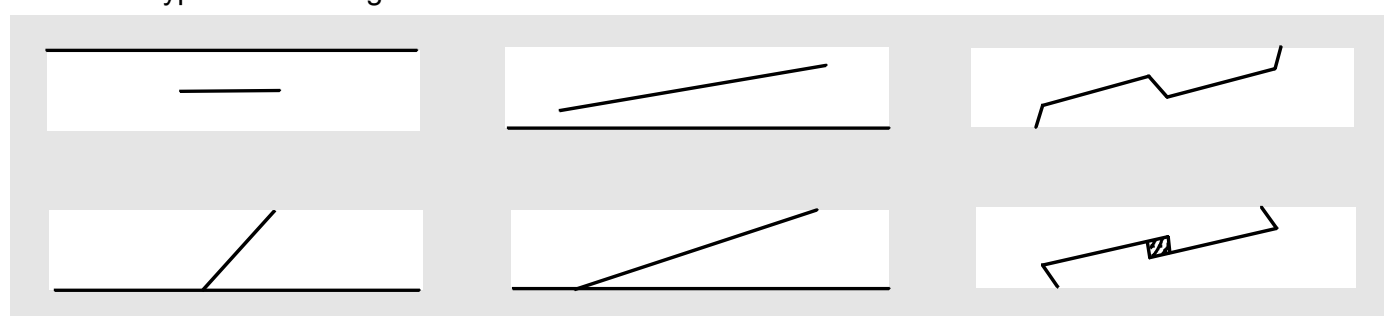


Figur 88: Fingerskarvning.

När man skarvar ihop två ändträbitar, vill man att limytan ska vara så stor som möjligt, i förhållande till tvärsnittsarean. Fingerskarvning är en metod som lämpar sig väl för maskinell tillverkning, och används också i stor utsträckning i dagens moderna möbelindustri. Nedan följer några exempel på andra typer av virkesskarvningar.



Andra typer av bladning



Figur 89: Olika typer av skarvningar.

12.2 Faner på möbler och faner som dekoration

I dag används väldigt ofta lamellträ eller träfiberskivor, som man fanerar med önskat träslag. Detta blir både billigare och enklare att jobba med, jämfört med massivt trä. Billigare på så sätt att man kan använda ädelträ eller helt enkelt trä av bättre kvalitet till möbelns synliga delar, och något billigare träslag till grundkonstruktionen. Enklare för att en lamellskiva eller träfiberskiva inte slår sig på luftens fuktvariationer.

Vid tillverkning av faner används speciellt utvalda stockar som sågas till lämpliga ämnen, för att kunna skäras eller svarvas till olika tjocklekar. I handeln anses skuret faner vara finare än svarvat, för att mönstringen i skuret faner är jämn och lugn. Därför används knappast svarvat faner till möbler.

Faneret som limmas på underlaget under presstryck, måste vara jämnt och smidigt. Använder man ett vattenhaltigt lim, måste man fanera båda sidorna på skivan, annars slår sig skivan när faneret torkar.

Om faneringen görs i dekorativt syfte, limmas faner av olika träslag eller färger i mönster och kallas då inläggning. Antingen kan mönstret vara inlagt i bottenytan (intarsia), eller kan hela ytan täckas av mönsterlagt faner (marketeri). Faner för dekorativ ytbeläggning är ofta tunnare än 1 mm.

12.3 Basning

Basning är en metod att mjukgöra träet, dvs att sänka dess E-modul. Detta används vid plastisk bearbetning av bl a böjträ för möbler.

Basning sker med mättad vattenånga vid nära 100 °C, och träet bör då ha en fuktkvot på 20-25 %. Lämplig tid för uppvärmning är ca 2 min per mm av ämnets tjocklek. Längre tid ger ingen märkbar förbättring.

Vid möbeltillverkning i böjträ basas drygt 1 mm tjockt faner, som skiktlimmas till önskad tjocklek, och sedan placeras i en form, där möbeldelen får torka och anta sin slutliga form. Därefter kan den sågas till och slipas och ytbehandlas som vilken träbit som helst.

13 LIMNING

En av de vanligaste sammanbindningsmetoderna i trämanufakturbranschen är limning. I [24] behandlas problematiken mycket översiktligt, se ex vis sidan 197, varför en något djupare behandling sker här. Texten nedan bygger i stor omfattning på [150] som förhållandevis populärt beskriver modern limteknik. Andra böcker som beskriver lim och limteknik för just trä på ett mera vetenskapligt sätt är exempelvis [151] och [152]. I [150] definieras limning som:

Sammanbindningen av två fasta kroppar med hjälp av ett material, limmet, som fyller ut mellanrummet mellan kropparna, och som är i stånd att föra över krafter mellan kropparna.

Konsten att limma är mycket gammal och redan på faraonernas tid användes lim som då tillverkades av djurhudar och ben. Först i början av 1900-talet påbörjades undersökningar om "varför lim limmar". Trots stora insatser har man inte tillfullo kunnat klargöra processen även om man kommit en bit på väg. Den traditionella förklaringen är att limmet, under sin vätskefas, tränger ner i porer och ojämnheter i materialet och då limmet stelnat har de två detaljerna "hakat fast" vid varandra. Denna första modell brukar kallas mekanisk bindning. Det visar sig dock att man också kan limma helt glatta ytor där limmet inte kan tränga ner i några håligheter, ex vis vid limning av glas. Detta har man förklarat med sk kemiska bindningar. Dessa kan vara av flera olika typer. Mellan atomerna i ett ämne kan elektronerna delvis vara gemensamma. Om sannolikheten för att dessa elektroner befinner sig hos den ena, eller den andra, atomen är lika stor, är den molekyl som bildas elektriskt neutral. Exempel på sådana bindningar finns hos paraffin, bensen eller polyetylen. Den andra typen av bindning mellan atomer innebär att elektronerna oftare befinner sig vid en av atomerna. Molekylen blir då elektriskt laddad, en sk dipol. Exempel är vatten, alkohol och cellulosa. Det finns också en tredje typ av bindningar, sk jonbindning, där en atom helt övertagit en eller flera elektroner. Dessa bindningar återfinnes i salter. De två första modellerna används vid limning av trä.

Mellan olika molekyler finns också sammanhållande sk kohesionskrafter. Molekylerna i limmet hålls då t ex samman på grund av olika polaritet, dvs molekylerna består av dipoler som attraherar varandra. Andra krafter är sk vätebindningar där en vätejon har förmågan att binda till sig inte endast en negativt laddad jon, ex vis syre, utan dessutom flera andra joner. Ytterligare några typer av krafter, bl a dispersionskrafter, förekommer i förklaringsmodellerna, se [150] sidan 11 eller [50] sidan 5.

För att kunna utnyttja de elektriska krafterna i limmet är det viktigt att inse att limmet någon gång under processen måste vara i vätskeform. Detta innebär att de elektriskt laddade

limmolekylerna kan hitta motsatt laddade molekyler att fästa fast vid i ex vis två träbitar. Detta innebär samtidigt att limmet måste väta den yta man ska limma. Vätningen innebär att limmet flyter ut på trädetaljerna istället för att bilda runda droppar på ytan. Limmer som utnyttjar polära bindningar kan endast användas för att limma polära material, i annat fall finns ju inga molekyler att binda sig till. Polära limmer är bl a sk karbamid- och PVAc-limmer vilka beskrivs närmare nedan. Viktigt är också begreppet kritisk ytspänning, dvs den högsta ytspänning som en vätska kan ha för att vätning skall ske. Karbamidlim har ex vis en ytspänning om c:a 70 mN/m medan en "gammal" yta av furu har en kritisk ytspänning om 45 mN/m, se tabell 24 och 25. Notera att spänningen här mäts i mN/m.

Tabell 24: Ytspänning för några vanliga limmer, [150] sidan 14.

<u>Limtyp</u>	<u>Ytspänning mN/m</u>
Karbamidlim	70.6
Fenolresorcinollim	47.7
Kaseinlim	46.6
Resorcinollim	43.2
PVAc-lim	38.5
Nitrocellulosalim	26.0

Tabell 25: Kritisk ytspänning för några olika trätyper, [150] sidan 14.

<u>Träslag</u>	<u>Kritisk ytspänning mN/m</u>	
	<u>"Gammal" yta</u>	<u>"Helt färsk" yta</u>
Furu	45.1	66.1
Gran	44.3	83.2
Douglasgran	47.5	77.3
Bok	42.5	74.3
Ek	14.8	68.9
Teak	54.3	63.3

Karbamidlimmerna väter då inte ytan om man inte hårt pressar ihop de två detaljerna med varandra. När väl vätning skett binder sig dock limmolekylerna hårdare till den fasta ytans molekyler än till de egna molekylerna varför limmer med hög ytspänning ofta är att föredra även om de har sämre vätningsförmåga.

Vid bearbetning av en trädetalj skadas ju ytan på denna. Det är därför viktigt att limmet kan tränga ner i oskadat trä så att det får bra fäste. Detta uppnås m h a kapillärkrafterna men dessa innebär också att limmet i alltför hög grad riskeras att sugas upp, så att det blir för lite

lim kvar i själva fogen. Vid fanéring finns dessutom risk för limgenomslag. I [150], sidan 15, anges också att de bästa trälimmerna tränger in i själva cellväggen och förankras där. Viktigt är också att känna till att en träytas polaritet sjunker med tiden, se tabell 25. Det är således av största vikt att limningen sker omedelbart efter träbearbetningen. Limmet kan vidare "förbättra" ytan så länge det är i vätskeform. Man ska därför inte använda snabbhärdande limmer på gamla träytor.

M4↓

Det finns en speciell test som används för att mäta vätbarheten på träytor som skall limmas. I [153] talas om den sk APA - metoden vilken tagits fram av American Plywood Association. I denna metod droppas en droppe destillerat vatten om 26 ml på träytan och sedan mäts hur lång tid det tar för denna droppe att absorberas. Om denna tid är över 40 minuter anses träslaget mycket svårlimmat. Notera att man måste täcka droppen med en plastskål eller dylikt för att förhindra avdunstning. För träslaget *Liriodendron tulipifera*, visades att denna tid ofta översteg 45 minuter, framför allt när snabbtorkning tillämpats. För ex vis en torkningstemperatur om 220 °C blev vätbarheten för dålig redan efter 26 minuter för samtliga prov.

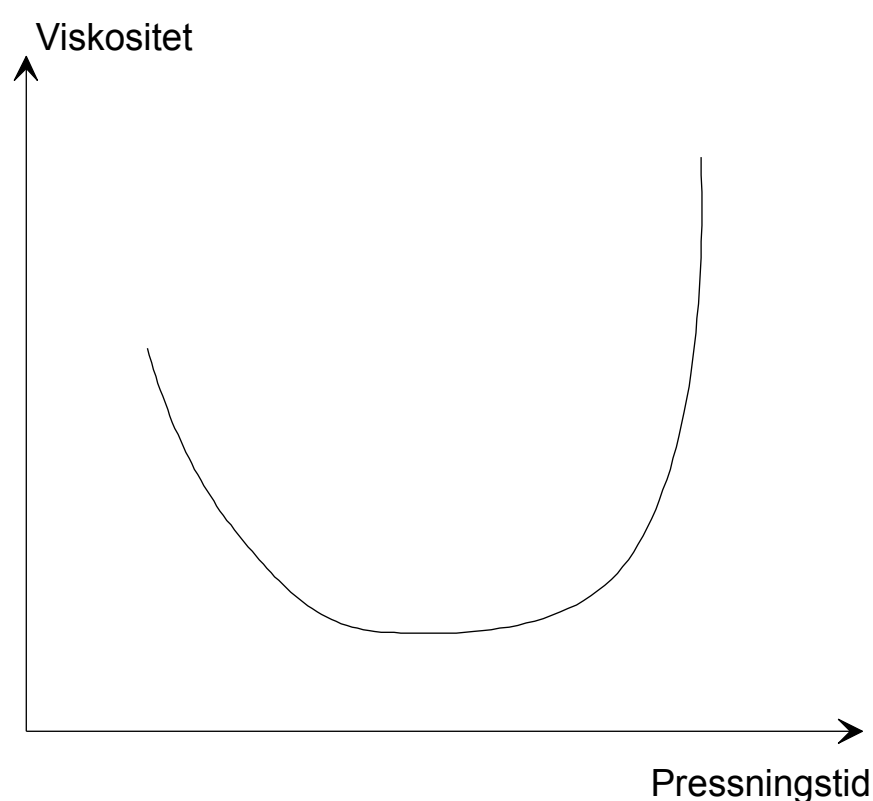
M4↑

En hel del forskning pågår dessutom där man försöker att förändra ytan på trädetaljerna så att limmet väter ytan bättre. En metod man tagit fram är den sk coronametoden där man utsätter träytan för ett kraftigt elektriskt fält [154]. Detta innebär att träytans polymerer förändras vilket i sin tur visats påverka vätbarheten. Behandlingen påverkar främst de sk extraktivämnena i träet medan träets övriga egenskaper synes opåverkade. Detta innebar att man kunde limma sk feta träslag med större framgång och med andra limtyper än tidigare. En uttömmande behandling av olika extraktivämnena i trä finns i [155].

Ovan nämndes att limmet för att fungera måste vara i vätskeform. Detta kan åstadkommas genom att det är smält, eller att det är i en lösning. En äkta lösning är en vätska som är helt klar men en sådan har ofta för små molekyler för att limningen skall fungera. Istället används en sk kolloidial lösning där större molekyler svävar omkring fritt. Ex på sådana limmer är fenol-resorcinol- och epoxilimmer. I den tredje formen, en kolloidial dispersion, svävar sammanslagna molekyler omkring i vätskan. Dispersionerna är grumliga och kan antingen bestå av sk emulsioner eller suspensioner. I det första fallet är det två vätskor som har blandats medan det i det andra fallet är en vätska och fasta partiklar. Sådana blandningar har tendensen att separera, dvs den tyngre fasen sedimenterar. För att motverka detta tillsätts emulgeringsmedel. Många limmer innehåller partiklar av varierande storlek. De små partiklarna fungerar då som ett sådant emulgeringsmedel men om limmet späds ut för mycket

kan halten av dessa bli för låg vilket innebär att limmet separerar i sina två faser. Det är också viktigt att röra om emulsionslimmer så att de ingående partiklarna verkligen svävar i "lösningssväska".

För att få en fungerande limfog måste också limmet övergå från flytande till fast form. Smältlimmerna stelnar ju när temperaturen sjunker och man erhåller därvid de önskvärda bindningarna mellan molekylerna. Någon kemisk reaktion förekommer ej. Vid lösta eller dispergerade limmer sker övergången till fast fas genom att lösningssväska avdunstar. Inte heller här sker någon kemisk reaktion. Epoxilimmet stelnar däremot på kemisk väg liksom polyuretanlim. De flesta limmer inom träsektorn, ex vis karbamidlimmerna härdar dock genom en kombination av kemiska reaktioner och genom avdunstning av lösningssväska. Notera att limmets viskositet först avtar under uppvärmnings- och pressningstiden, se figur 90.



Figur 90: Viskositet som funktion av pressningstid för ett karbamidlim som värmehärdas, [50] sidan 12.

Plötsligt börjar dock härdningen och då sker denna mycket snabbt. De limmade detaljerna kan därför hanteras omedelbart när de kommer ut från pressen. Limmer som utnyttjar kemiska reaktioner får en mycket hög mekanisk hållfasthet och tål dessutom värme, vatten och lösningssväska bra. Limmet är dock oftast sprött. De andra limtyperna ger ett segare lim vilket ibland kan vara en fördel då spänningskoncentrationer undviks, se [150] sidan 18.

13.1 Olika limtyper

Det är vanligt att dela in de olika limtyperna efter ursprungskomponenterna eller efter härdningsprincip. I [50] sker indelningen först i naturliga respektive syntetiska limmer, se tabell 26.

Tabell 26. Indelningsgrunder och ursprung för olika limtyper, [50].

Naturliga:	Stärkelse, dextrin, kåda Ben, hudar och senor Kasein Blodalbumin Soyaböner, jordnötsmjöl Shellack Asfalt Naturgummi Cellulosaacetat och -estrar, natriumsilikat
Syntetiska:	Kemiskt härdande Fenol-formaldehyd Resorcinol-formaldehyd Urea-formaldehyd, UF Melamin-formaldehyd, MF Termoplastiska lim Polyvinylacetat Smältlim, EVA Övriga Epoxylimmer Polyuretan

13.1.1 Naturliga lim

Som nämndes ovan används inom träsektorn ibland animaliska limmer. Genom kokning av ben, hudar mm omvandlas ett äggviteämne, kollagen, till ett nytt ämne, glutin, vilket i sin tur är lösligt i varmt vatten. Limlösningen indunstas och avkyls varigenom man erhåller stora limplattor som sedan mals ner. Limmet kan också säljas som sk limfilm. Den bästa kvaliteten erhålls från hudlim medan benlim är något sämre. De animaliska limmernas hållfasthet är beroende av torrhalten vid appliceringen. Hudlimmerna har en hög torrhalt men detta innebär också att viskositeten är hög, vilket gör limmet svårt att stryka ut. I praktiken används därför en blandning av hud- och benlim vid limning av trä, se [150] sidan 27 och följande. Limmet löses vanligen upp i vatten under uppvärmning. Temperaturen får inte överstiga 60 °C då limmet förstörs. Limmet skall därför värmas i ett vattenbad. Limmet får heller inte vara varmt alltför länge vilket innebär att man inte skall blanda till mera lim än vad som åtgår för en arbetsdag. När limmet påförs kommer vattnet att sugas in i träet samtidigt som limmet snabbt svalnar. Detta övergår då i geleform vilket ger en sämre inträngning. Man brukar därför värma upp de detaljer som ska limmas så att gelatineringen inte sätter igång före det att limfogen kommit under press. Enligt [150] sidan 31, är en lämplig limmängd c:a 200 - 350 g/m² och ett lämpligt presstryck omkring 0.2 - 0.5 MPa. Limfogen måste vara under press c:a 15 - 30

minuter vid limning av massivträ medan man vid fanérlimning, där man pressar fogen under varma plattor, måste vidmakthålla presstrycket under en eller två timmar. Animaliska lim är vare sig värme- eller fukttåliga varför dessa endast kan användas för detaljer inomhus. Fuktbeständigheten kan förbättras genom att tillsätta formaldehyd vilket gör att det tål kallt vatten bättre än tidigare. Notera dock att formaldehyd är hälsovådligt att hantera. De animaliska limmerna användes bl a till tapplimning och fanering. Speciellt lämpligt är limmet om man skall formförändra produkten efter limningen. Numera används inte animaliskt lim i någon större utsträckning.

Ett annat lim från djurriket är det sk kaseinlimmet. Detta tillverkas av ett ostämne som finns i mjölk, kalk och kaustik soda. Limtypen är inte längre särskilt vanlig men man kan träffa på det ibland. Vanliga handelsnamn är Casco laminlim eller Dynosin. Då kaseinlim innehåller kalk ger det ofta en omfattande verktygsförslitning då trädetaljerna bearbetas. En lämplig limmängd är c:a 200 - 300 g/m² vid en enkelsidig påföring. Man har sedan c:a 15 till 20 minuter på sig innan sammanpressningen måste ske. Vid dubbelsidig påföring kan man vänta ända upp till en timma vilket innebär att man har god tid på sig för justeringar vid komplicerade limningar. Presstiden är sedan mellan en till tolv timmar för olika typer av produkter. Lämpligt presstryck anges till 0.2 - 1 MPa. Kaseinlim tål i viss mån kallt vatten och har visat sig mycket bra att använda inomhus. Limmet är inte termoplastiskt och tål därför värme bra. Limmet är också hårt och segt varför limfogen inte spricker så lätt. En nackdel är att limmet kan missfärga träslag med hög halt av garvsyra, ex vis ek och mahogny. Vissa kaseinlimmer ger inte denna missfärgning men de förlorar då sin vattenbeständighet. Limmet passar däremot bra till hartsrika barrträslag men skall inte användas till teak. Kaseinlim har använts till bärande träkonstruktioner inomhus där man ställer stora krav på hållfasthet och beständighet. Träfiberskivor limmades tidigare på ramverk med denna typ av lim.

Andra lim från naturen är blodalbuminlim, fisklim, stärkelselim och sojamjöllim men dessa används endast i undantagsfall. I dagsläget har många av de naturliga limmerna kommit ur bruk. Ett ökat intresse för sk "ekomöbler" och andra produkter med naturligt ursprung innebär troligen att naturlimmerna får ett uppsving igen.

13.1.2 Syntetiska lim

I dag används huvudsakligen olika konsthartslimmer. Två olika typer används, dels sk härdande och dels termoplastiska lim.

13.1.2.1 Kemiskt härdande lim

I härdande limmer tillsätts antingen en katalysator som sätter igång härdningen eller en reaktionskomponent som deltar i processen och förbrukas. Härdningen av limmerna startar

redan hos tillverkaren men avbryts genom en tillsats av vissa kemiska medel. Vid användningen i träindustrin blandas ånyo i en komponent som gör att härdningen fortskrider. Fyllnadsmedel tillsätts ibland för att ge limmet sk fogfyllande egenskaper, ex vis kokoskalmjöl. Man kan dessutom använda sk utdrygningsmedel för att göra limmet billigare och i Skandinavien används bl a vete- och rågmjöl till detta. Skillnaden mellan fyllnads- och utdrygningsmedel är inte helt klargjord men i [50] sidan 64, anges att fyllnadsmedel blandas i hos tillverkaren medan utdrygningsmedel blandas i hos användaren av limmet. Ibland färgas limmet så att man enklare skall kunna se att påstrykningen skett på avsett sätt. Vissa konsthartslimmer håller sig i årtal, ex vis termoplastlimmerna, medan karbamidlim endast kan lagras c:a tre månader. Härdningen påverkas av temperaturen varför det är en fördel att lagra limmerna i t ex ett kylskåp.

Det första konsthartslim som togs i bruk inom träindustrin var karbamidlimmet, [150]. (I [50] anses dock fenol-formaldehydlim ha utvecklats först. Den tidigast funna beskrivningen härrör från 1872). Karbamidlimmerna tillverkas av karbamid, vilket är det samma som urea eller urinämne, och formaldehyd och kallas därför ofta för UF-lim. Karbamidlimmet ger färglösa fogar och vanliga handelsnamn, enligt [150] sidan 39, är Cascorit, Dynorit, Kaurit eller Aerolite. Det härdade limmet är hårt och sprött. Karbamidlimmer finns både som värmehärdande, som används till fanéring, tillverkning av plywood, dörrar, köksinredningar och spånskivor, och kallhärdande som dock inte är lika vanligt förekommande. Karbamidlimmer tål kallt vatten bra men fogen förstörs vid temperaturer över 70 °C. En nackdel med limmet är att tjocka fogar ofta spricker efter en tid. Detta kan i viss mån förhindras genom att blanda i olika fyllnadsmedel, se ovan. En ytterligare nackdel är att limmet under lång tid avger formaldehyd. I [156] finns beskrivet hur man genom att sänka formaldehydhalten, och genom att tillsätta framför allt melamin, resorcinol, tannin mm, kan minska detta problem. Man visar också att tillsatserna i vissa fall minskar möjligheterna att lagra limmet under längre tid. Problemen har också undersökts förhållandevis nyligen och i [157] finns beskrivet hur man med hjälp av olika tillsatser kan göra limmet segare så att det bättre står emot upprepad krympning och svällning hos trädetaljerna.

Ett annat konsthartslim är melaminlimmet, vilket inte är så vanligt i Sverige. Anledningen är att det är dyrare än UF-lim och att det inte är lika beständigt som fenollimmerna. Blandningar mellan UF och melaminlim förekommer också, MUF.

Fenollim, som tillverkas av fenol och formaldehyd, finns i ex vis Casconol och Dynosol S-176. Även detta lim finns som värmehärdande eller kallhärdande. Vid värmehärdningen värms fogen upp ända till omkring 140 °C och resulterar då i ett av de mest beständiga lim som finns. Fogarna är mörka, nästan svarta, och tål till och med kokande vatten. Kallhärdande

fenollim kan användas till oljerika träslag, ex vis teak, som annars är svårlimmade. En nackdel med limmet är att den starka syra som används som härdare blir kvar i limfogen och då kan påverka träet vid denna. Limmet används till hobbylim, limning av småbåtar mm där man inte kan värma upp fogarna.

Resorcinollim består av resorcinol och formaldehyd och limtypen härdar redan vid temperaturer på +10 °C, men limningsresultatet blir bättre om man värmer åtminstone något. Man tillverkar också fenol-resorcinollim då fenol är billigare, och då under handelsnamnen, Cascosinol och Dynosol. Fogarna blir mycket beständiga och tål ex vis kokning. Det viktigaste användningsområdet är bärande träkonstruktioner, limträbalkar och fingerskarvning av konstruktionsvirke.

13.1.2.2 Termoplastiska lim

Den andra typen av konsthartslim, dvs de termoplastiska, utgöres i huvudsak av sk polyvinylacetatlim, PVAc. I [150] anses även smältlimmerna höra hit. Vanligt är att limmet löses i ett lösningsmedel men ibland används rent lim som smälts med värme. Limmerna tål därför vanligen ej värme då fogen återigen smälter. PVAc, framställs av polyvinylacetat som blandas upp i vatten till en emulsion som ser ut ungefär som filmjök. Det man i vanligt tal kallar trälim är just PVAc. Dessa limmer kan ofta skräddarsys, ex vis för limning av teak eller ek. Vanliga handelsnamn är Cascol, Dynokoll, Hernicoll och Standard Tapplim. Vanligen kan inte limmet användas vid för låg temperatur, inte lägre än +5 °C, då PVAc-partiklarna bildar små kulor istället för en sammanhängande film. Det finns dock sk frostlim som kan användas ner till -10 °C. Limningstiderna varierar mellan olika fabrikat men de snabbaste limmen skall i pressen inom två minuter och binder sedan efter ungefär lika lång tid. Det är viktigt att trädetaljerna har en fuktkvot som är lägre än c:a 10 % då vattnet från limmet måste sugas upp i träet. Vid fuktkvoter högre än fibermättnadspunkten kan inte PVAc-lim användas. Värme påskyndar härdningen och 60 - 100 °C används industriellt. Limmet är svagt surt och kan reagera med järn så att det löses upp och ger missfärgningar. Fogarna är genomskinliga och färglösa. PVAc-lim används till alla typer av limning som inte behöver ge vattenfasta fogar. Limmet har många fördelar, det är miljövänligt och enkelt att använda men det har också några nackdelar bl a kryper det vid konstant last. Detta har man försökt att motverka med sk kemiskt härdande PVAc-lim. Härdarna är dock giftiga och måste därför behandlas med stor försiktighet.

Smältlim, EVA, är ett fast ämne vid rumstemperatur. Det innehåller inget lösningsmedel utan härdar genom att det återigen stelnar efter uppvärmningen. Limmet påförs med hjälp av sk limpistoler och arbetsstyckena måste läggas samman snabbt då härdningen påbörjas omedelbart efter appliceringen. Limmet har oftast en temperatur på 200 °C men får inte vara

så varmt under någon längre tid då det förkolas. Ibland används sk limförvärmare där temperaturen är omkring 150 °C för att undvika detta. Vissa träslag, bl a teak, valnöt och palisander, kan vara svåra att limma med smältlim och dessa träslag måste därför förbehandlas för att man ska uppnå ett gott resultat, se [150] sidan 63.

13.1.2.3 Övriga lim

Epoxilimmer används vanligen för limning av metaller och då de är mycket dyra används de sällan inom träindustrin. Ett vanligt handelsnamn är Araldit.

Polyuretanlim, PU, finns av två typer, dels som 2-komponentlim och dels som 1-komponentlim. Dessa används när man skall limma trädetaljer mot ex vis aluminium. Vanliga handelsnamn är Cascobond och Foss-Than. Ytterligare två konsthartslimmer behandlas i [150], nämligen isocyanatlim med förkortningen EPI, och akrylatlim. Det förstnämnda limmet används till plywood, spånskivor mm och har god beständighet. Problem med formaldehyd förekommer ej men limmet är omkring fem gånger så dyrt som karbamidlim, [150] sidan 53. Akrylatlimmerna härdar mycket snabbt, två till tre minuter, och används för stora detaljer som man snabbt måste hantera.

Kontaktlimmerna består av gummi eller konstgummi som är upplöst i något organiskt lösningsmedel ex vis trikloretan. De är därför ofta brandfarliga och hälsovådliga. Limmerna används mest i stoppmöbelindustrin och ett vanligt handelsnamn är Neopren. Kontaktlimmer appliceras alltid på bägge ytorna och skall torka tills de ser torra ut. Vid pressningen av detaljerna mot varandra fäster limmet omedelbart så någon efterjustering är inte möjlig. Full fogstyrka erhålles först efter omkring tre veckor och fogen är känslig för värme och kryper vid konstant last. Limmerna är också mycket dyra.

I tabell 27 återfinnes användningen av olika limtyper samt exempel på användningsområde i Sverige 1985, [21].

Tabell 27: Användning, i tusen ton, av olika lim i Sverige 1985, [21].

Karbamid- och melaminlim	120	Spånskivor
Karbamidlim	9	Fanéring, lamellgolv
Fenollim	9	Plywood 8.5, board 0.5
Resorcinollim	1	Limträ utomhus, ytterdörrar
Polyvinylacetat	3	Monteringslimning
Smältlim	0.25	Kantlistning
Kaseinlim	0.1	Limträ inomhus, board på ram
Kontaktlim	1	Monteringslimning utan press

M4↓

Som nämnts ovan är många limmer hälsovådliga. Om man skulle kunna utnyttja det lignin som redan i trädet tjänstgör som lim, för att sätta samman olika trädetaljer vore mycket vunnet. På senare år har man försökt att få fram sådana produkter och i bl a [158] beskrivs hur man skulle kunna tillverka trälim med lignin från lövträd vilket erhålls när man gör papper med sulfatmetoden eller den sk Kraftprocessen. Det synes dock som om försöken ännu så länge endast nått laborierstadiet. Man har också visat att det är möjligt att utvinna råvaror för högkvalitativa limmer ur bark från *Pinus radiata*. Man använde natriumhydroxid upplöst i vatten samtidigt som man ledde ner ånga i barkblandningen för att få fram de aktiva ingredienserna. Tester med det färdiga limmet visade att plywood som limmats med detta tålde både kokning och vatten utan att lösas upp.[159]

M4↑

13.2 Uppvärmningsmetoder

Som nämnts ovan måste limmet många gånger värmas för att det skall härda. Detta kan ske genom att man värmer upp hela trädetaljen med hjälp av varma pressplattor eller elektriska värmeelement. Värmen transporteras då via ledning genom trä materialet men då trä leder värme dåligt är det inte alltid en lämplig metod. Vanlig i träindustrin är också metoden med högfrequensuppvärmning, HF. Här utnyttjar man förhållandet att limmerna ofta är polära.

Genom att lägga på ett elektriskt fält som snabbt ändrar riktning fås molekylerna att röra sig, varigenom de alstrar värme. Ju högre frekvensen är ju mer värme alstras och i de maskiner som används i träindustrin kan frekvensen uppgå till 180 MHz, se [150] sidan 90. Tyvärr kan dessa frekvenser störa vanliga radio och TV-sändningar vilket innebär att man tilldelat apparaterna speciella frekvensområden som måste användas. Sådana frekvenser erhålles via televerket . Värmeutvecklingen ökar också med ökad fältspänning men risken för överslag gör att c:a 60 V/mm är en övre gräns. HF-generatorerna ger också stora förluster av värme till omgivningen. En generator med elektroeffekten 4 kW kräver c:a 7 kW från elnätet. Anläggningarna måste därför ofta kylas med vatten eller luft. Även vattenmolekylerna i träet kommer att börja röra sig då HF-fältet anbringas. Detta kan ställa till problem med sk ångsprängning vid vissa träslag, ex vis ask och alm se [160] för en detaljerad genomgång av olika träslags dielektriska egenskaper. Kärnveden anges i [150] sidan 95, vara känsligare än splintveden. Temperaturen måste därför många gånger begränsas till 100 °C. Speciella limtyper har utvecklats för att passa för HF-uppvärmning. Man bör notera att användningen av högfrequensfält missstänks påverka människokroppen. Man måste därför se till att operatören inte vistas i omedelbar närhet av maskinen och speciella gränsvärden finns utformade av Arbetskyddsstyrelsen. Limmerna i sig själva kan också vara hälsovådliga. Enligt Arbetskyddstyrelsens författningssamling, AFS, måste de vara märkta på svenska med en

överskådlig och lättläst text samt vara försedda med en farosymbol. Limrester och annat avfall måste dessutom tas omhand på ett för samhället acceptabelt sätt. Miljöfarligt avfall måste sändas till Svensk Avfallskonvertering AB, SAKAB med speciellt godkända transportörer.

14 TRÄKOMPOSITER

M4↓

Inom snickeriindustrin förekommer många träkompositer, ex vis spånskivor och plywood. I [24], sidan 183 och följande, beskrivs ett antal sådana kompositer varför grunderna inte återigen går igenom här. Andra typer av kompositer förekommer också bl a massivträkompositer, där polymerer fås att tränga in i cellernas lumen eller i cellväggarna.

14.1 Massivträkompositer

I ex vis [24], finns ett antal olika träkompositer beskrivna. Dessa kompositer har det gemensamt att de består av sönderdelat trä som sedan på något sätt "limmats" samman igen, t ex spånskivor eller limträbalkar. På senare tid har man försökt att få fram andra typer av kompositer där man istället låter ett ämne, vanligen en polymer, sugas upp i massivt trä. Polymeren tränger på så sätt in i cellerna och ger hela trästrukturen förändrade egenskaper, jämför impregnering mot svampangrepp. I [161] finns beskrivet hur man undersöker egenskaperna hos sådana Whole Wood-Polymer Composites, WPC. Trä är ju ett hygroskopiskt material som krymper, resp utvidgar sig, beroende på om vatten lämnar eller tas upp i fiberväggarna. Genom en impregnering med andra polymerer, i [161] används poly(EHMA), kan man få fiberväggarnas egenskaper att förändras så att de inte lika lätt tar upp vatten. Trästrukturens hårdhet förbättras också påtagligt, från 550 till 1435 %, för de olika träslag som testades, balsa, asp, ek och tall. Just balsa behandlas mer i detalj i [162]. Att just balsa valdes berodde på att det växer otroligt fort, 5 till 8 meter per år, och är moget för awerkning efter endast 10 år. Det är dessutom det lättaste kommersiella träslaget med en densitet ända ner mot 50 kg/m^3 . (I [24] sidan 232 anges 80 kg/m^3 som en nedre gräns.) Om träslaget skulle kunna fås att bli starkare skulle det således vara mycket lämpligt i många konstruktioner. Som nämndes ovan minskade dessutom upptagningen av vatten genom EHMA-behandlingen. I referensen anges bl a att obehandlat torrt balsaträ har en volymökning med ca 10 % efter att ha legat nedsänkt i vatten under 5 dagar. Det behandlade träet erhöll endast en svällning om 2.5 %. Genom behandlingen erhöll man dessutom bättre absoluta hållfasthetsegenskaper, främst pga att densiteten ökar på trästrukturen. Man redovisar vidare att man fick bättre specifika hållfasthetsegenskaper, dvs i förhållande till densiteten, för E-modul och slaghållfasthet. Alla andra specifika hållfasthetsparametrar blev lägre med behandlat trä.

Det är ju också av intresse att kunna mäta hur mycket av polymeren som sugits upp av trästrukturen. I referens [163] har man undersökt hur egenresonansen, mätt med en piezoelektrisk kristall, hos trädetaljerna förändras för olika uppsugningsgrad. Egenfrekvensen ökade starkt med ökad koncentration och densitet medan denna var förhållandevis konstant efter en tidsrymd om 2 timmar.

En utmärkt sammanställning av kunnandet på området massivträkompositer, som ofta förkortas WPC efter Wood Polymer Composites, återfinnes i [164]. I referensen nämns bl a att man vanligen använder olika arter av lövträd vid tillverkningen. Detta då det är mycket svårt att få polymeren att tränga in i barträdens kärnvirke, jämför impregnering. Bra träslag har visat sig vara:

Al	(Alnus ssp.)
Yellow poplar	(Liriodendron tulipifera)
Ask	(Fraxinus ssp)
Lönn	(Acer ssp)
Valnöt	(Juglans ssp)
Björk	(Betula ssp)
Lind	(Tilia americana)
Poppel	(Poplar ssp)
Körsbär	(Prunus ssp)
Red gum	(Liquidambar styraciflua)
Bok	(Fagus ssp)
Röd och vit tall	(Pinus resinosa och strobus)

De mono- och polymerer man vanligen använder är styren och metylmetaacrylat vilka dessutom är de billigaste typerna. Det är också viktigt att de kemiska substanserna har en lämplig viskositet så att de verkligen tränger in i cellstrukturen. Vanligen använder man ungefär samma metoder som vid impregnering, ex vis en något modifierad fullcellsprocess. Om trädetaljen inte sväller vid den kemiska behandlingen har substanserna inte trängt in i cellväggarna. Till denna typ hör de ovan nämnda ämnena. Då polymererna pluggar igen cellerna kommer en sådan behandling att dramatiskt påverka fukttransport mm vilket åtminstone kortsiktigt innebär bättre dimensionsstabilitet. Man får dessutom en påverkan på många mekaniska egenskaper som elasticitetsmodul och hårdhet. Genom att färga polymeren kan man också erhålla annorlunda typer av ex vis trägolv.

Det är dock inte alltid bara hålrummen i cellerna som fylls med mono- och polymerer. Om polymererna tränger in i cellväggarna erhåller man dramatiska förbättringar av dimensionsstabiliteten även på lång sikt. För att åstadkomma detta måste man använda kemiska ämnen med mycket små molekyler vilket innebär att de kan tränga in i cellväggarna. Just då detta sker får man en kraftig svällning men det innebär också att cellväggen därefter inte förändrar sig. Vid tillverkning av sk Impreg och Compreg används fenol och formaldehyd löst i vatten eller alkohol. Andra kemiska ämnen som har använts är polyetylenglykol och

furfurylalkohol. Furfurylalkoholen färgar trästrukturen så att den blir mörk. Detta kan vara användbart om man vill efterlikna regnskogsarter med hjälp av vanligare ljusa träslag. En omfattande presentation av Impreg och Compreg återfinnes i [50], kapitel 2.

En annan typ av komposit har undersökts i [165]. Här har man behandlat sågspån med benzylklorid och natriumhydroxid vid en temperatur på 125 °C. Sågspånet blandades sedan med polystyren och pressades samman under högt tryck. Kompositen kan sedan pressas ut genom munstycken ungefär på samma sätt som man tillverkar aluminiumprofiler. Genom att variera inblandningen av polystyren och behandlat sågspån kan kompositens egenskaper skräddarsys för olika applikationer.

Ett snarlikt förfaringssätt beskrives i [166]. Här har fibrer av asp och polypropylen blandats och pressats samman till skivor. Pressningen skedde under högt tryck, 10 MPa, vid en temperatur på 190 °C. Dock fick man problem med hålrum mellan träfibrerna och plasten vilket troligen berodde på att träfibrerna krympte vid avsvalningsprocessen. Detta innebar att man inte kunde uppnå de teoretiskt beräknade värden som man förväntat sig vad gällde hållfasthet och densitet.

14.2 Skivor

Runt om i världen försöker man utveckla nya och bättre skivor och i [167] beskrivs hur man genom att placera spånen listigare i OSB-skivor, Oriented Strand Board, kan utveckla egenskaperna hos denna produkt. OSB introducerades 1981 och hade inte mindre än 15 % av marknaden i Nordamerika 1985. Denna andel har sedan fortsatt att stiga vilket innebär att det finns stora kommersiella intressen att ytterligare förbättra skivorna. I referensen visas att man kan specialdesigna skivorna för olika lastfall och speciellt har studerats takskivor med en utbredd last. I undersökningen kom man fram till att spånen i mitten av skivan, nära neutrala lagret, skulle vara riktade så att fiberriktningen överensstämde med skivans längsriktning. I ytterkanten av skivan skulle däremot spånens fiberriktning ligga i ungefär 45 graders vinkel mot längsriktningen. På detta sätt kunde man öka skivans E-modul med c:a 10 % vilket verifierades med experiment. Man ansåg det dessutom möjligt att ytterligare öka denna faktor. En svårighet var dock att få fram metoder som automatiskt kunde ordna spånen i enlighet med de optimala riktningarna. I OSB-skivor används, åtminstone i Nordamerika, träslaget asp eller närstående arter. En sådan art är balsampoppel som dessutom odlats i Sverige. I [168] har man undersökt varför man ibland får problem vid bearbetningen av skivor just uppbyggda på balsampoppel, och funnit att problemen beror på gelatinisering av cellväggarna. Man har dessutom uppmärksammat problem då trädet skall huggas sönder till lämpligt formade spån, varvid de eggförsedda verktygen beläggs av sådana gelatiniserade celler. De spån som var

svåra att bearbeta innehöll sk vita ringar som oftast förekom på endast en sida av trädet. Man drog därför slutsatsen att det var någon form av reaktionsved som orsakade problemen.

I USA och en del andra länder har man med goda resultat använt asp som råmaterial i träfiberskivor. Även i Waferboard och Oriented Strand Board, OSB, använder man träslaget ifråga. Då asp är vårt näst vanligaste lövträslag skulle således detta kunna utnyttjas även här. I [169] redovisas en svensk undersökning där det framkom att även vår asp skulle kunna användas om man blandade in c:a 1 % vax i skivorna. Tillsammans med användning av 0.5 % fenollim innebar detta att aspskivorna klart uppfyllde fordringarna. Tyvärr känner vi i dagsläget inte till om någon tillverkning i större skala startats i Sverige.

En hel del forskning pågår runt om i världen vad gäller skivmaterial. I Kanada har man exempelvis försökt att utforma matematiska modeller som förklarar egenskaperna hos bl a spånskivor, [170]. Genom att i en dator låta spånor och flis slumpvis falla ner på en yta lyckades man utveckla en metod att beräkna geometriska egenskaper hos skivan. Varje lager antogs vara så tunt att alla spånor låg parallellt med horisontalplanet. Då en slumpvis fördelning, Poisson, användes utnyttjade man en metod som ursprungligen använts för studier av fibrer i papper. I programmet som var skrivet i FORTRAN simulerade man en slumpvis uppbyggd kvadratisk spånskiva med sidan 250 mm. Man utförde sedan också experiment där 80 stycken spånor av asp med storleken $84 * 9 * 1$ mm slumpvis placerades och sedan noggrant mättes in. Omkring 15 variabler identifierades på detta sätt som viktiga för att kunna utröna spånskivans egenskaper, bl a hur stor procent hålrum som erhöles och hur långt det var mellan olika spånor. Jämförelser mellan experiment och simuleringar visade att skillnaderna mellan modell och verklighet var mindre än 10 %.

I [171] visas på andra typer av träfiberskivor tillverkade av rishalm, pilträd, gräs och granbarr. Uppsatsen behandlar värmebehandlingen av de olika skivtyperna och den inverkan denna har viktminskning, risken för uppsugning av vatten, brotthållfasthet och draghållfasthet. Importen av träfiberskivor till Sverige är mycket omfattande och det är därför troligt att man kommer i kontakt med skivor bestående av fibrer från både okända och kända källor.

Vid tillverkningen av träfiber- och spånskivor försöker man oftast undvika att få med bark i råmaterialet. I Japan har man studerat vad som händer om man istället blandar in bark i skivorna, [172], som tillverkades av japansk ceder (*Cryptomeria japonica*) och japansk cypress (*Chamaecyparis obtusa*). Om man skulle kunna lösa de problem som normalt är förknippade med barkinblandning skulle man enklare kunna utnyttja grenar och virkesavfall vid tillverkningen. Man konstaterade att en tolerabel nivå på barkinnehållet var c:a 35 %. Det är i dagsläget oklart om man kan tillämpa resultaten även på svenska träslag.

14.3 Kemisk förändring av trä

Det är också möjligt att förändra själva trästrukturen genom att behandla trädetaljen med olika kemiska komponenter. I [173] har man t ex undersökt hur den dynamiska E-modulen förändras vid behandling med 15 olika ämnen. Bl a har man utsatt trädetaljer av gran, *Picea glehnii*, för formaldehyd, svaveldioxid, saltsyra mm och sedan studerat hur träets egenskaper förändrats. Detta har skett genom att efter den kemiska behandlingen utsätta trädetaljen för vibrationer och mäta ljudhastigheten och dämpningen av den signal som introducerats. I referensen anges att den specifika E-modulen, dvs E-modulen dividerad med den specifika vikten, kan avgöras genom att studera ljudets hastighet i träet medan den interna friktionen i materialet kan studeras med hjälp av vibrationernas dämpning. Några av de ämnen som introducerades i cellstrukturen hade förmågan att kraftigt reducera träets innehåll av vatten vilket även medförde stora förändringar i träets vibrationsegenskaper.

Genom en kemisk behandling kan man dessutom få trä att bli mera motståndskraftigt mot brand. I [174] har man undersökt detta mera i detalj. Man behandlade små bitar av tall med sk diisocyanat och två olika fosforföreningar där de senare medför att de brännbara gaserna från uppvärmt trä minskar. Fosforföreningarna kan också medföra att träet förhindras att glöda vilket annars är vanligt när syretillförseln är låg. Isocyanaterna användes i denna studie för att förbättra egenskaperna vid torkning och dessutom som medel för att förhindra rötangrepp. I [25], sid 149 ff, finns ytterligare exempel på möjliga behandlingar av trä för att minska brandbenägenheten.

Flera forskare har också försökt att förbättra träets egenskaper genom sk acetylering. I [175] beskrivs hur man behandlar en typ av björk med olika ämnen så att egenskaperna hos trästrukturen förändras. Förändringarna innebär att träet bl a blir avsevärt mera motståndskraftigt mot svampar och termiter. Densiteten ökade också med upp till 35 %. Man har dessutom försökt att utröna hur cellulosamolekylerna förändras med hjälp av sk ^{13}C -NMR spektroskopi, Nuclear Magnetic Resonance. På senare år har man dessutom försökt att behandla trä så att det skall gå att bygga välklingande musikinstrument utan att träet skall behöva åldras i flera hundra år, som är fallet med Stradivarius violiner. För att kunna göra detta måste man kunna påverka förhållandet mellan E-modul och skjuvmodul hos trästrukturen samt den dämpning som tonen utsätts för i träet. Genom att behandla sitkagran med en blandning av formaldehyd och saligenin, kunde man öka den specifika E-modulen med upp till 27 % och minska dämpningen med 50 % vilket ger goda förutsättningar för att få fram ett bättre tonträ, [176] och [25] sidan 274. Se vidare avsnitt 19.

M4↑

15 YTBEHANDLING

För att skydda konstruktioner av trä mot inverkan av väder och vind, åverkan mm har man i alla tider försökt att applicera olika oljor, lacker mm. Genom detta kan man också erhålla estetiska fördelar t ex genom att blanda in färg i processen. Runt om i världen pågår forskning om detta problemområde och man försöker hela tiden hitta nya metoder för att behandla träet så att det håller längre. Det vetenskapliga samhället är i viss mån oense om hur dessa oljor mm skyddar trästrukturen och i vilken grad ämnena tränger in i den inre cellstrukturen. I [177] har man genom att behandla olika träslag med en blandning av bl a soyaolja och titandioxid försökt att utreda hur processen går till. Efter behandlingen och exponering i speciella apparater har man studerat träytan i bl a ett svepelektronmikroskop för att utröna hur denna egentligen ser ut. Man fann att oljan trängde in c:a 10 celler djupt i träet och att detta också berodde på vilket träslag som användes. Ytbehandlingen blev också mera djupgående i de större vårvedscellerna än i sommarveden. Åtminstone i en tallart fann man att ämnena till viss grad trängde in genom mörkstrålarna. Genom att utsätta de behandlade träytorna för "konstgjort" väder kunde man också påvisa att just färg/oljebehandlingen inte degenererat i någon större omfattning ens efter c:a 3 000 timmar.

Ytbehandlingen är ju till för att skydda träytan. Vår kunskap om hur trä bryts ner, bl a av solljus, är fortfarande ofullständig men vissa försök pågår för att bättre kunna förklara vad som händer. I bl a [178] har man undersökt hur bearbetade ytor hos vissa tallarter, Southern yellow pine, påverkas av svaveldioxid och kvävedioxid under samtidig belysning av ultraviolett strålning. I uppsatsen visas att många av träytans olika molekyler starkt påverkades av den behandling den utsattes för, vilket innebar att ytfinheten försämrades liksom den mekaniska hållfastheten. Andra molekyler föreföll dock att påverkas i mindre grad.

Ett utmärkt referensverk om ytbehandling av trä finns i [179]. Nedanstående framställning bygger helt eller delvis på fakta som inhämtats där. Vanligen kallar man ett material som efter applicering och torkning på en trädetalj och som sedan bildar ett sammanhängande skikt för klarlack, färg eller lackfärg. En bets bildar inte på samma sätt ett sammanhängande skikt utan suggs upp av träet, men det kan ibland vara svårt att avgöra gränsen mellan lack och bets. Vanligen sprutas färg och lacker på med hjälp av tryckluft. Pulverlackering som förekommer inom verkstadsindustrin används inte så mycket inom träsektorn då färgen måste fås att smälta vilket många gånger förstör eller skadar trädetaljen.

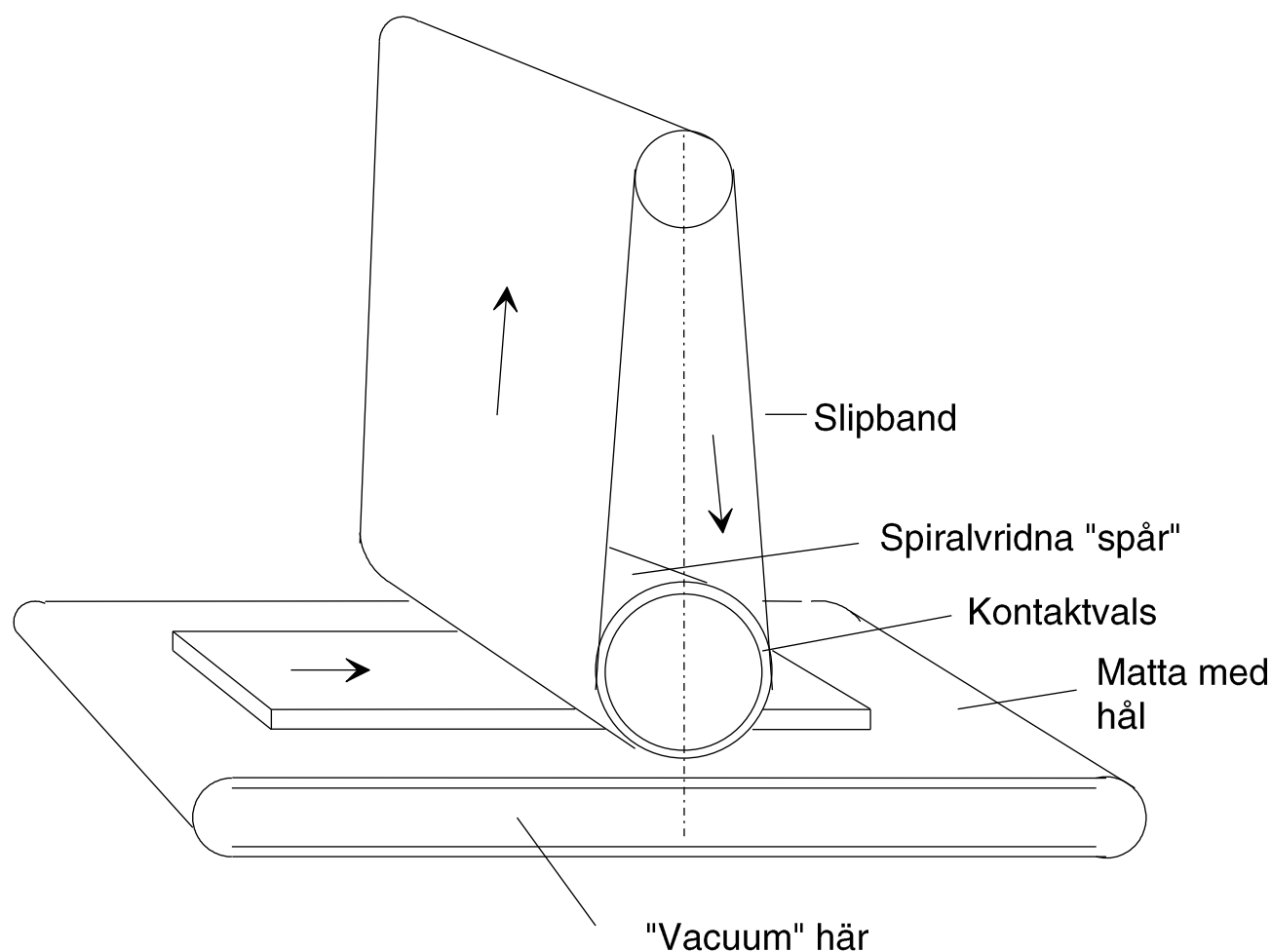
Underlaget är mycket viktigt för ett lyckat resultat. Kutterslag och slipskador är svåra att dölja enbart genom målning eller lackering. Vissa träslag innehåller en stor del hartser och andra extraktivämnen, bl a våra svenska barrträd. Dessa sk feta träslag gör arbetet svårare. Andra träslag är mycket grovporiga vilket innebär att slipdamm och annat fastnar i dessa porer och

sedan framträder efter processen. Inom träindustrin används ofta fanér som tillverkats via knivskärning eller svarvning. I fanéret finns ofta sprickor som ger sig till känna efter exempelvis betsning. Två mycket vanliga produkter i möbler är spånskivor och sk MDF. Då många lacker måste torka under värme kan man ibland få problem med gasavsläpp från skivorna vilket yttrar sig som blåsor i färgen. I referensen påpekas vikten av god slipning och rengöring från slipdamm. Man brukar skilja på slipning för att åstadkomma rätt dimension, rätt form och rätt ytfinhet. Kalibrering eller egalisering innebär slipning till rätt tjocklek. Den första termen kan användas även för krökta detaljer medan egalisering endast används för planslipning. Planslipning anger att detaljen efter bearbetningen är plan. Ytslipning definieras som en följsam operation som förbättrar ytans kvalitet utan att dimensionen förändras. Den sistnämnda metoden används ofta för att få bort sk fiberresning vid tidigare lackningar. Ofta används ett borstsliphjul, en sk fladder, vid denna typ av slipning.

Vid slipningen måste man ofta trycka slipverktyget mot trädetaljen. Då används ett sk kontaktelement som kan vara en dyna, ett stödband, kontaktvalsar eller en tryckplatta e.d. Dessa kontaktelements hårdhet mäts i sk °Shore A eller Durometer. Mjuka valsar har hårdheten c:a 40 - 50, medelhårda 60 - 70 medan hårda har omkring 90 °Shore A, se [180] sidan 13. Ju hårdare och ju mindre kontaktyta ju mer awerkas vid slipningen.

Det finns många olika slipverktyg, ex vis rullar, ark, rondeller, ändlösa band, slipskivor mm. Hur dessa verktyg arbetar är beroende av bl annat belägningens täthet, material, kornstorlek mm. Kornstorleken mäts enligt sk FEPA-standard. Ett lågt nummer innebär ett grovt medan ett högt nummer anger ett fint "sandpapper". Numret anger antalet maskor per tum som använts då kornen siktas ner på ryggmaterialet. Detta senare kan bestå av papper i olika tjocklekar, duk eller väv, fibrer e. d. Slipmedlet består vanligen av aluminiumoxid, zirkoniumlegerad aluminiumoxid eller kiselkarbid, se [180] sid 4. Vid tillverkning av planmöbler används så gott som alltid sk bredbandspulsar. De vanligaste fabrikaten på marknaden synes vara Bogma, Heesemann, DMC, Boere och Tagliabue. I princip fungerar de så att ett brett slipband spänns fast mellan två valsar. Den undre valsen kan vara försedd med en kontaktvals med spiralvridna spår, se figur 91. De möbeldetaljer som skall slipas ligger på en perforerad gummimatta. Med hjälp av en kraftig fläkt skapas ett undertryck under denna varför slipgodset sugas fast mot underlaget. Bredbandspulsar används ofta för att slipa fanérade skivor innan de skall lackeras. Fanéret är många gånger bara 0.6 mm tjockt vilket innebär att risken alltid är överhängande för genomslipning. Genom att variera matarmattans och slipbandets hastigheter, kontaktvalsens hårdhet samt slipbandets kornfinhet kan processen hållas under kontroll. De flesta bredbandspulsar har flera slipband efter varandra. Det första bandet är då något grövre än de senare. Kontaktvalsen i det sista aggregatet ersätts ofta av en sk slipsko bestående av c:a 50 individuellt justerbara sektioner eller tryckstavar. Dessa sektioner

påverkas med hjälp av tryckluft vilket innebär att man kan slipa detaljer som inte är fullständigt plana.



Figur 91: Principskiss för bredbandslipmaskiner.

En sådan sektionerad slipsko innebär också att man kan slipa flera detaljer som ligger bredvid varandra även om de inte har exakt samma tjocklek. Efter slipningen måste detaljen ofta spacklas och sedan kanske slipas återigen. Man har försökt att automatisera även spacklingen men ännu inte lyckats så bra.

15.1 Betsar

Enligt [179] är en betsa ett färgämne som är upplöst i vatten eller något annat lösningsmedel och kallas därför vatten- eller lösningsmedelsbetsar. Färgämnena är mycket färgstarka varför dessa ingår till en mycket liten andel i betsen. Det uppkommer ibland problem med att hålla färgämnena kvar i lösning utan att dessa klumpar sig och sedimenterar men detta kan undvikas genom att använda sk äkta lösningsmedel som etylglykol, butanol m fl. Dessa vätskor är oftast utmärkta just som lösningsmedel men kan ofta ställa till problem i arbetsmiljön varför bl a etylglykolen numera används mera sällan. Grovt slipade ytor ger en kraftigare färg och ibland kan man få oacceptabla kulörskillnader om inte slipningen sker rätt.

15.2 Lasyrer

En lasyr innehåller alltid en lack, dvs färgen kommer efter torkning att utgöra ett sammanhängande skikt. Lasyren är dock genomsynlig och återger underlaget i en annan färg än det hade från början. Ofta innehåller lasyrer lacknafta som av många anses som tämligen harmlöst men i [179] anges att långvarig inandning, även i låga koncentrationer, kan medföra bestående skador. Lasyrer för utomhusbruk innehåller dessutom ofta träskyddsmedel mot insekter och svampar vilket gör problemen än större.

15.2 Klarlack

Som namnet anger är en klarlack helt transparent. Lacken består av bindemedel, lösningsmedel och sk tillsatsmedel för att lacken skall få ex vis rätt utflytning och vidhäftning. En vätande lack tränger ner i underlaget medan motsatsen endast lägger sig som ett skikt ovanpå ytan. Lackens beteende avgör hur den färdiga ytan kommer att se ut. Ljusa träslag bevaras och förstärkes genom att använda lacker som inte väter ytan. Ibland blandar man in ämnen som absorberar UV-strålning vilket gör att träytans utseende inte förändras lika snabbt av solljus. Icke vätande lacker skall aldrig användas på mörka träslag. Ofta talar man om grundlack och topplacker. Grundlacken skall helst vara lättslipad vilket är det samma som att den skall mjöla sig vid slipning. Dessutom skall den torka snabbt. Den utgör dessutom underlag för topplacken. En viktig egenskap hos alla lacker är den glans filmen får efter torkning. Glansen mäts med speciella glansmätare som finns standardiserade av SIS. Ibland används tvåkomponentlacker. Då kan man tala om lackblandningens brukstid, potlife, jämför med limmer.

Som nämndes ovan var vätningen av träytan en viktig egenskap. I [181] beskrivs en ny metod, där vätningsegenskaperna undersöks, som går ut på att mäta upp kontaktvinkeln mellan en vattendroppe och den plana ytan. Vanligen testar man en ytbehandling så att man mäter hur mycket vatten som tränger igenom den ytbehandlade ytan i $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0.5}$, en procedur som kan ta avsevärd tid i anspråk. Genom att istället videofilma hur en droppe destillerat vatten väter ytan kunde man mycket snabbare erhålla motsvarande resultat.

15.3 Färger

Det man i dagligt tal menar med färger består av samma komponenter som klarlack. Till färgerna har man dessutom tillsatt ett pigment, som ofta utgöres av oxider till olika metaller. Många av dessa pigment är hälsovådliga, bl a kan krompigment ge eksem mm. Färgerna innehåller dessutom ofta fyllnadsmedel vilket gör att de blir billigare och dessutom finns ämnen som ser till att pigmenten håller sig på ett visst avstånd ifrån varandra. Ibland talar man om grundfärg eller sk surfacer. Dessa skall ha samma egenskaper som en grundlack. Ett

speciellt begrepp är färgens torrhalt. Detta värde anger hur stor del av färgen som stannar kvar då färgen torkat.

15.4 Förtunning

Förtunningen består av en blandning av olika lösningsmedel. De används för att se till att färgen får rätt viskositet vid ex vis sprutmålning. Det är viktigt att veta att ett lösningsmedel inte kan lösa alla typer av bindemedel som finns i olika färger. Man kan därför få en utfällning av bindemedlet vilket ger lacken en grumling. Lösningsmedlet skall efter appliceringen avdunsta helt medan pigment, bindemedel och ev tillsatser skall bli kvar på trädetaljen. Lösningsmedel är ofta mycket brandfarliga. Detta beskrives av deras flampunkt som anger vid vilken temperatur vätskan avger en brännbar gas. Det finns speciella föreskrifter från Kommerskollegium som anger vilka flampunkter olika färger får ha. Det yrkeshygieniska luftbehovet, YL-talet, anger hur mycket luft i m³ som åtgår för att späda ut ångorna från en liter av produkten så att inte det hygieniska gränsvärdet överskrids. Märkningen sker sedan 1987 inte generellt på alla färger vilket skedde tidigare.

15.5 Torkning

Olika typer av färger torkar på olika sätt. Vissa är fysikaliskt torkande vilket innebär att vatten och lösningsmedel helt enkelt avdunstar. Andra kan vara oxidativt torkande och härdande, ex vis alkydlacker, som torkar genom dels avdunstning men också via en kemisk reaktion mellan luftens syre och bindemedlet. Processen kan också vara härdande vilket innebär att det sker en polymerisation. En härdare startar den kemiska reaktionen, jämför limmer. Man kan också erhålla torkningen genom att bestråla vissa färger med ultraviolett ljus eller annan typ av elektromagnetisk strålning.

15.6 Vanliga lacktyper

Fram till 1950-talet användes i huvudsak olika cellulosalacker för ytbehandling av möbler mm. Enligt [179] innebar önskemålet om fylligare, tåligare och mera snabbhärdande lacker att sk syrahärdande lacker utvecklades. Dessa har enligt referensen från 1990 en helt dominerande ställning med c:a 90 % av marknaden men på senare år har de UV-härdande lackerna kommit starkt. Syrahärdande lacker har en bas av bindemedlen alkydharts, aminoharts och även nitrocellulosa. Aminoharts är samma sak som karbamid och/eller melaminharts. För att starta härdningen tillsätts sk paratoulensulfonsyra (PTS). Lösningen kan turligt nog förvaras flera dagar innan den är obrukbar framför allt om den förvaras i kylskåp. Lackerna härdar i rumstemperatur men tiden kan avsevärt förkortas om man tillsätter värme. För praktiskt bruk måste temperaturen överstiga 50 °C. Vid härdningen avspjälkas formaldehyd vilket ger stora arbetsmiljöproblem, jämför limmer. De syrahärdande lackerna har många produktionstekniska fördelar, bl a:

- Enkla att hantera och applicera. De är dessutom ofta lättslipade.
- De har lång brukstid vilket gör att de passar att använda i sk vals- och ridålackeringsmaskiner, se nedan.
- Överbliven lack kan förvaras länge, framför allt om den placeras i ett kylskåp
- De torkar och härdar under olika betingelser. De kan forcerhärddas vilket innebär att ytbehandlingslinjerna blir korta och därmed sparar utrymme i fabriken.
- Hög resistens mot vatten och hushållskemikalier. De tål dessutom rening bra och har god nötningshållfasthet.
- Lackerna är förhållandevis billiga.

Tyvärr har de också ett antal nackdelar. Den främsta är att de under härdningen avspaltar formaldehyd. På senare tid har denna avspaltning kunnat göras mindre men problemet kvarstår likafullt. Om lacken har applicerats i för tjocka skikt kan dessutom härdningen fortgå ute hos den som sedan köper möblerna.

De sk cellulosalackerna innehåller nitrocellulosa. Denna löses upp i olika aromatiska kolväten som xylen och olika alkoholer, t ex etanol och butanol. Etylglykol och butylacetat är andra ämnen som förekommer som lösningsmedel eller vid spädning. Lackerna torkar då dessa lösningsmedel avdunstar. För att skynda på processen värmer man ofta omgivningsluften samtidigt som man ser till att man har en hög luftväxling. Många gånger har man alltför hög mängd lösningsmedel i lacken. Detta kan undvikas genom sk varmsprutning. Bland fördelarna kan nämnas att de är lätta att applicera, de kan användas vid sk dopplackering och att de kan poleras. Några nackdelar är att de har låg torrhalt. De gulnar med åren och blir spröda. Ytan kan därför krakelera. De är också brandfarliga och får därför inte användas på möbler i offentlig miljö.

Polyuretanlacker används endast i liten omfattning och då endast då det ställs extra höga krav på resistens. Lackerna är av tvåkomponenttyp där härdare utgörs av sk isocyanatharts. Som lösningsmedel används bl a toluen, xylen, ketoner och olika estrar. Ett stort problem är att härdaren innehåller fri isocyanat vilka kan ge upphov till allergier och lungförändringar. Användningen av isocyanater har särskilt reglerats i Arbetarskyddsstyrelsens Författningssamling, AFS. Känsliga personer får därför inte arbeta med dessa lacker. Lackerna används framför allt till bordsskivor men också till väderbeständiga dörrar och fönster. Lackerna klarar sk extra höga krav enligt möbelfakta. De innehåller inte formaldehyd. Några nackdelar är att de är dyrare än de syrahärdande lackerna och att de har lång tork och

härtdid. De kan därför inte användas i moderna ytbehandlingslinier. Brukstiden är kort och svinnet kan därför bli avsevärt.

Användningen av polyesterlack är obetydlig medan sk epoxilack inte används alls i träindustrin.

Vattenburna lacker förekommer för utomhusbruk men dessa har hittills inte funnit användning för möbler och inredningar. Vanligen kan man inte i snickeriindustrin använda vanliga olje- eller alkydlack då de torkar alldeles för långsamt.

En lacktyp som blivit vanligare är de sk UV-lackerna. Man använde ursprungligen polyesterlack men dessa kunde inte härda i närvaro av luftens syre vilket innebar att man var tvungen att blanda in sk växpolyestrar som skyddade ytan. Detta innebar vidare att lacklinjerna blev mycket långa och vidare hade man problem med avspjälkning av styren. I början av 1970-talet utvecklades mera energitäta UV-lampor vilket innebar att problemen åtminstone minskade. Numera behöver inget lösningsmedel alls avdunsta vid härdningen och denna sker på mycket kort tid, någon sekund, men fortfarande är vad vi förstått styren med som en del i processen. För att härdningen skall ske används sk högtryckslampor med en effekt på c:a 80-100 W per cm. Genom att använda sådana sker härdningen mycket snabbt och linerna kan därför göras mycket korta. Någon avkylningszon behövs inte då godset inte hinner värmas upp. De UV-härdande lackerna består av bindemedel, monomerer, fotoaktiva ämnen, tillsatsmedel och pigment. Bindemedlet utgörs av sk prepolymerer eller oligomerer som är omättade hartser av polyester eller akrylat. Polyestrarna är billigare men härdar inte lika snabbt som akrylathartserna. Monomererna fungerar som lösningsmedel men tvärförnätar också prepolymeren. Monomeren avdunstar därför inte utan ingår i själva lackskiktet. Polyesterhartserna löses i ämnet styren. Den sk fotoinitiatorn skapar sk fri radikaler för att polymeriseringen skall komma igång. Det är viktigt att initiators är anpassad efter UV-rörens våglängdsområde. I annat fall blir härdningen ofullständig. Tillsatsmedlen används för att ge lacken bättre vätbarhet medan pigmenten bl a förbättrar lackens slipbarhet. Det är viktigt att pigmenten inte hindrar UV-strålningen från att tränga ner i lackskiktet. Polyestersystemen förekommer knappast i Sverige men är vanliga på kontinenten. Systemet med styrenfri polyester har en förhållandevis lång härdningstid men ger inga allergiproblem. Akrylatsystemen härdar mycket snabbt men kan ge allergier. Priset per liter lack är högt.

På senare år har intresset ånyo inriktats mot sk naturmetoder vid lackning. Produkter som används är t ex shellack, oljor och vax. Framför allt i Danmark har sådana naturprodukter uppmärksammats. Tyvärr är metoderna för applicering många gånger hantverksmässiga och

ex vis linolja måste ha en torktid på en vecka. Många gånger "försvinner" också ytbehandlingen efter ett tag och måste påföras på nytt.

Man har också försökt att använda värmehärdande pulverfärger men då dessa kräver temperaturer på c:a 150 °C under omkring 15 minuter passar inte trä särskilt bra för en sådan process. MDF, björk- och bokträ klarar temperaturerna men man får ofta blåsbildning i lackskiktet.

15.7 Maskinell utrustning för lackering och målning

15.7.1 Beredning av färg och lack

Innan man kan applicera lacken måste den beredas dvs man måste se till att ev härdare eller lösningsmedel tillsätts. Det är viktigt att rätt mängd tillsätts. Lacken måste sedan röras om noggrant helst med en mekanisk omrörare. Om man använder en bormaskin måste denna vara luftdriven. För större anläggningar har man speciella system med automatisk omrörning, dosering och blandning. Mycket viktigt är att lacken har rätt viskositet. Om temperaturen förändras i lokalen ändras också denna. En varmare lack har lägre viskositet. Då många av ämnena är farliga i lackerna måste man ha en ögonspolningsanläggning, liksom ett vanligt tvättställ i närheten.

15.7.2 Sprutlackering

En av de vanligaste metoderna för lackering är sprutlackering. Vanligen sönderdelas lacken i små droppar med hjälp av tryckluft som också transporterar dessa till detaljerna. En annan metod är att använda högt tryck. I vissa fall utnyttjas också en elektrostatisk effekt så att man, i viss mån kan lackera även på baksidan av en detalj. Ytterligare ett system sönderdelar lacken med hjälp av en snabbt roterande skiva. Den första av dessa metoder är den traditionella och den kallas också för lågtrycksmetoden. Här formar luftflödet sprutfältet och man kan justera lackflöde, sönderdelningstryck och sprutfältets form under sprutprocessen. Lågtrycksmetoden ger ett bra resultat men mycket tryckluft går åt, c:a 400 l/min, och ljudnivån ligger ofta på 90 dB(A). Man får också en mycket kraftig sprutdimma vilket innebär att man ofta sprutar bredvid detaljen. Dessutom medför metoden att lackeraren utsätts för ångor och lösningsmedel.

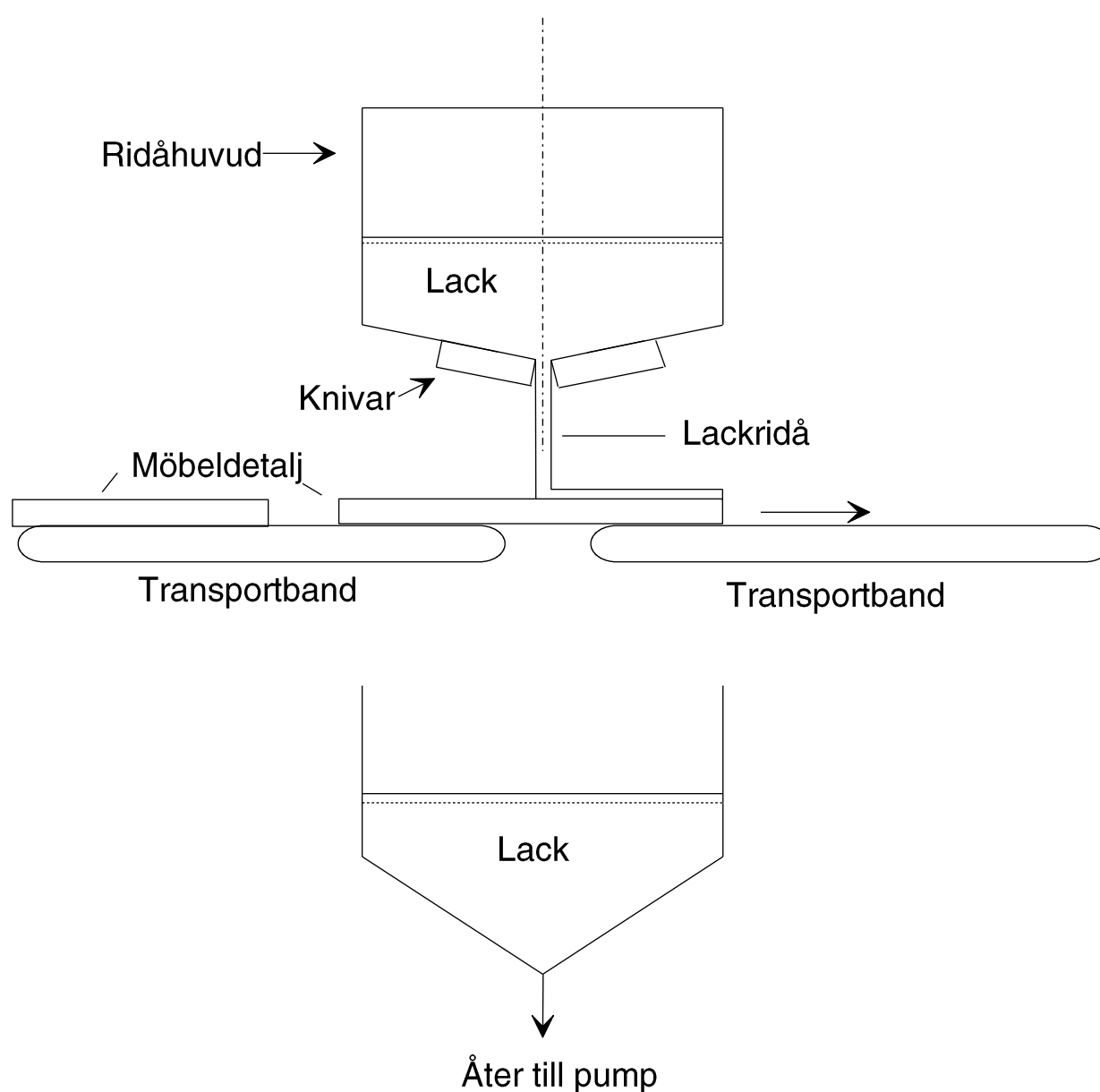
Högtrycksmetoden innebär att sönderdelningen sker utan luft men i stället av ett högt tryck, upp till 400 bar används. De stora fördelarna är att man inte behöver ha så mycket lösningsmedel i lacken och att man därför får mindre "lackrykning och återstuds". Metoden ger ofta lägre lackförluster än traditionell sprutmålning. En nackdel är att man måste byta munstycke för att förändra strålens form och lackmängd.

Det finns också en metod, kallad Air-mix, som kombinerar traditionell sprutning och högtrycksmetoden. Luftstrålen formar därvid sprutfältet medan sönderdelningen sker av det höga trycket.

Ett sätt att minska viskositeten, och på så sätt kunna minska användningen av lösningsmedel, hos lacken är att värma den men alla lacker tål inte detta. Inom träindustrin används metoden sällan.

15.7.3 Ridålackering

Detta är en mycket vanlig metod inom planmöbelindustrin som används när man skall "måla ytan med färg". Man måste då applicera ett relativt tjockt lager för att färgen skall täcka ytan helt. Metoden går ut på att man pumpar upp pigmenterad lack till ett avlångt tråg, det sk ridåhuvudet. I botten på detta finns två långa knivar eller läppar som bildar en smal spalt där lacken rinner ut, se figur 92.



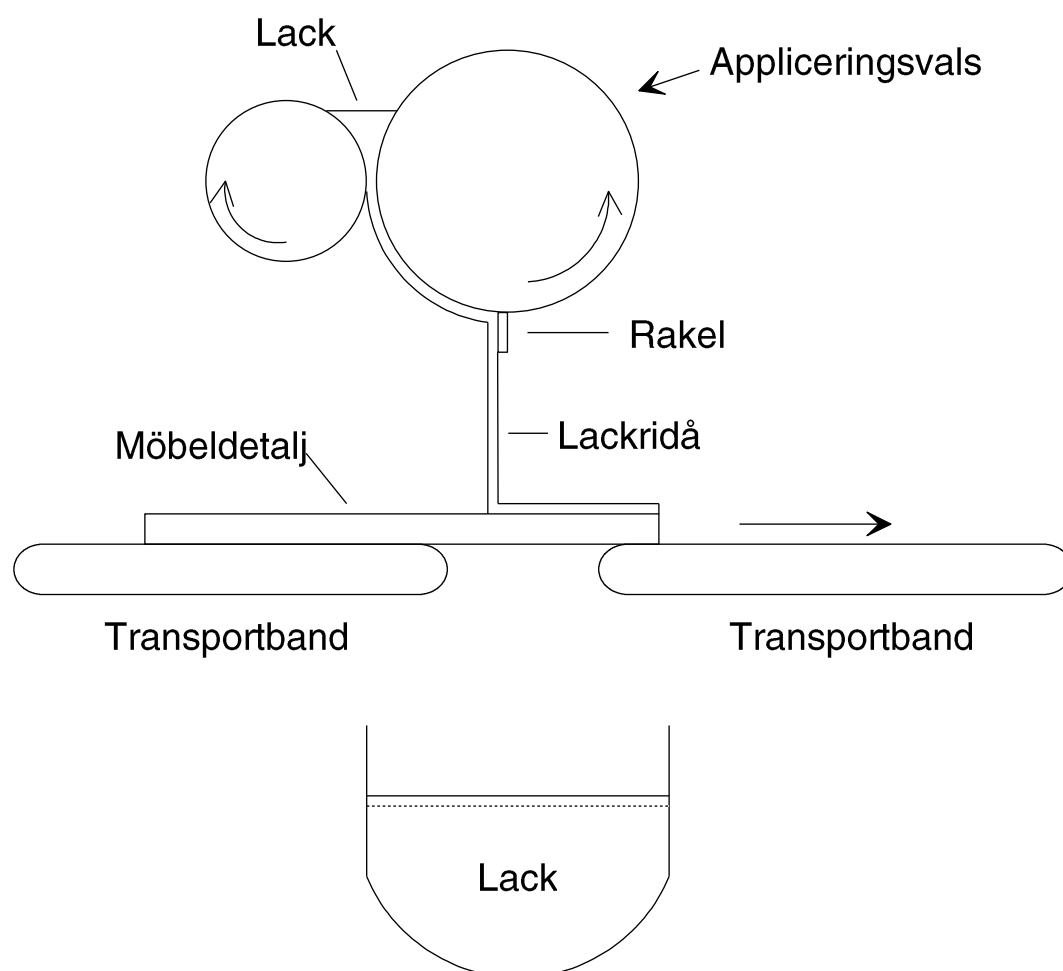
Figur 92: Principbild av ridålackmaskin

På var sida om ridåhuvudet finns transportmattor där godset transporteras. Den lack som inte fastnar på godset hamnar i en ränna som leder tillbaka till lackbehållaren och den pump som pumpar upp lacken till ridåhuvudet. Godset placeras ofta snett på transportbandet vilket innebär att man samtidigt även kan lackera två kanter, förutom översidan. I den underliggande behållaren finns ofta en uppfångningsplåt som hindra virvlar och luftbubblor i lacken. Det är viktigt att knivarna slipas då och då så att man kan få en hög precision på lackfilmens tjocklek. Minsta mängd lack som kan appliceras är c:a 50 gram per m^2 medan den maximala mängden är c:a 400 g/m^2 . Hastigheten på maskinens transportband är c:a 70 m per minut. Så fort kan ofta inte alla maskiner arbeta och därför måste man ibland ha sk accelerations- och retardationsbanor före och efter ridålackmaskinen. Det är också mycket viktigt att lacken hela tiden har samma viskositet, vilken mäts med en viskosimeter. Lösningemedlet i lacken avdunstar ju hela tiden vilket innebär att den blir mer och mer trögflytande. Mängden lack som appliceras mäts på så sätt att ett papper som får passera maskinen. Genom att mäta vikten på papperet före och efter lackering får man reda på mängden i g/m^2 . Man har även utvecklat ridålackmaskiner för lister mm samt sådana som kan lackera alla sidor utom undersidan. Sådana maskiner har en snedställd transportbana. Ibland vill man inte att någon lack alls skall hamna på kanterna av detaljen. Detta åstadkommes genom att maskinens inmatningssida höjs så att ridåfilmen "lutar". Ett annat sätt är att placera ett sk vacuumaggregat bakom filmen. Luftströmmen som bildas gör att ridån även här blir sned.

En nackdel med ridålackmaskiner är att de är mycket känsliga för drag. För kraftiga luftrörelser medför att ridån börjar fladdra vilket ger ett undermåligt slutresultat. Vanliga fabrikat på ridålackmaskiner är Bürkle, Barberan (Spanien) och Sorbini (Italien) vilka i sin tur har de svenska agenterna Jon Stenberg i Emmaboda, Thomas Frick AB i Vellinge och Sigfrid Stenberg AB i Nässjö.

15.7.4 Valsridåmaskiner

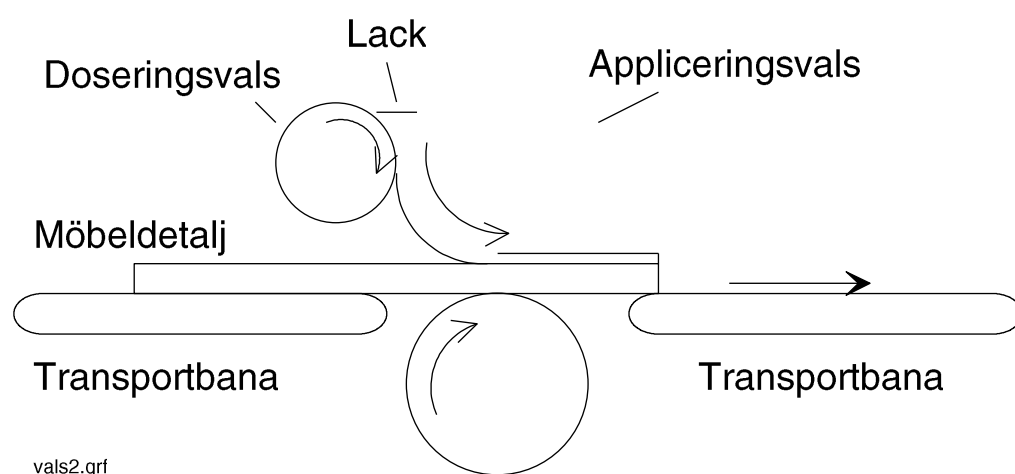
En ridålackmaskin fungerar endast om lacken är förhållandevis lättflytande, dvs den måste innehålla mycket lösningemedel. Då dessa ofta är hälsovådliga vill man minska denna mängd. Ett sätt är att tillgripa en sk valsridåmaskin. Här ligger lacken först placerad ovanför två stålvalsar som ligger mycket nära varandra. Den sk appliceringsvalsen har en något större diameter och här finns en rakel anbringad som skrapar bort lacken från valsen ifråga. Lacken rinner sedan ner på detaljerna på samma sätt som i en ridålackmaskin, se figur 93. Det synes dock som om denna maskintyp är mycket ovanlig, åtminstone i Sverige.



Figur 93: Valsridåmaskin, principskiss. [179]

15.7.5 Valslackeringsmaskiner

Denna maskintyp har blivit vanligare i och med att sk UV-lacklinor introducerats. Dessa lacker kan ha en hög torrhalt varför de inte lämpar sig för ridåmaskiner. Enligt [179] finns ett flertal olika typer. Den enklaste typen har en medgående appliceringsvals vilket innebär att valsem roterar med samma hastighet som möbeldetaljen passerar, se figur 94.



vals2.grf

Figur 94: Valslackeringsmaskin, [179].

Vanligen är periferihastigheten på appliceringsvals något högre än motsvarande hastighet på doseringsvalsen vilket innebär att lacken "smetas" ut bättre. Ibland kan man också applicera lack även på undersidan men då måste den efterkommande transportbanan bestå av sk taggvalsar eller knivrollar så att inte lackskiktet skadas.

Det finns också valslackmaskiner där appliceringsvalsen går något långsammare än godset och lackskiktet blir därför något glättat. Med denna metod kan tjockare lager föras på utan att sk rillmönster uppstår. Rillor är det mönster som finns "inpräglat" på appliceringsvalsen.

Ytterligare en annan typ av valslackmaskin använder ett sk reversibelt förfarande där appliceringsvalsen snurrar åt motsatt håll i förhållande till godset. Här krävs största precision på detaljernas ytfinitet men fördelen är att tjocka lager kan läggas på, c:a 80 g/m^2 . Det finns också doservalsar som har små gropar inetsade i valsen. Endast den lack som finns i groparna kan då passera valsarna och appliceras på möbeldetaljen.

Med valslackeringsmaskiner kan man lägga på mycket tunna skikt c:a 25 g/m^2 . Om UV-härdande lacker används ger detta samma resultat som om $100\text{-}120 \text{ g/m}^2$ syrahärdande lack, och ridålackering, skulle användas. Detta beror på att UV-lackerna har högre torrhalt och viskositet samt att i stort sett all lack som appliceras blir kvar på produkten. Vid ridålackering består ju en stor del av lacken av lösningsmedel som avdunstar.

Ytterligare en typ av valslackeringsmaskiner är den sk valsbetsmaskinen. Appliceringsvalsen är här försedd med sk svampgummi, eller mossgummi. En mjuk vals avger en stor mängd bets vilket ger mörka kulörer medan en hård vals används för hårda träslag och ljusa kulörer, se [179] sid 202.

15.8 Lacklinor

Vid industriell produktion av planmöbler sker lackeringen så gott som alltid i sk lacklinor. I figur 95 återfinnes en sådan där man använder UV-ljus för att härda lacken. Denna anläggning är levererad 1995 av AB Sigfrid Stenberg i Nässjö. Detta innebär att endast vissa apparattillverkare finns representerade i anläggningen. Det har dock känts angeläget att visa i detalj hur linan är uppbyggd och därför förekommer produktnamn mm här. Andra leverantörer har ett annat produktsortiment. Linan börjar med en transportbana, Cefla, försedd med en matta med underliggande rullar som möbeldetaljerna vilar på. Denna fungerar som ett uppläggningsbord med magasinmatning och meningen är att man skall kunna stapla ämnen till en höjd av två till tre dm vilka sedan skjuts in i linan av den underliggande mattan i en lämplig takt genom maskinerna. Efter uppläggningsbordet finns ett utrymme som skall användas för en sk portalrobot vilken används för att lyfta in stora skivor från ett mindre lager bredvid lacklinan.

Skivorna måste sedan slipas så att de får en lämplig ytfinitet och planhet. Detta utförs i en sk kryssbandslip vilken består av en horisontalbandslip, där bandet är tvärgående, och en

breddbandputs, där banden är längsgående. Maskinerna är sammanbyggda till en enhet, Topsand 135/M3, vilken tillverkas i Italien. Horisontalbandslipen behöver inte alltid vara i funktion beroende på vilken typ av skivor som ska lackeras. Apparaten är försedd med sk tryckskor, typ Epics, indelade i 48 sektioner så att även inte helt plana detaljer kan slipas. Trycket på skorna regleras med hjälp av tryckluft och en mindre dator. Varje sko har bredden 27 mm. Härfter kommer ett av de två breddbandputsaggregaten, det första försett med en slipvals, typ RLT. Slipvalsen är spiralfräst i 45 graders vinkel och har en hårdhet om 45 Shore. Det andra breddbandputsaggregatet är också försett med slipskor av typen Epics. Maskinen är har också en vacuummatta så att möbeldetaljerna ligger fast under slipningen. Slipbanden är avsedda för slipning av fanér. Det första brukar ha 100 korn per in², det andra 120 och det tredje 150 korn per kvadrattum. Tre andra tillverkare av breddbandputsar är Heesemann (Tyskland) vilka säljs av Tomas Frick AB, Tagliabue (Italien) Jon Stenberg AB och Boere (Holland).

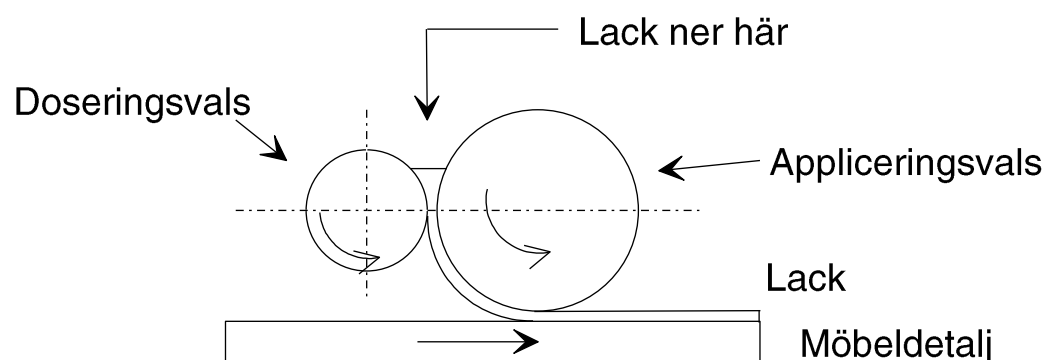
Efter slipningen måste viss rengöring ske varför en sk renborstningsenhet, borstkvalitet Tampico, och en turborenblåsningenshet finns installerad.

Mellan maskinerna finns rullbanor placerade men dessa nämns inte fortsättningsvis. Efter putsning och rengöring kommer själva lackeringen. Det lackmaterial som används är en 100 % acrylat-UV, dvs inget lösningsmedel finns i lacken. Den innehåller endast monomerer och fotoiniatorer som binds samman till ett hårt lackskikt. Lacktypen i detta fall kommer från Beckers.

Här används en valslackeringsmaskin av typen Sorbini T-20-MF-1400, där talet 1400 anger bredden på apparaten. Apparaten har två valsar eller rullar som ligger mycket nära varandra. Den första valsen, som kallas doseringsvals har diametern 174 mm medan den andra valsen, appliceringsvalsen har en diameter om 250 mm. Modellen "F" innebär att doservalserna kan köras reversibelt. Mellan valsarna kan lack hållas i ovanifrån och ett tunt lacklager fastnar därvid på den senare valsen. Denna har dessutom kontakt med möbeldetaljen som skall lackeras varför lacken "smetar av sig" där. Varje vals är dessutom försedd med var sin rakel som skrapar av den lack som inte används. Raklarna smetar dessutom ut lacken på valsarna så att skikten blir tunna och jämna. Appliceringsvalsen har en hårdhet om 50 Shore varför den inte är helt stum. Doseringsvalsens roterar i detta fall åt samma håll som appliceringsvalsen men i andra maskiner kan riktningarna vara motsatta. Metoden innebär att lacken "rullas" på detaljerna, se figur 96. Lacken pumpas upp från till maskinen med hjälp av en sk dubbel membranpump och överskottet mellan valsarna leds tillbaka ner till pumpen. En fördel med membranpumpar är att ingen luft piskas in i lacken vilket kan ge ett undermåligt slutresultat. De lackeringsmaskiner som säljs via Jon Stenberg AB heter Bürkle som tillverkas i Tyskland.

Uppläggnings- bord
Utrymme för portalrobot "Stora skivor"
Kryssbandslip Topsand DMC
Valslackerings- maskin, Sorbini T20 MF
UV-ljus Ecolight
Valslackerings- maskin, Sorbini T20 MF
UV-ljus Ecolight
Valslackerings- maskin, Sorbini T20 MF
UV-ljus Ecolight
UV-ljus Ecolight
Bredbandputs Topsand DMC
Putsmaskin Sorbini
Valslackerings- maskin, Sorbini T20 MF
Valslackerings- maskin, Sorbini T20 MF
UV-ljus Ecolight
UV-ljus Ecolight

Figur 95: UV-lacklina vid AB Åtvidabergs Industrier, installerad 1996.



Figur 96: Valsackeringsmaskin hos Åtvidabergs Industrier AB.

Lacken måste sedan härda. I detta fall används UV-härdande lack och därför belyses möbeldetaljen i en sk UV-ugn, typ Cefla Ecolight TLF-M-1-TTE 2500-RU, där 2500 anger apparatens längd. RU innebär att transportören är avskärmd så att UV-ljuset ej når golvet. Här används en UV-lampa med en effekt om 13.7 kW vilket ger en ljuseffekt om 100 W/cm^2 . Som synes produceras en avsevärd mängd värme här varför apparaten måste kylas med hjälp av en fläkt som blåser 900 m^3 luft per timma genom maskinen. UV-lamporna får inte bli för varma vilket även gäller fanéren på skivorna som skall lackeras. Luftströmmen transporterar också bort det ozon som bildas. Superfici i Italien har motsvarande apparater.

En ny omgång lack skall nu appliceras varför en möbeldetaljen passerar en till valsackeringsmaskin av samma typ som ovan. Detta lager härdas sedan i en UV-ugn med två lampor med en sammanlagd effekt om 27.4 kW. I många fall sker ingen fullständig härdning mellan valsackeringsmaskinerna. I stället talar man om att lacken gelar. Kylningen måste därför också förstärkas, nu till 1800 m^3 luft per timma. Detaljerna passerar sedan ytterligare en valsackeringsmaskin med efterföljande härdning i en UV-ugn av typen Cefla TLF MB3-TTE-3000. Denna har tre lampor med en sammanlagd effekt om 41.1 kW och ett kylbehov av 3300 m^3 luft per timma.

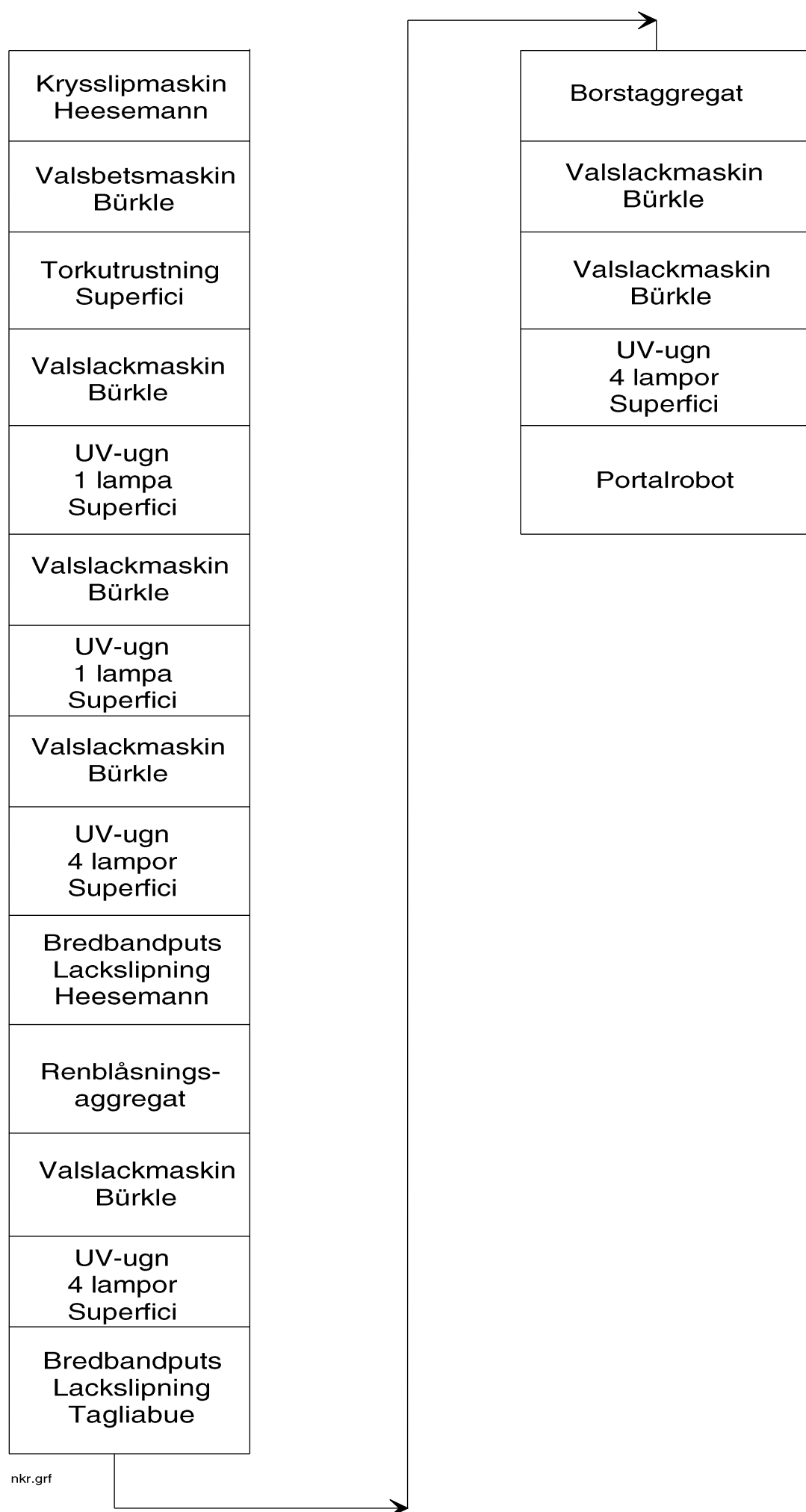
Nu vidtar slipning av lackskiktet och en bredbandputs av typen Topsand 135/M2 passeras. Här finns inget krysslipaggregat utan det första aggregatet, typ RSE, är utrustat med en mjuk slipvals med hårdheten 30 Shore. Maskinen har ett luftbehov av 5440 m^3 /timma vilket ger en lufthastighet om 22 m/s. Detta för att slipdamm mm skall kunna avlägsnas. Det andra aggregatet har en slipskoenhet, typ PE2, med 48 sektioner. Även här används luft för borttransport av slipdamm, 3420 m^3 /timma. Efter denna apparat kommer en sk borst- och joniseringsmaskin, typ Sorbini VS-32-B. Apparaten tar bort den eventuella statiska elektricitet som ofta bildas vid lackslipning. Här sker renblåsning med hjälp av tryckluft. Slipbanden är här av typen 400 till 500 korn per in^2 . Det slipdamm som bildas transporterats till ett separat filter.

Efter slipning och putsning skall sedan ett dubbelt lager lack appliceras. Detta sker i en maskin med två valsmaskiner omedelbart efter varandra, typ Sorbini T-20-2 MF. Då nu ett extra tjockt lager applicerats måste en UV-ugn med 4 lampor tillgripas. Ugnen har beteckningen Cefla TLF MB-4-TTE-3500-RE-SCL. Lampeffekten uppgår till 54.8 kW och kylningen kräver 4400 m³ luft per timma. Härefter återstår endast en 5.4 m lång transportbana där godset kan plockas bort. Till anläggningen hör dessutom ett sk skruvfilter med en filteryta på 180 m² och en kapacitet om 25000 m³ luft per timma. Fläktmotorns effekt är 37 kW.

Totalt för lacklinan åtgår en eleffekt av 219 kW, = 30 moderna villor, och c:a 60000 m³ luft per timma. Effekten som krävs för att transportera denna luft är inte inkluderad. Dessutom används redan uppvärmd luft som transporteras genom de olika systemen. Till anläggningen hör dessutom värmeväxlare som överför värme från den utgående luftströmmen.

Den tryckluft som används är endast påkopplad då det behövs. När inget material finns i maskinerna stoppas därför renblåsningen.

Uppgifterna om lacklinan ovan kommer från Lars Melhager vid AB Sigfrid Stenberg samt material från maskintillverkarna. Ett annat exempel på en lacklina tas från NKR i Tranås, som hör till European Furniture Group, EFG, se figur 97. Principen för själva ytlackeringen är här densamma men linan har kompletterats med utrustning för betsning.



Figur 97: Bets och lacklina på NKR i Tranås.

16 KVALITET

En allmän åsikt från användare av träprodukter i dag är att virkets kvalitet är sämre idag än förr. De anser att dagens virke är skevt, krokigt och innehåller betydligt fler deformations- och tillverkningsfel. I och med detta har många tillverkare gått över till att använda andra material. Detta är mycket oroväckande för svensk träindustri och en stor kraftsamling krävs för att höja den svenska träkvaliteten, inte minst för att ha chans att konkurrera med övriga världen. En definition av begreppet kvalitet både internationellt (ISO 8402) och i Svensk standard (SS 02 01 04) lyder enligt följande:

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

Kvalitet är ett ganska diffust begrepp och kan betyda olika saker för olika personer. Skogsägaren och skogsindustrin har många gånger inte samma syn på vad god kvalitet är. Pappers- och massaindustrin har under många år satt press på skogsägarna att ha snabbare skogstillväxt och kortare omloppstider, vilket många menar har lett till försämringar för snickeriindustrin. Nu har dock alla led börjat uppmärksamma den sämre kvalitet som skogen gett under senare år även om det inte har lika stor betydelse för pappers- och massaindustrin. Idealiskt vore ett snabbväxande träd med täta årsringar och få klena grenar. För tillverkning av plywood måste man ha ved med liten årsringsbredd, eftersom fanersvarvens kniv har en tendens att vibrera vid svarvning av stockar med så breda årsringar att fanerskicket endast innehåller vår- eller sommarved. Resultatet blir ett ojämnt fanerskikt med en uppruggad faneryta, som torkar för fort, vilket ger sprickor till följd, som i sin tur medför större limupptagning. Består plywooden av stor andel ungdomsved har skivorna en tendens till att vrida sig. Ungdomsvedens negativa inverkan är inte lika stor i träfiberskivor. Indikationer visar på en ökad tjocklekssvällning hos den färdiga skivan. En fördel är att ungdomsveden är lättare att pressa samman och bindingarna mellan fibrerna blir mycket bra.

Hela kedjan från frö till plankor är kantad av olika kvalitetssorteringar, t ex val av förnyingsmetod, val av träslag, röjning, gallring, avverkning och hur stocken ska sågas upp. Anledningen till att det trots allt inte är bättre kvalitet på dagens virke beror på att de olika leden har olika kvalitetskriterier. För att överbrygga detta bör man gå samman och ställa upp en gemensam kvalitetssortering som härleds från den slutliga träprodukten tillbaks genom den trämekaniska industrin till skogsbrukets primärproduktion.

16.1 Ungdomsved

Ett träd genomgår olika stadier under dess livstid. Dessa perioder benämner man för omoget, moget och övermoget. Omogen ved är den vi i dagligt tal kallar för ungdomsved. Andelen ungdomsved är karaktäristiskt för varje trädslag. Den svenska tallen och granen bildar ungdomsved under de första 15- 20 åren. Övergången till mogen ved är otydlig, men kännetecknas av att fibrerna blir längre och att fibrillvinkeln, se [24] kap. 2, minskar. På grund av de korta fibrerna, fibrillvinkeln, men även på grund av den låga densiteten anser man inom snickeribranschen att ungdomsved har dålig kvalitet. Då ett virkesstycke innehåller både mogen ved och ungdomsved är risken stor för deformationer vid fuktförändringar. Skillnader i fibrillvinkel gör att krympningen sker i olika riktningar, vilket leder till spänningar som kan resultera i sprickor eller böjning.

Reaktionsved, se [24] kap. 2, och växtvridenhet är egenskaper som sänker kvaliteten på träet. Detta förekommer oftare i ungdomsved än i mogen ved. Följden blir sprödare virke på grund av större fibrillvinkel och fiberlutning samt även ökad ligninhalt, se [182].

Trädets olika perioder karaktäriseras av förändringarna hos vedens egenskaper. Det är anatomiska, fysikaliska och kemiska egenskaper som varierar från märgen och ut till periferin. I figuren nedan redovisas en principiell bild av hur några av dessa egenskaper varierar.

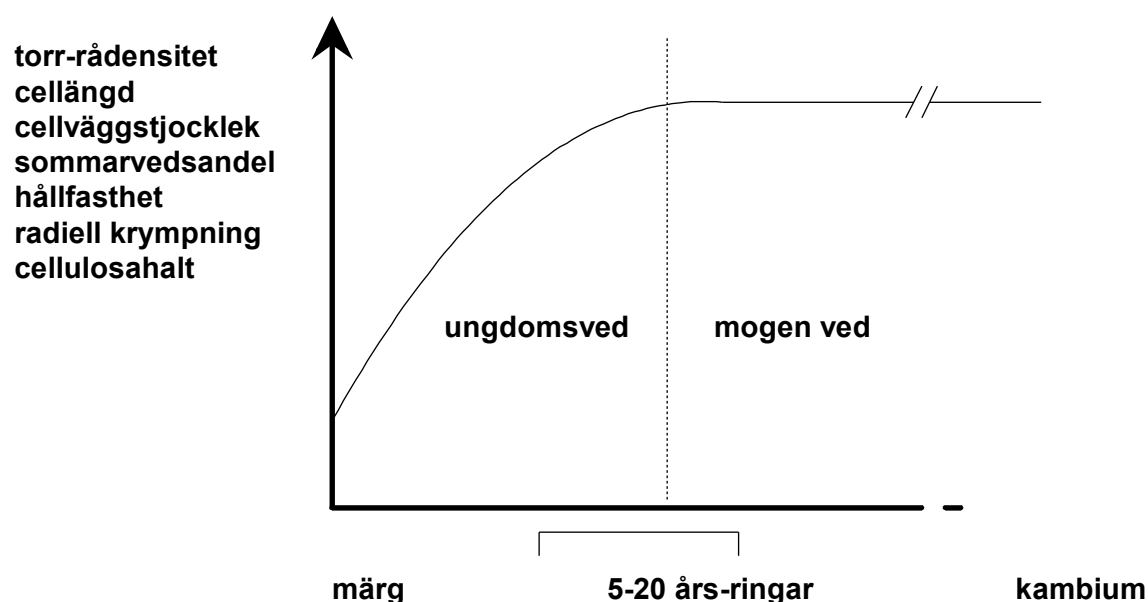


Diagram 3: Principbild över hur några vedegenskaper gradvis förändras från märg till kambiet i barrved, se [182].

Definitioner enligt Panshin & Zeew (1980)

- ⇒ "Ungdomsved är ved formad nära mörgen, karakteriserad av en progressiv ökning i dimensioner och förändringar i cellkarakteristika och i celluppsättningens mönster."
- ⇒ "Mogen ved är ved karakteriserad av relativt konstant cellstorlek med väl utvecklat strukturmönster och stabilt fysikaliskt beteende"

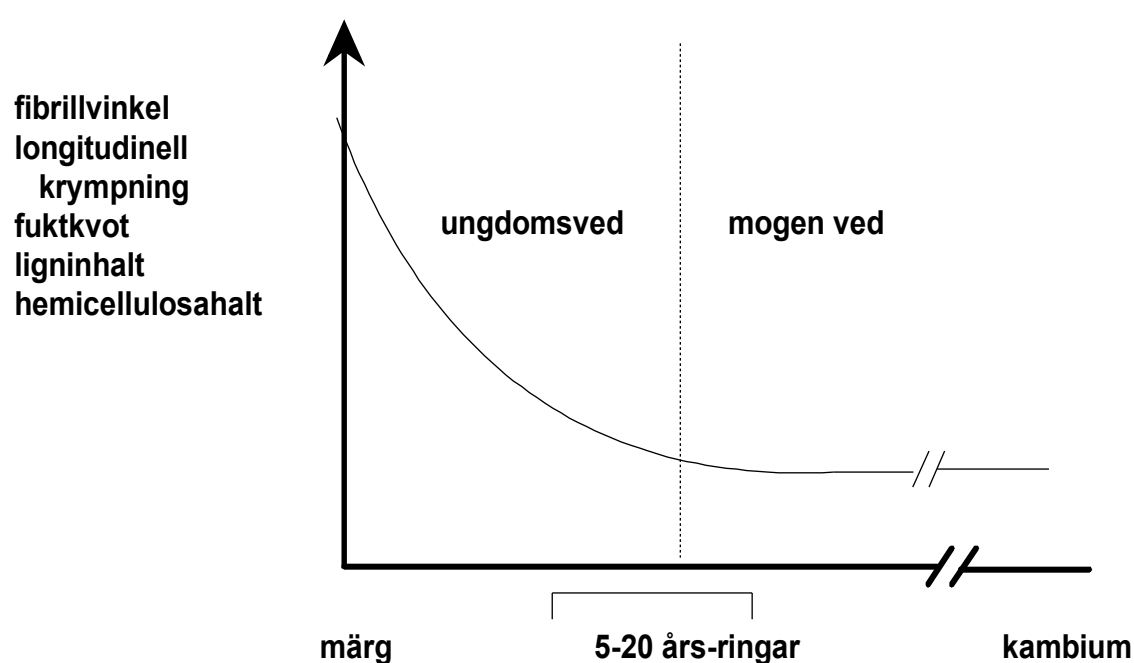


Diagram 4: Principbild över hur några vedegenskaper gradvis förändras från mörge till kambiet i barrved, se [182] sid 13.

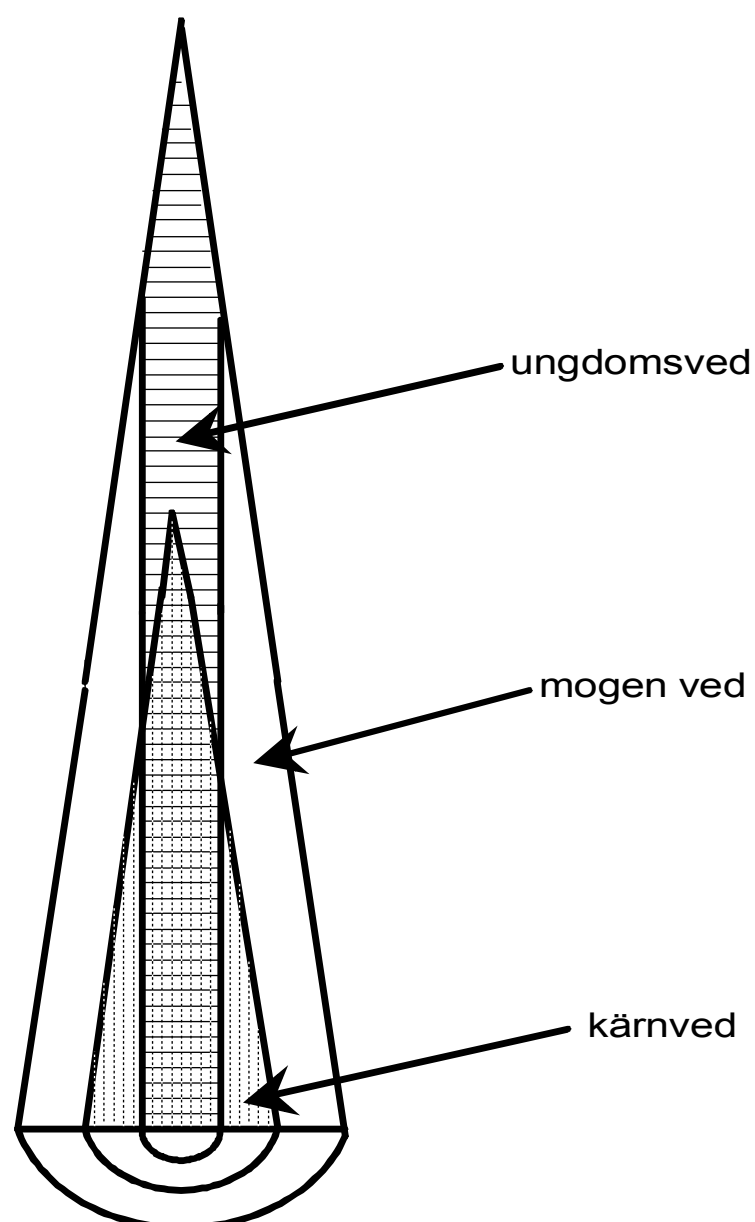
Av definitionerna framgår att ungdomsved alltid bildas närmast mörgen. Detta innebär att man i ett äldre träd kan se ungdomsveden som en cylinder med ungefär samma diameter från roten och upp till den höjd av trädet över vilken trädet endast består av ungdomsved. I äldre träd kan ungdomsved således innehålla både kärnved och splintved. Ungdomsved är således inte alltid ung ved, utan ved som bildats under den tid då kambieinitialen i varje relativ stamhöjd var i ungdomsstadiet, se [182].

16.1.1 Egenskaper

Trädets vegetativa organ styr trakeidernas (fibernas) tillväxt och slutliga storlek genom produktion av hormonet auxin. Det är således hormonet auxin som styr när trädet skall börja växa på våren, när övergången från vår- till sommarved skall ske, samt när trädet skall sluta växa på sommaren/hösten. Fibrillvinkeln beror på trädslag, tillväxt och var i trädet fibern är belägen. I korta fibrer, det vill säga i fibrer närmast mörgen, är fibrillvinkeln störst.

Fiberlängden har stor betydelse för träbaserade produkters hållfasthet. Kortare fibrer och därmed större fibrillvinkel medför bl a att konstruktionsvirke får sämre egenskaper. Gallring och gödsling leder till kortare fibrer, medan stamkvistning leder till längre sådana, [183]. Det råder oenighet om det felfria virkets hållfasthets- respektive styvhetsegenskaper beror på

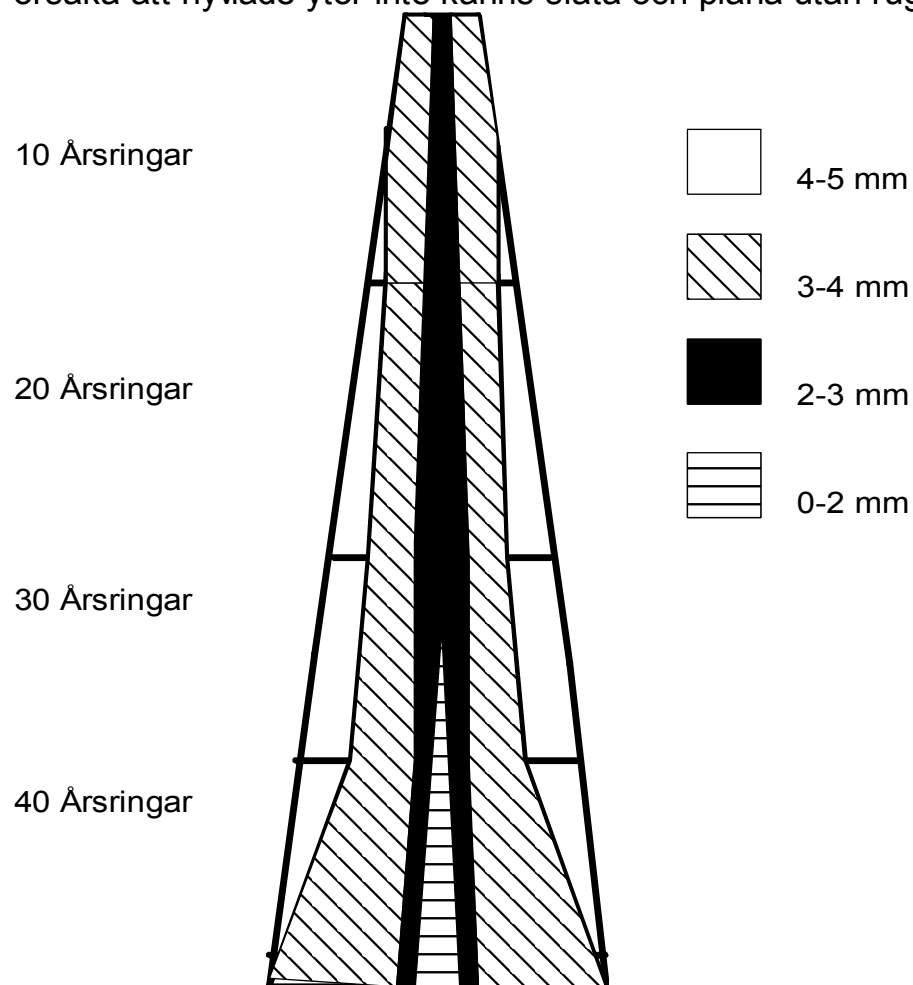
trädets tillväxthastighet eller densitet. Det är dock troligt att faktorer som kemisk sammansättning, fiberlängd, fibrillvinkel och tillväxtspänningar inverkar på virkets hållfasthet. Genetiskt förädlad plantmaterial har sämre hållfasthetsegenskaper än oförädlad material. Generellt sett har ungdomsveden avsevärt lägre hållfasthetsegenskaper än mogen ved.



Figur 98: Principiell figur över ungdomsvedens placering i ett äldre barrträd, [182] sid 16.

Reaktionsved är detsamma som man ibland kallar tryckved eller dragved. Ett beskrivande namn eftersom det främst bildas på utsidan av lutande stammar, i yttersvängen hos krokiga träd och på grenarnas undersida. Reaktionsved förekommer dessutom i kvistarnas omedelbara närhet, samt på läsidan av träd som är utsatta för hård vind, t ex kusttallar. Veden upplevs som hård, tung och spröd. Fibrerna är korta och avrundade med stor fibrillvinkel och tjock fibervägg. Avrundningen gör att det bildas hålrum, så kallade intercelluarer. Liksom ungdomsved krymper reaktionsved i olika riktningar i förhållande till normal ved (mogen ved) vilket gör att spänningar bildas. Ett annat problem som är vanligt förekommande i både barr- och lövträd är växvridenhet. Vad detta beror på är det ingen som säkert vet, men man förmodar att det är genetiskt betingat och således ärftligt. I den färdiga produkten leder

växtvridenhet till att plankor, rundvirke och plywood vrider sig och slår sig. Dessutom kan det orsaka att hyvlade ytor inte känns släta och plana utan ruggiga.



Figur 99: Fiberlängden i barrträd, [182].

16.2 Skogen

16.2.1 Skogsskötseln

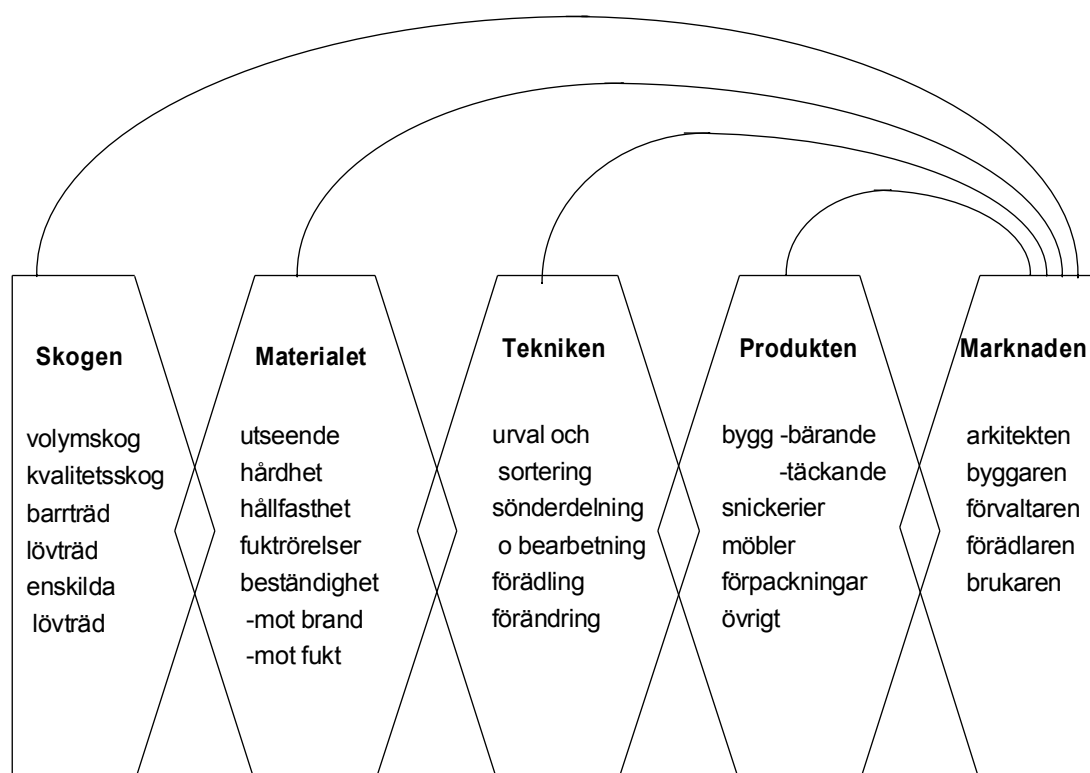
Miljön är den dominerande faktorn för tallens tillväxt- och virkeskvalitetsfaktorer, men även ärftliga faktorer spelar in, vilket gör det viktigt med rätt kunskap då vissa träd ska gallras ut. Vissa forskningsresultat visar att det torde vara möjligt att genom genetisk förädling såväl minska antalet år som ungdomsved bildas, som att höja ungdomsvedens torr-rådensitet, [24] kapitel 2.1.

Något som är väldigt viktigt för ett trädbestånds kvalitet är trädslagsval och plantantal. För att dämpa tillväxthastigheten och minska antalet kvistar bör man ha ett mycket stort plantantal till att börja med. Vid en tallplantering kan man t ex ha 2000 tallplantor och 20 000 - 30 000 björkplantor per ha. Naturlig föryngring är dock att föredra om man tror att stora krav kommer att ställas på det framtida virkets formstabilitet, hållfasthet, styvhet och finkvistighet. Röjning skall utföras försiktigt i flera etapper och björk och gran i tallbestånd skall lämnas kvar för att begränsa kvistighet, ungdomsvedsandel och torr-rådensitet.

Alla är överens om att det behövs ökad kvalitet inom träbranschen. Kvalitetsförändringarna orsakar dock problem, då det finns bristande kunskaper i materialförståelsen. Denna brist har bl a resulterat i:

- ⇒ Skogsskötselprogram baserade på ekonomiska modeller som inte håller i praktiken. Man har försökt producera så mycket så möjligt, för att kunna sälja så mycket så möjligt. Att kvaliteten försämrades avsevärt visste man inte eller brydde man sig inte om eftersom försäljningspriset var detsamma.
- ⇒ Skogsskötselprogram som har resulterat i enåldriga och enskiktade monokulturer av barrträd med förhållandevis kort omloppstid. Detta ger en mer komplicerad kvalitetsblandning än blandade och/eller flerskiktade bestånd, eftersom stora och viktiga kvalitetsvariationer inom enskilda träd förstärks i monokulturen. I flerskiktade och blandade bestånd kommer kvalitetsvariationerna i högre grad att fördelas mellan olika träd, vilka kan hanteras åtskilda.
- ⇒ Produktionsmetoder i skogsindustrin som i liten grad kan ta hänsyn till kvalitetsvariationer hos råvaran, skilja olika kvaliteter från varandra och se till att de används där de bäst bidrar till resultat.
- ⇒ Felaktig användning av trä, vilket har gett ett generellt intryck hos många slutförbrukare att trä är ett olämpligt eller underlägset material för en del användningsområden.

Bättre kontroll av kvalitetsvariationerna, en homogenare kvalitet inom produktsortimentet, större möjligheter att skilja mellan olika kvaliteter och behandla dem enligt de krav som ställs på dem, betraktas som förnuftiga delmål, där ett högt ekonomiskt resultat är huvudmålet. Skall dessa mål kunna uppnås, måste informationsflödet mellan olika led i kedjan skog-industri-marknad förbättras. Detta kräver bättre tvärvetenskaplig förståelse och vilja till problemlösningar som går tvärs traditionella barriärer i näringen, se [184].



Figur 100: Marknad - skog

16.2.2 Barrtimmer från kulturskog

Kulturskogar är de skogar med kort omloppstid och stor volymtillväxt hos enskilda träd. Träden i dessa skogar är ofta grovgreniga och har dålig stamform, till skillnad från naturskogens långa slanka kvistfria träd. Skillnader i kvalitet i de olika träden gör att man behöver ett bra och enkelt sätt att mäta kvaliteten på. I Norge har man börjat med att bedöma kvaliteten med hjälp av årsringarna. I inledningsskedet satte man den största tillåtna årsringsbredden till 5 mm i gran, mätt i ett 10 cm:s intervall mellan 5 och 15 cm ifrån mörgen. Nu har man "förbättrat" resultaten genom att sänka årsringsbredden till 3 mm hos den bästa sågtimmerkvaliteten, medan man tillåter upp till 7 mm för andra sortering. Detta är en metod som har förbättrat träkvaliteten avsevärt, men det är långt ifrån en idealisk metod. Samma metod i Sverige skulle få förödande konsekvenser för skogsbruket i södra Sverige, vars träd som i och för sig har stort avstånd mellan årsringarna, men trots allt håller god kvalitet. Svenska träforskningsinstitutet har genom omfattande prover kommit fram till sambanden mellan årsringsbredd och densitet. Densiteten är i stort sett proportionell mot styrkeegenskapen. Förvånande nog fann man att inverkan av årsringsbredd inte var så betydelsefull som man tidigare trott. Vad som däremot hade stor betydelse var den geografiska växtplatsen. Träd från de södra delarna av Sverige visar högre densitet än träd från norr med samma årsringsbredd, se [185].

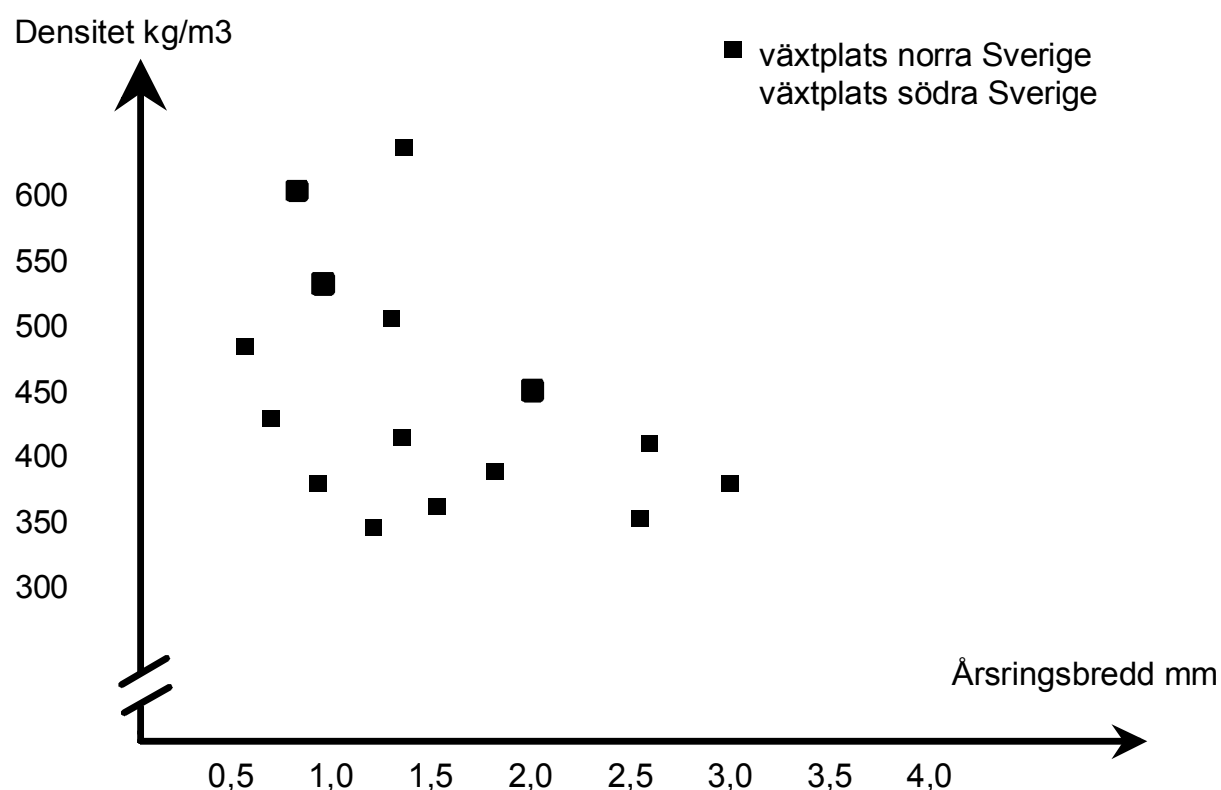


Diagram 5: Årsringsbredd-densitet

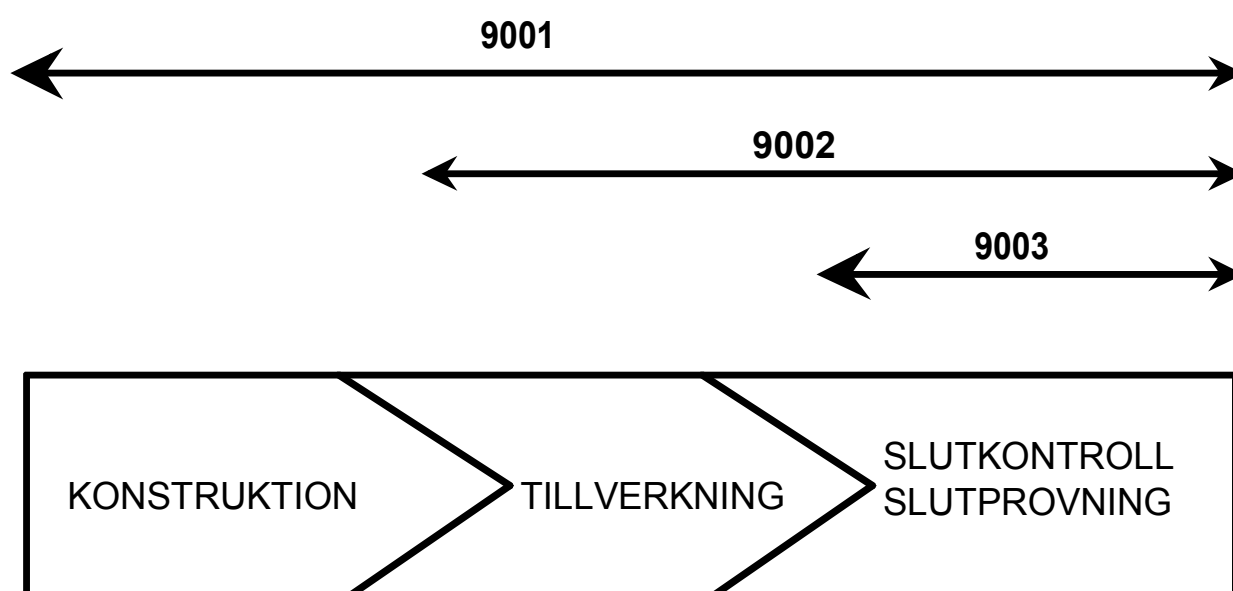
Det finns fler parametrar att ta hänsyn till än bara storleken på årsringsbredden. Variationen i årsringsbredd mellan intill varandra liggande årsringar har också stor betydelse. Det bästa är att hitta någon sorteringsmetod som kan sortera upp virket beroende på användningsområden, eftersom olika egenskaper önskas beroende på vad virket skall användas till. Sågverket måste t ex kunna hantera kvalitetsskillnaderna inom stocken och skilja dessa från varandra. Detta leder till nya postningsmönster och sågningsmetoder och även till förändrade hanterings- och behandlingsrutiner för de olika virkesbitarna med specifika kvalitetsegenskaper.

16.2.3 Skogsbrukets möjligheter

En fråga som flitigt diskuterats de senare åren, såväl nationellt som internationellt, är huruvida skogsbruket i framtiden "Skall producera timmer för att tillfredsställa en förväntad marknad, eller producera det timmer som biologiskt sett på bästa sätt tillfredsställer växtplatsen och lita på att teknologin i framtiden kommer att finna en lösning för virkets användning", se [184].

16.3 Ny standard

För att säkerställa att all verksamhet görs rätt från början, bör man systematiskt bygga upp styrande rutiner i företaget. Nu har det äntligen kommit en internationell tillämpad standard som är ett mycket bra hjälpmedel för att bygga ett företagsanpassat kvalitetssystem. Standarden har i Sverige nr SS-ISO 9000-9004. SS-ISO 9001-9003 beskriver tre olika omfattningar för kvalitetssystem, att användas vid extern kvalitetssäkring i kontraktssituationer. Till vägledning vid val mellan dessa finns SS-ISO 9000. SS-ISO 9004 ger vägledning för kvalitetssystem som kan användas för internt syfte, se [186].



Figur 101: De tre standarderna.

För att förtydliga hur ett kvalitetssystem ser ut beskrivs här standard nr SS-ISO 9001. Den kan delas upp i 20 punkter.

1. **Företagsledningens ansvar:** Utan ledningens aktiva stöd och styrning fungerar inte kvalitetssystemet.
2. **Kvalitetssystem:** Upprätta ett heltäckande system som dokumenteras och följs.
3. **Avtals- och kontraktsgenomgång:** Säkerställ att du och kunden är överens om kraven och att du kan uppfylla dem - innan du skriver på.
4. **Konstruktionsstyrning:** Dokumentera vad som ska konstrueras och vem som gör vad. Följ upp konstruktionsfasen med säkrande aktiviteter.
5. **Dokumentstyrning:** Styr framtagning, granskning och godkännande av nya och ändrade dokument. (Rätt information till rätt person i rätt tid.)
6. **Inköp:** Definiera och specificera dina krav. Välj leverantör omsorgsfullt och se till att du får det du köpt.
7. **Produkter tillhandahållna av köparen:** Sköt om dessa som dina egna.
8. **Produktidentifikation och spårbarhet:** Märk material, delar och produkter så att du vet vad som är vad och var du kan hitta det.
9. **Processtyrning:** Säkerställ att processer utförs i rätt utrustning, med de rätta metoderna och av kunnig personal.
10. **Kontroll och provning:** Ta inte emot eller leverera material/produkter som inte uppfyller de ställda kraven.
11. **Kontroll -, mät - och provutrustning:** Sköt om utrustningen och kalibrera regelbundet så att du alltid mäter rätt.

12. **Kontroll - och provningsstatus:** Se till att du kan följa produkternas status under hela produktionskedjan.
13. **Behandling av avvikande produkter:** Säkerställ att avvikande produkter skiljs från korrekta.
14. **Korrigerande åtgärder:** Spåra och eliminera grundorsaken till alla fel.
15. **Hantering, förvaring, packning och leverans:** Se till att du inte genom ovarsamhet förstör material och produkter.
16. **Kvalitetsdokument:** Dokumentera hur arbetet utförs. Spara rätt dokument på rätt plats under rätt tidsperiod.
17. **Interna kvalitetsrevisorer:** Följ kontinuerligt upp ditt system så att det är effektivt och fullgör sin uppgift.
18. **Upplärning:** Se till att personalen är utbildad för sitt arbete.
19. **Service:** Service är en del av produktionen och skall styras på samma sätt.
20. **Statistiska metoder:** Använd dig av dessa hjälpmedel när så är lämpligt. Meddela kunden.

ETT FUNGERANDE KVALITETSSYSTEM ERHÅLLS GENOM ETT LÅNGSIKTIGT OCH MÅLMEDVETET ARBETE. [187]

16.4 Möbelfakta

Möbelfakta används av tillverkarna som ett kontrollsystem för produktionsutveckling och produktion. Det är ett deklARATIONSSYSTEM för möbler och inredningsenheter som ger köparen uppgift om möblernas brukbarhet, hållbarhet och välgjordhet; egenskaper som det kan vara svårt för kunden själv att se eller att ha tillräckliga kunskaper om. Möbelfaktamärket innebär att tillverkaren garanterar att möbelen som säljs håller minst den kvalitet som deklarationen redovisar. Drygt 200 företag har rätt att använda Möbelfakta och provar en större eller mindre del av sin produktion hos Möbelinstitutet. Det finns olika krav som kan ställas på en möbel. **Brukbarheten** beskriver möbelns ergonomiska funktionsegenskaper, som t.ex fjädring, stabilitet och säkerhet. **Hållbarhet och välgjordhet** deklarerar i tre kravnivåer, nämligen baskrav, höga krav och extra höga krav. I en vanlig hemmiljö är det fullt tillräckligt att möbelen uppfyller baskraven. En av Möbelfaktas kvalitetsaspekter är att deklarerat ytors tålighet. Ytkraven gäller ytornas tålighet mot olika vätskor, fett, repning, värme och slag. Pga de senaste årens försök till miljövänliga alternativ till olika lacker har många möbler haft svårt att uppnå kvalitetskraven. Nu har ett projekt startats som skall hjälpa företag som satsar på miljövänliga alternativ genom att söka orsaker och lösningar till konstaterade ytproblem.[186]

16.5 Rätt hantering

Behandlingen av råvaran vid upparbetning, transport, lagring och hantering inom sågverket är inte bara en fråga om utbyte och ekonomi för de enskilda verksamheterna. För att slutprodukten skall uppfylla de kvalitetskrav som slutanvändaren ställer krävs ett kvalitetstänkande i hela kedjan från råvara till slutprodukt. Brister i kvalitetstänkande eller medvetenhet om hur virket påverkas i hanteringskedjan skadar trä som material i konkurrensen med andra material. Ekonomiskt drabbas alla parter i affärssammanhanget från skog till slutprodukt. Hur timmerstocken hanteras i skogen påverkar den färdiga träprodukten. Trots att skogsmaskinerna har förbättrats betydligt innebär den mekaniserade avverkningen och hanteringen en påverkan på timret som under vissa omständigheter ger utbytesförluster och kvalitetssänkningar i senare led. Exempel på sådan påverkan är kläm- och slirskador, barkavskav, ändsprickor etc. Kvalitetssänkningar kan vara blånadssvampangrepp, fiberstörningar, sprickor och ojämn fuktkvot.

Ett känt norskt brännvin anses öka i kvalitet och värde genom transport, lagring och hantering. När det gäller sågade trävaror vet vi att det inte förhåller sig på det viset. Att kvalitetsutfallet påverkas av beslut vid sönderdelning, kantning, torkning och sortering är uppenbart. [186]

Våtlagring av timmer under årets varma period kan leda till abnormt förhöjd vätskeupptagningsförmåga hos virke, särskilt hos furu. Varken före eller efter torkningen kan man utseendemässigt skilja virke, med "våtlagringsskador" från virke med normal

vätskeupptagningsförmåga. Skadorna yttrar sig som kraftigt ökad värmekonduktivitet (värmeledningsförmåga), och är orsakade av bakterieangrepp på vedcellernas pormembran. Exempel på konsekvenser av våtlagringskador är:

- ⇒ Överabsorbtion av lösningsmedelsbaserat impregneringsmedel vid vakuumimpregnering av t ex fönsterdetaljer. Detta kan bli skada den efterföljande ytbehandlingen.
- ⇒ Mörka fläckar och ojämn färg vid laserande ytbehandling av t ex fönster, möbler, inomhuspanel och listverk.
- ⇒ Högre fuktkvot vid regnpåverkan av utomhusdetaljer såsom fönster och väggpaneler, vilket medför ökad risk för rötskador.

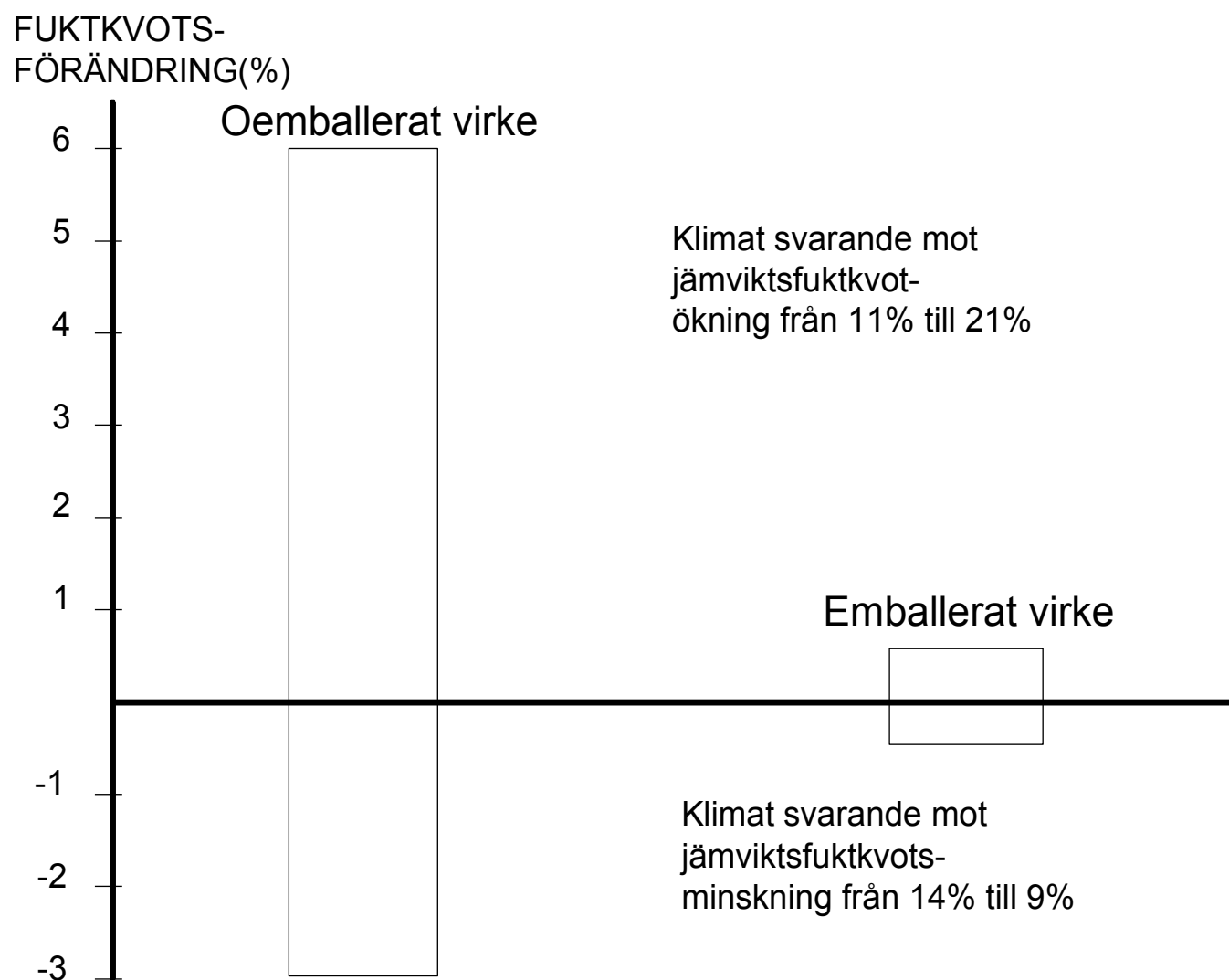
Den sista punkten är kanske den minst uppmärksammasde men den allvarligaste. Ingenjörfirman K Lidström AB, Skellefteå, har utvecklat en kommersiellt användbar utrustning för att kunna detektera och sortera ut våtlagringskadat virke, se [188].

Svensk sågverksindustri har under det senaste årtiondet alltmer börjat leverera extra nedtorkat virke till den vidareförädlade träindustrin. Förutom extra nedtorkning har inte sällan även en ämnesberedning gjorts iform av ändamålssortering, exaktkapning, profilering, hyvling o s v. Problemet är att ett oemballerat paket med tiden anpassar sitt fuktinnehåll till omgivande klimat, och uppnår en jämviktsfuktkvot som beror på temperatur och luftfuktighet samt aktuellt träslag. Den dyra torkningen har därmed gått om intet. En förändring av fuktinnehållet kan inte bara förorsaka deformationer och sprickor utan även dimensionsförändringar på grund av krympning eller svällning. Förändring av fuktinnehållet i ett trämaterial styrs av olika faktorer:

- ⇒ Exponeringstid: Dåligt emballerat eller oemballerat extra nedtorkat virke kan transporteras i fuktigt klimat utan att någon nämnvärd fuktkvotsförändring äger rum, under förutsättning att uppehållstiden där är begränsad. Riskerna för okontrollerbara fuktkvotsförändringar är dock uppenbara.
- ⇒ Omgivande klimat: Här har man vanligen inte någon möjlighet att bemästra situationen förutom i avfuktade och/eller tempererade utrymmen avsedda för lagring eller transporter.
- ⇒ Emballage: Här föreligger helt klara möjligheter att säkerhetsställa fuktinnehållet.

Även om man packar in virket med ett yttre skikt virke så räcker inte detta. Förr eller senare kommer paketet att anta en mot det omgivande klimatet svarande fuktkvot. För att gardera sig mot fuktkvotsförändringar måste därför extra nedtorkade virkespaket emballeras

6-sidigt med t ex sträckfilm eller krympfilm. Att tänka på då man använder sig av dessa emballeringsmaterial är att de är ömtåliga och hanteringen därför bör ske varsamt. [189]

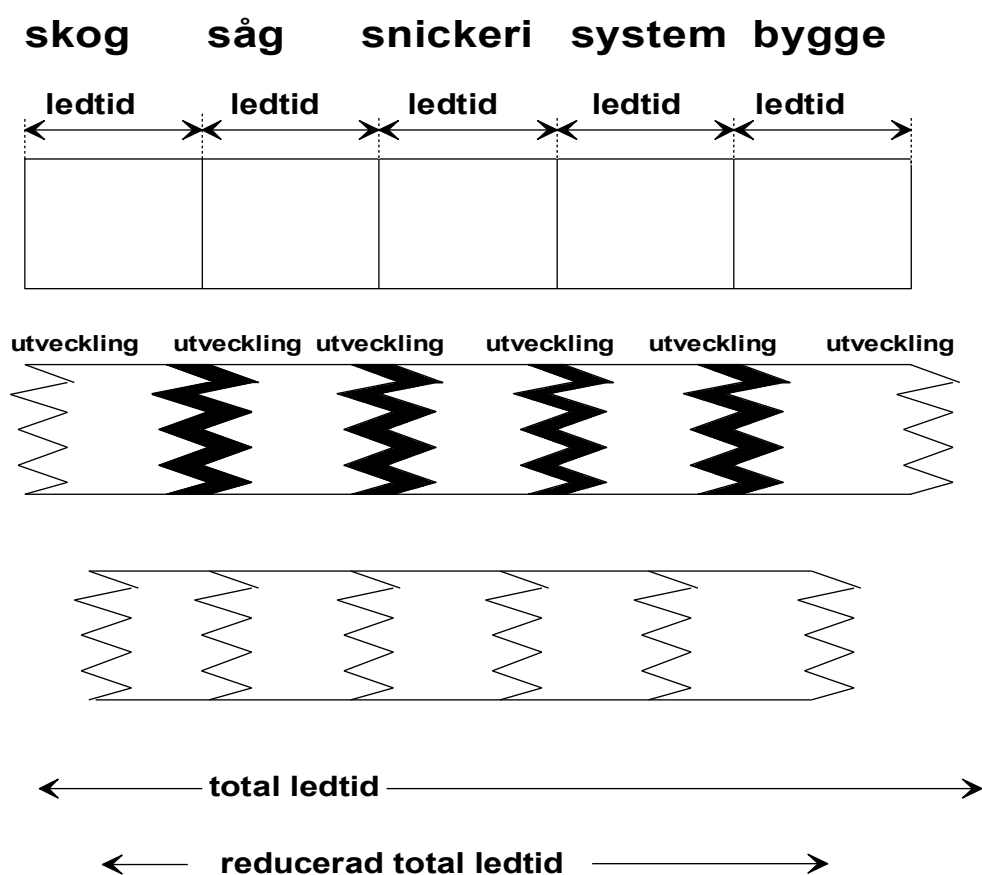


Figur 102: Fuktkvotsförändring (%)

17 LOGISTIK

17.1 Tid är pengar

Transporter och materialhantering utgör en dominerande del av produktionsprocessen i den trämekaniska industrin. Mycket arbete och stora investeringar inom branschen har riktats mot att rationalisera och automatisera. Det är dock inte alltid effekten har blivit så stor som man förväntat sig. En av orsakerna till detta är säkert att helhetssynen har saknats. Ända sedan Newtons tid, har teknisk och naturvetenskaplig utveckling arbetat med att avgränsa och frilägga delar och områden för att göra dem tydliga. Denna vetenskapliga metod har länge varit mycket viktig och man har undvikit att "blanda ihop saker och ting". Detta sätt att hålla sig till delarna har fört mänskligheten, samhället och näringslivet dit vi är idag. När nu ökat tempo, växande informationsintensitet, snabbare rörelser i alla delar av vår värld visar oss att vi behöver förstå helheterna, sammanhangen och flödena är vi faktiskt lite yrvakna. Idag lägger alla, och då menar jag alla, undan de statiska orden; avdelning, sektor, gren, område, revir etc och istället talar vi om dynamiska begrepp som flöden och processer. Träbranschtraditionen har dock tydliga spår av det faktum att vår historia är lång och att särintressena är väl etablerade. Det finns helt enkelt inget gemensamt helhetsgrepp över delbranschernas gränser. Varje branschs möjligheter till ledtidsreducering ökar vid ökat samarbete, vilket man idag med ökande konkurrens måste inse och sträva efter. [190]



Figur 103: Ledtidsreducering

Vi måste se virket som en färskvara och behandla det som en sådan hela vägen från träd till förädlad produkt. Flödet måste följa marknadens behov vilket gör att avverkning bör ske

relativt jämnt över året. Problem som kyla, snö, tjällossning och regn måste övervinnas och inte användas som ursäkt. Det är extra viktigt då vi börjar konkurrera med länder med mindre markanta årstider. Idag är balansen mellan intransport och förbrukning av sågtimmer störst under vinterhalvåret. I norra Sverige sjunker sågverkets produktion till följd av kylan samtidigt som samma kyla underlättar uttransporten av virke från ett svagt vägnät efter vilket man awerkat och lagrat virke i väntan på sagda kyla. När sedan tjällossningen plötsligt dramatiskt stänger av inflödet av timmer, lever sågen på lagret av tidigare leveranser. I övriga delar av Sverige förekommer i stort sett samma obalans. Traditionen tycks påbjuda att man inte awerkar under den del av året man kan ägna sig åt jordbruk och liknande sysslor trots att antalet skogsägare som bedriver jordbruksrörelse minskat drastiskt.

Timmer avsett för sågning mår inte bra av att lagras, dessutom kostar det väldigt mycket pengar. Bevattning av timmer under vår och sommar kan aldrig bli annat än en nödlösning på ett lagerproblem som istället blir till ett miljöproblem. Ett enkelt sätt att påverka timmerflödet är att sågverken tillämpar tidsstyrd prissättning av timret. Sågverkets lagerkostnader i form av räntor, kvalitetsförluster m m minskar och delar av besparingarna kan erbjudas skogsägaren/virkesleverantören bl a som ersättning för dennes ökade investeringar i bättre vägnät och planeringsrutiner.

17.2 Läran om varuflödet

Logistik och materialadministration (MA) är två olika ord men med i stort sett samma innebörd. Logistik är ett internationellt begrepp vilket gör att vi anammar det begreppet allt mer. Den omfattar alla steg i varuflödet, både de mellan olika företag och stegen inom ett företag. Exempel på varuflöde inom träsektorn kan vara:

- ⇒ awerkning
- ⇒ transporter ut ur skogen
- ⇒ transporter till sågverk
- ⇒ förädling inom ett sågverk
- ⇒ transporter till ett snickeriföretag
- ⇒ förädling inom snickeriföretaget
- ⇒ transporter till ett byggmaterialföretag
- ⇒ distribution via ett eller flera led till slutkund

Bra logistik ger stora möjligheter att förbättra lönsamheten i ett företag. Vad kännetecknar då de åtgärder, som utnyttjas inom logistiken? För det första gäller behovet av helhetssyn. Logistiken behandlar hela materialflödeskedjan och det handlar alltså om en totaloptimering. Detta innebär att leverantörerna betraktas som en medpart istället för en motpart och att även

kunden är en medpart. Det gäller alltså att finna de optimala flödena oberoende av vem som är ägaren av ett led i materialflödeskedjan. Man behöver tidigt vara uppmärksam på hur gemensam nytta definieras och fördelas så att utvecklingens framsteg inte avstannar på grund av tvistigheter. [190]

17.3 Optimering

17.3.1 Automatisk defektdetektering

På senare år har man börjat intressera sig för kvalitetssortering med hjälp av visionsteknik, dvs videokamera, bildbehandling och datorstöd. Målet är att kunna sortera, kapa och hantera sågat virke bättre och snabbare än vad mänskliga sorterare klarar av. Det svåraste problemet består i att få datorn att avgöra vad för slags defekt det rör sig om. En väl fungerande och rätt kalibrerad automat håller jämnare och korrektare nivå, än en manuell sorterare. Ett system för automatisk sortering och optimering består i huvudsak av tre delar: en eller flera kameror, belysning, dator för behandling och analys av bilder. Vid operatörsplatsen finns en optimeringsdator kopplad till efterföljande bearbetningsenheter som kantverk, kap och/eller sorterverk. Systemen är antingen tvärmatade eller längsmatade. Det tvärmatade systemet är vanligen bestyckat med två till tre kameror för att täcka in hela virkesstyckets längd med en tillräckligt god upplösning på flatsidan och i vissa fall på en kantsida. Det är enklare för utrustningen med längsmatade bräder, men det tar betydligt längre tid och dessutom är inte dagens sågverk anpassade efter att transportera bräderna på det hållet. Det längsmatade systemet bestyckas med en till fyra kameror för att samtidigt kunna registrera en till fyra sidor. En bildbehandlingsdator får information från kamerorna och kan räkna fram konturerna mellan olika intensitetsområden. Dessa processas därefter för att identifiera kvistar, sprickor, vankant och liknande. Information om egenskaperna förs vidare till en optimeringsdator där även prislister finns. I optimeringsdatorn värdeklassas bitarna före sortering. Datorn kan även göra en beräkning för kantning och/eller kapning till optimal bredd och/eller längd. Det finns flera problem kvar att lösa innan den automatiska sorteringen och optimeringen fungerar på ett tillfredsställande sätt. [191]

M4↓

Det finns även andra försök med automatisk detektering av fel på träprodukter. I Kanada har man undersökt om det är möjligt att undersöka luftblåsor inuti Parallam, se [150] för en närmare beskrivning av denna träprodukt. Vid undersökningen använde man sig av två olika metoder. Vid den första utnyttjade man en vanlig videokamera där man avfotograferade en tre mm tjock skiva med ytan 10.2 gånger 10.2 cm. Man lade de små skivorna på ett ljusbord vilket innebar att ljusa fläckar framträdde där man hade luftfickor medan bilden blev mörk på andra ställen. Bilden överfördes sedan till sk TIFF-format och skrevs ut på en vanlig laserskrivare. Vid den andra metoden användes i stället en scanner, dvs man aväste träytan med en

linjekamera istället och erhöll även här en bild i TIFF-format. Detta format innebär att bilden kan behandlas på många olika sätt. Bl a kan man ta bort gråskalan över en viss svärtningsgrad. Alla fält som erhöles på detta sätt ansågs utgöra trä. De delar av bilden som var ljusare än ett viss värde antogs på motsvarande sätt utgöras av hålrum. Man visste också att en pixel i TIFF-filen motsvarades av 0.08 mm^2 för videokameran och 0.12 mm^2 för scannern. Undersökningen visade att c:a 2.9 % av produkten Parallam innehöll luftblåsor när man använde videokamera medan 1.7 % detekterades som luft när man använde scanner.[192]

I Japan har man också intresserat sig för automatisk inspektion av virke. Man har därför försökt att höja detekteringsnoggrannheten med hjälp av sk "fuzzy clustering". Genom detta förfaringssätt lyckades man att erhålla ett 100-procentigt utfall när det gällde att detektera fel eller inte fel, [193].

M4↑

17.3.2 Kvalitetssortering

Sedan ett par år sedan har man börjat så smått att sortera timret med utgångspunkt i stockens geometri. Att det finns säkra samband mellan stammens ytterform och dess kvalitet har man kommit fram till genom att följa upp stocken genom sågverket. Det pågår intensiv forskning kring området. Vid Träteknik har man med hjälp av teoretiska beräkningar och simuleringar av material försökt att hitta de bästa sambanden mellan stammens yttre geometri och dess kvalitet. Tre samband har undersöks:

1. Sambandet mellan stammens kvalitetsgränser (o/s och V) och översiktliga mått på stammens inre kviststruktur samt yttre form.
2. Sambandet mellan översiktliga mått på stammens inre kviststruktur och mått på stammens yttre form.
3. Sambandet mellan stammens kvalitetsgränser enligt "Gröna boken" och ett mått på stammens yttre form.

Resultaten bekräftar att det finns ett starkt samband mellan den totala kvistvolymen, stamvolymen och främst o/s-gränsen (gränsen för att hamna i klassen osorterat, dvs den bästa). De viktigaste måtten vid kvalitetssimulering är måtten på stammens bulighet, grovhet och slingrighet i höjdlid. Alla mått på stammens yttre form är mätta under bark. För att beskriva kvistvarvsbulorna eller stamansvällningen vid kvistvarv har en matematisk metod utvecklats som beräknar stammens areaökning vid kvistvarv. Denna typ av medelvärdesbildad formegenskap kan redan med dagens teknik erhållas vid till exempel siluettmätning i några riktningar. Man kan avsevärt utveckla och förbättra kvalitetskaraktiseringen av stammar och

stockar om ytterligare information tillförs. Exempel på sådan information är översiktliga mått på kvistvolym eller godhetstal från någon typ av genomlysande mätning, till exempel med hjälp av TINA. Vid Sveriges Lantbruksuniversitets (SLU) institution för virkeslära har man sedan 1985 studerat hur man utifrån inmätta värden i samband med vederlagssmätning och sortering kan prognostisera utbytets kvalitet. Projektet har givit följande resultat: [194]

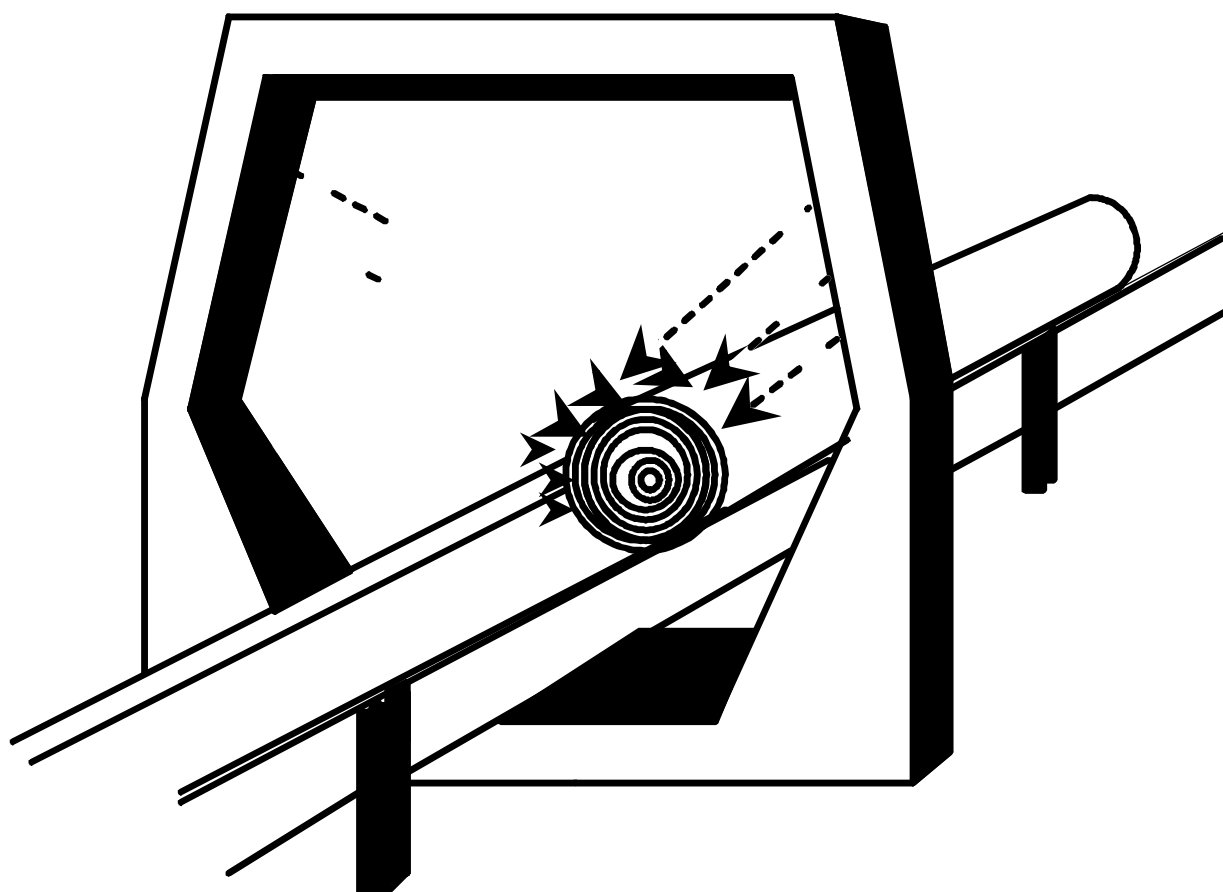
- ⇒ Genom att beskriva stockens geometri går det att prognostisera utbytets kvalitet.
- ⇒ De mätrammar som finns på sågverken idag kan efter programmering användas för automatisk kvalitetssortering av timmer.
- ⇒ Bland olika geometriska mått har avsmalning för gran och bulighet för tall störst betydelse för att prognostisera den inre kvaliteten.
- ⇒ Genom att utnyttja rotavsmalning på bark är det fullt möjligt att automatiskt sortera ut rotstockar, som ofta har en god kvalitet.
- ⇒ En metod för kvalitetssortering för internt bruk vid sågverk har utvecklats. Metoden är inte tillämpbar för vederlagssmätning.
- ⇒ Studierna visar på möjligheter för sågverken att genom bättre kunskap om timrets inre egenskaper öka intäkterna. Då kan man anpassa postningsvalet (inställningen av sågen) till timmerkvaliteten.

Ett exempel är Rockhammars sågverk.

En mätram mäter stockens diameter i tre olika riktningar och ger följande uppgifter om stockens yttre form:

- ⇒ längd
- ⇒ diameter i topp och rot
- ⇒ avsmalning i olika sektioner längs stocken
- ⇒ bulighet (diameteravvikelse från angränsande diametrar)
- ⇒ båghöjd, mått på stockens krokighet
- ⇒ ovalitet i stockens toppände

Mät ramen registrerar en mängd parametrar som ligger till grund för kvalitetsbedömningen av stocken. Undersökningen visar att det idag är möjligt att gruppera tall efter kvalitet genom att studera deras yttre form. För tall har ett sorteringsschema utvecklats. Stockarna grupperas i tre klasser, där klass A är den bästa klassen. De sämsta stockarna går med stor säkerhet att sortera ut med hjälp av systemet, medan svårigheterna är större med de bättre stockarna, se [194]



Figur 104: Mätram

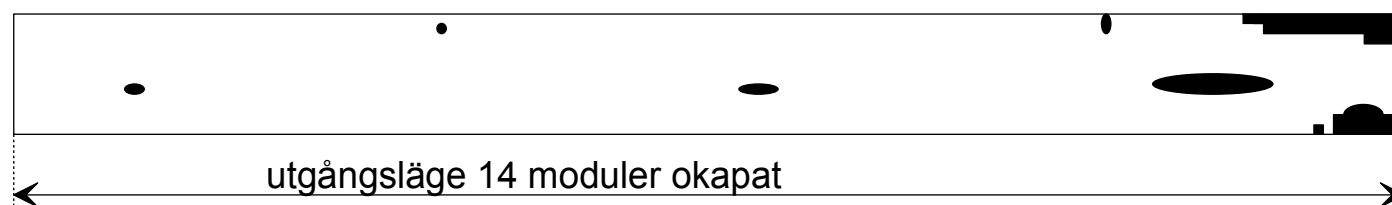
17.3.3 Kapoptimering

Vid kapning, justering, av det nysågade virket är det viktigt att man erhåller ett så maximalt ekonomiskt utbyte så möjligt. Har vi t ex en bräda i furu där kvaliteten längs brädan varierar såsom i skiss 1, så kan vi räkna ut hur den ska kapas för att vi ska erhålla maximal ekonomi. Längderna på bräderna betecknar man oftast med "moduler". En modul är 300 mm. Då man kapar till en bräda är det endast med jämna moduler, eftersom dessa längder är standardiserade. Antag att vår bräda i skiss 1 är 14 moduler i okapat läge. Antag att priset för o/s-kvalitet är 1,70, för V-kvalitet är 1,00 och för utskott får vi 0,70 kr per modul. Det är önskvärt med så långa bräder så möjligt. Är längderna kortare än 2,4 m dvs 8 moduler reduceras priset kraftigt. Bräderna som är för små säljs som flis för 0,25 kr per modul. Vi testar att kapa brädan på tre olika sätt och räknar ut hur mycket pengar det motsvarar.

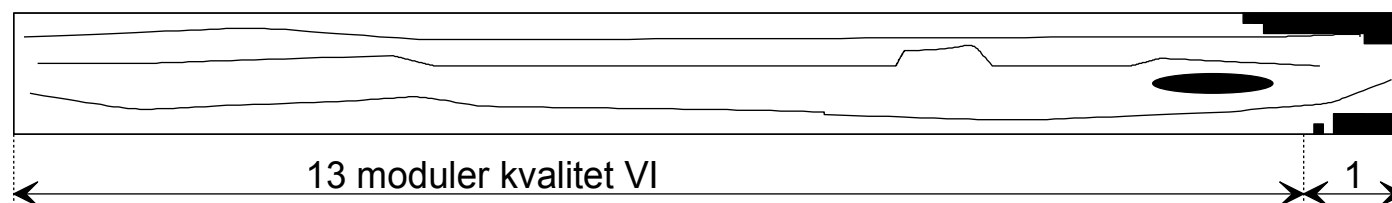
- alternativ 1:	13 moduler utskott =	13x0,70 =	9,10
	1 modul flis =	1x0,25 =	0,25
	SUMMA		9,35 kr
- alternativ 2:	11 moduler V-kvalitet =	11x1,00 =	11,00
	3 moduler flis =	3x0,25 =	0,75
	SUMMA		11,75 kr
- alternativ 3:	10 moduler o/s-kvalitet =	10x1,70 =	17,00
	4 moduler flis =	4x0,25 =	1,00
	SUMMA		18,00 kr

Av exemplet ser vi att det inte alltid är så självklart hur kapningen ska ske. I detta fallet tjänar vi dubbelt så mycket om vi väljer fall 3 jämfört med fall 1.

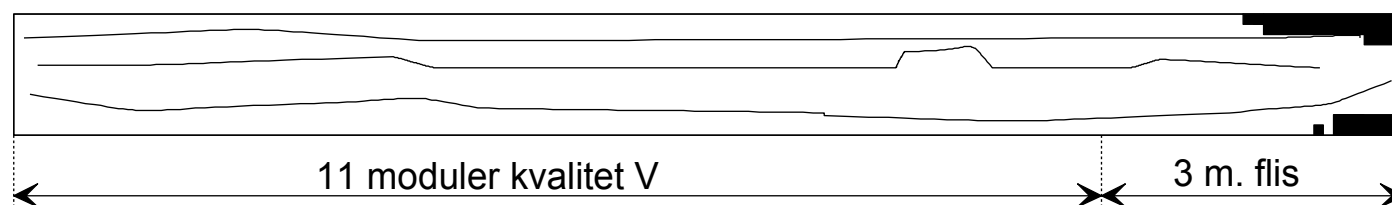
skiss 1



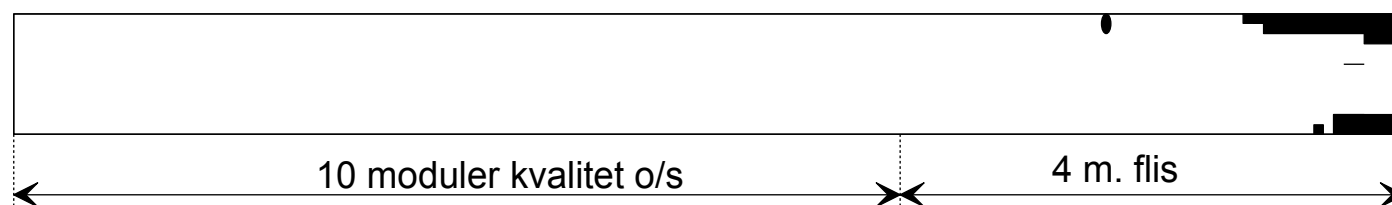
skiss 2



skiss 3



skiss 4



Figur 105: Olika kapsnitt

17.4 Framtiden

Ett långsiktigt mål är att kunna se in i stockarna, och därigenom kunna få fram hur man ska såga stocken för att erhålla maximalt utfall. Träteknik har under ett antal år arbetat med att erhålla bättre upplösning på detektering av stockars inre kvalitet, samt simulerat sågutfallet vid olika antagna sönderdelningar och inläggningslägen i sågen. Hittills har syftet varit att utveckla ett kraftfullt analysverktyg för studier av stammars inre kvalitet samt att kartlägga möjlig systemkonfiguration för en framtida utrustning vid sågverken. Av stor vikt är ihopkopplingen av datortomografer och kvalitetssimuleringsprogrammet OPTSAWQ. Från tomograferade träd via bildbehandling kan vi nu beräkna olika defekters läge i ett träd. Därefter kan vi simulera sönderdelning med hjälp av OPTSAWQ som ger en kvalitetsbestämd sågvara som resultat. Detta är ett mycket kraftfullt verktyg för det fortsatta arbetet med att utveckla en utrustning

som klarar att detektera stockarnas inre kvalitet och därefter optimera sönderdelningen för olika produktionsändamål.

Detektering av stockarnas yttre form och inre kvalitet kan man idag göra med en medicinsk röntgenbaserad datortomograf. Här genomlyses en stock i ca 1000 vinklar i varje tvärsnitt. Varje vinkel ger en profil över hur röntgenstrålningen absorberas. Från alla dessa profiler rekonstrueras tvärsnittet på matematisk väg. Ett konventionellt medicinskt system är dock alldeles för långsamt för att vara tänkbart för sågverken. Alternativet till tomografen är ett antal fasta strålkällor där man nyttjar kännedomen om trädets växtsätt och densitet för rekonstruktion av stammen. Simuleringar har visat att man med 5-9 fasta strålkällor, som är vinklade i förhållande till stammens längdaxel med 20°, får en relativt bra avbildning av ett stamtvärsnitt.

OPTSAW-systemet är en samling datorprogram för simulering av sågverksprocessens sönderdelning av stock till plank och bräder. Varje stock som simuleras kan beskrivas med mycket hög upplösning. En stock kan beskrivas med upp till 60 000 mätvärden. Detta är nödvändigt för att alla oregelbundenheter och naturliga formändringar i stocken skall kunna upptäckas. Datorn ska därefter simulera olika inlägg i sågen för att kunna räkna ut i vilket fall resultatet, i form av volymsprocent och värde (kr), blir optimalt. OPTSAW-systemet kan dock bara ta översiktlig hänsyn till stockens och färdigvarans biologiska kvalitet, såsom kvist, röta m.m. Stocken beaktas som om den hade en homogen biologisk kvalitet. Kvistarnas enskilda placering kan med andra ord inte beaktas.

18 ENERGIANVÄNDNING INOM SNICKERIINDUSTRIN

F↓

Energianvändningen inom sågverks-, snickeri- och trämanufaktursidan har länge varit ett försummat kapitel. Någon vetenskaplig litteratur inom området synes inte ha publicerats alls mellan januari 1993 och 1998 då vi började undersöka förhållandena inom trätekniken. En energisparhandbok publicerades dock 1982 ur vilken en del av nedanstående text är hämtad, [195]. Till trävaruindustrin räknades då följande näringsgrenar:

- Sågverk
- Hyvlerier
- Träimpregneringsverk
- Monteringsfärdiga hus
- Byggnads- och inredningssnickeri
- Fanér-, kryssfänér- och lamellindustri
- Spånskiveindustri
- Träförpackningsindustri
- Övrig trävaruindustri

Den totala energianvändningen i branschen är svår att uppskatta då ju företagen själva, i form av bark, spån osv, producerar en stor del av de bränslen som används. Man bedömde dock nyttjandet till c:a 8.3 TWh per år vilket var 5 % av hela den tillverkande industrins energianvändning. Som en jämförelse kan nämnas att elanvändningen i småhussektorn uppgick till ungefär samma storlek, se [196] sidan 44. Av dessa 8.3 TWh var då 3.9 TWh köpt energi medan 4.4 TWh var eget bränsle. Inte mindre än 55 % av den inköpta energin och 68 % av det egna bränslet användes inom sektorn sågverk - hyvlerier. Bygg- och inredningssnickeri använde 315 GWh och trämöbelvarusektorn 491 GWh per år av den inköpta energin, troligen då främst el. Av det egna bränslet var 70 - 90 % såg- och hyvelspån medan hack- och tuggflis svarade för c:a 20 % i dessa två sektorer.

I [195] undersöktes fyra företag närmare, varav en tillverkade massivträ möbler och en annan planmöbler. Energianvändningen, uppdelad på några processer, framgår av tabellerna 28, som avser tillverkning av c:a 23 000 sängar med 32 anställda, och 29, som avser tillverkning av 250 000 hurtsar, byråer hyllor mm med 60 anställda. Utrustningen i företaget angavs som sju sågar, nio fräs- och bormaskiner, tre hyllor, sex putsmaskiner, ridålackering, två sprutboxar samt två fastbränslepannor. Man noterade att 46 % av elanvändningen användes till olika fläktar. För planmöbeltillverkaren redovisades följande utrustning: Formatsåg,

limpress, kantautomat, bormaskin, centrumtapp, bredbandputs, kantslip, betsmaskin och torklinje, ridålack och vagntork, tre sprutboxar samt diverse putsmaskiner för ytbehandlingen.

Tabell 28: Energianvändning för ett företag som tillverkar massivträ möbler, främst sängar. Total energianvändning c:a 1 835 MWh per år. Siffrorna i tabellen avser procentuell fördelning.

<u>Apparat, process</u>	<u>EI</u>	<u>Bränsle</u>
Satstork	1.8	23.1
Ventilation	2.6	16.8
Spåntransport	3.1	-
Belysning	1.5	-
Bearbetande maskiner	5.1	-
Övrigt	4.2	-
Pannförluster	-	25.7
<u>Lokalkomfort</u>	<u>-</u>	<u>16.1</u>
Summa	18.3	81.7

Tabell 29: Energianvändning för planmöbeltillverkare med en total energianvändning om 5 325 MWh/år. Siffrorna i tabellen avser %.

<u>Apparat, process</u>	<u>EI</u>	<u>Bränsle</u>
Limpres	0.6	6.3
Putsmaskiner	2.0	2.7
Spåntransport	2.6	1.0
Belysning	1.6	-
Luftkompressor	2.4	-
Torkar, ytbehandling	0.5	9.2
Övriga fläktar	1.3	-
Bearbetande maskiner	3.2	-
Oidentifierat	4.1	25.4
Pannförluster	-	16.0
<u>Lokalkomfort</u>	<u>-</u>	<u>21.1</u>
Summa	18.3	81.7

Av den inköpta elenergin användes 45 % till maskiner och motorer, 24 % till fläktar och 9% till belysning. I detta senare företag utgjorde oljeanvändningen 28.5 % av den totala energianvändningen. Troligen har oljeanvändningen minskat högst avsevärt under några år på grund av de kraftiga prisstegringar som skedde men då företagen idag, 1999, inte behöver betala någon energiskatt för oljan kan användningen av detta bränsle förväntas stiga igen. Oljan användes främst till lokalkomfort, torkning och limpressning.

Enligt [195] kan man betrakta träbränslen med en fuktkvot lägre än 25 % som torra. Detta innebär att de inte fryser samman eller "bränner ihop" i lagringsilon. Man kan dessutom elda upp bränslet direkt utan ytterligare åtgärder. I silons botten har man ofta en sk karusellskruv som matar spånorna till silons mitt. Här tar en annan skruv vid, som i sin tur matar bränslet till stokerskruven på pannan. Den senare skruven matar in bränslet i eldstaden antingen i retorten, en gryta i slutet på stoken, eller på en rosteryta runt om denna. Retorten är försedd med lufthål som i sin tur är förbundna med en fläkt. Man tillför dessutom sk sekundärluft i

mitten av flammen för att få en bättre förbränning. Mängden sekundärluft ställs vanligen in manuellt så att inte röken är svart, vilket vittnar om dålig förbränning. Äldre anläggningar har ingen rökgasfläkt vilket innebär att dessa oftast inte klarar de hårdare kraven på stoftutsläpp. För att rena rökgaserna används ofta sk cykloner där stoftpartiklarna kan separeras och ledas bort till en täckt container. Eldning av fuktigt bränsle, som måste ske i sågverk m fl industrier, kräver mera omfattande anläggningar. Dessa beskrives dock inte här.

I trämanufakturindustrin utnyttjas endast en bråkdel av elenergin för egentlig tillverkning. Man har funnit att medeleffektuttaget endast ökar med 20% om något verkligen produceras i maskinerna. De flesta apparaterna går således på tomgång eller har intet med själva tillverkningen att göra. Många apparater är också kraftigt överdimensionerade dvs man utnyttjar inte alls maskinen upp till dess märkeffekt. Detta för med sig stora olägenheter vad det gäller den sk effektfaktorn, se det följande, förutom att maskinerna kostar onödigt mycket pengar i inköp.

En stor del av energianvändningen åtgår vid torkning av virke. I trämanufakturindustrin används nästan enbart sk kammartorkar vilka också kallas satstorkar. Ungefär 300 kWh/m³ åtgår vid sågverkstorkning medan 75 kWh per m³ virke används vid torkning av gran och furu inom snickeri- och möbelindustrin. De senare industrierna köper ju i regel redan i viss mån torkat virke. Totalt för hela Sverige används 3.0 TWh vid sågverkstorkning och ungefär 0.6 TWh vid torkning inom trämanufakturindustrin. Man talar också om specifik energianvändning i trätorkningssammanhang. Denna term är ett mått på hur många kWh energi som åtgår, inklusive fläktenergi, för att från ett virkesparti avdunsta en viss mängd vatten. Vid + 5 °C utetemperatur anges denna till c:a 1.2 och vid - 20 °C till 1.5 kWh/kg H₂O under förutsättning att ingen värmeväxlare är installerad. Siffrorna gäller dessutom för sågverkstorkning från en medelfuktkvot på 85 % till en kvot på 18 %.

En annan stor post vad gäller energianvändningen är spåntransportsystemet. I [195] anges att spånbildningstiden är mycket kort jämfört med drifttiden för spånsugsutrustningen. C:a 85 % av tiden är därför luftflödet onyttigt. Man noterar också att fläkten oftast är placerad före filteranläggningen varför fläkten måste passeras av grova partiklar. Detta innebär samtidigt att ett fläkthjul med låg verkningsgrad måste väljas. Om fläkten placeras efter filtret skulle man således kunna välja en fläkt med högre verkningsgrad. Omkring 0.4 kg spån kan transporteras i varje m³ luft. Det är ju dessutom viktigt att luften har en viss hastighet så att inte spånet "sedimenterar" i rören. Omkring 25 m/s används i referensen. Några punkter att tänka på är:

- Spåntransportsystemet borde vara igång endast då spån behöver transporteras.

- Återföringen av filterad luft borde ske till den spånalstrande maskinens kapsling och inte till lokalen
- Huvarnas utformning kan innebära att klenare ledningar kan användas, vilket ger billigare och smidigare rördragning och högre lufthastighet.

Ytbehandling med värmehärdande lacker, limning mm är också stora energianvändare. Genom att isolera apparaterna med mineralull eller bygga in dem helt och hållet kan man många gånger få ner energianvändningen avsevärt, se [195] för mera detaljerade exempel.

18.1 Några exempel från verkligheten

Vid Tekniska högskolan i Linköping, avdelning Energisystem, finns stor erfarenhet av olika industriella processer. Efter det att ämnesområdet Träteknik startade har därför intresset ökat för energianvändningen i just denna bransch. Genom finansiering från ARBIO, Länsstyrelsen i Kalmar och EU mål 5b, har ett antal projekt startats för att ge fördjupad kunskap om hur mycket, och till vad, energi används. Inte minst viktigt har varit att få vetskap om de kostnader som är förknippade med denna energianvändning och framför allt hur dessa kostnader skall minskas. Nedan följer en redovisning av några sådana projekt.

18.1.1 Rydsnäs snickerifabrik AB

Under våren 1994 påbörjades ett mindre forskningsprojekt vid Rydsnäs snickerifabrik AB i Ydre kommun. Tidigare ägdes företaget av Borohus men i samband med dettas konkurs övertogs fabriken av två privatpersoner. Tyvärr kom även detta företag på obestånd och numera finns Rydsnäs Möbler AB i lokalerna. Rydsnäs Snickerifabrik bestod av två delar. I en äldre del tillverkades trappor i trä vilka i huvudsak gick på export till Tyskland medan man i en nyare del tillverkade innertaksskivor till framför allt småhussektorn. Då denna bransch var i ett mycket ansträngt läge stod denna senare produktionsdel stilla stora delar av tiden. Forskningsprojektet gick ut på att studera energianvändningen i fabriken vilket i sin tur skulle kunna ge uppslag till åtgärder som sänkte fabrikörens totala kostnader. Då vi inte hade närmare kännedom om vare sig fabrik eller processer syntes det lämpligt att påbörja mätningarna med totalanvändningen av el. Detta då en elmätare redan finns installerad av elleverantören. Det visade sig att elmätaren var förhållandevis modern vilket innebar att den var försedd med en sk pulsutgång. Detta är mycket praktiskt då mätvärdena lämpligen samlas in med hjälp av en mindre dator. För äldre elmätare kan man ibland optiskt lyckas avläsa den markering som finns på den skiva som roterar inuti elmätaren. Den apparat vi använt för mätvärdesinsamling är specialkonstruerad vid högskolan och används för att räkna antalet pulser under ett visst tidsintervall. Apparaten är i detalj beskriven i [197]. Kortast möjliga intervall är tio minuter varför detta avgör upplösningen på mätserien. Antalet pulser lagras sedan i minneskretsar i apparaten. Tyvärr kan inte hur många intervall som helst lagras vilket

innebär att redan tidigare värden kan bli överskrivna om man inte tömmer apparaten med viss regelbundenhet. För denna tömning används lämpligen en bärbar persondator.

De första mätvärdena härrör från 1994-03-19 och inledningen på mätserien framgår av tabell 30.

Tabell 30: Mätvärden på den totala aktiva och reaktiva eleffekten i kW vid Rydsnäs snickerifabrik AB, 1994-03-19 kl 00.10 - 03.00.

Klockan	Aktiv	Reaktiv	Klockan	Aktiv	Reaktiv
00.10	8.7	0.3	01.40	9.9	0.3
00.20	7.5	0.0	01.50	11.4	1.5
00.30	11.1	0.9	02.00	8.4	0.0
00.40	7.5	0.0	02.10	7.8	0.0
00.50	9.3	1.5	02.20	8.4	0.0
01.00	10.5	1.2	02.30	8.7	0.3
01.10	8.1	0.0	02.40	10.8	1.5
01.20	9.9	0.6	02.50	8.10	0.0
01.30	7.8	0.0	03.00	8.7	0.0

Av tabell 30 framgår att den aktiva eleffekten kl 00.10, alltså mitt i natten, var 8.7 kW. Den reaktiva effekten uppmättes samtidigt till 0.3 kW. Här kan det kanske vara på sin plats att nämna några ord om aktiv och reaktiv effekt. En växelström som belastar en helt resistiv last, t ex ett elektriskt värmelement har ström och spänning i fas med varandra. Effekten kan då beräknas genom att multiplicera strömmens och spänningens effektivvärden med varandra. Om en induktiv, eller kapacitiv, last införs kommer spänningen att vara färförskjuten en viss vinkel, φ , från strömmen. För att få rätt värde på den aktiva effekten måste man därför multiplicera värdet ovan med cosinus för denna vinkel:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Samtidigt kommer en sk reaktiv effekt att uppträda. Värdet på denna erhålles genom att i stället multiplicera med sinus för vinkeln. Vanliga elmotorer innehåller ju lindad koppartråd i form av spolar. Dessa ger således en induktiv last och man kommer att erhålla både en aktiv och en reaktiv effekt. Den aktiva effekten är den man har nytta av medan den reaktiva endast belastar elnätet. Elleverantören måste bygga ut sina kablar så att den ström som behövs kan överföras, se [198], utan att kablar mm blir för varma. Den reaktiva effekten bidrar till denna ström varför elleverantören vill ha så låg reaktiv effekt som möjligt. I en vanlig elmätare för hushållsabonnemang mäts endast den aktiva eleffekten upp vilket ligger till grund för debiteringen men vid industrier kontrolleras också den reaktiva. Om abonnenten har en hög reaktiv effekt, vilket är fallet i många industrier, måste mera ström än vad som motsvarar den aktiva effekten föras över. Abonnenten betalar således inte för strömmen fullt ut vilket naturligtvis elleverantören tycker är oskäligt. Därför brukar leveransvillkoren innehålla en

straffklausul som träder ikraft om den reaktiva effekten överstiger ett visst belopp. Den reaktiva effekten mäts därför upp kontinuerligt.

Tidigare hade varje elleverantör koncession på att leverera elkraft inom ett visst område. Elleverantören i Rydsnäs hette Smålands Kraft AB. Fabriken hade ett elabonnemang på 380 V med en maximal effekt om 200 kW för år 1993. Avgifterna bestod dels av en fast avgift om 8 000 kr per år och dels av en effektagift på 430 kr per kW och år. Man hade sedan en differentierad energiavgift, som mellan oktober till april uppgick till 41.5 öre per kWh mellan kl 0600 - 2200 på vardagarna. På lördagar och söndagar samt mellan 2200-0600 hade man en avgift om 30.8 öre per kWh. Sommarmånaderna maj till september måste man betala 21.5 öre/kWh. Priset avser kostnaden exklusive elskatt och moms men de flesta industrikunderna betalar dock inte längre någon elskatt och moms så får man ju "dra av". Effektagiften beräknades för medelvärdet av årets fyra högsta månadsvärden för uttagen medeleffekt per timma, dock lägst 60 % av den abonnerade effekten. Man fick högst ta med ett värde under maj till augusti. Om man dessutom översteg den abonnerade effekten måste man betala förhöjd avgift. Man fick vidare utan avgift ta ut en reaktiv effekt som uppgår till 50 % av medelvärdet av den aktiva effekten. Tog man ut mera måste man betala 100 kr/kVAr. Den reaktiva effekten beräknades som medelvärdet av årets fyra högsta uttag per timma.

I tabell 30 ser man att medeleffekten den första timman låg på 9.1 kW och således blev energimängden som användes 9.1 kWh vilket innebar en kostnad om c:a 2 kr och 80 öre. Detta kan synas vara ett försumbart belopp. Vi ser dock att kostnaden uppkommit mitt i natten en lördag. Om det är en apparat som står på helt i onödan under hela året får man en kostnad om kanske 30 000 kr/år, elektriciteten är ju dyrare under vardagarna, vilken summa kanske kan användas bättre.

Än intressantare är kanske att studera elanvändningen under vardagarna. Detta innebär att morgonen den 21 mars är lämpligare som studieobjekt. I tabell 31 framgår elanvändningen fyra timmar från kl 0610. Man ser att elanvändningen är ungefär densamma som under helgen fram till c:a kl 0650 då den börjar stiga. Från klockan 0720 och fram till 0930 utnyttjas c:a 55 kW aktiv effekt. Samtidigt har den reaktiva effekten ökat än kraftigare, från 0 till ungefär 45 kW. Det reaktiva effektuttaget är således i stort sett lika högt som det aktiva vilket innebär en risk för ökade kostnader för elleveransen. Det skall nämnas här att fabriken var utrustad med ett sk kondensatorbatteri för faskompensering men detta har tydligen inte tillräcklig kapacitans. Vid 0930 sjunker återigen elanvändningen men alla apparater stängdes tydligen inte av, varför omkring 25 kW fortfarande utnyttjades. Den reaktiva effekten sjunker dock högst avsevärt vilket troligen innebär att andelen motorer som är igång sjunkit betydligt.

Tabell 31: Mätvärden på den totala aktiva och reaktiva eleffekten i kW vid Rydsnäs snickerifabrik AB, 1994-03-21 kl 06.10 - 10.00.

Klockan	Aktiv	Reaktiv	Klockan	Aktiv	Reaktiv
06.10	9.6	0.6	08.10	55.5	57.3
06.20	10.8	0.6	08.20	57.3	45.9
06.30	10.5	0.0	08.30	54.6	38.1
06.40	10.2	0.0	08.40	57.0	45.6
06.50	12.3	0.3	08.50	54.0	40.8
07.00	34.8	17.7	09.00	56.7	43.5
07.10	49.5	32.1	09.10	57.3	42.3
07.20	54.6	42.3	09.20	54.3	39.6
07.30	57.9	47.4	09.30	52.5	38.4
07.40	55.5	43.5	09.40	27.0	7.2
07.50	54.3	41.0	09.50	26.7	9.0
08.00	57.6	47.4	10.00	21.6	2.1

Det är ju naturligtvis också intressant att försöka få en mera detaljerad bild av vart elenergin egentligen används. Vi har därför också mätt upp en del laster bl a ett modulfilter till en sprutlackeringsanläggning, en spånsugsanläggning samt en äldre del av fabriken som matas för sig. Vid mätning av sådana laster finns normalt inga elmätare redan anslutna. Den effekt som skall mätas kanske dessutom är för stor för vanliga elmätare. Man måste därför använda sk strömtransformatorer som levererar en lägre ström än den som passerar i den ledning som skall mätas. En strömtransformator är helt enkelt en ringformad transformator som placeras runt den ledare vars ström skall mätas. För trefasledare krävs därför tre stycken strömtransformatorer som sedan i sin tur kopplas till en elmätare. Det antal pulser som registreras måste sedan multipliceras med ett lämpligt värde för att avläsningarna på elmätaren skall bli rätt. En ytterligare fördel med strömtransformatorerna är att dessa inte behöver kopplas in på nätet direkt vilket minskar faran för olycksfall. Tyvärr måste dock ledaren passera igenom transformatorn vilket innebär att strömmen måste brytas åtminstone en kortare stund. Vid kortare strömmätningar kan man använda en sk tångamperemeter. Det finns även möjligheter att mäta effekten samt fasvridningen direkt m h a tänger. **Notera att man som lekman måste ha med sig en behörig elektriker även för mindre ingrepp i elanläggningarna.**

I tabell 32 återfinnes elanvändningen 1994-04-12 kl 0510 - kl 1000. I tabell 32 ser vi, liksom tidigare, att alla anläggningar inte är avstängda nattetid. Den reaktiva effekten är dock noll vilket innebär att det borde vara rent resistiva laster. Den huvudsakliga elanvändningen kommer från den gamla snickerifabriken, se värdena från klockan 05.30. Vi ser också att de tre laster som mäts via strömtransformatorerna har en dålig upplösning, lasten ökar och minskar i stora steg.

Tabell 32: Mätvärden på den totala aktiva och reaktiva eleffekten samt några dellaster i kW vid Rydsnäs snickerifabrik AB, 1994-04-12 kl 05.10 - 10.00.

Klockan	Aktiv	Reaktiv	Modulfilter	Snickerifabrik	Spånsug
05.10	15.0	0.0	0.0	14.4	0.0
05.20	10.8	0.0	0.0	7.2	4.8
05.30	14.7	0.0	0.0	14.4	0.0
05.40	15.0	0.0	0.0	14.4	0.0
05.50	19.5	4.5	0.0	14.4	0.0
06.00	39.9	20.4	0.0	21.6	0.0
06.10	50.4	39.0	4.8	36.0	0.0
06.20	53.4	35.4	4.8	36.0	0.0
06.30	48.6	29.4	4.8	28.8	0.0
06.40	53.7	35.4	4.8	43.2	0.0
06.50	50.7	33.0	4.8	28.8	0.0
07.00	48.6	29.4	4.8	36.0	4.8
07.10	50.4	29.7	4.8	36.0	9.6
07.20	49.2	35.1	0.0	36.0	14.4
07.30	53.4	35.4	4.8	36.0	14.4
07.40	49.8	39.3	4.8	28.8	14.4
07.50	54.0	37.5	4.8	43.2	28.8
08.00	46.8	29.1	4.8	28.8	14.4
08.10	60.3	29.7	4.8	50.4	14.4
08.20	56.7	33.0	4.8	43.2	14.4
08.30	58.5	26.7	4.8	50.4	9.6
08.40	34.5	10.5	4.8	14.4	14.4
08.50	34.8	0.6	4.8	28.8	14.4
09.00	28.8	1.5	0.0	14.4	14.4
09.10	29.7	0.3	0.0	28.8	14.4
09.20	33.9	1.8	0.0	21.6	14.4
09.30	36.3	5.1	0.0	28.8	14.4
09.40	65.1	36.9	4.8	50.4	0.0
09.50	59.7	34.2	4.8	43.2	0.0
10.00	57.3	26.7	4.8	50.4	0.0

Under den angivna tiominutersperioden registrerades endast en puls. De transformatorer vi använt för modulfilter och spånsug transformerar ner strömmen 40 gånger. De elmätare vi använde snurrar 750 varv per kWh, men 50 pulser genereras för samma energimängd. En puls motsvarar därför 0.02 kWh eller med hänsyn tagen till transformatorerna 0.8 kWh. Mätningarna registrerar antalet pulser under en tiominutersperiod. Om lasten är helt konstant skulle vi således erhålla sex pulser under en timma eller 4.8 kWh. Lasten beräknas därför till 4.8 kW. När det gäller mätningarna av den gamla snickerifabriken var vi tvungna att använda större transformatorer pga kablarnas tjocklek. Dessa transformerar ner strömmen 60 gånger och varje puls motsvarar därför en energimängd om 1.2 kWh eller en effekt om 7.2 kW, se tabell 32. Vi ser att den reaktiva effekten är mycket låg nattetid men att den stiger kraftigt vid sextiden på morgonen då ett antal maskiner startas. Motsvarande ökning står dock inte att finna i vare sig den gamla snickerifabriken eller i modulfilter eller spånsug. I dagsläget är det därför oklart vad som orsakar det kraftiga reaktiva effektuttaget. Omkring kl 0900 stängs några maskiner av vilket ånyo gör att den reaktiva effekten sjunker. Vi ser också att

modulfiltret har en förhållandevis begränsad elförbrukning medan spånfläkten åtminstone delvis under dygnet svarar för 25 %.

Det är också intressant att studera hur mycket elenergi man använder under längre perioder. Av tabell 33 framgår energianvändningen för en vecka våren 1994. Totalt under veckan användes 3 194 kWh till en kostnad om 1 233 Kr. Till detta kommer då de fasta avgifterna, effektavgifter samt avgift avseende för högt uttag av reaktiv effekt. Av intresse är också att se om energianvändningen varierar mellan olika veckor och i så fall i vilken grad. I tabell 34 redovisas förhållandena under vecka 15, 1994. Antalet använda kWh uppgår för denna senare vecka till 3 756 medan kostnaden blev 1 424 Kr. Av någon anledning var det främst under låglasttid lördag och söndag som siffrorna skiljde sig åt i någon större omfattning. Ovan har två veckor undersökts där energipriset varierar mellan höglast och låglasttid. Under månaderna maj till och med september var energipriset 21.5 öre per kWh. Dessa månader innehåller 22 veckor. Multipliceras detta energipris med medelvärdet av energianvändningen ovan erhålls en kostnad för sommarveckorna om 16 436 Kr. De övriga 30 veckorna skulle kostnaden uppgå till 39 855 Kr eller en årlig kostnad om 56 292 Kr. Vi har inte hunnit mäta upp den maximala effektåtgången under ett helt år ännu. Det synes dock som om denna ligger runt 70 kW. Enligt det ovanstående är kostnaden för denna post 430 Kr/kW eller 30 100 Kr.

Den reaktiva effekten under den undersökta perioden uppgår till som mest 63 kVA_r. Då man måste betala 100 Kr/kVA för den effekt som överstiger halva den aktiva effekten uppgår detta belopp till 2 800 Kr. Vidare tillkommer en fast avgift om 8 000 Kr per år. Följande sammanställning kan därför göras, se tabell 35.

Tabell 33: Elenergianvändning under hög- resp lågpristid en vecka i mars 1994 samt därmed förknippade elenergikostnader.

Dag	Datum	Högpris		Lågpris	
		kWh	Kr	kWh	Kr
Lördag	03 19	-	-	213.25	65.68
Söndag	03 20	-	-	227.30	70.00
Måndag	03 21	491.05	203.78	83.25	25.64
Tisdag	03 22	401.60	166.66	84.95	26.17
Onsdag	03 23	527.15	218.76	77.80	23.96
Torsdag	03 24	541.00	224.51	84.55	26.04
Fredag	03 25	366.95	152.28	95.50	29.41
Summa		2 327.75	965.99	866.60	266.90

Tabell 34: Elenergianvändning under hög- resp lågpristid en vecka i april 1994 samt därmed förknippade elenergikostnader.

Dag	Datum	Högpris		Lågpris	
		kWh	Kr	kWh	Kr
Lördag	04 09	-	-	321.35	98.98
Söndag	04 10	-	-	336.70	103.70
Måndag	04 11	500.10	207.54	145.85	44.92
Tisdag	04 12	565.40	234.64	116.0	35.73
Onsdag	04 13	519.00	215.39	131.75	40.60
Torsdag	04 14	518.75	215.28	114.50	35.27
Fredag	04 15	396.05	164.36	90.35	27.83
Summa		2 499.30	1 037.21	1 256.50	387.03

Tabell 35: Sammanställning av kostnader i Kr för elabonnemang, Rydsnäs Snickerifabrik AB.

Energiavgift	56 292
Effektavgift	30 100
Reaktiv effekt	2 800
Fast avgift	8 000
Summa	97 192

Jämförs tabell 35 med den verkliga kostnad som erlagts till Smålandskraft AB under 1993 är summan i tabellen 33 000 Kr lägre. Detta berodde på att fabriken hade ett alldeles för stort abonnemang för den kraft de verkligen gjorde av med. Effektavgiften uppgick för 1993 till inte mindre än 63 640 Kr. Ett annorlunda abonnemang skulle således spara mycket pengar. Enligt 1993 års elräkning användes 86 436 kWh elenergi för det högsta priset, 32 076 kWh för mellanpriset och 73 584 kWh för det billigaste priset. Energiavgifterna uppgick till totalt 58 836 Kr vilket kan jämföras med bedömningen i tabell 35 ovan.

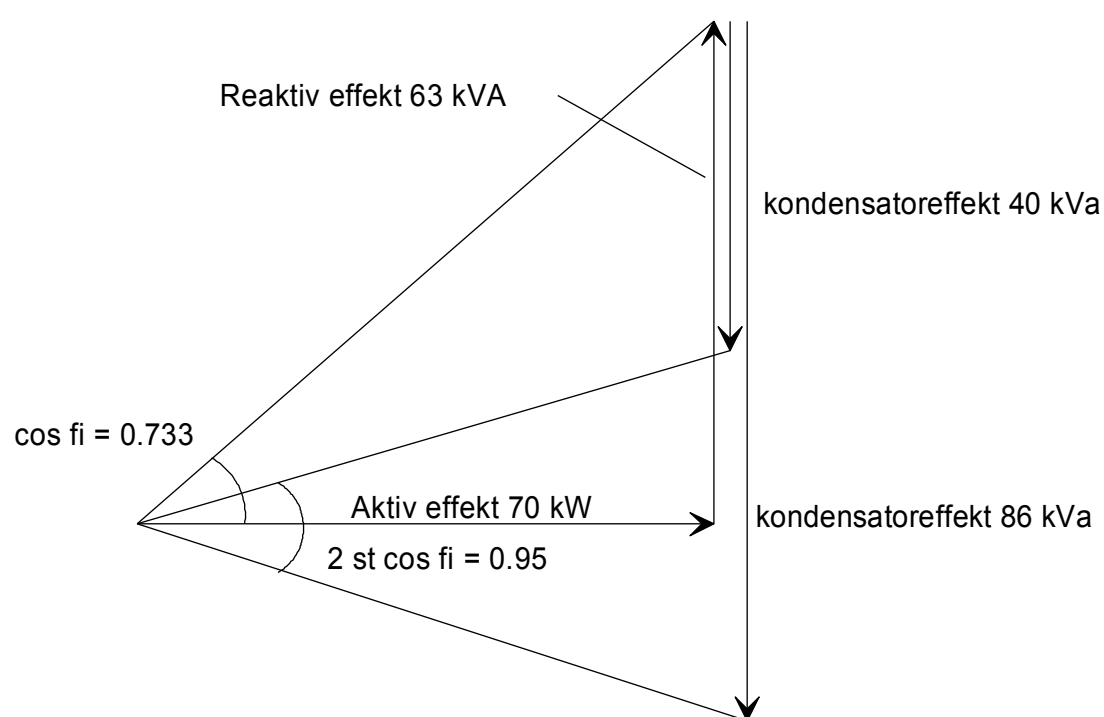
Vi ser också att företaget skulle behöva betala 2 800 Kr för överuttag av reaktiv effekt. Genom att koppla in sk kondensatorbatterier kan den reaktiva effekten alstras närmare källan vilket innebär att elleverantörens ledningar inte behöver överföra denna. Ovan såg vi att den maximala effekten uppgick till c:a 70 kW medan den reaktiva effekten var omkring 63 kVA_r. Detta innebär att cos φ för lasten är c:a 0.74 medan man önskar att den skulle vara minst 0.95. Enligt [198], sidan 65, kan man beräkna den önskvärda kondensatoreffekten som:

$$0.95 = 70.0 / (70.0^2 + (63.0 + Q_C)^2)^{0.5}$$

vilket innebär att Q_C skulle vara lika med 40 kVA_r. För fullständighetens skull bör man notera att Q_C har två värden, - 40 och - 86. Det är dock bara värdet -40 som här är tillämpligt då man

i annat fall levererar så mycket reaktiv effekt att ström och spänning byter ordningsföljd, se figur 106.

Man bör också notera att kondensatorbatterier som kompenserar för en hel anläggning måste kopplas ur då ingen last är inkopplad. I annat fall erhålles en spänningstegring vilket innebär att den elektriska utrustningen kan gå sönder. I den undersökta snickerifabriken finns redan ett kondensatorbatteri men tydligt är att det under mätperioden var för litet. När fabriksägaren fick kännedom om förhållandena ovan beslutade han att kraftfullare kondensatorer skulle installeras. På förslag från tillverkaren, NOKIA, valdes en utökning av det befintliga batteriet med 20 kVA_r vilket är något lägre än vi föreslagit ovan. Installation och batteri kostade tillsammans 5 802 Kr, och betalade sig således på c:a ett och ett halvt år om bedömningarna ovan är korrekta. Den extra kapaciteten installerades den 18 augusti och enligt tabell 36 har åtgärden haft önskad effekt. $\cos \varphi$ ligger därför numera, september 1994, kring 0.9 istället som tidigare på 0.7.



Figur 106: Aktiv och reaktiv effekt vid installation av kondensatorbatteri.

18.1.2 Totebo AB

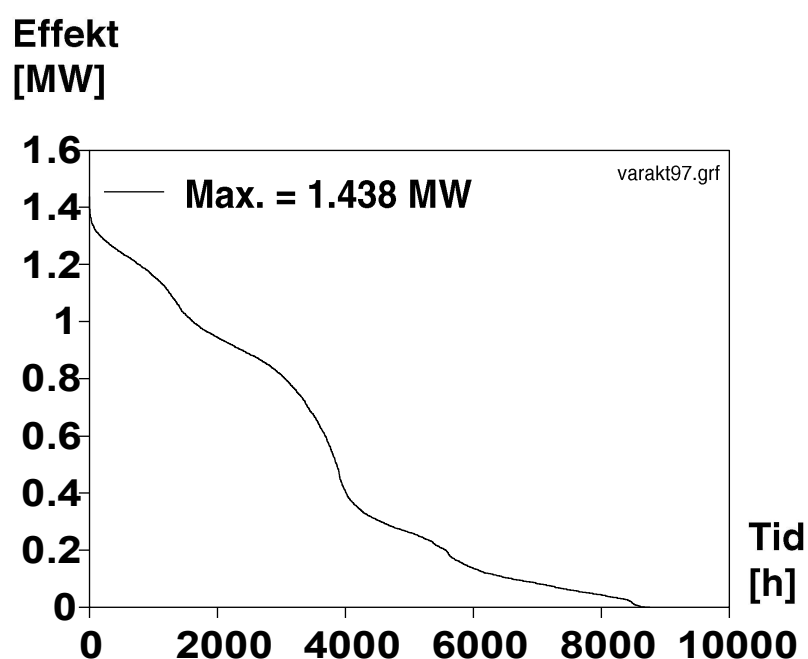
I exemplet från Rydsnäs Snickerifabrik AB var det tydligt att en stor del av kostnaderna för elleveranserna bestod av annat än rena energiavgifter. Om man skulle kunna minska kostnaderna måste man dels spara energi men också få ned behovet av abonnerad effekt. Svårigheten är att avgöra vilka apparater som kan stängas av under en kortare eller längre tid

för att åstadkomma detta. Mycket större kunskap behövdes därför om tillverkningen vid en möbelindustri. Genom ett anslag från Länsstyrelsen i Kalmar fick vi de finansiella

Tabell 36: Inverkan av extra kondensatorbatteri, Rydsnäs snickerifabrik AB.

Datum	Klockslag	Aktiv effekt i kW	Reaktiv effekt i kVA _r
940818	07.00	20.0	9.5
	08.00	47.3	40.6
	09.00	46.9	36.8
	10.00	30.4	19.6
940819	07.00	14.5	10.9
	08.00	24.7	1.4
	09.00	43.8	23.7
	10.00	20.7	0.2

möjligheterna att undersöka förhållandena vid ett antal träindustrier i Kalmar län. Vårt andra exempel är därför hämtat från företaget Totebo AB som ligger i orten Totebo mellan Västervik och Vimmerby. Företaget är specialicerat på tillverkning av planmöbler och flera av vårt lands största möbelföretag är kunder där. För närvarande, april 1999, är elhandeln avreglerad vilket innebär att en träindustri kan köpa sin elenergi från många olika företag. Denna elenergi köper Totebo AB från företaget Sydkraft Elförsäljning AB. Man måste dock vara anslutet till ett kollektivt elnät och den som äger nätet är i detta fall Sydkraft Eldistribution AB. Det senare bolaget samlar in mätvärden från den elmätare som sitter i fabriken. Dessa mätvärden kan sedan företaget få ta del av. Sorteras elanvändningen upp i storleksordning erhålles ett sk varaktighetsdiagram, se figur 107, där den timvisa elanvändningen redovisas för år 1997. Man ser att den maximala effekten för år 1997 uppgått till c:a 1.4 MW. Ett sätt att spara pengar för företaget är att minska denna effektnivå. Det borde inte vara så svårt att komma under 1.3 MW, för antalet timmar som effekten överskrider denna nivå uppgår bara till kanske 25 gånger per år. Sydkraft Eldistribution AB debiterar under 1999 457 kr/kW så länge effekten håller sig under abonnemangsgränsen och det dubbla beloppet om effekten överskrider denna. Om effekten skulle sjunka till 1.3 MW skulle således företaget spara c:a 60,000 Kr per år. Varje kWh kostar "normalt" omkring 20 öre. Om precis rätt kWh sparas stiger beloppet till 457 kr men problemet är att veta när den maximala effekten kommer att uppnås och dessutom vilka apparater som man lämpligen skall stänga av för att förhindra denna toppbelastning. Eldrivna uppvärmningsprocesser går ofta att stänga av en kort stund exempelvis tappvarmvattenberedare eller virkestorkar. Svårare är att identifiera processer i tillverkningen som lämpar sig att delta i en sådan laststyrningsprocess. Vid Totebo AB har vi koncentrerat oss på en av företagets processer, nämligen ytbehandlingen av sådana möbler, dvs bord, bokhyllor, hurtsar mm.



Figur 107: Elanvändning vid Totebo AB under 1997.

I tabell 37 återfinnes antalet kWh under hög- resp lågpristid för 1997 samt de belopp som måste betalas för denna energi med den taxa som gällde 1998. Vissa förändringar har skett under 1999 vilket lett till att kostnaden minskat något. Lågpristid råder under helger samt vardagar mellan 22-07.

Tabell 37: Energimängder i olika tidssegment för Totebo AB.

Månad Nr	Högpris Kr	Lågpris Kr	Energi högp kWh	Energi lågp kWh
1	109951.7	34646.9	327237.0	120721.0
2	98654.0	28468.4	293613.0	99193.0
3	87059.9	32292.7	259107.0	112518.0
4	88074.6	34309.1	319111.0	139468.0
5	57646.3	21545.4	244264.0	91294.0
6	67757.0	22652.2	287106.0	95984.0
7	20181.3	5741.6	85514.0	24329.0
8	59865.7	20024.1	253668.0	84848.0
9	86269.3	26086.8	312570.0	106044.0
10	93995.7	29595.5	340564.0	120307.0
11	105040.6	34334.4	312621.0	119632.0
12	87889.5	31568.3	261576.0	109994.0
Summa	962,385.5	321,265.6	3,296,951.0	1,224,332.0

Tabell 37 visar att ungefär 2.7 gånger så mycket energi förbrukas under högpristid som under lågpristid och att kostnaden är 3 gånger högre för den energi som förbrukas under högpristid. Detta beror till stor del på att arbetet vid Totebo sker i skift vilket innebär ett förhållandevis stort uttag av el under lågpristid. Totalt förbrukades 4,521.2 MWh. I tabell 38 återfinnes även de andra taxeelementen.

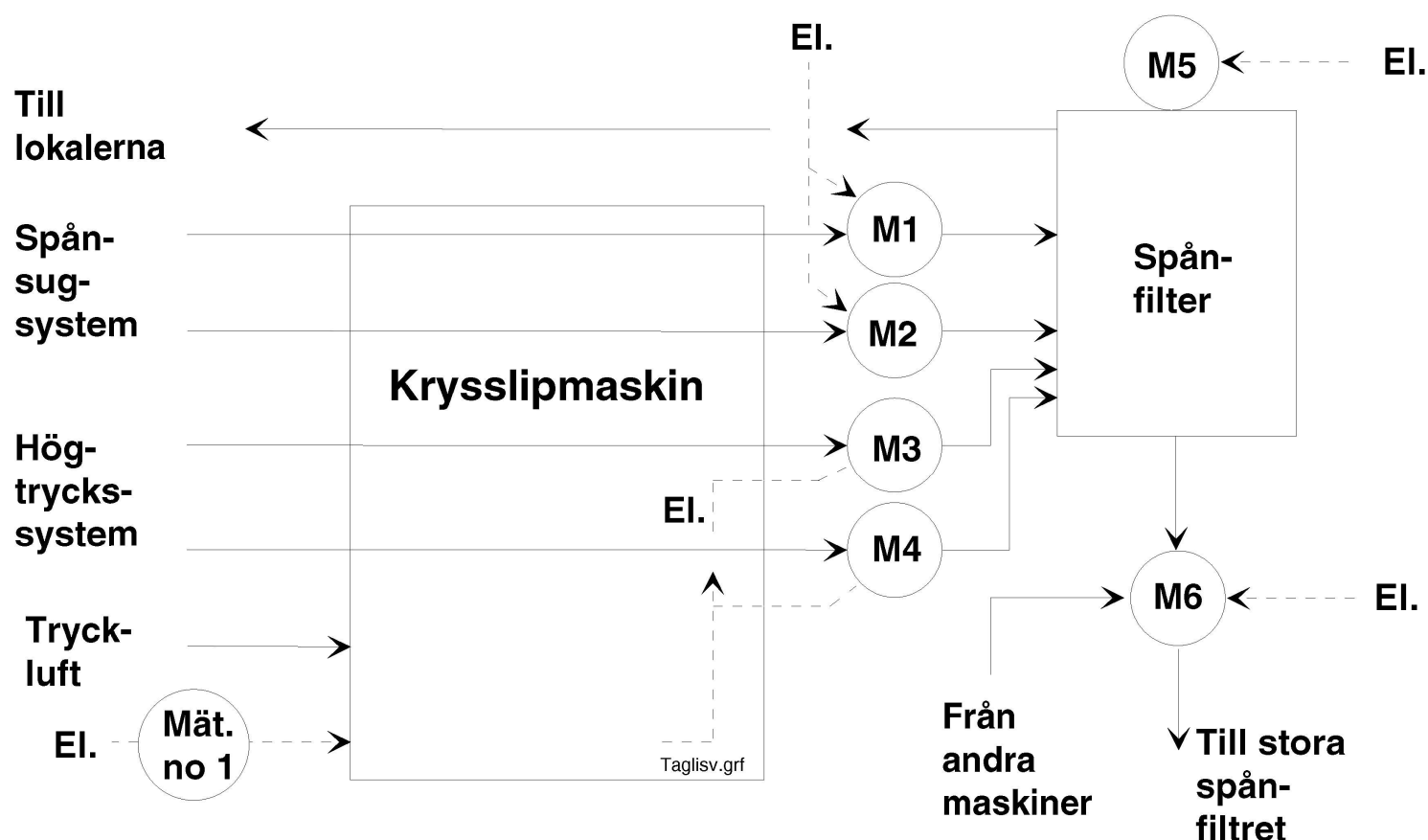
Tabell 38: Kostnader för Totebo AB med last enligt 1997 och taxa enligt 1998.

Total energikostnad	1.283 kKr
Total effektkostnad, Sydkraft Elförsäljning AB	0.0 kKr
Abonnemangskostnad, vinter, Sydkraft Eldistribution AB	562.5 kKr
Abonnemangskostnad, helår, Sydkraft Eldistribution AB	48.0 kKr
Straffkostnad överuttag effekt	0.0 kKr
<u>Avg för reaktiv effekt</u>	<u>0.0 kKr</u>
Summa	1,914.1 kKr

Slår man ut den totala kostnaden på antalet kWh fås 42 öre/kWh. Totebo AB abonnerar på 1,500 kW men detta värde har inte överskridits under 1997. Det reaktiva effektuttaget får uppgå till halva detta värde innan straffavgifter tas ut men inte heller detta skedde under 1997.

18.1.2.1 Totebo AB, lacklina

Totebo är en förhållandevis stor träindustri och därför har man två sk ytbehandlingslinor där driften i hög grad är automatiserad, se även kapitlet om ytbehandling. En av dessa linor har undersökts i detalj och den första maskin man stöter på är en Tagliabue krysslipmaskin, jämför med figur 97. I maskinen slipas skivor så att de blir plana samt så att alla skivor i en "batch" får samma tjocklek. Slipningen innebär också att lacken fäster bättre på skivorna. I figur 108 återfinnes en schematisk skiss av maskinen.

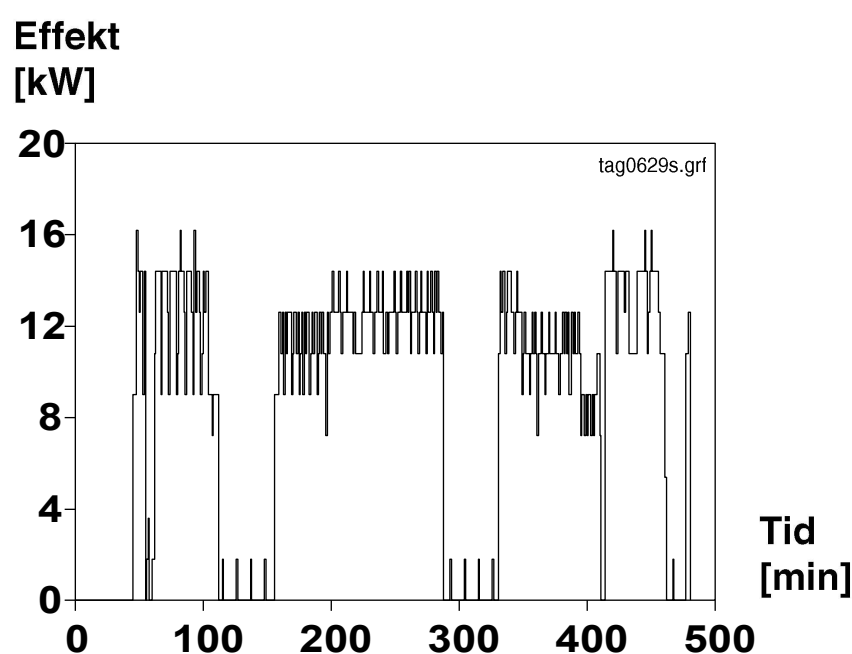


Figur 108: Schematisk bild av en krysslipmaskin, Totebo AB.

Elanvändningen i maskinen har uppmätts med en separat elmätare, Mät. no 1, i figur 108. Mätaren registrerar dock förbrukningen av el endast för själva slipmaskinen men för att allt skall fungera måste maskinen även vara kopplad till ett spånsugs- och ett tryckluftssystem. Spånsugssystemet består av plåtkanaler kopplade till ett filter. Med hjälp av två fläktar som

drivs av motorerna M1 och M2 fås en kraftig luftström i kanalerna. Luften leds genom slipmaskinen och för därvid med sig slipdammet ut till ett filter. Muntlig tradition anger att luftens hastighet måste vara högre än 25 m/s för att inte dammet skall "sedimentera" i rören. Luften tvingas passera ett antal filterstrumpor varvid dammet frånskiljs och ramlar ner i botten på filtret. En spånskruv, som drivs av motorn M5, ser till att slipdammet transporteras till ytterligare en kanal där en fläkt, som drivs av motorn M6, finns installerad. Dammet kommer därvid att transporteras till ett stort centralt filter där ytterligare fläktar tar vid för att skicka dammet vidare till flispannan. Den filtrerade luften från första filtret förs sedan tillbaka in i fabriken för att spara värme. I och med att luften från början tas från lokalerna är den ju varm och den hinner inte kylas ned särskilt mycket under passagen av filtret även om detta består av plåt. Såväl filter som kanaler är helt oisolerade.

Motorerna M3 och M4 driver två sk högtrycksfläktar vilkas elanvändning ingår i mätningarna från elmätaren i figur 108. Fläktarna ser till att ett undertryck råder under det band som transporterar skivorna genom maskinen. Detta undertryck medför att skivorna ligger fast under slipprocessen. Den tryckluft som förbrukas används för att blåsa av damm från skivorna. Det är ju mycket viktigt att de är dammfria då de passerar lackeringsmaskinerna senare i kedjan. Tryckluften kommer från centralt placerade kompressorer men detta system har inte utretts närmare här. I figur 109 återfinnes mätvärden under ett antal timmar från elmätare nummer 1.

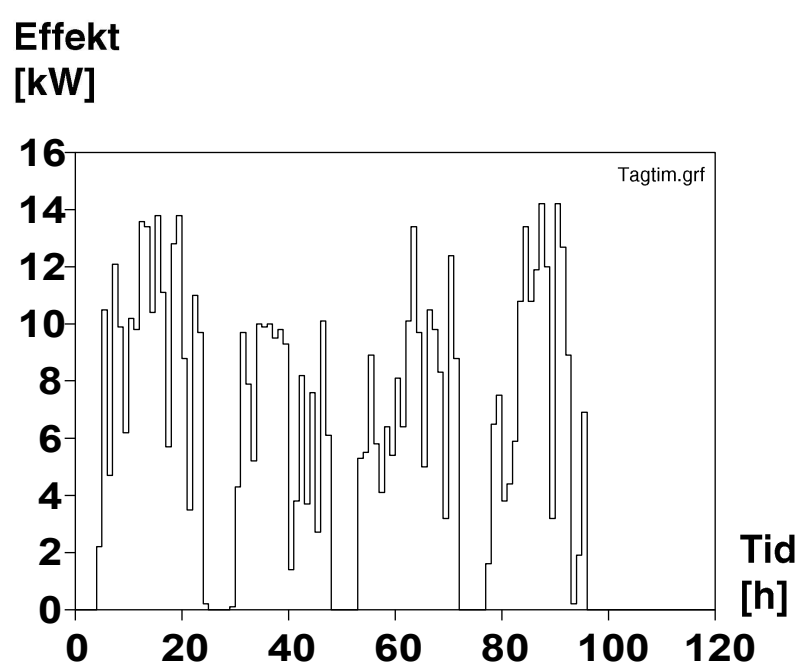


Figur 109: Elanvändning i en Tagliabue krysslipmaskin, 1998-06-29. Medeleffekt varje minut.

Man ser av figur 109 att den maximala effekten uppgår till c:a 16 kW. Effekten varierar en del delvis beroende på belastning men även på hur vårt mätsystem registrerar användningen. Systemet lagrar elanvändningen på en dators hårddisk en gång varje minut. Ibland kanske maskinen endast har varit påslagen 10 sekunder av denna minut vilket innebär att det antal

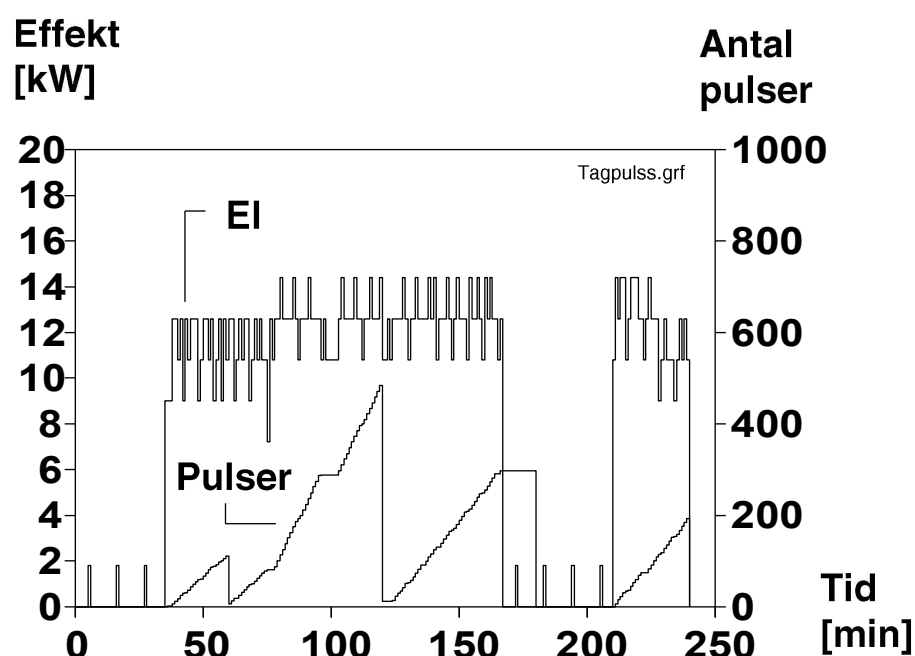
kWh som registreras blir litet även om effekten på maskinen i sig inte varierar så mycket. Det maximala effektbehovet är främst av intresse då man ska dimensionera kablar mm till maskinen. Notera dock att vi endast mätt upp den aktiva effekten i figur 109. Kablarna skall också överföra den reaktiva effekten.

Det är också möjligt att studera medeleffekten under timmarna hos maskinen, se figur 110.



Figur 110: Timmedeleffekt i en Tagliabue krysslipmaskin vecka 27, 1998, Totebo AB.

Man ser då att effektnivån sjunker något från över 16 till 14 kW, jämför figur 109 och 110. Nivån varierar avsevärt mellan olika timmar och dagar vilket är något förbryllande då ju maskinen trots allt är på under hela arbetsdagen. Detta föranledde oss att placera en sensor som registrerar varje gång en skiva passerar maskinen. Det är således möjligt att undersöka vad som händer då maskinen går på tomgång och jämföra detta med värden då den är hårt belastad. I figur 111 visas förhållandena för den första måndagen då utrustningen började att registrera pulser, dvs 98-06-29. Figuren omfattar tiden från kl 06.00 till 10.00, medan figur 109 börjar redan vid midnatt. En puls registreras varje gång en ljusstråle bryts, dvs varje gång en skiva passerat slipmaskinen. Om flera skivor ligger bredvid varandra kan dock antalet registreringar vara lägre än antalet skivor. Alla pulser registreras i ett minne som undersöks en gång per minut. Varje hel timma nollställs detta minne, se figuren för minut 60, 120 osv. Om kurvan är helt plan har inga registreringar skett, se minut 100 och 180. Maskinen har då troligen gått på tomgång. Det finns en "akademisk" möjlighet att en mycket lång skiva har passerat men här antas att maskinen arbetar endast då kurvan har en markant lutning och att den går på tomgång då "kurvan" är horisontell. Vid minut 100 finns en sådan horisontell del och en viss minskning av elförbrukningen i maskinen kan förmärkas, från c:a 12.6 till 10.8 kW.



Figur 111: Elanvändning och samtidig registrering av arbetsstycken i en krysslipmaskin.

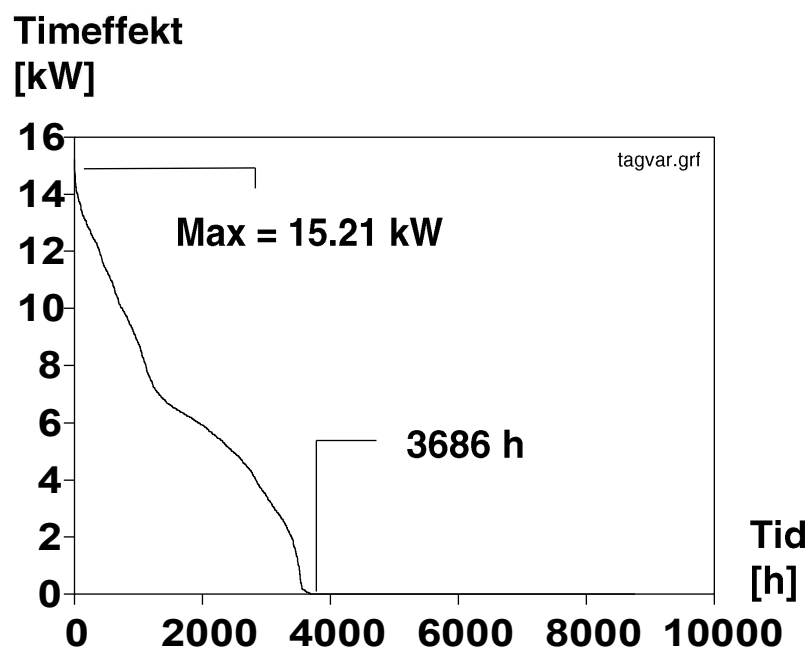
Det är således tydligt att maskinen använder i stort sett lika mycket effekt vare sig den bearbetar skivor eller ej.

I figur 108 finns fyra elmotorer vars elanvändning inte passerat via elmätaren. Detta beror främst på att matning sker via flera olika undercentraler. Istället har vi varit tvungna att nöja oss med ögonblicksbilder av situationen. Med hjälp av en handhållen effektmätare har förhållandena i tabell 39 uppmätts.

Tabell 39: Elanvändning hos viss kringutrustning till krysslipmaskin.

Motor nr	Märkeffekt [kW]	Uppmätt effekt [kW]	$\cos\varphi$
1	22	20.0	0.87
2	22	19.9	0.91
3	9.0	5.0	0.74
4	9.0	3.4	0.61
5	1.0	0.3	0.26
6	37	15.2	0.41

Vi har också mätt upp momentaneffekten i maskinen, dvs samma som för elmätaren och fann att den var c:a 22 kW och hade ett $\cos\varphi$ om 0.49. Mätningarna visar således att de flesta motorer som används av och kring maskinen är överdimensionerade. Den använda effekten uppgår således till 55.4 kW förutom den effekt som registreras i elmätaren. Under perioden 31 maj 1998 till 30 maj 1999 registrerades 24.3 MWh i elmätaren. I figur 112 återfinnes ett varaktighetsdiagram för perioden. Man ser där att maskinen varit i gång under 3686 timmar och att timmaxeffekten var 15.2 kW.



Figur 112: Varaktighetsdiagram för en Tagliabue krysslipmaskin.

Det är rimligt att anta att den övriga utrustningen kring slipmaskinen är igång samtidigt och därför likaledes används under 3686 timmar. Detta innebär att kringutrustningen använder 204 MWh per år dvs avsevärt mera än slipmaskinen själv. Totalt åtgår därför 228.5 MWh el per år för denna del av ytbehandlingen.

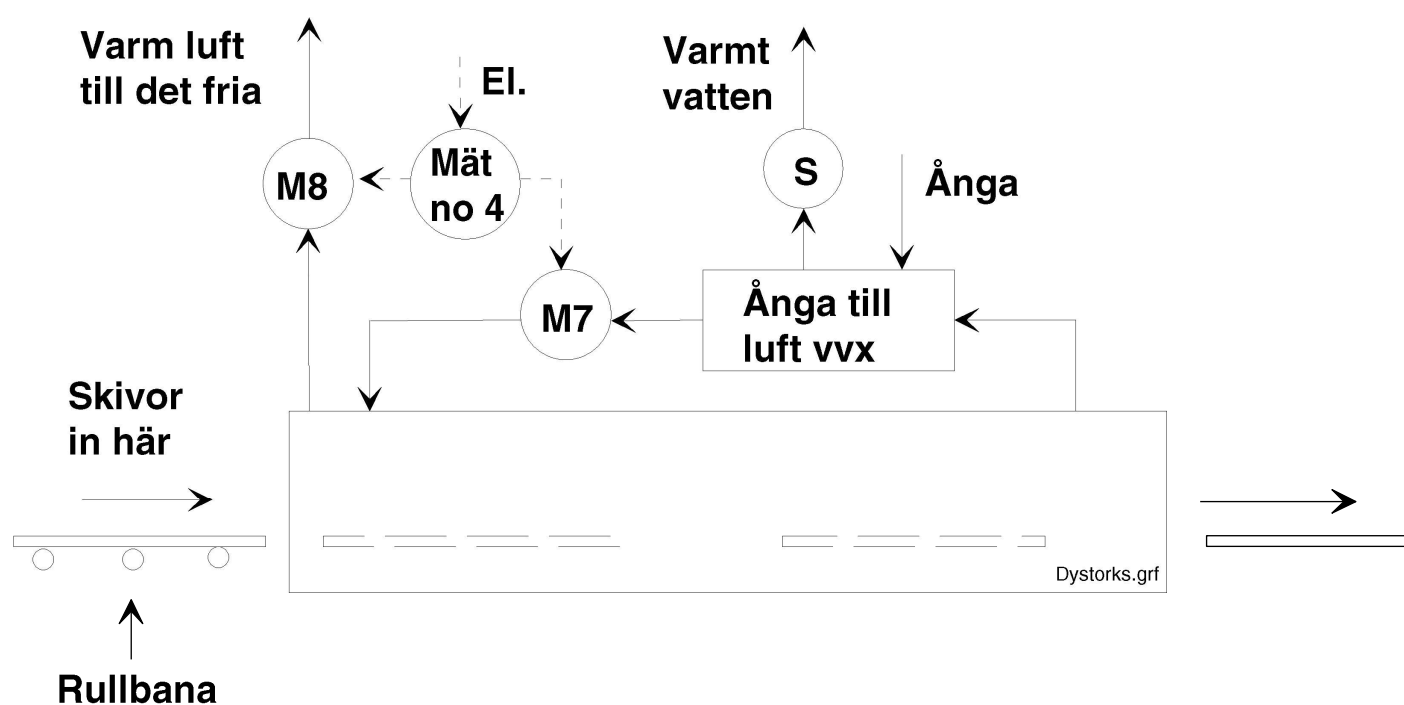
En avsevärd mängd luft passerar också maskin och filter. Via fläktarna i spånsugsystemet passerar omkring 30,000 m³/h medan högtrycksfläktarna bidrar med omkring 2,000 m³/h. Den absoluta huvuddelen av denna luftmängd leds dock tillbaka in i fabriken igen för att spara värme. Luften, c:a 1,700 m³/h, från filtret till den fläkt som drivs av motor nr 6 tas utifrån, dvs här avses inte varm inomhusluft användas.

Som nämndes ovan är maskinen även ansluten till tryckluftsnätet. Mätningar ute vid varje enskild maskin är mycket svårt att genomföra varför detta inte låtit sig göras. I ett examensarbete, [199] sidan 61, har dock användningen beräknats för en annan slipmaskin. Beräkningen visade att man kunde befara en elanvändning om c:a 20 MWh per år enbart till detta ändamål. Total årlig elanvändning för krysslipmaskin med kringutrustning blir därför c:a 260 MWh.

När skivorna passerat slipmaskinen ska de ibland betsas. Detta utförs i en sk valsbetsmaskin. Två sådana maskiner finns placerade efter varandra, den ena för ljusa kulörer och den andra för mörka. Bägge maskinerna har tillverkats av Bürkle och de är av typerna CAL/B1300 och DAL/B1300. Mätningarna visar att elanvändningen i dessa maskiner är försumbar, endast omkring 1 MWh per år och maskin. Det finns även utsugskanaler kopplade till maskinerna men dessa var ej i bruk under vår mätperiod. Fläkten drivs av en motor på 0.3 kW. Det kanske skall påpekas att maskinerna måste vara igång även om inga skivor betsas. I annat

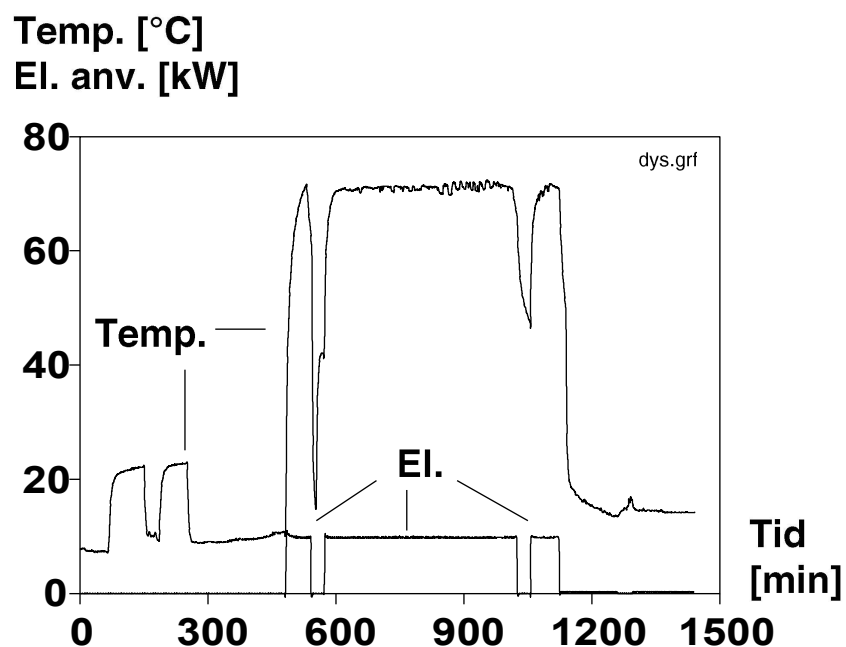
fall avstannar transporten genom linan. Mellan olika maskiner finns transportbanor. Alla dessa banor tillsammans har en uppmätt effekt på omkring 2 kW. Den årliga elanvändningen blir c:a 7 MWh.

Efter betsningen måste skivorna torka. Detta måste ske snabbt varför man blåser varm luft på dem i en sk dystork, se figur 113. Luften drivs runt i torken med hjälp av en fläkt som drivs av motorn M7 i figuren. På vägen passerar den en värmeväxlare, VVX, där värme från ett ångbatteri förs över till luften. För att inte luften i torken skall bli helt mättad med vatten måste en viss mängd transporteras ut i det fria vilket sker med en fläkt driven av motorn M8. I ångbatteriet tar man främst till vara det sk ångbildningsvärmemet i ångan dvs ångan ska kondensera till vatten i apparaten. För att säkerställa detta har man en sk ångfälla, S, där vatten och luft kan passera men ångan hindras från att rusa rakt igenom värmeväxlaren. Elanvändningen i apparaten mäts av mätaren nr 4. I figur 114 ser man att lufttemperaturen i torken är c:a 70 °C under full drift. När fläktarna stängs av sjunker temperaturen avsevärt i utloppsröret ibland ända ner till 10 °C. Detta beror nog på att kall uteluft kommer ner i röret "baklänges".

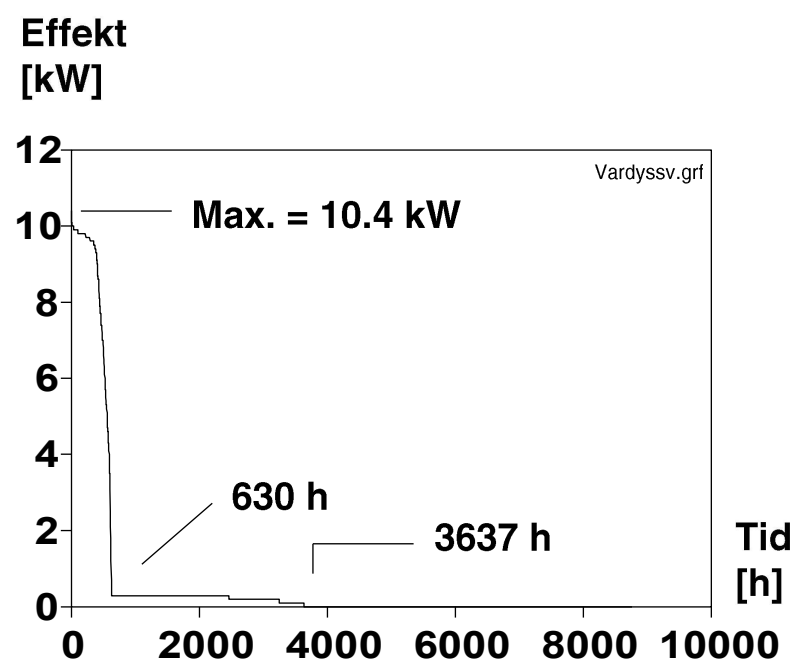


Figur 113: Dystork i ytbehandlingslina, Totebo AB.

Under morgontimmarna, se vänstra delen av figuren ökar temperaturen till omkring 20 °C vilket tyder på att varm inneluft passerar röret. Vad dessa strömningsförhållanden beror på känner man i dagsläget inte till. I figurerna 114 och 115 ser man att eleffekten uppgår till 10.4 kW som högst. Apparaten användes under 630 timmar som tork medan den tjänstgjorde som transportanläggning resten av drifttiden på totalt 3,637 h under ett år. Totalt under ett år användes 5,979 kWh el i torken eller c:a 6 MWh.



Figur 114: Lufttemperatur i utloppsör från dystork samt elanvändning under en dag.



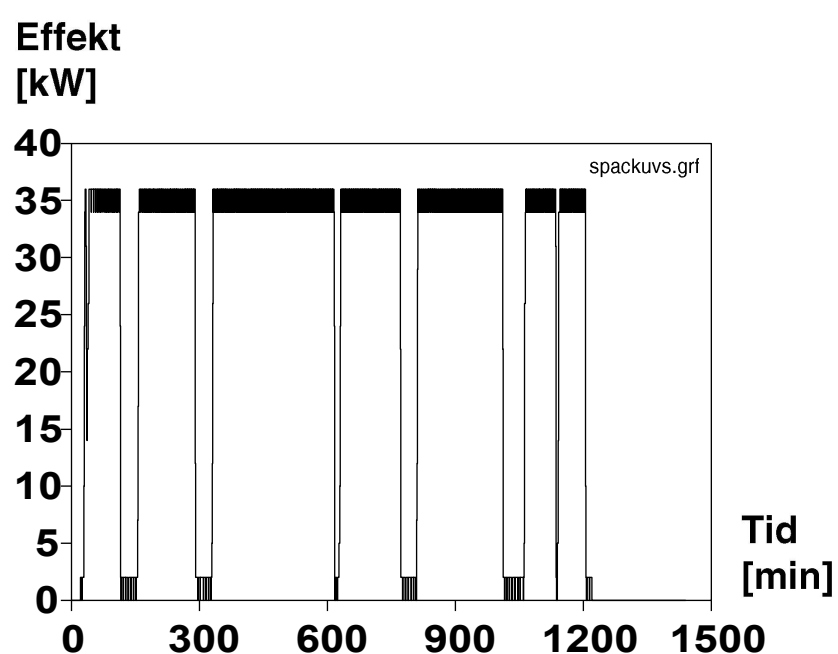
Figur 115: Varaktighetsdiagram för elanvändningen i en dystork.

Den stora energimängden kommer dock från ångan. Tyvärr är ångmätare besvärliga och dyra att installera i befintliga anläggningar. Någon central mätning finns inte vilket innebär att den totala användningen av ångvärme är okänd. Det fanns dock ett förhållandevis enkelt sätt att kontrollera energianvändningen under korta perioder just från dystorken. Turligt nog saknar röret där condensatet återleds till pannan under en lång sträcka ytterligare anslutna ångförbrukare. Detta innebär att så gott som all ånga kondenseras till vatten innan den punkt där röret anslutits till stamåterledningen. Omedelbart efter ångfällan återförångas en del av condensatet. Genom att koppla bort röret i anslutningspunkten och mäta hur mycket vatten som strömmade i röret kunde energianvändningen beräknas till c:a 33 kW. (Vattenflödet var 57 l/h och ångtemperaturen var c:a 150 °C). Tillverkaren hade angivit en effekt om c:a 70 kW

så ungefär hälften av effekten utnyttjades. Årligen innebär detta att c:a 19 MWh ångvärme användes i torken.

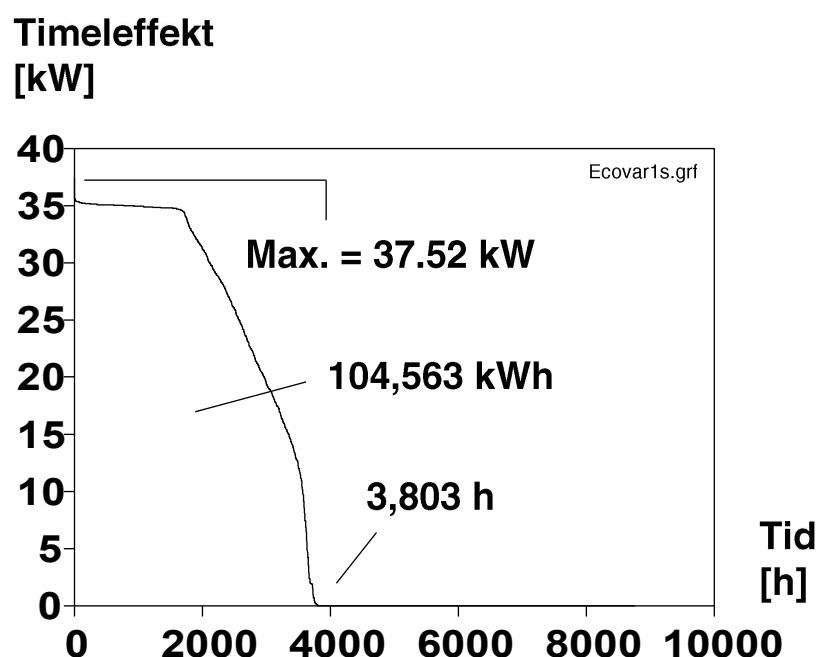
Ytterligare en tork finns placerad efter dystorken. Det är en IRM-tork där el kan användas för att generera infrarött ljus med en våglängd om 2.3 till 3.4 μm . Under den period som ytbehandlingslinan studerats var aldrig denna tork igång annat än som transportanläggning varför den inte behandlas utförligare här.

Skivorna passerar sedan en spackelmaskin, typ Bürkle SAS 1300. Denna maskin ser ut som en vanlig valslackeringsmaskin och har därför en i sammanhanget obetydlig elanvändning. Processen använder ett UV-härdande spackel vilket innebär att man måste bestråla skivorna med ett speciellt ultraviolett ljus. Detta åstadkoms i speciella rörformade UV-lampor med en ungefärlig elanvändning om 10 kW per meter. Till spacklingsprocessen används två sådana 1.3 m långa lampor. Den el som används kommer från en undercentral där ytterligare en sådan lampa förses med el. I figur 116 återfinnes därför elanvändningen i tre sk UV-ugnar.



Figur 116: Elanvändning i tre UV-ugnar av typen Superfici.

Figuren visar att elanvändningen är förhållandevis konstant då anläggningen är igång och att c:a 12 kW per ugn används. Ett varaktighetsdiagram för hela den studerade perioden visar att de tre ugnarna tillsammans använder 104.5 MWh el och att processen var igång under 3,803 timmar på ett år, se figur 117. Varje UV-ugn genererar också en avsevärd massa värme som måste kylas bort. Detta sker genom att man låter en luftström passera genom armaturen där den rörformiga lampan är installerad. Luften som används kommer från lokalerna och är därför c:a 24 °C varm. Efter ugnen är temperaturen omkring 20 °C högre. Omkring 1,100 m³ luft per timma leds genom varje lampa och sedan ut i det fria. Det bör noteras här att processen genererar den skadliga gasen ozon varför man inte får leda in kyl Luft i lokalerna.

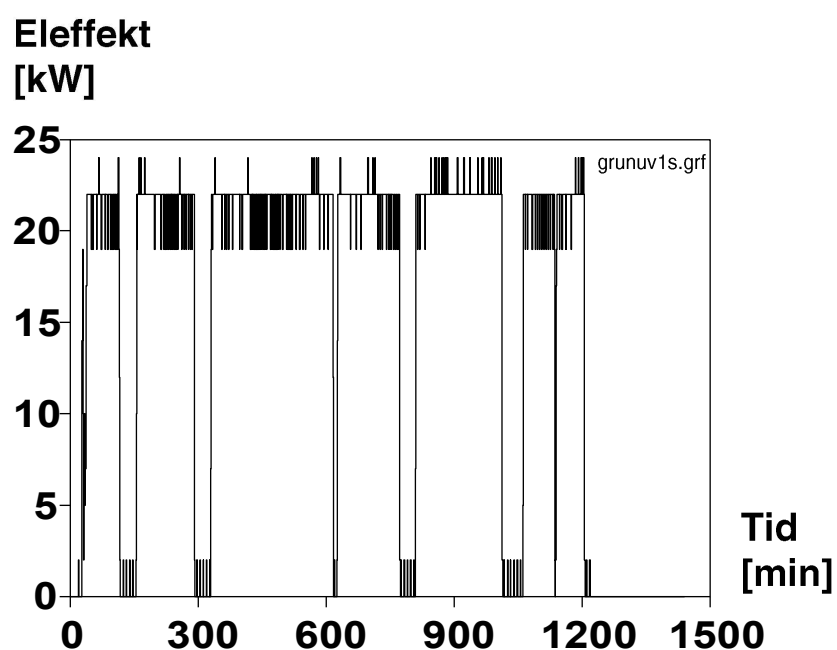


Figur 117: Elanvändning i tre st UV-ugnar under ett år.

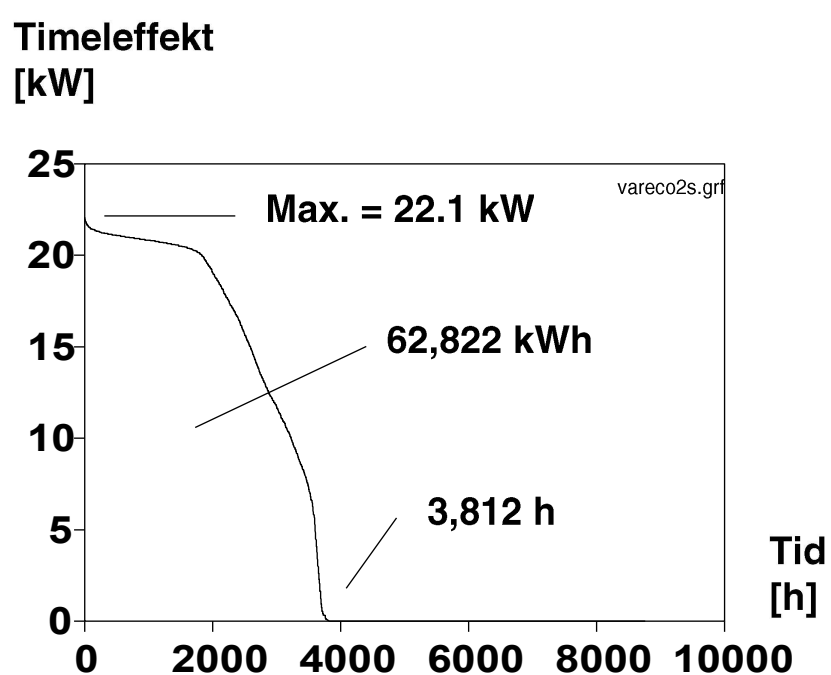
Omkring 70 MWh el per år används därför i spacklingsprocessen vad gäller lamporna medan c:a 8 MWh härrör från fläktarna. Varje år passerar också 8.2 Mm³ varm luft som släpps ut i det fria.

Ytterligare en IRM-tork finns sedan installerad. Elbehovet är här omkring 21 kW men apparaten användes endast under 280 timmar och omkring 4.2 MWh registrerades i den anslutna elmätaren under ett år. Även denna apparat behöver kylas samtidigt som eventuella hälsovådliga ämnen måste ventileras bort. Mätningar visade att omkring 8,100 m³ luft per timma leddes in i maskinen medan endast 3,200 leddes ut i det fria igen. En del av luften torde därför ledas ut i lokalerna, se [200], trots att detta inte är meningen.

Nu vidtar den första egentliga lackeringen. Först skall grundlacken appliceras vilket sker i två steg. Man använder valslackeringsmaskiner av typen Bürkle DAL 1300 och efter den första maskinen skall lacken endast härda till en del, sk gelning. Gelingen åstadkoms genom att skivorna passerar en UV-ugn. Nästa lager lack appliceras sedan som kommer att binda mycket hårt till det första och nu passerar skivorna tre UV-lampor av typen Cold Cure. UV-ljuset reflekteras här i en spegel som släpper igenom infrarött ljus. Skivorna värms därför inte upp lika mycket. Elanvändningen i dessa tre UV-ugnar framgår av figurerna 118 och 119. Elanvändningen här är inte lika hög som i de tidigare ugnarna. Det är inte klarlagt om detta beror på att endast två ugnar användes eller om elbehovet i dessa lampor är lägre var för sig. Effekten baserad på minutvärden är omkring 25 kW medan timmedeleffekten är något lägre. Apparaterna användes 3,812 timmar under det år mätningarna pågick. Den registrerade elanvändningen uppgick till 62.8 MWh.



Figur 118: Elanvändning i tre st sk Cold Cure UV-ugnar. Minutvärden.

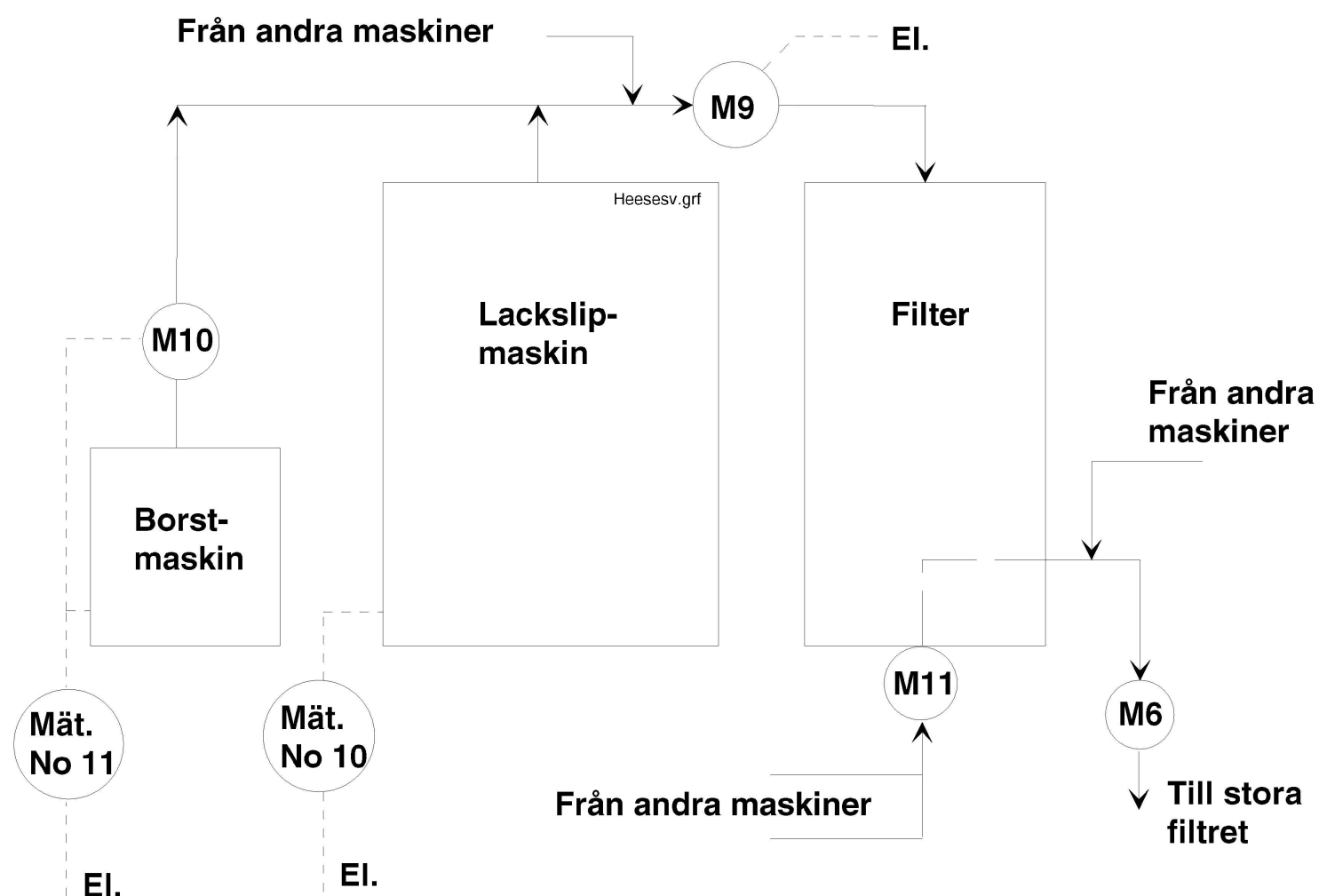


Figur 119: Varaktighetsdiagram för tre st sk Cold Cure UV-ugnar. Timvärden.

Till processen grundlackering hör också den ugn som registrerats i figur 116. Tillsammans med el till fläktar samt valsackeringsmaskiner kräver metoden omkring 120 MWh per år.

Efter grundlackeringen skall skivorna slipas i en lackslipmaskin, i detta fall en Heesemann LSM4. Liksom för den tidigare slipmaskinen är det endast en del av elanvändningen som sker i själva apparaten. Motorer till fläktar mm använder också avsevärda mängder el.

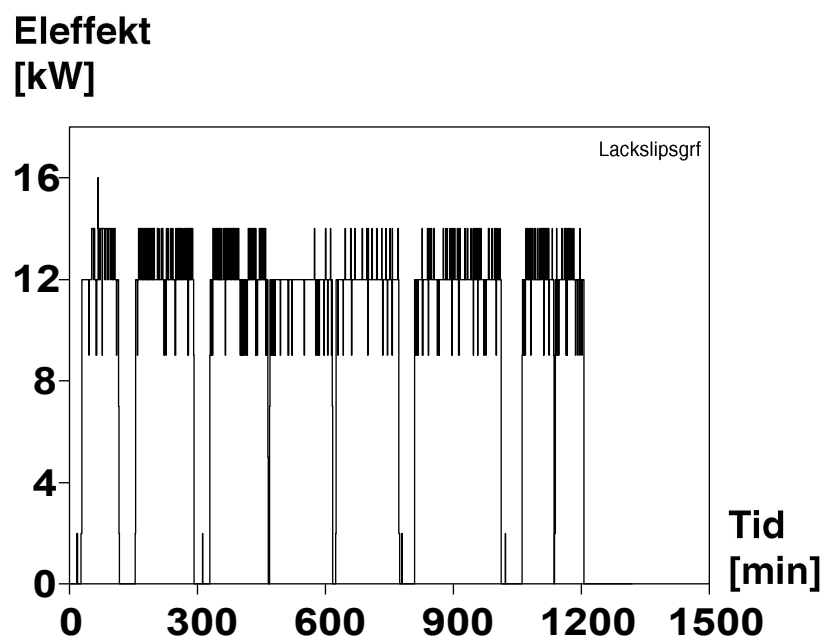
Förhållandena framgår av figur 120. Elen till lackslipmaskinen mäts i mätare nr 10. Luften till maskinen tas från lokalen och leds sedan ut till ett filter via en fläkt som drivs av motorn M9 med en uppmätt effekt om 27 kW. Denna fläkt används även till andra maskiner. Underst i filtret finns en skruv som drivs av motorn M11 med en effekt om 0.7 kW.



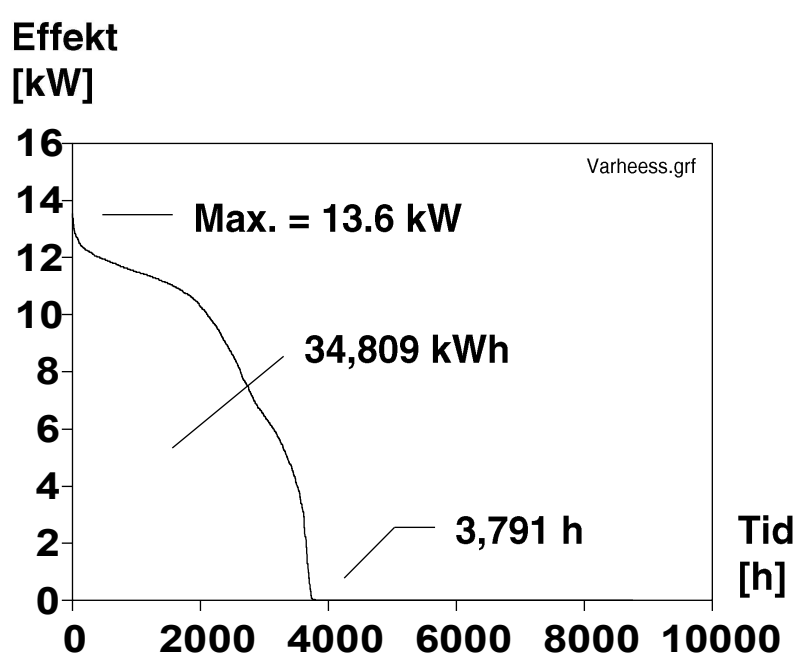
Figur 120: Lackslipmaskin med kringutrustning.

Skruven tvingar ner slipdammet i ett rör som är anslutet till ett antal andra filter och som sedan leder till fläkten driven av motorn M6, se figur 108. Efter slipningen måste skivorna borstas samtidigt som statisk elektricitet avleds. Detta sker i en borstmaskin, typ Paul Ernst AB1. Det damm som härvid tas bort leds via en fläkt driven av motorn M10 till det rör som transporterar slipdamm från slipmaskinen till filtret.

Elanvändningen i slipmaskinen framgår av figurerna 121 och 122. I det första diagrammet visas effekten baserad på minutvärden. Det högsta är c:a 16 kW. Används i stället timvärden sjunker effekten något och det högsta värdet då var 13.6 kW. Maskinen användes 3,791 timmar under det studerade året. Det bör noteras att mätvärdena från början av perioden har kompletterats med andra värden då elmätaren visade sig felaktig. I figur 122 har således flera justeringar behövt göras än för de andra diagrammen. Totalt bedöms därför 34.8 MWh el ha använts i maskinen. Motorn M9 antages ha samma utnyttjningstid som slipmaskinen. Detta innebär att elanvändningen där blir c:a 102.4 MWh under året. Fläkten som drivs av M9 används för att transportera slipdamm också från andra maskiner men här antas för enkelhets skull att hela elenergin kan adderas till värdet från mätare nr 10. Det finns ju dessutom andra motorer placerade efter M6 som inte tagits med här vilket kompenserar något för felet.



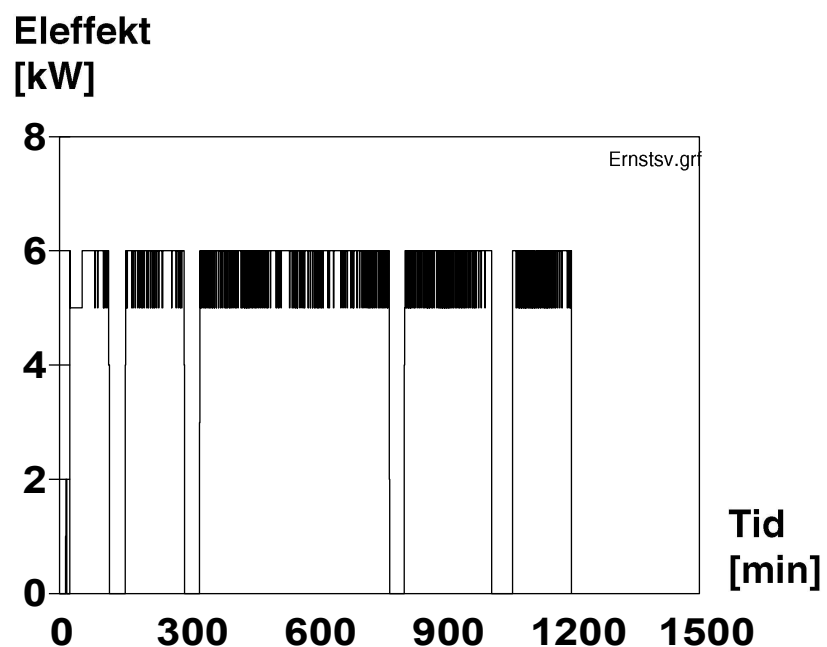
Figur 121: Eleffekt baserad på minutvärden i en Heesemann lackslipmaskin.



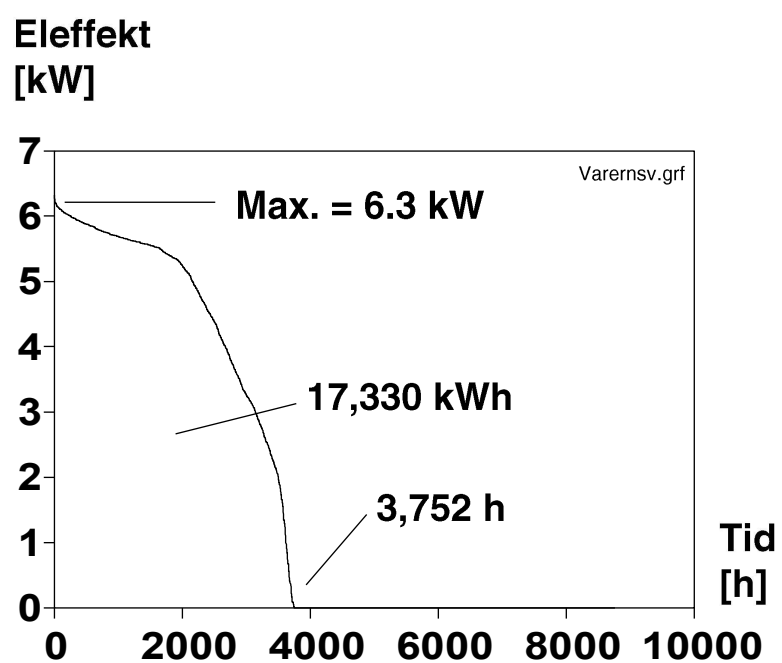
Figur 122: Varaktighetsdiagram baserad på timvärden för en Heesemann lackslipmaskin.

Motsvarande diagram men för borstmaskinen återfinnes i figurerna 123 och 124. Den maximala effekten ligger på c:a 6.3 kW medan den totala använda elenergin uppgår till 17,3 MWh. Här är dessutom användningen i motorn M10, se figur 120, med i siffermaterialet.

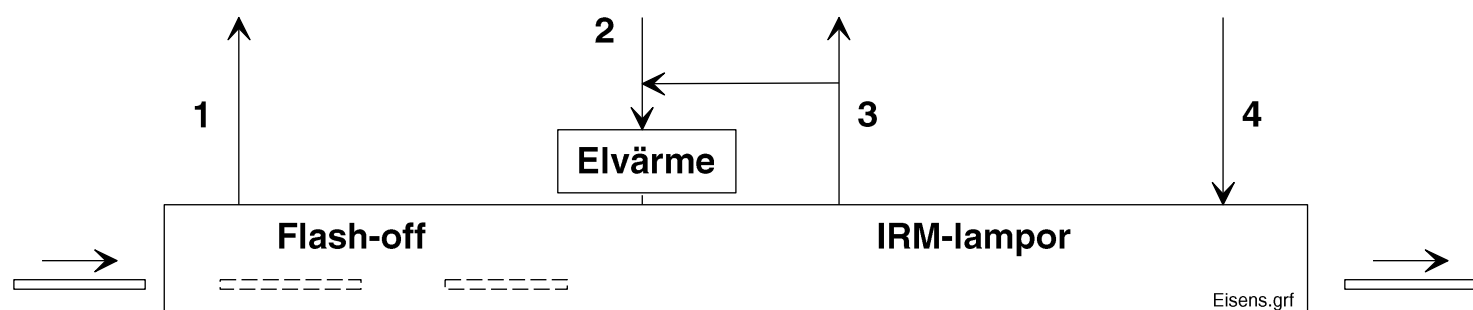
Inte alla skivor skall lackas med klarlack. Ibland skall täckande pigmenterade färger användas vilket innebär att tjockare lackskikt ska anbringas. Detta utförs i en ridålackmaskin, typ VAV. I en sådan maskin kan omkring 450 g/m^2 appliceras på en gång. Valsridåmaskinen i sig har en i sammanhanget obetydlig energianvändning men processen kräver en fläkt som suger ut ångorna från färgens lösningsmedel. Fläkten åstadkommer ett luftflöde om c:a $2,000 \text{ m}^3/\text{h}$ med en motor på 2,7 kW. Det är inte möjligt att härda pigmenterade lacker av sådan tjocklek med UV-ljus. Istället måste en speciell tork användas, se figur 125.



Figur 123: Eleffekt baserade på minutvärden för en Paul Ernst borstmaskin.



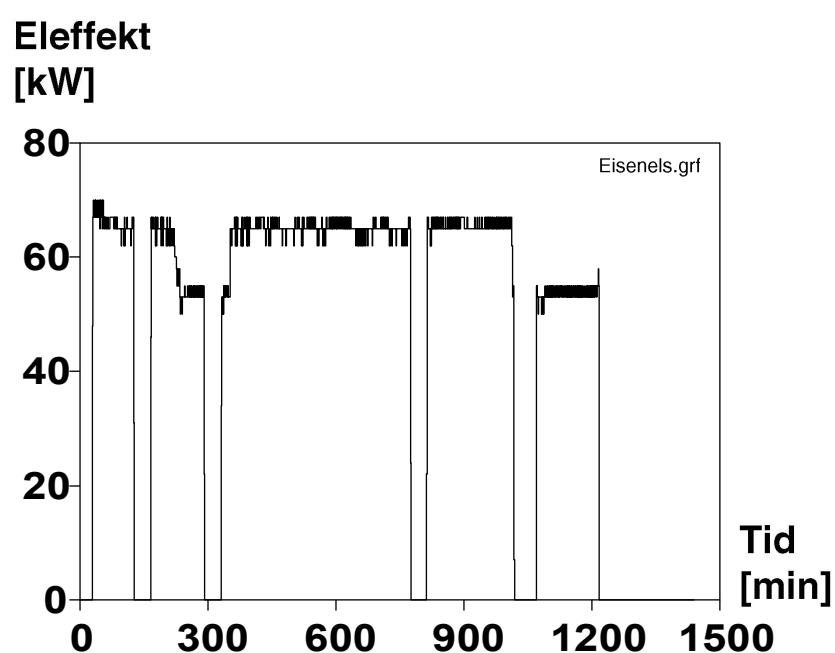
Figur 124: Varaktighetsdiagram för en Paul Ernst borstmaskin.



Figur 125: Eisenmanteltork för ridålackade skivor.

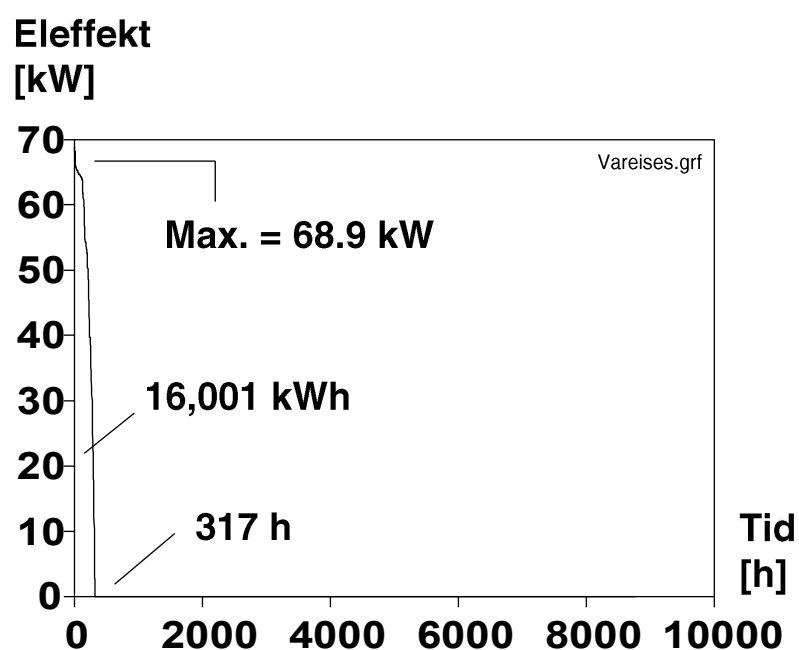
När skivorna rullar in i torken har de för några sekunder sedan passerat lackridån. Färgen har således knappast hunnit torka någonting. Om för kraftig värme nu appliceras kommer ett "skinn" att bildas på lackskiktets ovansida. Detta gör att lösningsmedlet inte kan avdunsta så

fort som krävs. Resultatet blir att lacken får blåsor mm som inte kan accepteras. I början av torken måste därför en lägre temperatur vara förhärskande så att lösningsmedlet hinner avdunsta, en sk flash-off. Temperaturen är där vanligen c:a 40 °C. Den lösningsmedelshaltiga torkluften måste ledas ut i det fria genom rör 1 i figuren. Frisk uteluft tas in i maskinen genom rör 2. Denna luft måste värmas vilket kan ske i ett elvärmebatteri på c:a 30 kW. Efter flash-offzonen ska lösningsmedlet ha försvunnit ur lacken. Härdningen sker nu med 27 st IRM-lampor som var och en har en effekt på 3.25 kW. Det är dock inte nödvändigt att alltid använda full effekt utan vissa av lamporna kan stängas av. Denna del av torken måste också ventileras vilket sker med uteluft via rör nr 4. Luften leds sedan ut igen via rör nr 3. För att spara en del energi kan ett spjäll öppnas mellan rör 2 och 3. Varm luft från IRM-zonen används då även för flash-offändamål. I figurerna 126 och 127 framgår elanvändningen i såväl det korta som det långa perspektivet.

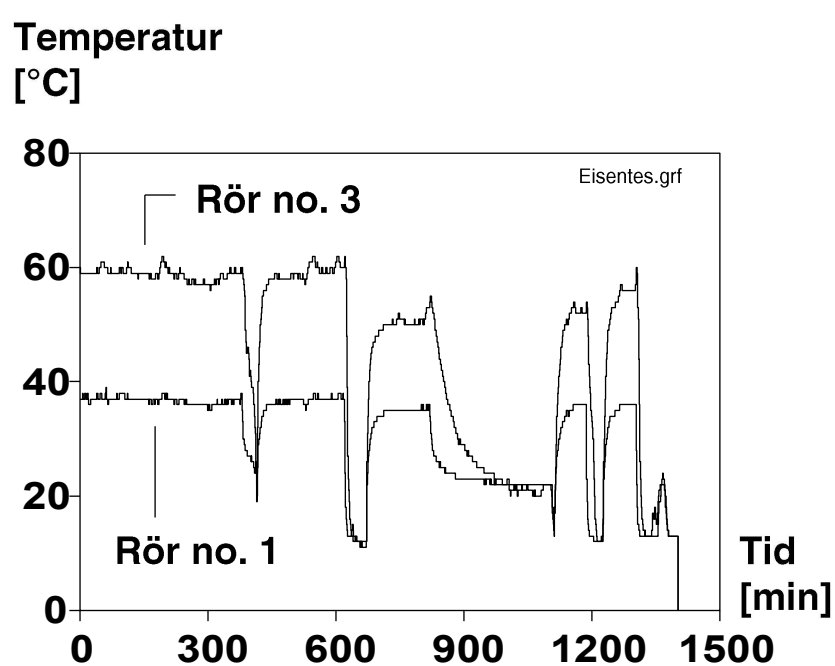


Figur 126: Eleffekt baserad på minutvärden i en Eisenmant tork, typ 527.

I figur 126 syns att den maximala eleffekten ligger kring 70 kW och att den är förhållandevis konstant för perioder om 3-fyra timmar. En något lägre effektnivå används också ibland, omkring 55 kW. Det är i dagsläget inte klarlagt exakt vad detta beror på. Denna tork används inte speciellt ofta. Under den uppmätta perioden på ett år var maskinen igång 317 timmar. Energianvändningen uppgick för samma tid till 16 MWh. När maskinen endast används då skivor ska lackeras mha ridålackmaskinen, och då den måste användas just då har det antagits att även ridålacken används 317 timmar liksom den fläkt som används just för dennas utsug. Man bör notera att elförsörjningen till transportbandet inte är med i figurerna. Vi har också mätt upp temperaturen i rör 1 och 3 för att få en uppfattning om den energimängd som leds ut i det fria, se figur 128.



Figur 127: Eleffekt baserad på timvärden i en Eisenmantork, typ 527.



Figur 128: Temperaturer i avluft från en Eisenmantork.

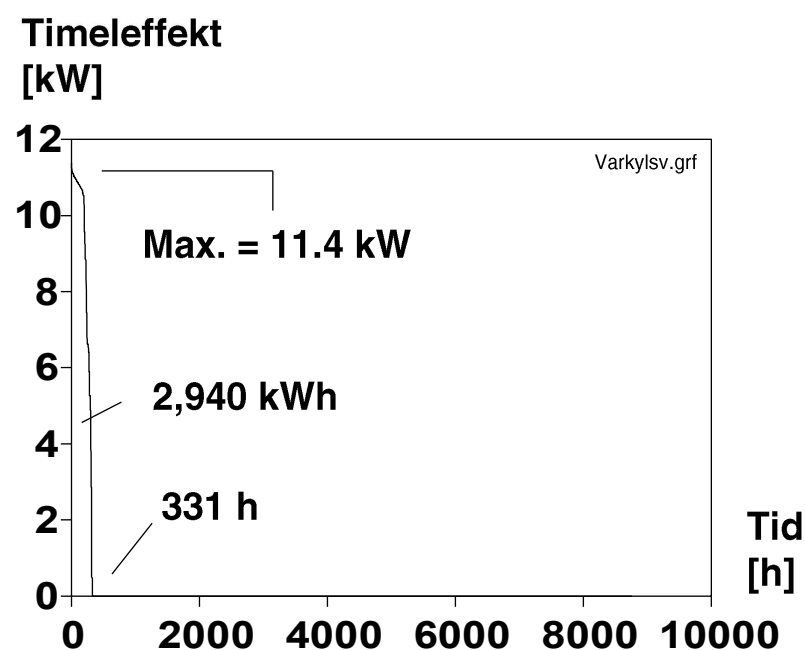
De rör som leder till och från torken har en diameter på c:a 0.5 m vilket innebär att stora luftmängder kan transporteras utan att lufthastigheten blir så stor. Detta är troligen bra för processen men det är sämre då man skall mäta luftens hastighet med ett sk Pitot-rör. Det var endast i rör 1 som det gick att mäta något luftflöde alls, c:a 6,300 m³/h. Troligen tas därför en hel del av maskinens tilluft från lokalerna istället för utifrån.

Då skivorna passerat torken är de varma, dock under förutsättning att den är på. De måste därför kylas av vilket sker i en kylzon. Till denna apparat leder tre rör som levererar kall uteluft. Rören har en diameter om 0.6 m varför avsevärda mängder med luft kan transporteras. Motsvarande rör leder också från maskinen där den nu något varmare luften leds ut i det fria. I tabell 40 återfinnes våra uppmätta värden.

Tabell 40: Luftflöden i kylzon, Totebo AB.

Rör nr	Flöde [m ³ /h]	Riktning
1	5,900	In
2	-	Ut
3	7,100	In
4	15,300	Ut
5	7,100	In
6	8,700	Ut

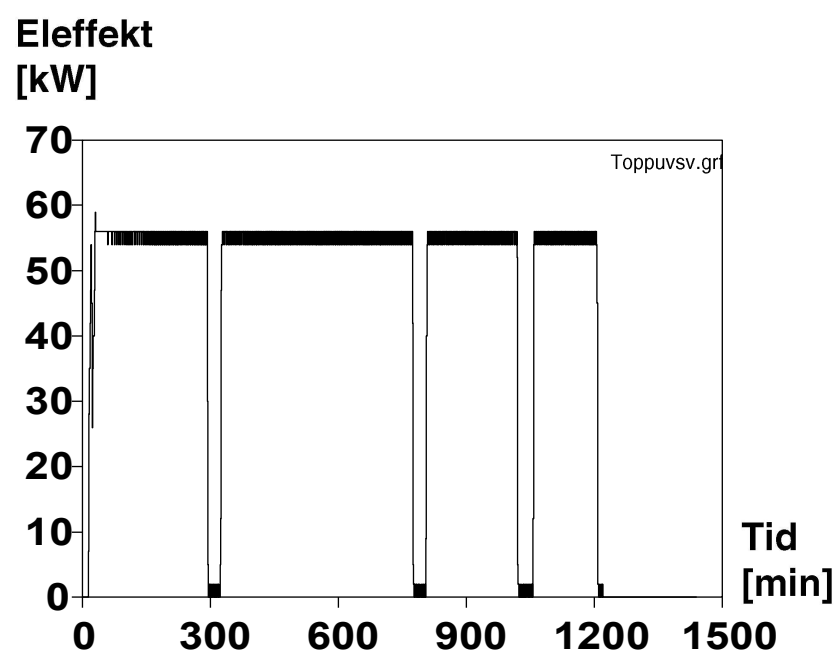
C:a 24,000 m³ kall luft leds därför från kylzonen ut i det fria per timma, medan omkring 20,100 m³ leds in till maskinen. En hel del luft tas därför från lokalerna. Det bör noteras att stora fel kan finnas i dessa siffror då lufthastigheten i rören blir låg pga de stora rördimensionerna. Fläktarna drivs av sex motorer vars elanvändning framgår av figur 129.



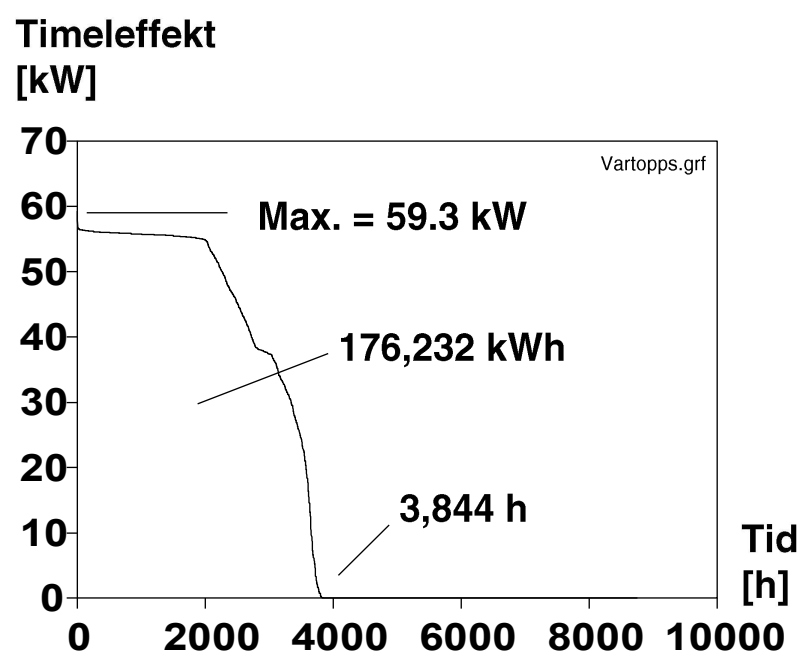
Figur 129: Varaktighetsdiagram för elanvändning i kylzon, Totebo AB.

Man noterar omedelbart att kylzonen används förhållandevis sällan. Detta är naturligt då skivorna endas behöver kylas om de värmts upp i Eisenmann-torken dvs då de målats med pigmenterade lacker i ridålackmaskinen. Den maximala effekten uppgår till 11.4 kW medan 2,940 kWh använts under året.

Hela maskinserien avslutas sedan med utrustning för topplackering. Liksom tidigare används UV-härdande lacker och lackeringen sker i två steg med gelning i det första steget. Två UV-ugnar finns efter det första steget medan tre finns installerade efter den sista valslackeringsmaskinen. Under mätperioden användes dock en av dessa ugnar mera sällan. Elanvändningen framgår av figurerna 130 och 131.



Figur 130: Elanvändning vid avslutande UV-lackering.



Figur 131: Varaktighetsdiagram för sista UV-steget.

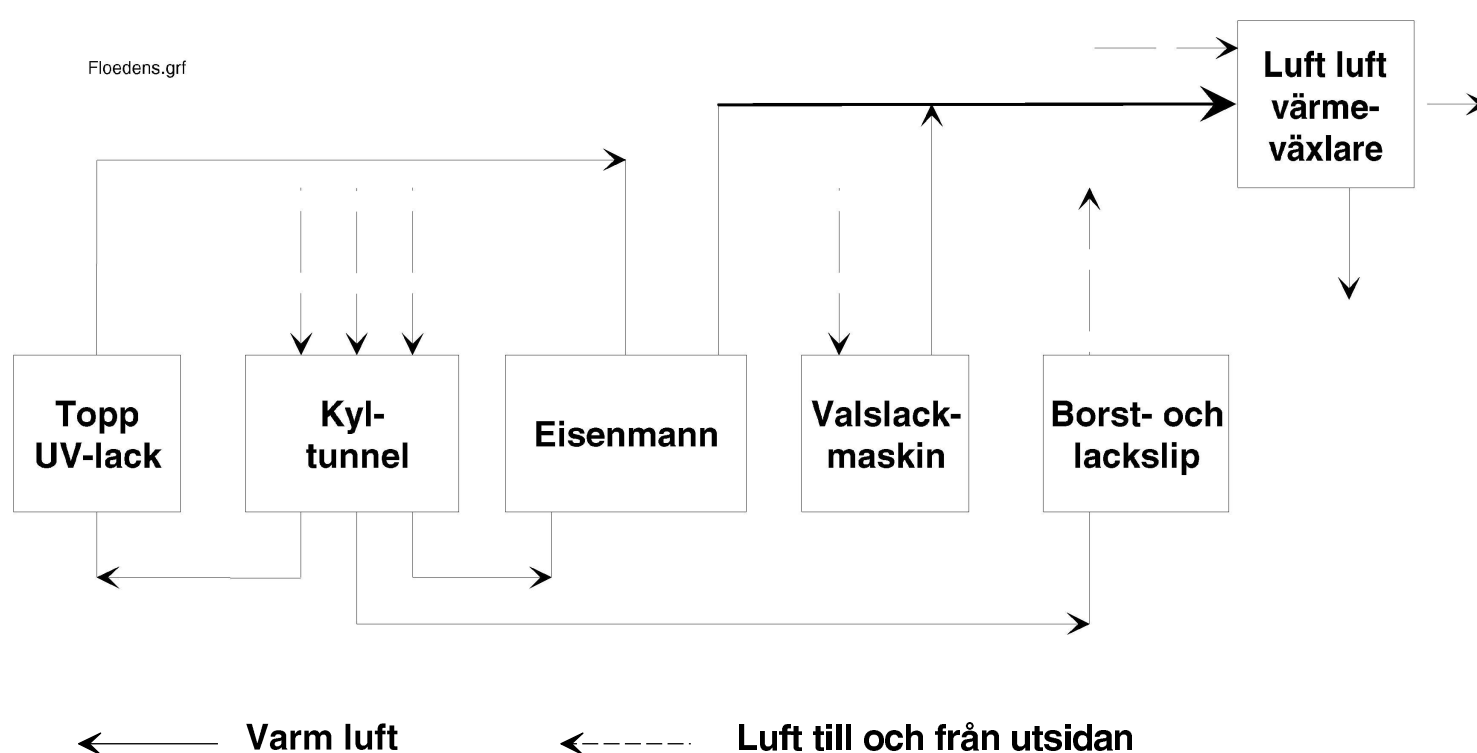
Notera liksom tidigare att den elanvändning som avser fläktmotorer och valslackeringsmaskiner inte ingår i figurerna ovan. Den maximala effekten uppgår således till omkring 60 kW och 176 MWh användes årligen av UV-ugnarna. Totalt för processen används c:a 190 MWh och 63 kW. Luftflödet i vart och ett av rören från ugnarna har uppmätts till omkring 1,500 m³ per timma.

Följande sammanställning låter sig göras, se tabell 41. Omkring 20 % av elanvändningen vid Totebo AB härrör således från processen ytbehandling i en av de två nuvarande lacklinorna. Vidare finns traditionell sprutlackering och företaget överväger att bygga ytterligare en linja för planmöbler.

Table 41: Årlig energianvändning vid en ytbehandlingslina, Totebo AB.

Maskin	Effekt [kW]	Electricitet [MWh]	Ånga [MWh]	Luft >40 °C [m ³ /h]	Luft <40 °C [m ³ /h]	Källa
Putsmaskin 1	71	231	-	-	-	-
Betsmaskin 1	1	1	-	-	-	-
Betsmaskin 2	1	2	-	-	-	-
Transport, "rullband"	2	7	-	-	-	-
Dystork ånguppvärmd	10	6	21	1,350	-	I
IRM-tork 1	7	1	-	-	-	-
Spacklingsmaskin	28	80	-	2,200	-	I
IRM-tork 2	21	4	-	8,100	-	O
UV-grund	43	120	-	2,000	-	I
Lackslip, putsmaskin 2	41	140	-	-	6,800	I
Borstmaskin	6	17	-	-	-	I
Ridålack	4	1	-	-	2,000	I
Flash-off and IRM-tork 3	70	16	-	6,300	-	O
Kylzon	11	3	-	-	20,100	O
UV-topp	63	192	-	6,000	-	I
Summa	379	821	20			

Det är svårt att hitta energisparåtgärder i varje enskild maskin men studeras luftflödena ser man att ex vis luften från kylzonen skulle kunna användas en gång till i Eisenmann-torken. Rördimensionerna mm är ungefär desamma. Alla varma luftflöden skulle kunna ledas till en gemensam värmeväxlare vilket torde innebära att man inte skulle behöva någon ytterligare uppvärmning i lokalerna. På detta sätt skulle ett flertal fläktar och motorer kunna tas ur bruk, se figur 132.

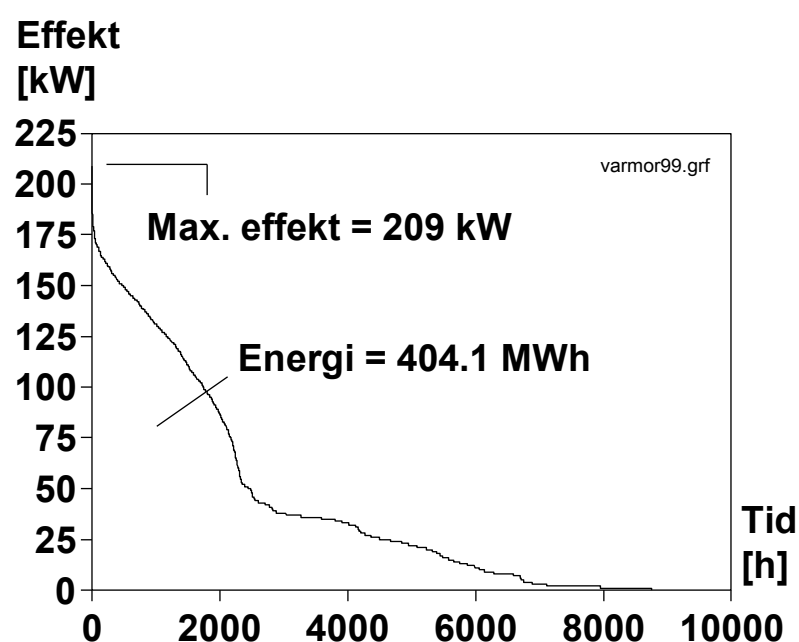


Figur 132: Förslag till principlösning för luftflöden.

18.1.3. Mörlunda stol- och möbelfabrik

Företaget startade i början av 1900-talet och har blivit utbyggt i många omgångar. Standard på lokaler och utrustning varierar därför från det mest moderna till mera gammalmodigt snitt.

Företaget behärskar tillverkningen från rått virke och fram till färdiga produkter och man har egna virkestorkar, fanérpressar för limning, tappmaskiner mm allt för att kunna tillverka möbler från råmaterial fram till färdiga stolar. På senare tid har det haft ett 20-tal anställda. Sedan flera år pågår ett projekt där energianvändningen i fabriken undersöks i detalj. En lämplig start är därför att beskriva hur företagets elanvändning ser ut. Företaget köper sin el från Sydkraft och via detta företag kan man med lätthet få tag i statistik som visar det timvisa elenergiuttaget med Sydkrafts elmätare som bas. Dessa timvisa värden har sedan sorterats upp i storleksordning och ett sk varaktighetsdiagram åstadkommit. De siffror vi har att tillgå härrör bl a från 1999 och därför används dessa i figur 133.



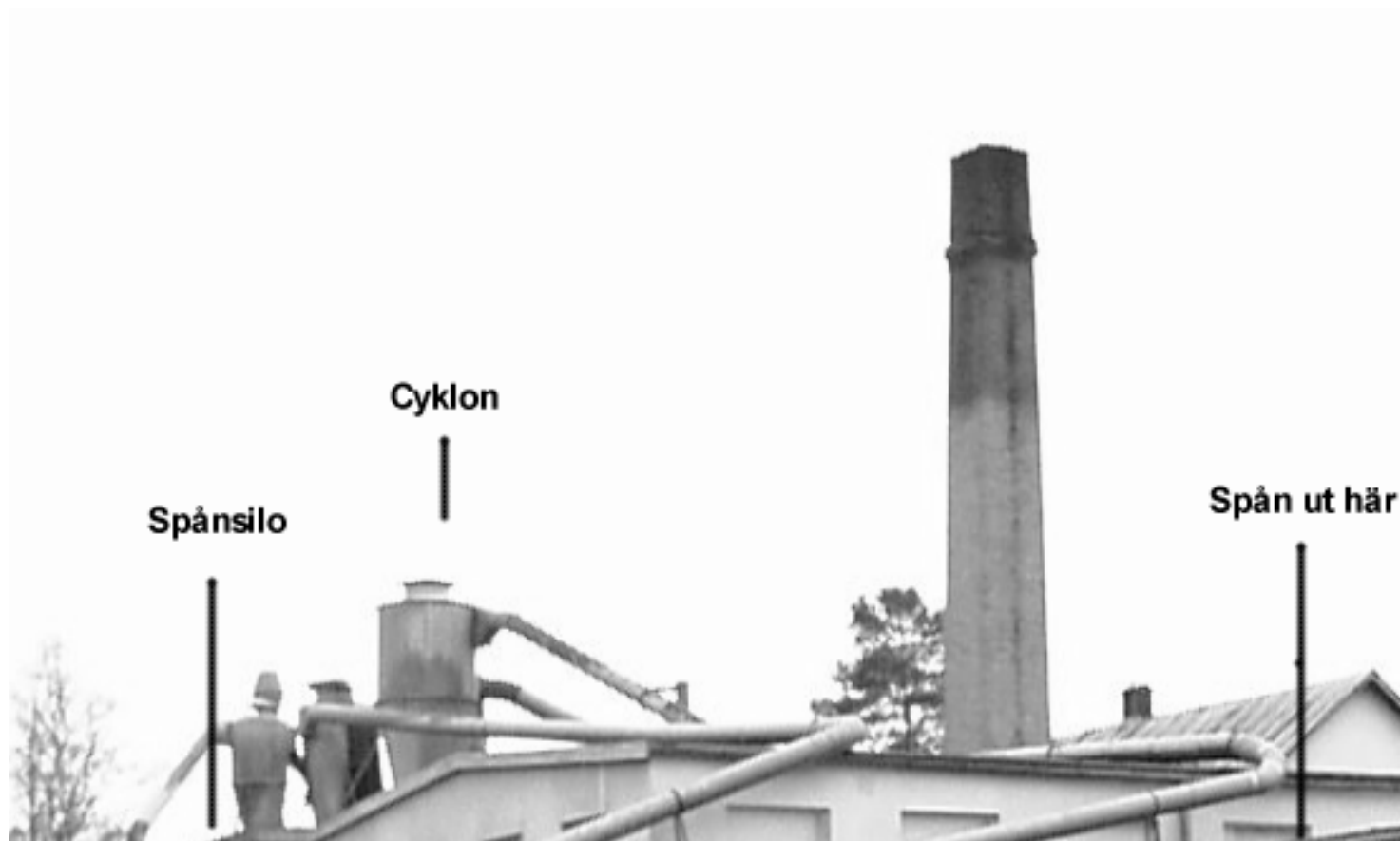
Figur 133. Varaktighetsdiagram för elanvändningen under 1999.

Vi ser att den maximala effekten uppgick till 209 kW och att 404 MWh användes under året. Man bör ha i åtanke att företagets elabonnemang maximerats till 190 kW vilket innebar att man tvingades betala särskilda straffavgifter. Denna elkraft används till många maskiner och apparater men vissa är mera utmärkande än andra, bl a spåntransportsystemet, vilket därför beskrivs närmare nedan.

Nedan beskrivs också ett antal andra system som finns representerade vid många snickerifabriker och därför också i Mörlunda. Vid nästan alla möbel- och snickeriindustrier finns exempelvis ångpannor installerade. Anledningen till detta är att de restprodukter som uppkommer vid tillverkningen består av sågspån och flis som med fördel kan eldas upp då det bearbetade virket ju redan är torkat. Efter bearbetningen transporteras spånet till pannorna i det sk spåntransportsystemet och det verkar därför lämpligt att börja med detta.

18.1.3.1 Spåntransportsystem

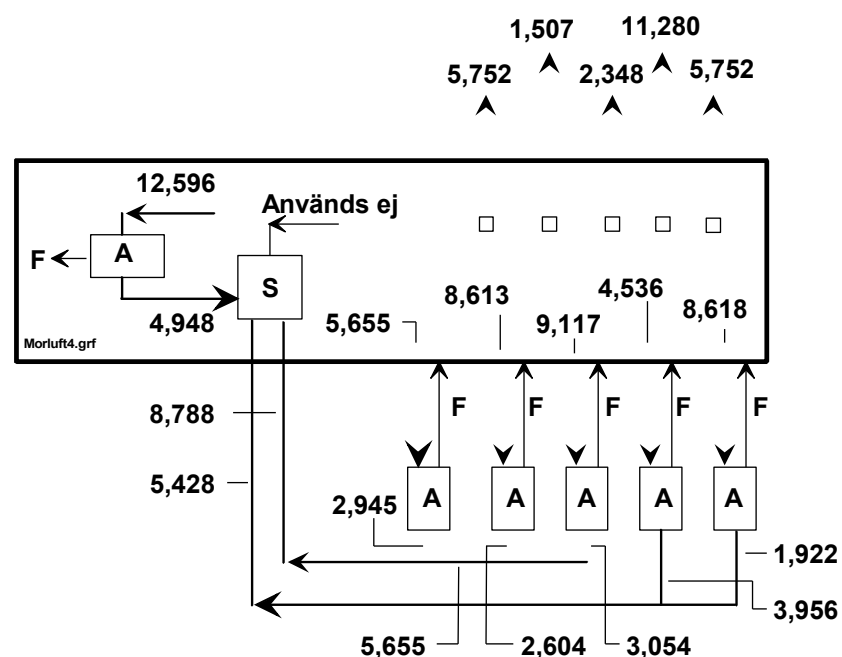
I fabriken finns faktiskt två separata sådana system och det större av dessa skall närmare beskrivas här, se figurerna 134 och 135.



Figur 134. Spåntransportsystem vid Mörlunda stol- och möbelfabrik

Vid varje träbearbetningsmaskin uppkommer sågspån och flis mm som måste transporteras bort från maskinen. Spånsugsystemet består av ett antal rör kopplade till en eller flera fläktar. Fläktarna åstadkommer en kraftig luftström inne i dessa rör som går från maskinernas verktyg, via fläktarna, till ett antal spånfilter, se de fem filtren i figur 134 vilka dessutom markerats med "A" i figur 135. Då sågspån och flis har ganska låg densitet kommer dessa att följa med luftströmmen ut till filtren som ofta består av en "låda" av galvaniserad plåt. Inuti varje filter finns ett antal "strumpor" där det transporterade spånet separeras från luften vilken sedan leds in i fabriken igen. Man vill gärna återföra så mycket luft som möjligt då denna ju är uppvärmd efter att ha varit inne i lokalerna. Det skulle bli alltför dyrt att bara släppa ut den i det fria. Till varje filter hör en fläkt med dithörande elmotor. Dessa fläktar svarar bara för att föra ut spånet från maskinerna och till filtren. Spånet måste dessutom transporteras bort från dessa. Detta åstadkommes med två tömningsfläktar, se figur 134, där den ena används till tre filter och den andra till två sådana. Luft och spån transporteras sedan till en sk cyklon som separerar spånet från luften. Detta spån ramlar sedan ner i spånsilon. De två tömningsfläktarna svarar för en luftström om c:a $14.2 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{h}$ enligt de mätningar som vi utfört. Luftmängderna har mätts upp med ett sk Prandtlrör. Egentligen mäter man då upp luftens hastighet inne i rören och sedan måste luftmängden beräknas med hjälp av rörens tvärsnittsarea. Notera återigen att denna luft är uppvärmd till kanske $25 \text{ }^\circ\text{C}$ och mycket värme

släpps därför ut i det fria trots att viss värmeåtervinning sker vid filtren. Det är viktigt att luften har tillräcklig hastighet, c:a 25 m/s inne i rören för annars "sedimenterar" spånet i systemet.

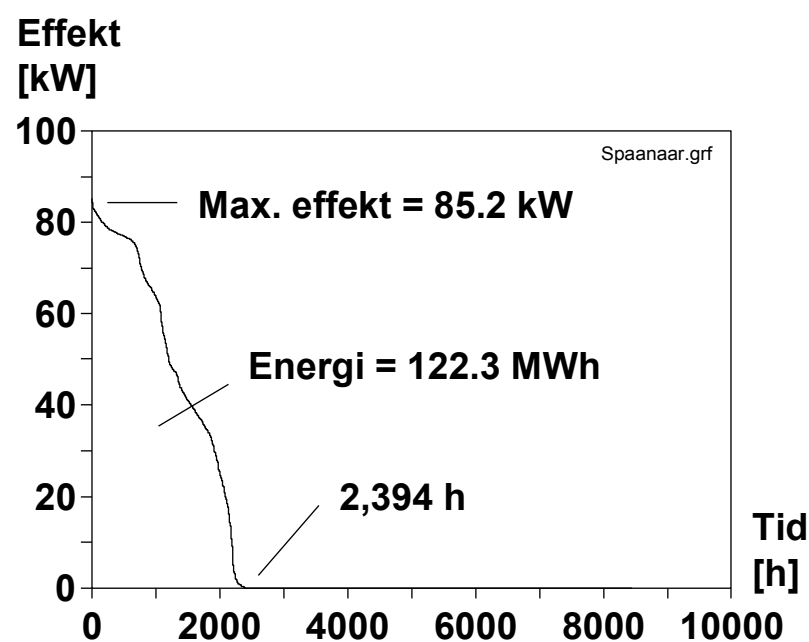


Figur 135. Spåntransportsystem samt ventilation i ytbehandlingsanläggningen. Luftmängder i m^3/h .

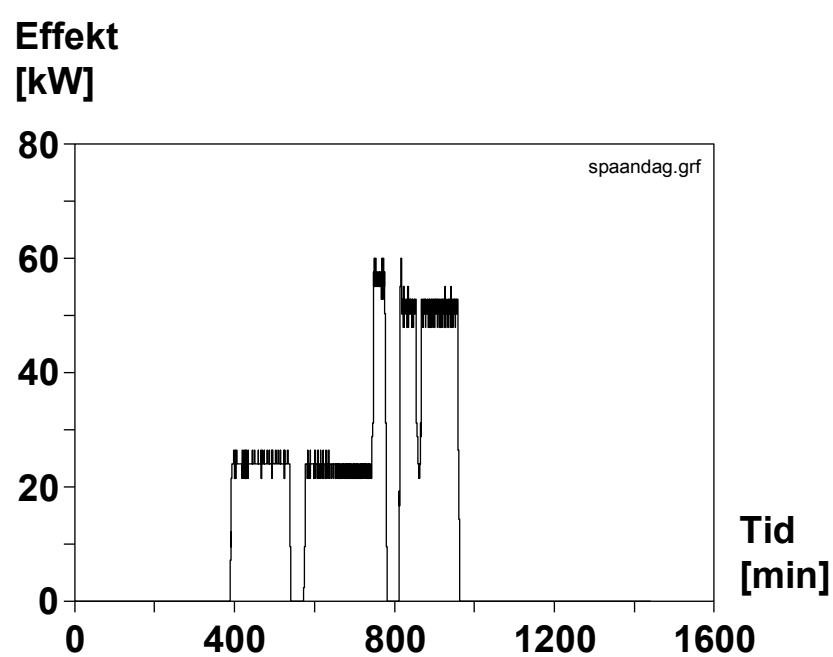
Rördimensionerna måste därför anpassas så att så blir fallet. I spåntransportsystemet ingår således sju stycken fläktar med tillhörande motorer, fem fläktar till var sitt filter och två tömningsfläktar. Dessa motorer får sin ström från en separat del i elcentralen och vi har därför installerat en elmätare som mäter just denna krets, se figur 136, där elanvändningen varje timma under år 2000 sorterats upp i storleksordning. Den högsta effekten som uppmättes under året var 85.2 kW. Summeras alla värden erhåller man energimängden som uppgick till 122.3 MWh. Spåntransportsystemet användes under omkring 2 400 timmar. Det bör noteras att några avbrott i mätserien finns, c:a 400 timmar, varför elanvändningen torde vara ännu något högre. Under år 2000 användes totalt c:a 404 MWh, jämför med figur 133, i fabriken varför spåntransportsystemet svarar för 25 %, och en än större andel av utnyttjad effekt.

Studeras elanvändningen lite närmare finner man att flera distinkta nivåer finns, se figur 137, där en kring 20 kW och en kring 55 kW återfinnes. Ytterligare nivåer förekommer andra dagar. Det visar sig att även detta spåntransportsystem är indelat i två delvis separata system. Det ena systemet betjänar tre filter och en tömningsfläkt medan det andra systemet består av två filter och den andra tömningsfläkten. När motorerna till filterfläktarna är igång måste motsvarande tömningsfläkt vara igång och det är dessutom så att tömningsfläktarna måste vara igång tre minuter före och tre minuter efter det att filterfläktarna slås på, respektive av. Detta säkerställs av ett antal tidsinställda reläer i apparatskåpet. Figur 137 visar elanvändningen under den första vardagen 2001. Andra dagar ser användningen annorlunda ut och effekten kan, som sagts, uppgå till omkring 80 kW. Genom att studera mätvärdena

mera i detalj kan man få en bra kännedom om hur systemet fungerar vid normal användning. Den första perioden i figur 137 återfinns i större upplösning i figur 138.



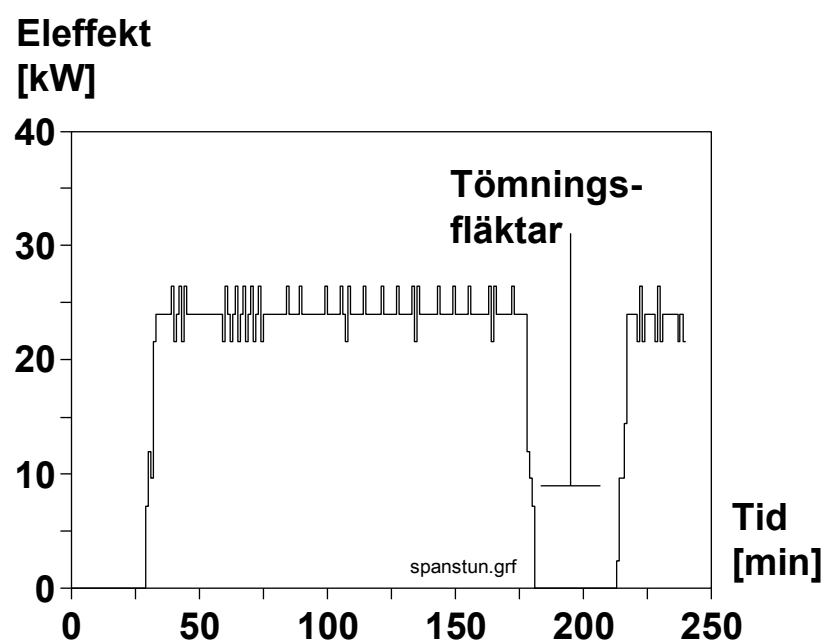
Figur 136. Varaktighetsdiagram för elanvändningen i spåntransportsystemet, 2000.



Figur 137. Elanvändning i spåntransportsystemet 2001-01-08. Aktiv effekt.

Man ser att en tömningsfläkt först aktiverats vilket ger en effekt om c:a 10 kW. Denna är igång tre minuter innan några ytterligare motorer startar. Notera att det mätsystem som används har en minsta upplösning i tiden om en minut. Den elmätare vi använt levererar 1000 pulser för varje kWh men här används dessutom sk strömtransformatorer som ger ett 40 gånger lägre värde. Varje puls från elmätaren motsvarar således 40 Wh eller 2.4 kW vilket således är den lägsta upplösning som kan erhållas vad gäller eleffekten. Detta innebär också att diagrammet erhåller ett sågtandsliknande utseende. Så här i efterhand synes denna upplösning ha varit i lägsta laget då anläggningens prestanda ska analyseras. De motorer som används till tömningsfläktarna har märkströmmen 21 A resp 14.7 A vid 380 V. Detta borde innebära en

effekt om c:a 11.1 respektive 7.7 kW om $\cos \varphi$ antas vara 0.8. Vi mäter också på tömningsfläktarnas elmotorer separat varvid den stora motorn synes dra en effekt om 12 kW. Mätningarna för den mindre motorn är tyvärr mera osäkra. Osäkerheten beror på att mätningarna av praktiska skäl endast skett på delar av motorns kretsar.



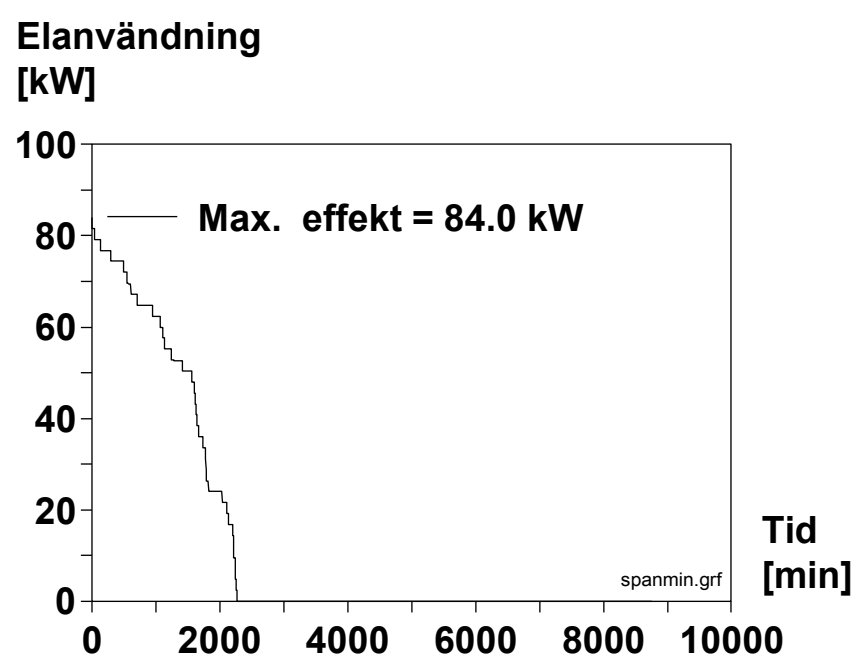
Figur 138. De första timmarnas elanvändning i spåntransportsystemet 2001-01-08.

Tömningsfläkten måste arbeta om det övriga systemet skall vara igång vilket innebär att c:a 11 kW måste tas i anspråk av denna. Medelnivån i figur 137 ligger på c:a 24 kW så omkring 13 kW används till en eller flera andra motorer. Antag att alla fem motorer till filterfläktarna har samma effekt, 13 kW. Tillsammans med tömningsfläktarnas motorer erhålles då en total effekt om c:a 86 kW vilket stämmer bra med de förhållanden som redovisas i figur 136. I figur 137 är det troligen därför bara tömningsfläkten och en filterfläkt som arbetar. Följande sammanställning över effektnivåer låter sig göras, se tabell 42.

Tabell 42: Effektnivåer på spånsugsystem vid Mörlunda Stol och Möbelfabrik.

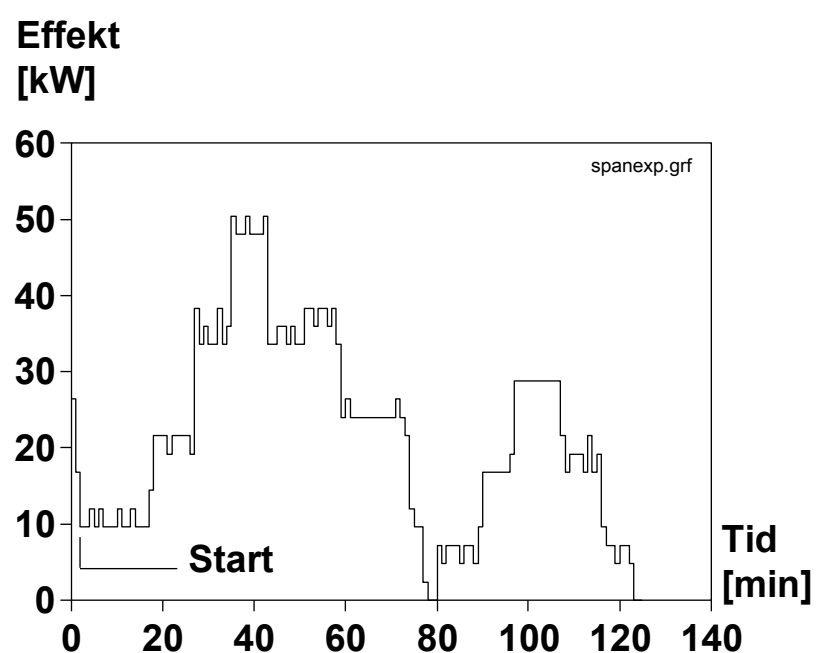
Tömningsfläkt nr	Filterfläkt nr	Nivå [kW]
1	-	11
2	-	7
1	1	24
1	1+2	37
1	1+2+3	50
2	4	20
2	4+5	33
1+2	1	31
1+2	1+2	47
1+2	1+2+3	60
1+2	1+2+3+4	73
1+2	1+2+3+4+5	86

Med hjälp av tabell 42 torde man nu kunna analysera i efterhand hur spånsugsystemet har använts under ett år. Tyvärr har ju upplösningen på mätvärdena varit sådan att full kännedom inte kan erhållas. Det går inte att avgöra om tömningsfläkt 2 och filterfläktarna 4 och 5 använts eller om det är tömningsfläkt 1 och 2 och filterfläkt 1. Mätvärdena ligger så nära varandra. Den senare kombinationen måste dock vara ovanlig. Mätvärden med högre upplösning kanske skulle förtydliga situationen och i figur 139 återfinnes sådana i form av ett varaktighetsdiagram, från fem arbetsdagar för den första "vanliga" arbetsveckan under år 2001.



Figur 139. Varaktighetsdiagram för elanvändningen i spåntransportsystemet 2001-01-08 - 2001-01-13.

Indatafilen till figur 139 visar att den maximala eleffekten uppgick till 84,02 kW och att spåntransportsystemet användes under 2264 minuter. För att ytterligare klargöra förhållandena har dessutom ett mindre experiment utförts, se figur 140.



Figur 140. Experiment med spåntransportsystemet vid Mörlunda Stol & Möbelfabrik.

Experimentet startar med att endast tömningsfläkt 1 är igång. Effekten som åtgår är då omkring 11 kW. Efter ett antal minuter startas dessutom filterfläkt 1 och effekten stiger därför till c:a 20 kW. Det går inte att, utan konstgrepp, köra filterfläktarna separat utan tömningsfläkten måste vara igång samtidigt. Därefter startas filterfläkt 2 och sedan nr 3. Vid effekten 50 kW är således fyra fläktmotorer i drift. Sedan har filterfläkt 2 stängts av vilket ger en effekt om c:a 33 kW. En viss ökning, till 38 kW, fås om fläktmotor 2 och 3 är igång medan nr 1 stängs av. Slutligen körs bara tömningsfläkt 1 och filterfläkt 2 vilket ger omkring 24 kW.

Nu startas istället det mindre spåntransportsystemet. Tömningsfläkt 2 drar c:a 7 kW medan denna och filterfläkt 4 tillsammans använder 17 kW. Alla fläktarna drar tillsammans 29 kW medan tömningsfläkt 2 tillsammans med filterfläkt 5 använder omkring 19 kW. Anledningen till denna något omständliga utredning är den att tömningsfläktarna skulle kunna användas som delar i ett sk laststyrningssystem dvs man utnyttjar förhållandet att de skulle kunna stängas av en stund om det är risk för en eleffekttopp i fabriken, se figur 133.

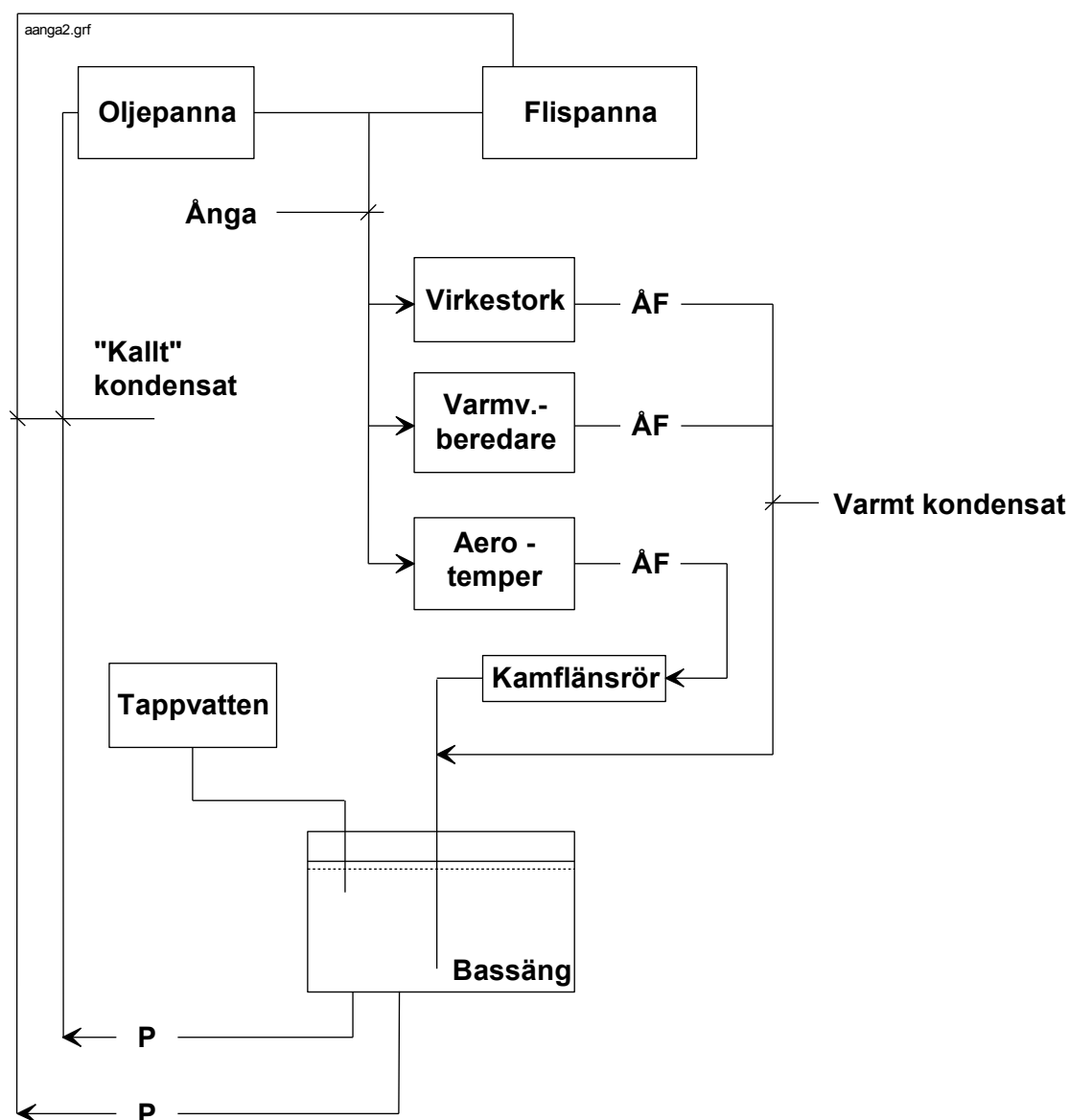
18.1.3.2 Ångsystemet

Från spåntransportsystemets filter förs spån och flis med hjälp av den kraftiga luftströmmen vidare till en sk cyklon varefter spånet av sin egen tyngd ramlar ner i spånsilon. I botten på denna silo finns en skruv som löper inne i ett rör. I detta fall har skruven, och insidan på röret, diametern 0.12 m och avståndet mellan skruvens gängor är c:a 0.15 m. Skruvens gängor sitter fast vid en stång varför den "effektiva" diametern bedömts till 0.1 m. När skruvmotorn arbetar roterar skruven 10 varv på 41 sekunder eller omkring 15 varv per minut. Varje cell hos skruven rymmer c:a $5.9 \times 10^{-4} \text{ m}^3$. Cellerna kan inte vara helt fyllda med spån och därför antas att varje varv hos skruven transporterar $3 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ spån per varv eller $4.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ per minut.

Absolut torrt trä avger vid förbränning 4500 kcal/kg vilket motsvarar 5.23 kWh. Det trä som eldas innehåller en del vatten även om det torkats i företagets torkar. Dessutom förvaras ju bränslet i spånsilon som är i kontakt med omgivande klimat. Antas att fuktkvoten är c:a 10 % reduceras därför värmeinnehållet till omkring 4.5 kWh per kg, se [25] sid 151. Det spån som eldas utgörs ju av spill från fabriken, men ibland måste företaget köpa flis från annat håll. I huvudsak torde dock lövträslagen dominera varför man kanske kan anta att spånet väger omkring 500 kg/m^3 . Pannan matas därför med omkring 10 kWh per minut när skruven roterar och pannan skulle då få en effekt på c:a 600 kW, vilket också stämmer ungefär med de 0.5 MW som anges i ett av pannans besiktningsprotokoll. Vedens värmeinnehåll kan ju heller inte

helt tas tillvara utan man har en verkningsgrad som kanske uppgår till 0.75. Detta då pannan har några år på nacken. Detta skulle innebära att pannan förmår att leverera omkring 450 kW.

Till ånganläggningen, se figur 141 där en funktionen hos systemet återfinnes, hör även en oljepanna vilken kan användas tillsammans med flispannan.

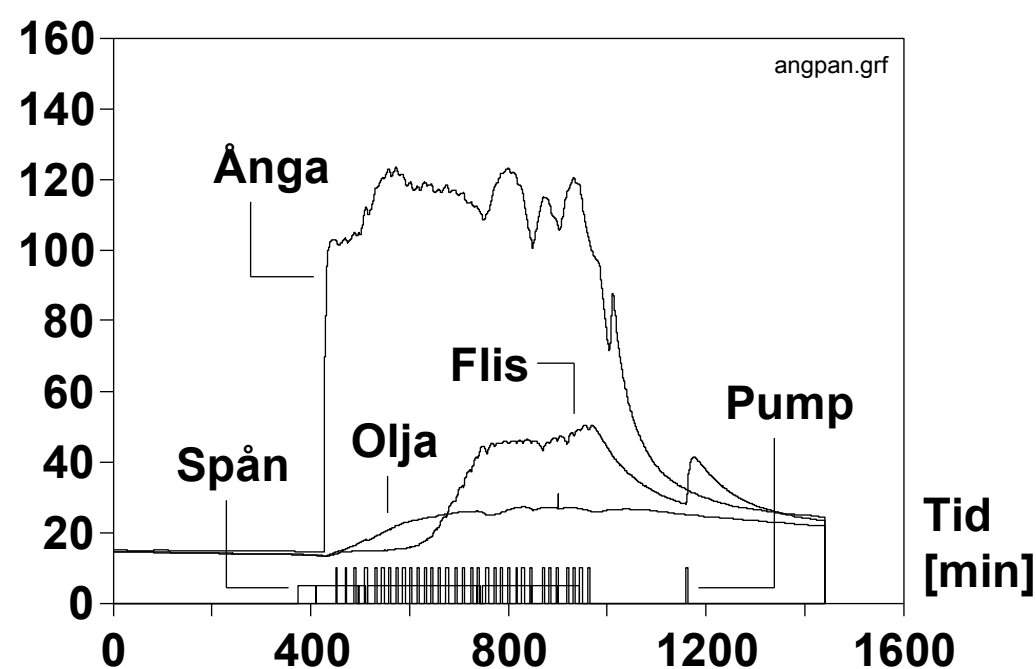


Figur 141. Principskiss över ångsystemet vid Mörlunda Stol & Möbelfabrik.

När man eldar i pannorna värms vattnet i dessa upp och förvandlas sedan till ånga. Då stiger även trycket i systemet och ångan börjar vandra ut i ångledningarna. När ångan kommer fram till en apparat där värmen behövs kondenserar den igen och det sk ångbildningsvärmets avges i apparaten som kan utgöras av ex vis en aerotemper, eller luftvärmare. Efter värmaren måste en sk ångfälla, ÅF, placeras vilken hindrar att ångan rusaar igenom apparaten utan att kondensera. Genom ångfällan ska således bara vatten och luft kunna passera, men inte ånga. Vattnet, eller kondensatet, skulle sedan kunna ledas till ett lämpligt avlopp men då det fortfarande är mycket varmt låter man det, av ekonomiska skäl, rinna vidare med självfall till en bassäng. När vattnets nivå i ångpannan sjunkit till en viss gräns pumpas, P, sedan kondensatet i bassängen in i pannorna igen. Man ska således inte behöva leda in nytt kallt vatten in i pannorna utan utnyttjar det förhållandevis varma kondensatet. Man

kan notera att pumparna måste kunna övervinna det förhållandevis höga trycket i pannorna och därför har man ofta sk kolvpumpar till detta ändamål. Kondensatbassängen står i förbindelse med det fria genom ett rör och därför är trycket precis efter ångfällan också detsamma som i det fria. Då trycket sjunker över fällan kan därför vattnet, som har en hög temperatur, återigen förångas och med anledning härav leder man ibland denna blandning av vatten och ånga till ett sk kamflänsrör där i alla fall en del av den kvarvarande värmen kan utnyttjas. I figur 142 återfinnes förhållandena under en del av 2001-01-08. Endast flispannan används vilket innebär att den pump som ska mata kondensatet tillbaka till den oljeeldade ångpannan hela tiden stått still.

Status samt temperatur [°C]



Figur 142. Temperaturer mm i ånganläggningen vid Mörlunda Stol & Möbelfabrik, 2001-01-08.

Processen i figur 142 startar efter en helg vilket innebär att temperaturerna i systemet har samma nivåer som i pannrummet, c:a 18 °C. När pannan slås på börjar sedan spånskruven att mata in spån i pannan samtidigt som denna tänds. Spånskruvens status mäts varje minut av Mintop-systemet. Om strömmen är tillslagen erhålls en etta medan en nolla registreras om ingen ström kan detekteras. För att kunna visa spånskruvens status i figur 142 har värdena multiplicerats med 5. Således har skruven varit i arbete i stort sett hela dagen. Det tar nu några minuter innan eldningen resulterar i att vattnet börjar koka i ångpannan. Mintop kan även användas för att registrera temperaturer bl a med hjälp av sk PT100-givare, se figur 143. Ångtemperaturen mäts på den utgående stamledningen omedelbart efter den punkt där rören från olje- och flispannan kopplats ihop. Ytterligare två temperaturer återfinnes i figur 142 nämligen på de två rör som leder in kondensatet från bassängen till pannorna. Det rör som går till oljepannan blir varmare och varmare men detta speglar endast temperaturen i

pannummet. Flispannans rör är kallare vilket beror på att kallt vatten från bassängen då och då pumpas in i pannan. Efter några timmar stiger dock temperaturen på detta rör vilket i sin tur visar att bassängen i källaren fylls på med varmt kondensat. Notera att statusen på den pump som leder in kondensat i flispannan liksom registreras som 0 eller 1 men att värdena här multiplicerats med 10 så de kan visas i diagrammet.

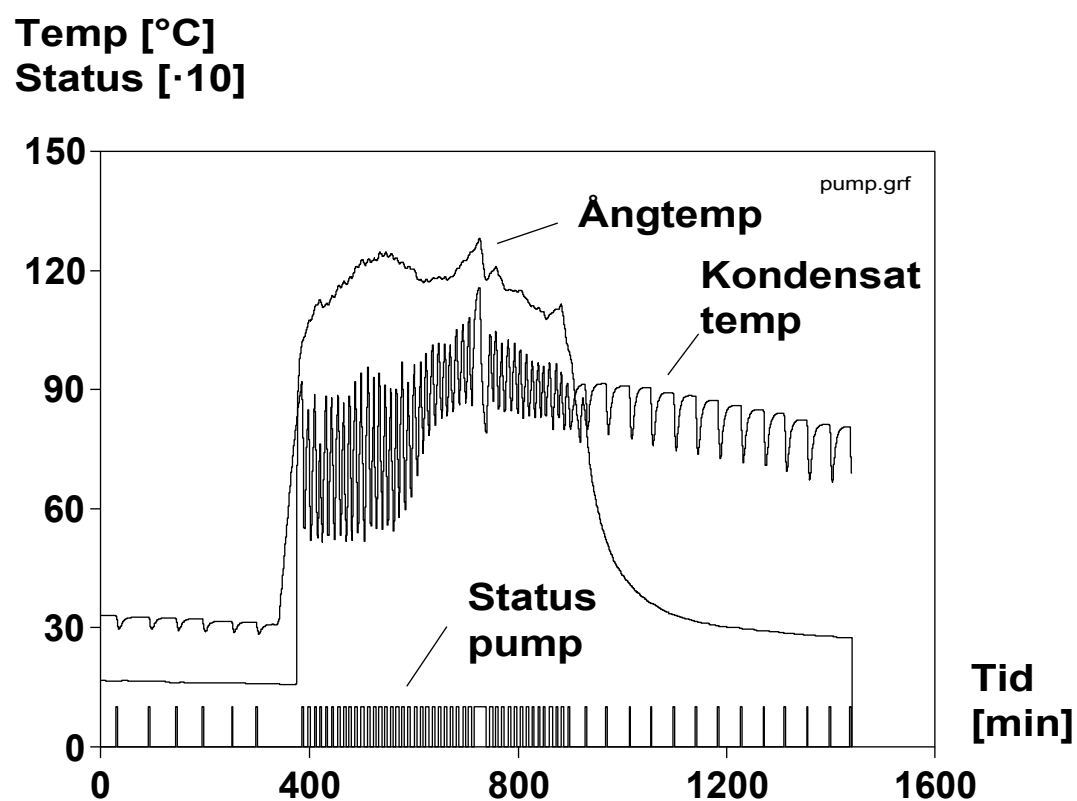


Figur 143. Temperaturgivare för ett datoriserat mätsystem.

Ett närmare studium av registreringarna visar att spånskruven startade 06.16 och kondensatpumpen 07.31, temperaturen på ångröret översteg 100 °C första gången 07.16. Ångröret hade en maximal temperatur på 123.6 °C. Efter 15.45 användes inte spånskruven vilket troligen beror på att pannan slås av, och sedan tar det 24 minuter innan temperaturen på ångröret går under 100 grader. Spånskruven hade då använts under 556 minuter medan pumpen gått 153 minuter. Med ledning av det ovanstående har omkring 5.5 MWh flisvärme producerats i pannan vilket är en avsevärd mängd med tanke på fabriken storlek. Pannan har under dagen varit på från 06.16 och till 15.45 vilket blir 569 minuter. Detta innebär att flis matats in i pannan så gott som oavbrutet, dvs den har gått på maximal effekt nästan hela tiden. Märkligt är också att ångtemperaturen då varierar så kraftigt som den gör, från c:a 123 till bara straxt över 100 °C. Man kan notera att röret någon meter efter mätpunkten passerar ut genom en yttervägg. Om det börjat snöa eller regna kanske röret kylts av mera och lägre temperaturer därför registrerats. Temperaturgivaren har av praktiska skäl monterats utanpå röret och mätningen avser därför egentligen rörets och inte ångans temperatur. Skillnaden borde dock vara ganska liten.

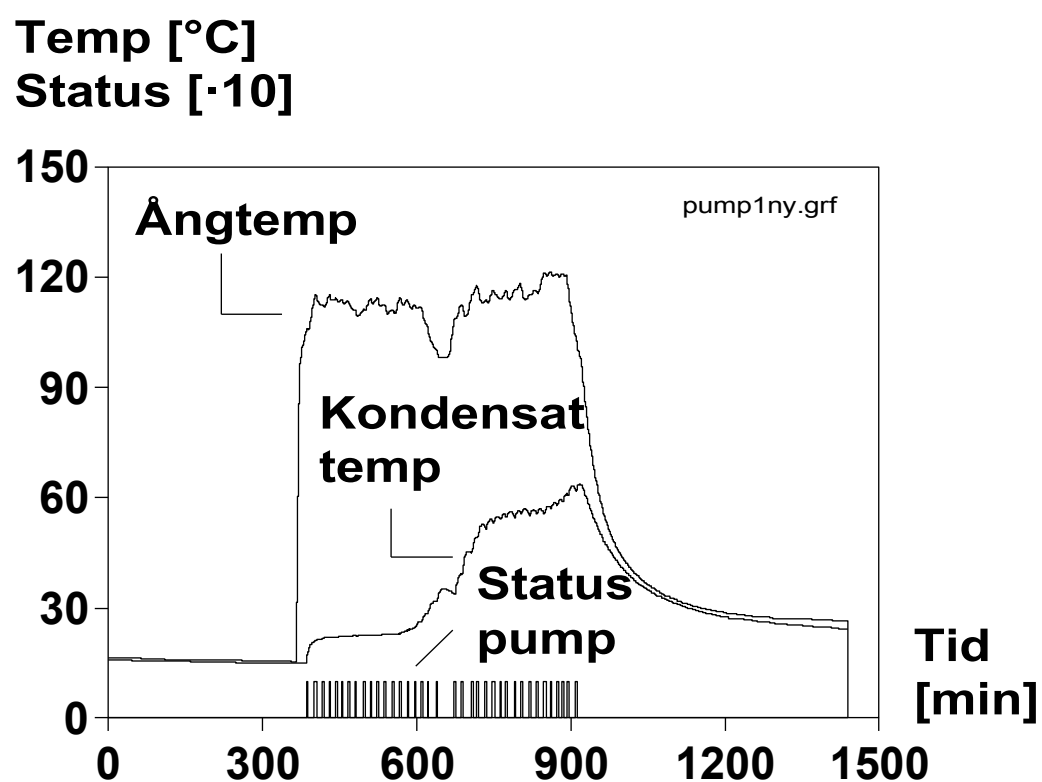
För en icke initierad betraktare är det svårt att se om ångsystemet fungerar som det ska. Nedan ska visas några exempel på ofullkomligheter som vi funnit med hjälp av enkla

temperaturmätningar. Projektets finansiella status innebar att inga regelrätta mätningar kunde utföras på ångmängder mm. Redan de första dagarna efter det att vårt mätsystem installerats noterades att temperaturen på det rör som ledde kondensatet till ångpannan var mycket hög, se figur 144.



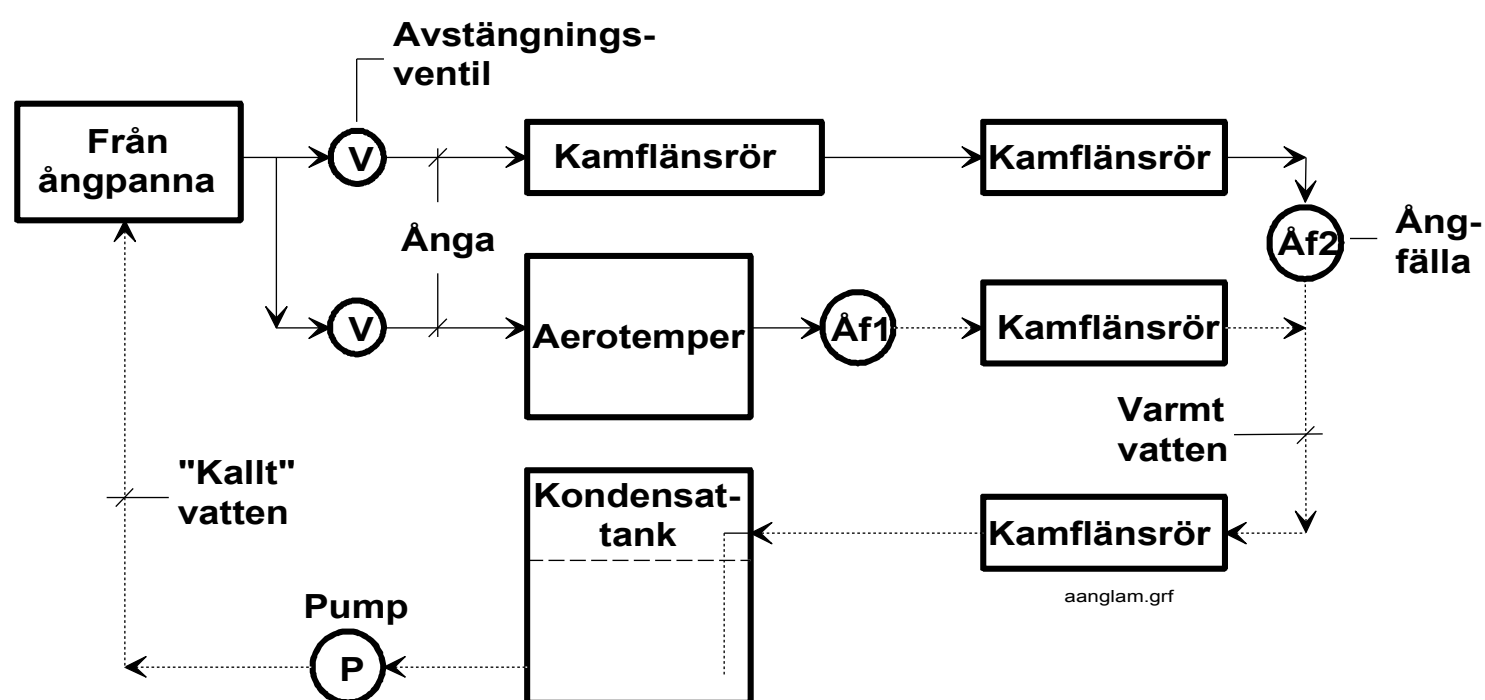
Figur 144. Temperaturer i ångsystemet vid mätningarnas början.

Anledningen till att vi mätte temperaturen där var att man med hjälp av temperaturökningen i pannan och med kännedom om den vattenmängd som pumpades in i pannan skulle kunna beräkna hur mycket värme som producerats. När pannan sattes igång på morgonen steg temperaturen på kondensatröret avsevärt och ibland var temperaturen högre än 100 grader. Detta ska ju inte kunna vara möjligt enligt naturlagarna i och med att bassängen var i kontakt med det fria och trycket således lika med det omgivande atmosfärstrycket. Anmärkningsvärt var också det faktum att temperaturen sjönk något på röret då pumpen arbetade och steg när denna var avstängd. Pumpen startade också många gånger under icke arbetstid varför nivån i ångpannan förändrades utan att någon ånga producerats. Motsvarande fenomen kunde inte iakttagas för det rör som ledde till oljepannan men däremot syntes detta om oljepannan användes och flispannan var avstängd. Tillsammans ledde detta till slutsatsen att en backventil var trasig i kondensatledningen. Så fort pumpen var avstängd började vatten och ånga därför att strömma baklänges i systemet varvid temperaturen höjdes. När pumpen satte igång rann vattnet rätt väg igen och temperaturen sjönk något. I och med att ånga och mycket hett vatten strömmade ner direkt i bassängen var ju naturligtvis vattentemperaturen avsevärd även där och den ånga som inte hann kondensera blåstes därför direkt ut i det fria. Genom att laga denna backventil fick man systemet att få de prestanda som återfinnes i figur 145.



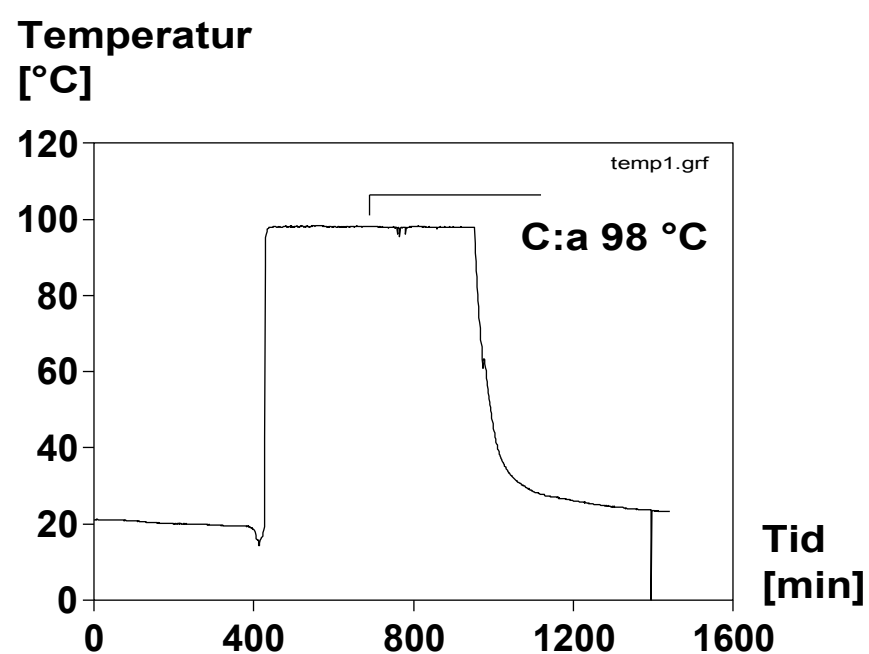
Figur 145. Ångtemperaturer och pumpstatus efter det att en backventil lagats.

Ett stort problem i fabriken ångsystem är att se till att alla ångfällor är hela och fungerar. Om fällorna inte släpper igenom vare sig vatten, luft eller ånga märks detta ganska snart då det blir för kallt i lokalerna. Om å andra sidan fällorna släpper igenom luft, vatten och ånga blir apparaterna varma men å andra sidan stiger temperaturen i kondensatbassängen så mycket att ångan släpps ut direkt i det fria med ett omfattande slöseri som följd. Det var av projektfinansiella skäl omöjligt att ta sig an hela fabriken men en delkrets av ångsystemet undersöktes, se figur 146.



Figur 146. Delkrets av ångsystemet lokaliserad vid lamellsåg.

Ångan leds från ångpannan fram till två avstängningsventiler. Dessa är praktiska att ha om man skall göra åtgärder på ledningarna eller de apparater som är kopplade till dessa. I det ena fallet är sedan två kamflänsrör kopplade i serie efter varandra och därefter återfinnes en ångfälla, Åf2. I det andra fallet leds ångan till en aerotemper varefter ångfällan Åf1 finns monterad. Efter ångfällorna skall det bara rinna varmt vatten som dessutom skall svalna av ytterligare i de efterföljande kamflänsrören innan det efter ett trettiotal meter hamnar i kondensattanken. För att undersöka hur systemet fungerade placerades en temperaturgivare utanpå röret omedelbart före kondensattanken, se figur 147. Som framgår av figuren är temperaturen innan systemet startas c:a 20 °C eller samma temperatur som råder i källaren där tanken är lokaliserad. När ånga börjar att produceras i ångpannan stiger trycket och en viss mängd kallt vatten passerar genom röret. Rörets temperatur sjunker något. Vattnet är kallt därför att röret, under ett antal meter, är lokaliserat utanför fabriksväggarna. Plötsligt kommer det mycket varmt vatten, 98 °C uppmäts utanpå röret, eller ånga som rusar ner i tanken. Detta pågår under hela dagen tills ångsystemet återigen stängs av och röret svalnar av. Fenomenet tolkades så att ångfällorna var trasiga och att de därför släppte igenom ångan utan någon som helst hindrande effekt. Bägge de befintliga ångfällorna var av typen termodynamiska avledare dvs de innehåller en bricka som täpper till flödet då ånga passerar och öppnar då ledningen innehåller vatten. Under årens lopp bildas avlagringar inne i dessa avledare och ibland följer rostflagor o.d. med ångflödet ut i systemet. Om detta skräp inte då och då tas bort sluter brickan inte riktigt tätt och ångan passerar därför obehindrat. Fällorna innehåller en sil som skall förhindra att detta sker men under årens lopp kan tom silen förstöras helt.



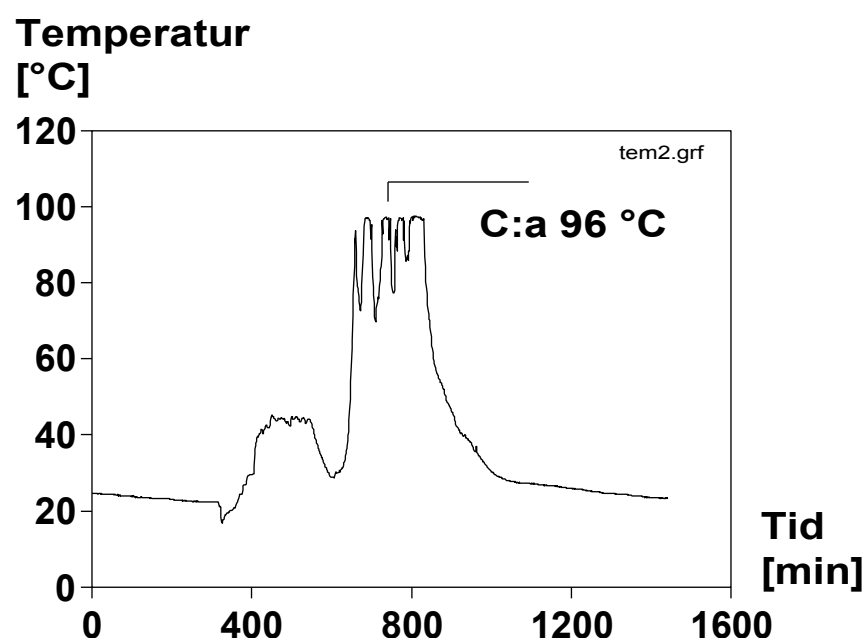
Figur 147. Temperatur utanpå det rör som leder kondensatet till bassängen.

Ångteknisk expertis konsulterades och det konstaterades att Åf1 skulle vara av typen termisk avledare medan Åf2 skulle utgöras av en sk flottöravledare. I samband med att bytet skedde demonterades en av de befintliga avledarna, eller fällorna, och resultatet framgår av figur 148.



Figur 148. Demonterad termodynamisk kondensatavledare, typ Spirax Sarco TD 50S.

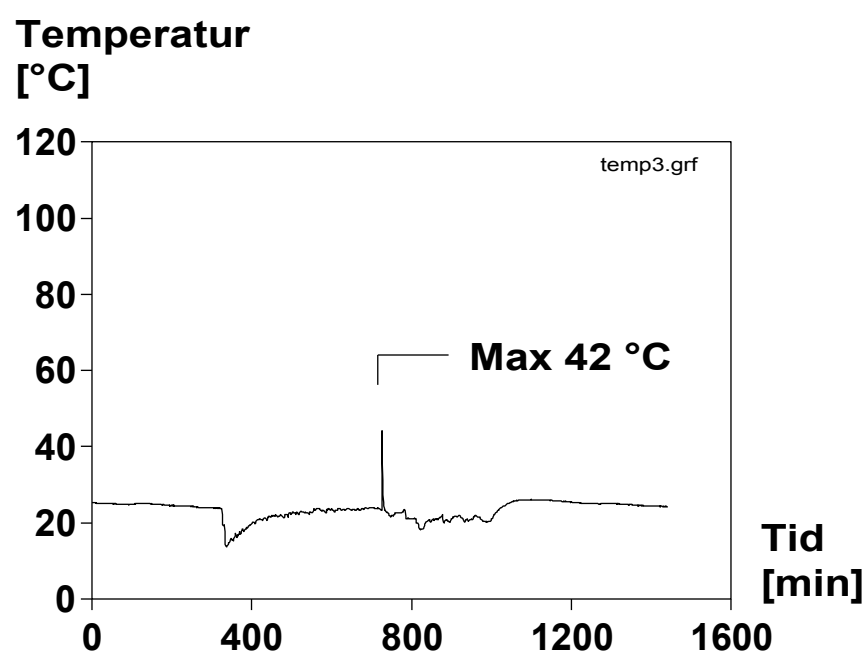
Det finns i stort sett inget som kan gå sönder i en sådan avledare men ansamlingen av "skräp", se undre vänstra delen i figur 148, inne i fällan medförde troligen att den inte fungerade som den skulle. Det är också mycket viktigt att strömningsförhållandena för ångan inne i avledaren är de riktiga för att denna ska fungera. En flottöravledare ger troligen en avsevärt säkrare funktion då den innehåller en flytande flottör som öppnar en ventil vid en viss vattennivå. Finns inget vatten, dvs kondensat, är ventilen stängd. En rent termisk avledare innehåller en bälg som utvidgar sig, eller drar sig samman, beroende på tryckskillnaden mellan ut- och insida på denna. Bälgen innehåller en blandning av alkohol och vatten vilket innebär att den utvidgar sig redan under vattnets normala kokpunkt. Dessa används då man vill erhålla en viss temperatur på den värmeavgivande apparaten, dvs man säkerställer att elementet blir tillräckligt varmt. Efter bytet av avledare erhöles förhållanden som återfinnes i figur 149. Jämförs figurerna 148 och 149 ser man att förhållandena avsevärt förbättrats men temperaturen är fortfarande hög, framför allt under senare delen av dagen. Ett närmare studium av installationen visade att flottöravledaren, av praktiska skäl, monterats så att flottören rörde sig horisontellt i stället för vertikalt vilket dock samtidigt innebar att den inte kunde stänga ventilen.



Figur 149. Kondensattemperatur efter byte av avledare.

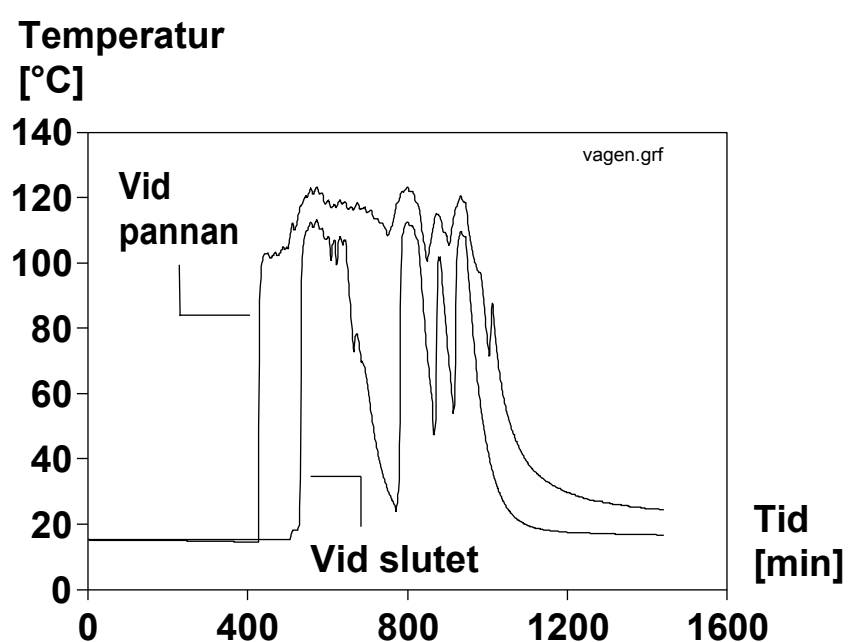
Genom att vrida avledaren 90 grader erhöles resultatet enligt figur 150, dvs denna del av anläggningen fungerade plötsligt helt perfekt. En mycket kort temperaturstegring noterades men denna berodde nog på att varmt vatten från andra delsystem ett ögonblick pressades baklänges genom röret. Tyvärr är flottöravledare dyrare än termodynamiska avledare varför den senare typen installeras mera frekvent.

Ett ytterligare problem med ångsystem beror på att ångan hela tiden kondenserar inne i rörsystemet och framför allt mot insidan på rören som ju har en lägre temperatur än ångan. En ångledning måste därför alltid installeras så att detta vatten kan rinna med självfall bakåt i systemet. Där ångledningen har en lågpunkt måste vattnet dräneras bort.



Figur 150. Kondensattemperatur efter ytterligare justeringar.

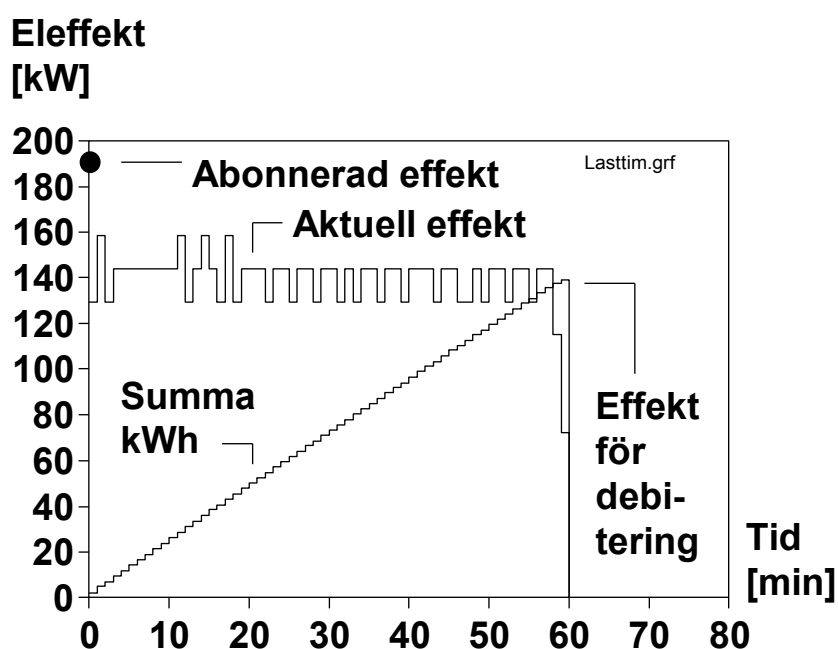
Glöms denna dränering bort kommer det till slut att samlas en "plugg" med vatten i ångledningen och denna kommer i sin tur att tryckas framåt med hög fart genom ledningen, detta då trycket bakom pluggen kommer att öka. När pluggen når en värmeavgivande apparat med efterföljande ångfälla blir det tvärstopp och pluggen kan då slå sönder installationerna. Detta fenomen kallas för hammarslag. Av energisparskäl är det naturligtvis mycket viktigt att den ångfälla som ska säkerställa dräneringen av ångröret verkligen fungerar, samt har tillräcklig kapacitet. Ånga får inte passera och vattnet måste rinna ut, eller rättare sagt ner till bassängen. För att minska kondensmängden inne i ångledningen är det också viktigt att denna är isolerad, däremot har det inte så stor betydelse om kondensatledningarna saknar isolering då ju värmen ändå kommer huset till del. Det är givetvis också viktigt att ångpannan förmår att leverera ånga ända fram till de mest avlägsna apparaterna. Om rören istället är fyllda med vatten kommer ju ingen kondensering att ske inne i dessa och ångbildningsvärmets har förlorats på vägen. Apparaten kan då inte leverera avsedd effekt. Detta får ofta till följd att man installerar elektriska aerotemperaturer bredvid de ångdrivna istället för att se till att ångsystemet fungerar som det ska. Med tanke på elleverantörens straffavgifter för överskridet abonnemang kan detta bli mycket dyra lösningar. I figur 151 visas temperaturerna på ångröret dels vid pannan och dels vid systemets mest avlägsna punkt. Man ser i figur 151 att värmesystemet långt från pannan endast fungerar ibland. Dels tar det lång tid från det att värme börjar produceras i pannan tills den når ut och dels avstannar hela ångtransporten under timmar i sträck. Detta kan bero på att pluggar av kondensvatten täpper till systemet. När temperaturen av någon anledning ökar i pannan stiger också trycket och plötsligt kan en vattenplugg vandra iväg. Efter pluggen kommer ånga varvid röret blir varmt. Trycket i systemet kanske faller igen då inga vattenproppar täpper till rören varvid temperaturen i ångsystemet återigen faller, kondens täpper till rören osv.



Figur 151. Temperaturer på ångröret nära och långt från pannan, 2001-01-08.

18.1.3.3 Laststyrning

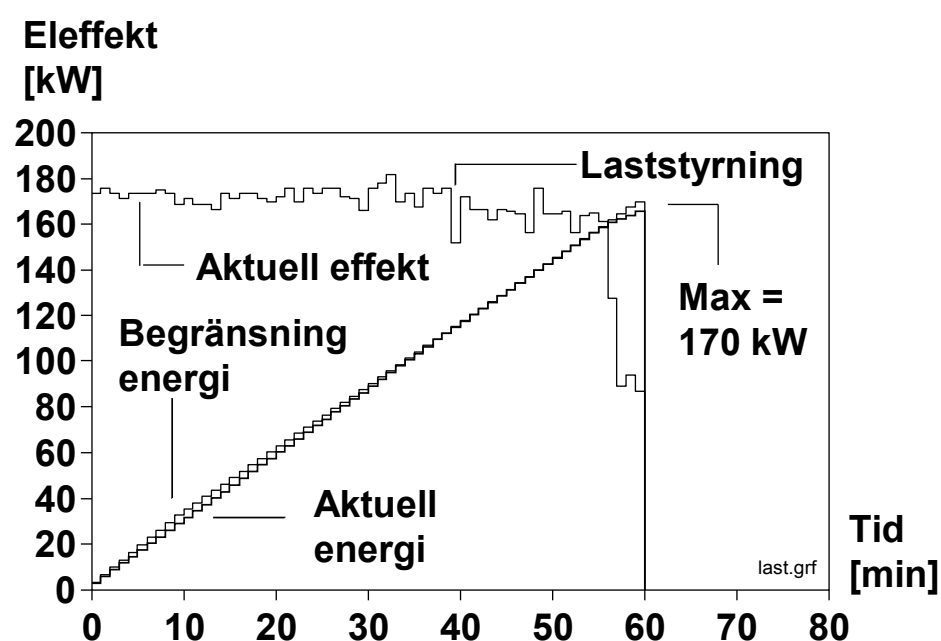
I figur 133 visas att företaget ibland överskrider sin abonnerade effekt. Detta kostar inklusive straffavgifter 908 Kr per kW. Som nämndes mäter elleverantören antalet levererade kWh under en timma vilket ligger till grund för debiteringen. En "normal" kWh har ett pris på kanske 0.25 Kr medan de som används under den precisa topplasten kan vara värda 4000 gånger mera. Om man vill minska företagets energikostnader synes det därför lämpligt att inrikta åtgärderna på de dyraste kWh, dvs de som bygger upp topplasten. Det finns vid företaget ett antal apparater som använder el och som dessutom kan stängas av en kortare stund utan att det får stora konsekvenser. Sådan elanvändning sker ex vis i torkar, aerotemperar för lokalvärme och elektriska tappvarmvattenberedare. Mintop-systemet används nu för att hålla reda på hur mängden kWh växer under en timma, se figur 152, där elanvändningen under den mest belastade timman under 2001-01-08 visats. Företagets abonnemang uppgår till 190 kW vilket innebär att några straffavgifter inte är aktuella just denna timma. Summa kWh uppgår under timman till endast 139.0 vilket således utgör grund för debitering. Man måste dock minst betala för den abonnerade nivån så elanvändningen under denna timma är inte avgörande för effektavgifterna. Man måste givetvis också betala för de 139 kWh men dessa är ju normalt förhållandevis billiga. Notera att den använda energimängden växer språngvis med ett värde varje minut vilket beror på att Mintop avläser registren med detta tidsintervall. Om antalet kWh växer så snabbt att totalsumman under en timma riskerar att överskrida ett förinställt värde, ex vis abonnemangets storlek, ser Mintop till att ex vis en eldriven aerotemper slås av. Förhoppningsvis sjunker nu tillväxten av konsumerade kWh och om detta inte räcker måste flera apparater stängas av.



Figur 152. Elanvändning mellan kl 15-16, 2001-01-08, Mörlunda Stol och Möbelfabrik.

Det är opraktiskt att vissa apparater är frånslagna hela tiden och därför kan man se till att de slås på igen efter en stund. För att få ett sk laststyrningssystem att fungera bra måste man därför ha många laster att styra. Genom att variera prioriteten på åtgärderna märks det inte så mycket i fabriken att systemet stänger av apparater då och då.

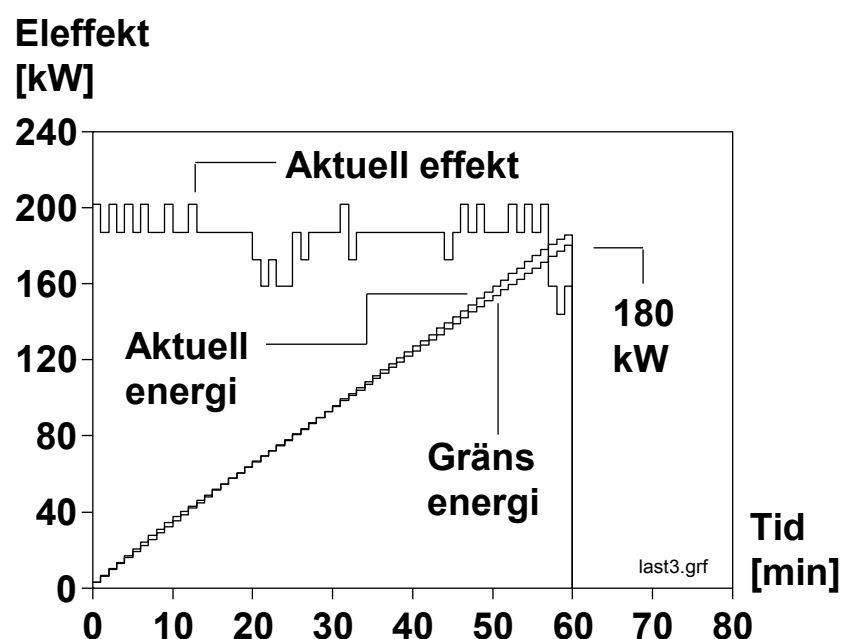
Det nämndes ovan att systemet måste ha ett antal ellaster att arbeta med för att det ekonomiska utfallet av laststyrningen ska bli lyckosamt. I fabriken finns bl a tre olika eldrivna aerotemperar, ett antal elvärmda radiatorer, några elvärmda tappvarmvattenberedare, två elvärmda virkestorkar, spåntransportsystemet, en flistugg mm. Alla dessa apparater har det gemensamt att de inte måste vara igång oavbrutet även om produktion pågår i fabriken. I figur 153 visas hur laststyrningssystemet fungerat den 28 januari 1999, dvs strax efter det att det installerats.



Figur 153. Laststyrning vid Mörlunda Stol och Möbelfabrik, 1999-01-28.

Systemet har här ställts in så att den maximala timeffekten ska begränsas till 170 kW dvs energianvändningen under en timma skall vara lägre än 170 kWh. Detta är lägre än den abonnerade effekten men vi ville undersöka hur systemet fungerade varför en lägre tillåten effekt användes. Denna gräns motsvarar en minutanvändning av 2.83 kWh men under de första 10 minuterna tillåts 15 % högre värden. Ett närmare studium av indatafilerna visar att den aktuella energimängden översteg den tillåtna först under minut 39 varför en styråtgärd tillgreps minut nr 40. Först verkade detta vara tillfyllest men styrning sattes in också minuterna nr 42, 46 och 50. Mot slutet av timman stängdes många apparater av, se minut 57, detta då frukostrasten närmade sig och den totala timeffekten hamnade därför på 165.4 kW. Figur 153 visar att även mycket kortvariga insatser kan vara verkningsfulla, de tre apparaterna, en aerotemper och två fläktar, var inte avstängda mer än fem minuter. Det finns dock också

exempel då systemet inte klarade sina uppgifter, se figur 154. I figur 154 återfinnes förhållandena den fjärde januari 2000 kl 10.00 -11.00.

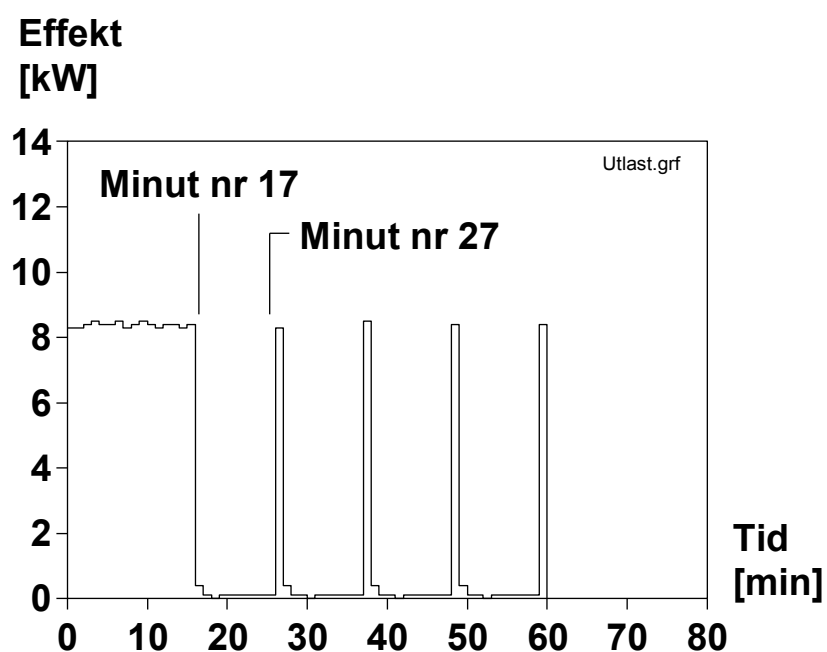


Figur 154. Laststyrning vid Mörlunda stol- och möbelfabrik.

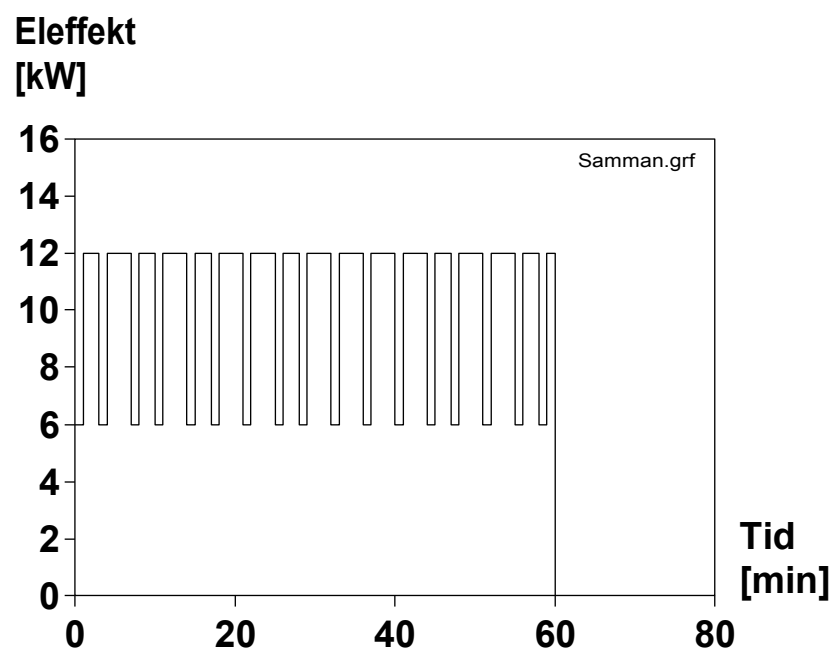
Systemet var då inställt på 180 kW och som synes var effekten hög, över 200 kW redan kl 10.00. Liksom tidigare var det tillåtet att överskrida effekten med 15 % de första 10 minuterna vilket innebar att laststyrningen verkställdes först efter 17 minuter och då stängdes en av elärotemperarna av, se figur 155. Ibland är det olämpligt att apparaten är avstängd under lång tid även om det skulle vara bra av laststyrningsskäl. Det finns därför en möjlighet att bestämma hur länge apparaten får vara frånslagen och dessutom hur länge man måste vänta innan den, efter påslag, får slås av igen.

På så vis kan man se till att det inte blir allt för kallt i lokalerna även om apparaterna används till laststyrning. Varje ellast som kan påverkas av systemet har dessutom åsatts en viss prioritet. Då aerotemperar med fördel kan slås av utan alltför stora olägenheter har dessa fått prioritet ett. Om flera apparater har samma prioritet växlar systemet mellan dessa så att inte en och samma aerotemper hela tiden slås av först. I detta fall var det inte tillräckligt att bara en aerotemper slogs av och systemet försökte då att stänga av nästa apparat. Tyvärr visade det sig nu att personalen på företaget utnyttjat möjligheten att påverka prioritetsordningen. Genom en speciell strömbrytare kunde man nämligen se till att just den apparaten fick en så hög prioritet att den inte längre deltog bland de fränkopplingsbara lasterna. Vår avsikt var att denna möjlighet bara skulle utnyttjas i undantagsfall men hade man väl slagit om strömbrytaren fick den sedan vara kvar i detta läge. I figur 156 återfinnes elanvändningen i "nästa" aerotemper, och det framgår att ingen styrning skett. Ellasten i figur 156 har ett kamliknande utseende men detta beror på aerotempers konstruktion och inte på laststyrningssystemet. Troligen använder apparaten en lägre effekt när temperaturen i lokalen är tillräckligt hög. Även de andra apparaterna för lokaluppvärmning hade getts högsta prioritet

vilket innebar att endast en aerotemper deltog i laststyrningen denna timma. I stället tillgrip systemet nästa åtgärd som hade getts en relativt hög prioritet, nämligen en fläktmotor i spånsugsystemet, se figurerna 135, 157 och 158.



Figur 155. Elanvändning i elaerotemper nr 1, 2000-01-04 kl 10-11.



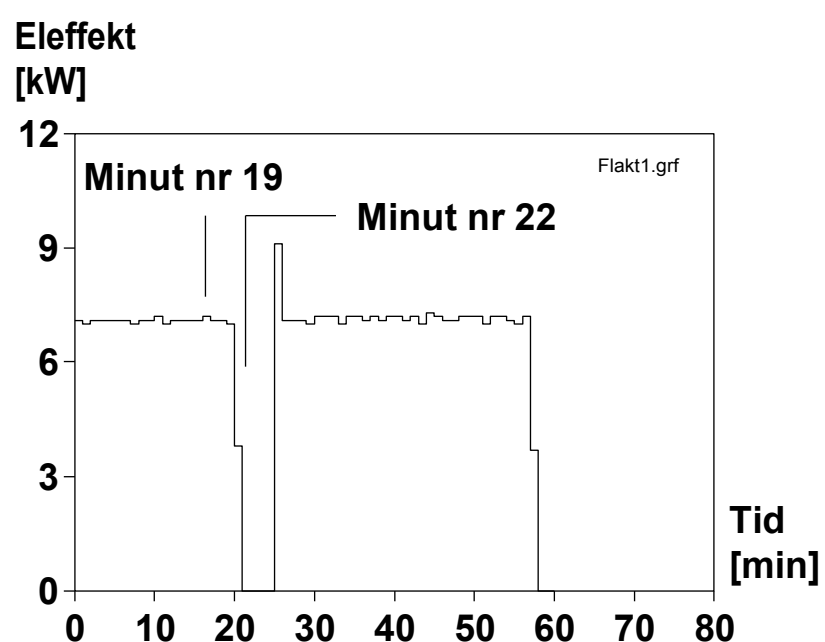
Figur 156. Elanvändning i elaerotemper nr 2, 2000-01-04 kl 10-11.

När en tömningsfläkt slås av slutar spåntransporten att fungera mellan spånfilter och cyklon. Detta förhållande medförde att styrsystemet ställdes in så att antalet och längden på stoppen gjordes litet. Dessutom skall man ha i åtanke att från det att signalen om att stänga av motorn sänds ut från systemet det tar tre minuter innan motorn verkligen slutar att förbruka ström. Då det är en förhållandevis begränsad energi mängd som undviks pga detta blir minskningen i timeffekt dessutom liten. Nästa tömningsfläktmotor slås därför också av. Det finns dessutom

möjlighet att stänga av ett antal eldrivna virkestorkar men dessa var inte igång alls under denna timma varför systemet försökte att stänga av spånsugssystem nr 2.



Figur 157. De två tömningsfläktarna som leder spån från filtren till cyklonen.



Figur 158. Elanvändning i tömningsfläktmotor nr 1, 2000-01-04, kl 10-11.

Denna anläggning hade mycket hög prioritet vilket innebar att avbrott har skulle ske mycket sällan, kanske bara en eller två gånger om året. Så blev inte fallet genom att anläggningarna med lägre prioritet hade "manipulerats" vilket i sin tur innebar att denna anläggning slogs ut relativt ofta. Resultatet blev att även denna apparats strömbrytare ställdes så att anläggningen inte kunde påverkas genom laststyrning. Som en sista utväg tändes en starkt blinkande lampa i lokalen för att personalen skulle uppmärksamma att systemet inte kunde lösa effektproblemet. Meningen var då att personalen skulle slå av någon maskin för hand

men så skedde ej varför timeffekten inte kunde hållas under den gräns som satts upp. Notera dock att abonnemanget inte överskreds så några straffavgifter blev inte följden trots allt. Som visats tidigare fanns det också möjlighet att värma upp lokalerna med ånga. Våra mätningar visade att ångledningens temperatur höll sig under 100 grader just under den här undersökta timman. Detta innebar samtidigt att de ångdrivna aerotemperarna inte gav full effekt, dvs personalen hade ytterligare anledning att se till att laststyrningssystemet inte fungerade som tänkt. Exemplet visar att man måste ha personalen med sig när ett laststyrningssystem tas i bruk och att de är införstådda i hur det fungerar. Kanske skulle en del av den ekonomiska vinsten delats ut i form av trivselhöjande åtgärder. Här visade det sig att man av fri vilja, eller oförstånd, såg till att ett bra system slutade att fungera. Genom att justera systemet så att det hela tiden kunde vara i full drift skulle mycket pengar kunnat sparas. Tyvärr lyckades vi inte erhålla finansiering för ett fortsatt engagemang och dessutom gick företaget oturligt nog i konkurs under år 2001 varför projektet inte kunde fortsätta.

F4↑

19 MUSIKINSTRUMENT, BÅTAR MM

M4↓

I kurslitteraturen [25] finns ett kortare avsnitt om akustiska egenskaper hos trä. Här skall därför endast några kortare kompletteringar göras. I [201] finns redovisat hur man med hjälp av fysikalisk mätapparat kan undersöka vilka akustiska egenskaper ett träämne till ett instrument har. Man anger att man måste mäta upp fyra olika elasticitetsmoduler, D_1 till D_4 varav den första och tredje gäller för böjning längs och tvärs fiberriktningen, en för vridning D_4 och en, D_2 , för deformation vinkelrätt mot böjningsriktningen. Med varje sådan elasticitetsmodul kan man förknippa förluster av den energimängd som man introducerat när man slår an en ton på instrumentet. Dessa förluster kan man mäta upp som den sk kvalitetsfaktorn. Metoden som beskrivs beräknar dock inte D_2 då den normalt är avsevärt mycket lägre än de andra. Genom att inducera svängningar i en rektangulär skiva, $200 \cdot 150 \cdot 3$ mm, av trämaterial i fråga och sedan mäta resonansen av dessa lyckades man erhålla värden på de tre modulerna. D_1 fick värden omkring 1000 MPa, D_3 omkring 70 MPa och D_4 cirka 350 MPa. Dessa värden skall sedan multipliceras med 12, under förutsättning att D_3 är liten, för att erhålla "vanliga" E-moduler. Man visade också att egenskaperna hos olika delar ur samma plankor varierade högst avsevärt varför det inte gick att garantera ett speciellt träds egenskaper. Lutbyggaren måste därför behandla varje ämne individuellt för att kunna utnyttja träet maximalt. Olika ytbehandlingar, shellack, testades också och man fann att framför allt D_3 ökade med c:a 10 % vid lackering. För en mera uttömmande behandling av ämnet trä och musikinstrument hänvisas till [202].

M4↑

20 ARTBESTÄMNING AV TRÄSLAG

M4↓

Mycket erfarenhet går åt för att säkert kunna bestämma olika träslag framförallt då virket är uppsågat och saknar bark. I [24], sidan 287, finns en kortare bestämningsnyckel och här skall endast några kompletterande synpunkter ges. Vidare skall vi visa på litteratur där den intresserade kan inhämta ytterligare kunskap. Nyckeln i [24] utgår från indelningen i barrträd och lövträd. Det synes som att detta skulle vara mycket lätt att avgöra då det är det första ställningstagandet som måste göras. Det avgörande kriteriet är om cellerna i träslaget är likformade, består av trakeider, vilket innebär att det är ett barrträd. Om man kan hitta kärli i trädet är det istället ett lövträd. En förutsättning för att detta skall kunna observeras är att man åtminstone har en lupp tillgänglig men många gånger måste mikroskop tillgripas. Motsvarande indelning finns i [203], sidan 63, som är ett utomordentligt omfattande verk på 800 sidor vilken dessutom endast innehåller europeiska träslag. I den första referensen anges sedan att man skall avgöra om träslaget har en tydlig kärna. Inte heller detta kanske kan avgöras enkelt om man endast har en liten bit av träslaget ifråga. Om man sedan hittar hartsgångar anges att man har att göra med ett lärkträd medan man om dessa saknas studerar en tall. I den andra referensen anges istället som andra punkt att man skall avgöra om mörkstrålarnas öppningar är små eller stora. Som synes måste man studera kända träslag mycket länge för att man skall kunna erhålla en fullödig bild. Medan bestämningsnyckeln i [203] upptar två sidor för c:a 25 typer av barrträd åtgår inte mindre än c:a 40 sidor till nyckeln för lövträd. Inte bara vanliga träd tas upp utan även buskar mm. Exempelvis kan två typer av murgröna studeras med hjälp av mikroskopiska karaktärer.

Två kompendier på svenska finns också publicerade, [204]. B1 a finns i delen 1 grundläggande växtanatomi och dessutom har författaren tagit fram en bestämningsnyckel för lövträd i vinterskrud. Man behöver således inga löv eller blommor för att bestämma trädslaget. I den andra delen behandlas våra lövträd förhållandevis detaljrikt och som exempel kan nämnas att skogslönnen ges ett utrymme på två A4-sidor. För bestämning av olika barrträd finns också [205] att tillgå. Verket upptar alla nu levande barrträd och inte mindre än 1500 mikroskopiska bilder finns redovisade. Boken omfattar omkring 700 sidor. Inte mindre än 70 olika tallarter finns redovisade medan granarna är något färre, omkring 25 st, om endast släktet *Picea* tas med. Släktet *Abies* omfattar 32 arter. Motsvarande verk men för mellaneuropeiska lövträd finns också publicerat i Ungern, [206]. Åtminstone delar av detta imponerande verk finns även på engelska. Även buskar och mindre vedartade växter behandlas t ex ljung och tranbär. Det synes som om det skulle finnas ytterligare delar publicerade då den bok vi studerat har littera 1. Fortsatt forskning i ämnet får utvisa om så är fallet.

M4↑

21 REFERENSER

1. Lundegårdh P. H., Lundqvist J., Lindström M., "Berg och jord i Sverige", Tredje upplagan, Almqvist & Wiksell Förlag AB, Uppsala, 1970.
2. "Sveriges Nationalatlas", Bokförlaget Bra Böcker, Höganäs 1990.
3. "Nationalencyklopedin", Bokförlaget Bra Böcker AB, Höganäs 1993
4. Sillerström E., "Grundbok för skogsbrukare" Skogsstyrelsen, Jönköping 1988
5. Hjort R., "Våra skogsträd", Skogsstyrelsen, Jönköping 1989
6. "Visst ska vi gallra!", Aktivt skogsbruk nr 4 1993.
7. Lindström M., Lundqvist J., Lundqvist Th., "Sveriges geologi från urtid till nutid", Studentlitteratur, 1991. ISBN 91-44-30381-5.
8. Lundmark J. E., "Skogsmarkens ekologi - Del 1 Grunder", Skogsstyrelsen Jönköping, 1986. ISBN 91-85748-50-1
9. Sjörs H., "Nordisk växtgeografi", Andra upplagan, Svenska Bokförlaget Bonniers, 1956.
10. Mitchell A., "Nordeuropas träd", Albert Bonniers Förlag, Stockholm 1977. ISBN 91-0-041270-8.
11. Malmqvist C., Müller S., Woxblom L., "Trädslag för beskogning av åkermark. - asp och fågelbär.", Rapport nr ISRN SLU-SIMS-UTR--8--SE, ISSN 0284-3803, 1991.
12. Malmqvist C., Woxblom L., "Trädslag för beskogning av åkermark. - björk och lönn.", Rapport nr ISRN SLU-SIMS-UTR--10--SE, ISSN 0284-3803, 1991.
13. Malmqvist C., Woxblom L., "Trädslag för beskogning av åkermark. - al och ask.", rapport nr ISRN SLU-SIMS-UTR--7--SE, ISSN 0284-3803, 1991.
14. Andersson I., "Miljöanalys Skog och skogsmark", Skrivelse från Skogsvårdstyrelsen i Östergötlands län, 1994.
15. Remröd J., "Möjligheternas skog", Skogsindustrierna, 1990

16. von Essen I., "Tropiska träslag i Sverige - en genomgång av egenskaper och användningsområden i skuggan av regnskogsdebatten", Seminariearbete i virkeslära i Umeå 1991
17. Anonym, "De tropiska trädslagen - Hot eller nya möjligheter för svenskt snickerivirke", Statens Industriverk, Allmänna Förlaget, Stockholm 1989
18. Anonym, "1990 års skogspolitiska kommitté: Skogspolitiken inför 2000-talet", Graphic Systems AB, Malmö 1992
19. Anonym, "Skogsvårdslagen, Handbok", Skogsstyrelsen III 94. ISBN 91-88462-11-0
20. Goheen D. W., "Chemicals from Wood and Other Biomass. Part II: The Chemistry of Conversion", Journal of Chemical Education, Volym 58, Nr 7, sidorna 545-546, 1981.
21. Johansson I., Lindgren O., "Kompendium i kemisk träförädling, ytbehandling och limning", Högskolan i Luleå, Inst för träteknik i Skellefteå 1990
22. Hartler N., "Cellulosateknik", Kungliga Tekniska Högskolan, Inst för cellulosateknik i Stockholm 1990
23. "Lilla uppslagsboken", Förlagshuset Norden AB, Malmö 1969
24. Saarman E., "Träkunskap", Specialbok X-726, Sveriges Skogsindustriförbund, 1992. ISBN 91-7322-726-9.
25. Kollmann F. P., Cote W. A., "Principles of Wood Science and Technology", Volym 1: Solid Wood, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1984. ISBN 3-540-04297-0
26. Eaton R. A., Hale M. D. C., "Wood. Decay, Pests and Protection.", Chapman and Hall, Camebridge, U. K., 1993. ISBN 0-412-53120-8.
27. Ursing B., "Svenska växter. Kryptogamer.", Nordisk Rotogravyr, 1949.
28. Just nu okänt

29. Tsuomis G., "Science and Technology of Wood", Van Nostrand Reinhold. ISBN 0-442-23985-8, New York 1991.
30. Liese W., "Holzbakterien und Holzschutz", Material und Organismen, Volym 27, sidorna 191-202, 1992.
31. Hedqvist K.-J., et al., "Skogsinsekter", Skogsstyrelsen, 1975.
32. Lindroth C. H., "Våra skalbaggar och hur man känner igen dem", Fältbiologerna, 1993. ISBN 91-85094-722.
33. Trägårdh I., "Inomhus förekommande virkesförstörande insekter samt medlen att bekämpa desamma.", Kungliga Byggnadsstyrelsens Publikationer 1949:1.
34. Hickin N. E., "The Insect Factor in Wood Decay", Hutchinson of London, Årtal okänt.
35. "Kunskap för konkurrenskraft - skogsindustrins kunskapsförsörjning." Industridepartementet, DS 1991:62, Allmänna Förlaget, 1991. ISBN 91-38-10886-0.
36. Lindell B., et al, "Träindustrins Branschprogram", Träindustriförbundet 1991.
37. "Träteknik vid LiTH", Utredning från Förvaltningsnämnden vid Linköpings Universitet, oktober 1991.
38. FoU-program för Nordisk träindustri 1993-1996 RAMPROGRAM Nordic Wood 1:1993
39. Rydell R., "Framtida krav på snickerivirke", Rapport R1:1992 Byggeforskningsrådet, 1992, ISBN 91-540-5400-1.
40. Trä som material Temabok 1986-1987 Träteknik
41. Trä och framtiden Temabok 1988-1989 Träteknik
42. Grönlund A., "Sågverksteknik del I, råvaran", Yrkesbok X-724, Sveriges Skogsindustriförbund, 1992. ISBN 91-7322-724-2.
43. Tsujiyama S., et al., "Degradation of Lignin-Carbohydrate Complex (LCC) by Wood-Rotting Fungi III", Mokuzai Gakkaishi, Volym 39, Nummer 7, sidorna 807-813, 1993.

44. Johansson C., Härngren L., "Sågverkens råvara", Yrkesbok Y-511, Sveriges Skogsindustrieförbund, 1986. ISBN 91-7322-511-8.
45. Anonym, "Kompendium i virkesmätning, del IV, Mätning av barrsågstimmer", Virkesmätningsrådet, 1995-07-05
46. Anonym, "Ny timmermätning på gång: Slutprodukten bestämmer klassningen", Aktivt Skogsbruk, Nr 5, Sydved, 1993.
47. Anonym, "Mätninginstruktioner, rekommenderade av Virkesmätningsrådet", Nr 1-87, andra upplagan.
48. Grönlund A., "Sågverksteknik del II, processen", Specialbok X-725, Sveriges Skogsindustrieförbund, 1992. ISBN 91-7322-150-3.
49. Grönlund A., "Träbearbetning", TräteknikCentrum, Liber Tryck AB, 1986. ISBN 91-970513-2-2.
50. Kollmann F. F. P., et al., " Principles of Wood Science and Technology, Volym 2", Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg 1975. ISBN 3-540-06467-2.
51. Haygreen J. G., Bowyer J. L., "Forest Products and Wood Science. An introduction", Iowa State University Press, Ames, Iowa, U.S.A., 1989. ISBN 0-8138-1801-X
52. Hoadley B., R., "Understanding Wood", The Taunton Press Inc., Newtown USA, 1981., ISBN 0-918804-05-1.
53. Walker J. C. F., "Primary Wood Processing, Principles and Practice.", Chapman & Hall, London 1993. ISBN 0 412 54840 2.
54. Johansson C., Härngren L., "Vårda virkets värde", Yrkesbok Y-532, Sveriges Skogsindustrieförbund, 1986. ISBN 91-7322-532-0.
55. Randhawa S., U., et al., "A Discrete-Event Object-Oriented Modeling Environment for Sawmill Simulation"., Simulation Volym 64, Nr 2, sidorna 119-130, 1994.

56. Archer R. R., "Growth Stresses and Strains in Trees", Springer-Verlag, 1986, ISBN 3-540-16406-5.
57. Ternstedt E., "Trämateriellära", SIFU Träteknik Borås, 1986.
58. Siau J. F., "Transport Processes in Wood", Springer-Verlag, 1984. ISBN 3-540-12574-4.
59. Esping B., "Trätorkning 1a - grunder i torkning", Träteknik, Stockholm 1992, ISBN 91-88170-06-3.
60. Esping B., "Handbok i virkestorkning", Svenska Träforskningsinstitutet, Stockholm 1977
61. B. Esping B., "Trätorkning 1b - praktisk torkning", Träteknik, Stockholm 1992.
62. Adesanya B. A., Nanda A. K., Beard J. N., "Drying Rates During High Temperature Drying of Yellow Poplar.", *Drying Technology* Vol. 6, Nr. 1, sid. 95-112, 1988.
63. Fohr J. P., Chakir A., Arnaud G., du Peuty M. A., "Vacuum Drying of Oak Wood", *Drying Technology* Vol. 13, Nr. 8&9, sid 1675-1693, 1995.
64. Rosenberg E., Schatvet J., "In-Kiln Measurements of Moisture Content in Timber Using Nuclear Radiation Technique.", *Holzforschung* Vol. 51, Nr. 3, sid 268-272, 1997.
65. Milota M. R., Wengert E. M., "Applied Drying Technology, 1988 to 1993.", *Forest Products Journal* Vol. 45, Nr. 5, sid. 33-41.
66. Mantanis G. I., et al., "Swelling of Wood", *Wood Science and Technology* Volym 28, Nr 2, sidorna 119 - 134, 1994.
67. Arganbright D. G., "Developments in Applied Drying Technology, 1971-1977.", *Forest Products Journal* Vol. 29, Nr. 12, sid. 14-20.
68. Quarles S. L., Wengert E. M., "Applied Drying Technology, 1978 to 1988.", *Forest Products Journal* Vol. 39, Nr. 6, sid. 25-38.
69. Shortle W. C., "Biochemical Mechanisms of Discolouration, Decay, and Compartmentalisation of Decay in Trees.", *IAWA Bulletin n.s.*, Vol. 5, Nr. 2, sid. 100-104, 1984.

70. Kreber B., Byrne A., "Discolorations of Hem-Fir Wood: A Review of the Mechanisms", *Forest Products Journal* Vol. 44, Nr. 5, sid. 35-42, 1994.
71. Bauch J., "Discolouration in the Wood of Living and Cut Trees", *IAWA Bulletin n. s.*, Vol. 5, Nr. 2, sid. 92-98, 1984.
72. Klumpers J., Janin G., "Influence of Age and Annual Ring Width on the Colour of Oaks.", *Holz als Roh- und Werkstoff*, Vol. 50, sid. 167-171, 1992.
73. Klumpers J., Scalbert A., Janin G., "Ellagitannins in European Oak Wood: Polymerization During Wood Ageing.", *Phytochemistry*, Vol. 36, No. 5, sid. 1249-1252., 1994.
74. Klumpers J., Janin G., Becker M., Lévy G., "The Influence of Age, Extractive Content and Soil Water on Wood Color in Oak: the Possible Genetic Determination of Wood Color.", *Annales des Sciences Forestières*, Vol. 50, Suppl. 1, sid. 403-409, 1993.
75. Charrier B., Haluk J. P., Janin G., "Prevention of Brown Discoloration in European Oakwood Occuring During Kiln Drying by a Vacuum Process.", *Holz als Roh- und Werkstoff*, Vol. 50, sid. 433-437, 1992.
76. Wegener G., Fengel D., "Investigations on Colour Changes Resulting from Drying of European Oak.", *Fourth International Symposium on Wood and Pulping Chemistry*, Paris, sid. 121-123, 1987.
77. Bauch J., v Hundt H., Weissmann G., Lange W., Kubel H., "On the Causes of Yellow Discolorations of Oak Heartwood (*Quercus Sect. robur*) during drying. *Holzforschung* Vol. 45, No. 2, sid. 79-85, 1991.
78. Charrier B., Haluk J. P., Metche M., "Characterization of European Oakwood Constituents Acting in the Brown Discolouration during Kiln Drying.", *Holzforschung* Vol. 49, Nr. 2, sid. 168-172, 1995.
79. Ota M., Onodera S., Ohira M., Taneda K., "The Chemistry of Color Changes in Kiri Wood, II", *Mokuzai Gakkaishi* Vol. 37, Nr. 3, sid. 254-260, 1991.

80. Forsyth P. G., Amburgey T. L., "Microscopic Characterization of Nonmicrobial Gray Sapstain in Southern Hardwood Lumber.", *Wood and Fiber Science* Vol. 23, Nr. 3, sid. 376-383, 1991.
81. Forsyth P. G., Amburgey T. L., "Prevention of Non-Microbial Sapstains in Water-Stored Oak Logs.", *Forest Products Journal* Vol. 42, Nr. 4, sid. 59-61, 1992.
82. Sachs I. B., Ward J. C., Bulgrin E. H., "Heartwood Stain in Red Oak.", *Holz als Roh- und Werkstoff* Vol. 24, Nr. 10, sid. 489-497, 1966.
83. Basham J. T., Taylor D. L., "The Occurrence of Fungi and Bacteria in Normal and Discolored Heartwood on Second-Growth Sugar Maple in Ontario.", *Plant Disease Reporter* Vol. 49, Nr. 9, sid. 771-774, 1965.
84. Koltzenburg C., "Zur Entstehung von Verfärbungen in gelagertem Bergahornholz (*Acer pseudoplatanus* L.)" *Holz als Roh- und Werkstoff*, Volym 33, sid. 420-426, 1975.
85. Schmidt O., Liese W., "Occurrence and Significance of Bacteria in Wood.", *Holzforschung* Vol. 48, No. 4, sid. 271-277, 1994.
86. Hansen K. "Bacterial Staining of Samba (*Triplochiton scleroxylon*)", Uppsats presenterad av The International Research Group on Wood Preservation, Madrid 1988.
87. Cosenza B. J., McCreary M., Buck J. D., Shigo A., L., "Bacteria Associated with Discolored and Decayed Tissues in Beech, Birch and Maple.", *Phytopathology* Vol. 60, No. 11, sid. 1547-1551, 1970.
88. Bauch J., Seehann G., Endeward R., "Characterization of Sapwood and Brown Heart in *Terminalia superba*.", *Holzforschung* Vol. 36, Nr. 5, sid. 257-263, 1982.
89. Yasaki Y., Bauch J., Endeward R., "Extractive Components Responsible for the Discoloration of Ilomba Wood (*Pycnanthus angolensis* Exell).", *Holz als Roh- und Werkstoff*, Vol. 43, sid. 359-363, 1985.
90. Phelps J. E., McGinnes E. A., Garrett H. E., Cox G. S., "Growth-Quality Evaluation of Black Walnut Wood., Part II-Color Analyses of Veneer Produced on Different Sites", *Wood and Fiber Science*, Vol. 15, No. 2, sid. 177-185, 1983.

91. Phelps J. E., McGinnes E. A., "Growth-Quality Evaluation of Black Walnut Wood. Part III-An Anatomical Study of Color Characteristics of Black Walnut Veneer.", *Wood and Fiber Science*, Vol. 15., No. 3, sid 212-218, 1983.
92. Hiller C. H., Freese F., Smith D. M., "Relationships in Black Walnut Heartwood Between Color and Other Physical and Anatomical Characteristics", *Wood and Fiber*, Vol. 4, No. 1, sid 38-42, 1972.
93. Brauner A. B. Loos W. E., "Color Changes in Black Walnut As a Function of Temperature, Time, and Two Moisture Conditions.", *Forest Products Journal*, Vol. 18, No. 5, sid 29 - 34, 1968.
94. Höster H. R., "Verfärbungen bei Buchenholz nach Wasserlagerung.", *Holz als Roh- und Werkstoff* Vol. 32, sid. 270-277, 1974.
95. Schmidt O., Mehringer H., "Bakterien im Stammholz von Buchen aus Waldschadensgebieten und ihre Bedeutung für Holzverfärbungen." , *Holz als Roh- und Werkstoff*, Vol. 47, sid. 285-290, 1989.
96. Hrutfiord B. F., Luthi R., "Chemistry of Oregonin", *International Symposium on Wood and Pulping Chemistry* Vol. I, sid. 95-98, Stockholm, 1981.
97. Terazawa M., Miyake M., Okuyama H., "Phenolic Compounds in Living Tissue of Woods V.", *Mokuzai Gakkaishi* Vol. 30, Nr. 7, sid. 601-607, 1984.
98. Kreber B., Schmidt E. L., Byrne T., "Methyl Bromide Fumigation to Control Non-Microbial Discolorations in Western Hemlock and Red Alder", *Forest Products Journal*, Vol. 44, Nr. 10, sid. 63-67, 1994.
99. Morgan J. W. W., Orsler R. J., "The Chemistry of Colour Changes in Wood I", *Holzforschung* Vol. 22, Nr. 1, sid. 11-16, 1968.
100. Florence E. J. M. Sharma J. K., "Botrydiplodia theobromae Associated with Blue Staining in Commercially Important Timbers of Kerala and its Possible Biological Control", *Material and Organisms* Vol. 25, sid. 193-199, 1992.

101. Ota M., Azuma T., Onodera S., Taneda K., "The Chemistry of Color Changes in Kiri Wood, III, (*Paulownia tomentosa*). Mokuzaï Gakkaishi, Vol. 30, No. 4, sid 479-485, 1993.
102. Nelson N. D., "Extractives Produced During Heartwood Formation in Relation to Amounts of Prenchyma in *Juglans nigra* and *Quercus rubra*.", Canadian Journal of Forest Research, Vol 5, sid 291-301, 1975.
103. Ebermann R., Stich K., "Distribution and Seasonal Variation of Wood Peroxidase Activity in Oak. (*Quercus robur*)", Wood and Fiber Science, Vol. 17, No. 3, sid 391-396, 1985.
104. Nelson N. D., Maeglin R. R., Wahlgren H. E., "Relationship of Black Walnut Wood Color to Soil Properties and Site.", Wood and Fiber, Vol ??, No. ??, sid 29-37, 1970.
105. Klumpers J., "Le Déterminisme de la Couleur du Bois de Chêne.", Doktorsavhandling vid Ecole Nationale du Genie Rural, Nancy 1994.
106. Boone S. R., "High Temperature Kiln-Drying Red Maple Lumber - Some Options.", Forest Products Journal, Vol. 36, No. 9, sid 19-25, 1986.
107. Wang H. H., Youngs R. L., "Drying Stress and Check Development in the Wood of Two Oaks.", IAWA Journal, Vol. 17, No. 1, sid 15-30, 1996.
108. Cech M. Y., Pfaff F., "Kiln Drying of 1-Inch Red Oak.", Forest Products Journal Vol. 25, Nr. 8, sid. 30-37, 1975.
109. Eckelman C. A., "Strength Design of Furniture", Tim Tech Inc., 303 North, 350 West Road, West Lafayette, Indiana 47906, U.S.A., 1978
110. Berglund E., "Sittmöblers mått". Rapport nr 50. Möbelinstitutet. ISBN 91-85578-06-1.
111. Hult J., "Hållfasthetslära". Almqvist & Wiksell / Gebers Förlag AB, Stockholm, 1968.
112. Smardzewski J., "Methods of Numerical Furniture Design", Uppsatsen publicerad vid ett internationellt seminarium vid trätekniska fakulteten i Poznan, Polen 1993.

113. Smardzewski J., Dziegielewski S., "Stability of Cabinet Furniture Backing Boards", Wood Science and Technology, Volym 28, sid 35-44, 1993.
114. Aicher S., Reinhardt H. W., "Einfluss der Bauteilsgrösse in der linearen und nichtlinearen (Holz)-Bruchmechanik", Holz als Roh- und Werkstoff, Volym 51, Sid 215-220, 1993.
115. Yao F. Z., Foschi R. O., "Duration of Load in Wood: Canadian Results and Implementation in Reliability-Based Design". Canadian Journal of Civil Engineering, Volym 20, sid 358-365, 1993.
116. Hayashi K., et al, "Wood Viscoelastic Compliance Determination with Special Attention to Measurement Problems", Materials and Structures, Volym 26, sid 370-376, 1993
117. Ranta-Maunus A., "Rheological Behaviour of Wood in Directions Perpendicular to the Grain", Materials and Structures, Volume 26, sid 362-369, 1993
118. Foschi R. O., et al, "Reliably-Based Design of Wood Structures: Background to CSA-086.1-M89", Canadian Journal of Civil Engineering, Volym 20, sid 349-357, 1993.
119. Ebrahimzadeh P. R., Kubát D. G., "Effects of Humidity Changes on Damping and Stress Relaxation in Wood", Journal of Materials Science, Volym 28, sid 5668-5674, 1993.
120. Biernacki J. M., Beall F. C., "Development of an Acousto-Ultrasonic Scanning System for Nondestructive Evaluation of Wood and Wood Laminates", Wood and Fiber Science, Volym 25, Nr 3, sid 289-297, 1993.
121. Becker G., Beall F. C., "Verfahren der zerstörungsfreien Holzprüfung - Entwicklungstendenzen in Nordamerika und Folgerung für die Anwendung in Mitteleuropa", Holz als Roh- und Werkstoff, Volym 51, sidorna 177-180, 1993.
122. Sliker A., et al., "Orthotropic Elastic Constants for Eastern Hardwood Species"., Wood and Fiber Science, Volym 26, Nummer 1, sidorna 107-121.
123. Antic A., "Hållfastheten hos tryckbelastade träbalkar tillverkade av bok och björk"., Examensarbete LiTH-IKP-Ex-1160, 1994.

124. Smardzewski J., Dziegielewski S., "Analysis of Stresses in Dowel and Stop Housed Joints Using the Method of Finite Elements". Ur en samlingrapport från Institutionen för möbeldesign vid Lantbruksuniversitetet i Poznan, Polen, 1994. Rapportens titel är "Badania Dla Meblarstwa"
125. Wang S.-Y., Juang H.-B., "Structural Behaviour of Various Joints in Furniture Components Made of Softwood Laminated Veneer Lumber", Mokuzaï Gakkaishi Volym 40, Nummer 9, sidorna 911-921, 1994.
126. Winandy J. E., Morrell J. J., "Relationship Between Incipient Decay, Strength, and Chemical Composition of Douglas-Fir Heartwood"., Wood and Fiber Science, Volym 25, Nr 3, sidorna 278-288, 1993.
127. Perez V., et al, "In Vitro decay of Aextoxicon punctuatum and Fagus Silvatica Woods by White and Brown Rot Fungi", Wood Science and Technology, Volym 27, sid 295-307, 1993.
128. Wiberg N., et al., "Finita elementmetoden", LiberLäromedel Lund, Gleerups 1975.
129. Samuelsson A., "Balk- och ytbärverk", Skrift 73:19 Inst för byggnadsstatik, Chalmers Tekniska Högskola.
130. Gustafsson S.-I., "Furniture Design by use of the Finite Element Method", Holz als Roh- und Werkstoff, Volym 53, sid 257 - 260, 1995.
131. Gustafsson S.-I., "Stability Problems in Optimized Chairs?", Wood Science and Technology, Volume 30, pp 339-345, 1996.
132. Gustafsson S.-I., "Finite Element Modelling Versus Reality for Birch Chairs.", Holz als Roh- und Werkstoff, Volume 54, pp 355-359, 1996.
133. Gustafsson S.-I., "Optimising Ash Wood Chairs.", Wood Science and Technology, Volume 31, pp 291-301, 1997.
134. Broberg et al., "Formelsamling i hållfasthetslära", Publ 104, Inst för hållfasthetslära, KTH. Nionde upplagan, Stockholm 1986.

135. Kucera B., "Skandinaviske normer for testing av små feilfrie prøver av heltre", Norwegian Research Institute, 1992.
136. Bergström H., et al., "Produktionsteknisk handbok TRÄ", TräteknikCentrum och Träindustriförbundets Utvecklings AB, Helsingborg 1983, ISBN 91-970513-0-6
137. Ohya S, et al., "Analyses of Cutting Energies in Slicing along the Grain of Wood", Mokuzai Gakkaishi, Volym 40, Nr. 6, sidorna 577-583, 1994.
138. Axelsson B. O. M., "Lateral Cutting Force During Machining of Wood Due to Momentary Disturbances in the Wood Structure and Degree of Wear of the Cutting Tool.", Holz als Roh- und Werkstoff, Volym 52, sidorna 198-204, 1994.
139. Hågeryd L., et al., "Modern Produktionsteknik, Del 1., Liber Utbildning, 1993. ISBN 91-634-0065-0.
140. Anonym, "Säkrare arbete vid bordsfräsen. II. Tekniska anordningar på marknaden." Kontenta 9006034, Trätek.
141. Isaksson M., Klint P., "Flexibel spånhus för CNC-fräsar", Rapport P9404020, Trätek Jönköping.
142. Rundmo T., Söderqvist A., "Economic Assessment of Occupational Injuries in Furniture Industries"., Safety Science, Volym 18, sidorna 33-43, 1994.
143. Anonym, "Monteringsteknik". Linköpings Tekniska Högskola, Institutionen för konstruktions- och produktionsteknik, Monteringsteknik 1994.
144. Anonym, "Design For Manufacture DFM, Guide for improving the manufacturability of industrial products". Institute for Product Development (IPU), Lyngby, Danmark, 1994
145. Anonym, "Trätekatomen. Ett enkelt sätt att skapa automatisk produktion vid CNC-fräsar och point to point-maskiner.", Trätek, Kontenta 9505019.
146. Fjeldså Patrik, "Möjligheter och fallgropar vid införande av automatisk montering i träindustrin", Trätek, Rapport P 9309043. ISSN 1102 - 1071, ISRN TRÄTEK - R - - 93/043 - - SE.

147. Anonym, "Arbete-Människa-Teknik", Arbetskyddsmyndigheten 1994, ISBN 91-7522-414-3, Artnr 590.
148. Anonym, Människa Miljö Mål, del 6: "Att arbeta i projekt", Arbetskyddsmyndigheten 1995, ISBN: 91-7522-403-8.
149. B. Helin, T. Jeppson, "Konstruktion och planering", Almqvist & Wiksell Förlag AB, Stockholm 1991
150. Raknes E., "Trälimning", Universitetsförlaget AS, Oslo 1971. I Sverige utgiven av Träteknik 1988. ISBN 91-970513-7-3
151. Pizzi A., "Wood Adhesives, Chemistry and Technology", Marcel Dekker Inc, New York 1983, ISBN 0-8247-1579-9
152. Marra A., "Technology of Wood Bonding, Principles in Practice", Van Nostrand Reinhold, New York 1992, ISBN 0-442-00797-3.
153. Christiansen A. W., "Effect of Overdrying of Yellow-Poplar Veneer on Physical Properties and Bonding", Holz als Roh- und Werkstoff, Volym 52, sidorna 139-149, 1994.
154. Sakata I., et al, "Activation of Wood Surface by Corona Treatment to Improve Adhesive Bonding". Journal of Applied Polymer Science, Volym 49, sid 1251-1258, 1993.
155. Hillis W. E., "Heartwood and Tree Exudates", Springer-Verlag, 1987. ISBN 3-540-17593-8.
156. Kehr E., et al, "Feuchtbeständigkeit und Hydrolysebeständigkeit von Holz-zu-Holz-Bindungen in Spanplatten, hergestellt mit formaldehydfreien modifizierten Harnstoff-Formaldehydharzen unter Einsatz verschiedener Härtungsbeschleunigersysteme", Holz als Roh- und Werkstoff, Volym 51, Sid 197-207, 1993.
157. River B. H., "Failure Mechanisms in Wood Joints Bonded With Urea-Formaldehyde Adhesives." Holz als Roh- und Werkstoff, Volym 52, sidorna 179-184, 1994.

158. Truter P., et al., "Cold-Setting Wood Adhesives from Kraft Hardwood Lignin", Journal of Applied Polymer Science, Volym 51, sidorna 1319-1322, 1994.
159. Yazaki Y., Collins P. J., "Wood Adhesives from Pinus Radiata Bark", Holz als Roh- und Werkstoff, Volym 52, sidorna 185-190, 1994.
160. Torgovnikov G. I., "Dielectric Properties of Wood and Wood-Based Materials. Springer-Verlag 1993, ISBN 3-540-55394-0
161. Wright J. R., Mathias L. J., "Physical Characterization of Wood and Wood-Polymer Composites: An Update", Journal of Applied Polymer Science, Volym 48, sid 2225-2239, 1993.
162. Wright J. R., Mathias L. J., "New Lightweight Materials: Balsa Wood-Polymer Composites Based on Ethyl α -(Hydroxymethyl) acrylate", Journal of Applied Polymer Science, Volym 48, sid 2241-2247, 1993.
163. Fujimura T., et al, "Improvement of the Durability of Wood with Acryl-High-Polymer VII.", Mokuzai Gakkaishi Volym 40, Nummer 1, sidorna 36-43, 1994.
164. Schneider M.H., "Wood Polymer Composites", Wood and Fiber Science, Volym 26, Nummer 1, sidorna 142-151, 1994
165. Hon D. N-S., Chao W. Y., "Composites from Benzylated Wood and Polystyrenes: Their Processability and Viscoelastic Properties"., Journal of Applied Polymer Science, Volym 50, sid 7-11, 1993.
166. Geimer R. L., Wood J. E., "Density Range of Compression-Molded Polypropylene-Wood Composites", Wood and Fiber Science, Volym 25, Nr 2, sid 163-169, 1993.
167. Sharma V., Sharon A., "Optimal Orientation Of Flaces in Oriented Strand Board (OSB)", Experimental Mechanics, Volym 33, Nummer 2, sidorna 91-98, 1993.
168. Ritter D., C., "Zones of Gelatinous Fibers in Populus Balsamifera", Wood and Fiber Science Volym 25, Nummer 2, sidorna 198-208, 1993.
169. Mollek V., "Asp som råvara för träfiberskivor", Träteknik rapport P920531, Stockholm 1992.

170. Dai C., Steiner P. R., "Spatial Structure of Wood Composites in Relation to Processing and Performance Characteristics. Part 2." *Wood Science and Technology*, Volym 28, Nr 2, sidorna 135 - 146, 1994.
171. Negi J. S., Chawla J. S., "Heat Treatment of Fibreboards", *Research and Industry*, Volym 38, sidorna 248 - 253, 1993.
172. Suzuki S., et al, "Properties of Bark-Wood Particle Composite Board", *Mokuzai Gakkaishi*, Volym 40, Nummer 3, sidorna 287-292, 1994.
173. Akitsu H., et al, "Effect of Humidity on Vibrational Properties of Chemically Modified Wood", *Wood and Fiber Science*, Volym 25, Nr 3, sid 250-260, 1993.
174. Ellis W. D., "Pyrolysis, Leach Resistance, Hygroscopicity, and Decay Resistance of Wood Treated with Organophosphorus Esters in Combination with Isophorone Diisocyanate", *Wood and Fiber Science*, Volym 25, Nr 3, sid 236-241, 1993.
175. Ohkoshi M., Kato A, "Determination of Substituent Distribution of DMSO-Soluble Portion of Acetylated Wood Meal by C-NMR Spectroscopy", *Mokuzai Gakkaishi*, Volym 39, Nummer 7, sid 849-854, 1993
176. Yano H., Minato K., "Controlling the Timbre of Wooden Musical Instruments by Chemical Modification", *Wood Science and Technology* Volym 27, sid 287-293, 1993.
177. Middleton T. M., "Coating / Wood Substrate Behaviour in *Dacrydium cupressinum*, *Podocarpus dactyloides* and *Pinus radiata* weatherboards.", *Wood Science and Technology*, Volym 27, sid 357-371, 1993.
178. Hon D. N. S., Feist W. C., "Interaction of Sulfur Dioxide and Nitric Oxide with Photoradiated Wood Surfaces", *Wood and Fiber Science*, Volym 25, Nummer 2, sid 136-141, 1993.
179. von Tell B., "Ytbehandling", TräteknikCentrum, Göteborg 1990, ISBN 91-88170-01-2
180. Nordquist T., "Trä- och lackslipning", TräteknikCentrum, Västervik 1984. ISSN 0280-6789

181. Hora G., "The Dynamic Contact Angle- A Characteristic to Predict the Lifetime of a Wood Topcoat", Journal of Coatings Technology, Volym 66, Nummer 832, sidorna 55-59, 1994
182. Thörnqvist T. , "Ungdomsved i barrträd" RAPPORT nr 10, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, 1990.
183. Thörnqvist, T., "Trä och kvalitet" RAPPORT nr R77:1990, Byggeforskningsrådet.
184. Kyrkjeeide P. A, Thörnqvist T., "Barrtimmer från kulturskog" RAPPORT nr 19, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, 1991.
185. Rydell R., "Samband mellan densitet och årsringsbredd samt några andra egenskaper hos svensk furu"., STFi, Svenska Träforskningsinstitutet, 1982
186. Trä och kvalitet Temabok 1987-1988 Trätek
187. Kvalitetsstandard KONTENTA 9103010 Trätek
188. Framtida krav på virke till snickerier och möbler KONTENTA 9203022 Trätek
189. Torrt virke rätt emballerat KONTENTA 9109060 Trätek
190. Trä i rättan tid-LOGISTIK Temabok 1991-1992 Trätek
191. Automatisk sortering och optimering av sågat virke KONTENTA 9210065 Trätek
192. Ellis S., et al., "Determination of Parallam Macroporosity by Two Optical Techniques.", Wood and Fiber Science, Volym 26, Nummer 1, sidorna 70 - 77, 1994.
193. Shibukawa K., et al., "A Basic Study on Automatic Inspection System of Surface Defects in Wood Using Fuzzy Clustering", Int. J. of the Japan Society for Precision Engineering, Volym 27, Nr 4, sidorna 359-360, 1993.
194. Kvalitetssortering KONTENTA 9104025 Trätek
195. Johansson T., et al., "Energisparhandbok trävaruindustrin", Rapport från Statens Industriverk 1982. (Kan erhållas från IKP/Energisystem, LiTH, 581 83 Linköping)

196. Jönsson-Olofsdotter B., "Energi 85. Energianvändning i bebyggelse", Byggnadsforskningsrådet, Rapport G26:1984.
197. Ottosson H., "Alfa-Log, Datorsystem för analys och styrning av energisystem", LiU-TEK-LIC-1985:03, ISBN 91-7372-895-0
198. Lindahl P.- E., "Elkraftteknik", Studentlitteratur, Lund 1983, ISBN 91-44-02172-0
199. Bragsjö P., "Energibesparande åtgärder vid en möbelfabrik", LiTH-IKP-EX-1511.
200. Gustafsson S. I., "Energy Usage and Conservation in Surfacing Lines", (Manuskript 1999)
201. Caldersmith G., Freeman E., "Wood Properties from Sample Plate Measurements I", Journal of Catgut Acoustic Society? Volym 1, Nr 5 (Serie II), sidorna 8 - 12, 1990.
202. McIntyre M. E., Woodhouse J., "On Measuring Wood Properties, Part 1", Journal of Catgut Acoustic Society?, Volym 42, sidorna 11 - 15, 1985.
203. Sweingruber F. H., "Anatomy of European Woods", Verlag Paul Haupt, Bern, 1990. ISBN 3-258-04258.
204. Lagerberg T., "Kompendium i Trädkännedom del 1 och 2", Skogshögskolans kompendiekommitté, Stockholm, 1972.
205. Greguss P., "Xylotomische Bestimmung der Heute Lebenden Gymnospermen", Akademiai Kiado, Budapest, 1955.
206. Greguss P., "Bestimmung der Mitteleuropäischen Laubhölzer und Strucher auf Xylotomische Grundlage", Verlag des Ungarischen Naturwissenschaftlichen Museums, Budapest, 1945.

22 YTTERLIGARE LITTERATUR

I arbetet med detta kompendium har vi studerat en mängd böcker och artiklar inom träområdet. Vissa av dessa är mera populärt skrivna medan andra har det vetenskapliga samhället som målgrupp. Vi har lagt oss vinn om att träutbildningen i Linköping skall vila på vetenskaplig grund och därför har vi varit noga med detaljerade referenser till alla fakta som använts. De viktigaste referenserna framgår av avsnitt 21. Vi har dessutom samlat på oss ytterligare hundratals vetenskapliga artiklar som inte alla använts direkt till kompendietexten. Arbeta pågår nu med att ställa samman dessa artiklar i en databas för att möjliggöra sökningar i materialet. På sikt kommer dessutom böcker och rapporter också att ingå i databasen men i dagsläget inkluderas endast ca 300 artiklar från omkring 70 olika tidskrifter. Nedan återfinnes de tidskrifter som förekommer i databasen vid tryckningen av upplaga 7. Förhoppningsvis kan sammanställningen ge en förhållandevis heltäckande bild av var de nu verksamma forskarna inom området presenterar sina resultat.

Acustica
 Ambio
 American Industrial Hygiene Association Journal
 American Journal of Industrial Medicine
 Annales des Sciences Forestieres
 Annual Review of Phytopathology
 Applied Acoustics
 Applied Energy
 Applied Spectroscopy
 Bulletin of Materials Science
 Canadian Journal of Forest Research
 Catgut Acoustic Society Journal
 Cellular Solids
 Composite Applications
 Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering
 Computers Ind. Engineering
 Conference Proceedings
 Drying Technology
 Electrical Technology
 Experimental Mechanics
 Forest Products Journal
 Forestry
 Holz als Roh- und Werkstoff
 Holzforschung
 Holztechnologie
 IAWA Bulletin
 IAWA Journal
 IEE Proc.- Electric Power Applications
 International Journal of Adhesion and Adhesives
 International Journal of Polymeric Materials
 International Journal of the Japan Society of prec. engineer
 Journal of Adhesion Science and Technology
 Journal of Applied Polymer Science
 Journal of Chemical Education
 Journal of Environmental Science and Health
 Journal of Fire Sciences
 Journal of Materials Science
 Journal of Materials Science Letters
 Journal of Occupational Medicine
 Journal Of Paint Technology
 Journal of Paint Technology
 Journal of Reinforced Plastics and Composites
 Journal of Structural Engineering
 Journal of Testing and Evaluation
 Journal of the Acoustical Society of America
 Material and Organisms
 Material und Organismen
 Materials and Structures

Materials Evaluation
 Mathematical and Computer Modelling
 Mechanical Engineering
 Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt....
 Mokuzai Gakkaishi
 Numerical Heat Transfer
 Pattern Recognition Letters
 Phytochemistry
 Phytopathology
 Plant Disease Reporter
 Polish Conference
 Research and Industry
 Safety Science
 Simulation
 Structural Safety
 Surface Coatings International
 Surface Coatings International
 Tappi Journal
 The Canadian Journal of Chemical Engineering
 Thorax
 Tribology International
 Wood and Fiber
 Wood and Fiber Science
 Wood Science and Technology

Nedan presenteras de artiklar som ingår i databasen i dagsläget, dvs vid denna upplagas tryckning.
 Sammanställningen är sorterad i bokstavsordning efter den första författarens efternamn.

Författare nr 1:	Abdel-Gadir	Initialer:	A. Y.			
Titel:	Estimating the Age of Demarcation of Juvenile and Mature Wood in Douglas-Fir					
Källa:	Wood and Fiber Science					
	Nr: 25	Sidorna:	242-249	År:	1993	PaperID: 19
Författare nr 1:	Adanowicz	Initialer:	J.			
Titel:	Prüfung und Analyse geklebter Verbindungen an Möbeln					
Källa:	Holztechnologie					
	Nr: 17	Sidorna:	97-100	År:	1976	PaperID: 110
Författare nr 1:	Adao	Initialer:	M. H.			
Titel:	Wetting of Cork by Polymeric Adhesives					
Källa:	Journal of Adhesion Science and Technology					
	Nr: 7	Sidorna:	375-384	År:	1993	PaperID: 3
Författare nr 1:	Adesanya	Initialer:	B. A.			
Titel:	Drying Rates During High Temperature Drying of Yellow Poplar					
Källa:	Drying Tecnology					
	Nr: 6	Sidorna:	95-112	År:	1988	PaperID: 270
Författare nr 1:	Aicher	Initialer:	S			
Titel:	Einfluß der Bauteilgröße in der Linearen und nichtlinearen (Holz-) Bruchmechanik					
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff					
	Nr: 51	Sidorna:	215-220	År:	1993	PaperID: 89
Författare nr 1:	Akitsu	Initialer:	H.			
Titel:	Uniaxial Modelling of Vibrational Properties of Chemically Modified Wood					
Källa:	Mokuzai Gakkaishi					
	Nr: 39	Sidorna:	258-264	År:	1993	PaperID: 73
Författare nr 1:	Akitsu	Initialer:	H.			
Titel:	Effect of Humidity on Vibrational Properties of Chemically Modified Wood					
Källa:	Wood and Fiber Science					
	Nr: 25	Sidorna:	250-260	År:	1993	PaperID: 90
Författare nr 1:	Albin	Initialer:	R.			
Titel:	Durchbiegung und Lastannahmen im Korpusmöbelbau					
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff					
	Nr: 47	Sidorna:	7-10	År:	1989	PaperID: 212
Författare nr 1:	Anderson	Initialer:	R. B.			
Titel:	Nondestructive Evaluation for Detection of Honeycomb in the Sawmill: An Economic Analysis					
Källa:	Forest Products Journal					

- Nr: 47 Sidorna: 53-59 År: 1997 PaperID: 256
- Författare nr 1: Axelsson Initialer: B. O. M.
 Titel: Lateral Cutting Force During Machining of Wood due to Momentary Disturbances in the Wood Structure and Degree of Wear of the Cutting Tool
 Källa: Holz als Roh- und Werkstoff
 Nr: 52 Sidorna: 198-204 År: 1994 PaperID: 91
- Författare nr 1: Bao Initialer: Z.
 Titel: Fatigue Life and Design Stresses for Wood Composites used in Furniture
 Källa: Forest Products Journal
 Nr: 45 Sidorna: 59-63 År: 1995 PaperID: 241
- Författare nr 1: Barbero Initialer: E.
 Titel: Bond Strength of FRP-Wood Interface
 Källa: Journal of Reinforced Plastics and Composites
 Nr: 13 Sidorna: 835-854 År: 1994 PaperID: 28
- Författare nr 1: Basham Initialer: J. T.
 Titel: The occurrence of Fungi in Normal and Discolored Heartwood on Second-Growth Sugar Maple in Ontario
 Källa: Plant Disease Reporter
 Nr: 49 Sidorna: 771-774 År: 1965 PaperID: 273
- Författare nr 1: Bauch Initialer: J.
 Titel: Characterization of Sapwood and Brow Heart in Terminalia superba
 Källa: Holzforschung
 Nr: 36 Sidorna: 257-263 År: 1982 PaperID: 274
- Författare nr 1: Bauch Initialer: J.
 Titel: Discolouration in the Wood of Living and Cut Trees.
 Källa: IAWA Bulletin
 Nr: 5 Sidorna: 92-98 År: 1984 PaperID: 293
- Författare nr 1: Bauch Initialer: J.
 Titel: Significance of Bacteria in the Discoloration of Ilomba Wood (*Pycnanthus angolensis* Exell)
 Källa: Holzforschung
 Nr: 39 Sidorna: 249-252 År: 1985 PaperID: 284
- Författare nr 1: Bauch Initialer: J.
 Titel: On the Causes of Yellow Discolorations of Oak Heartwood (*Quercus* Sect. *robur*) during Drying
 Källa: Holzforschung
 Nr: 45 Sidorna: 79-85 År: 1991 PaperID: 253
- Författare nr 1: Becker Initialer: G.
 Titel: Verfahren der Zerstörungsfreien Holzprüfung
 Källa: Holz als Roh- und Werkstoff
 Nr: 51 Sidorna: 83-87 År: 1993 PaperID: 78
- Författare nr 1: Becker Initialer: G.
 Titel: Verfahren der Zerstörungsfreien Holzprüfung - Entwicklungstendenzen in Nordamerika und Folgerung für die Anwendung in Mitteleuropa
 Källa: Holz als Roh- und Werkstoff
 Nr: 51 Sidorna: 177-180 År: 1993 PaperID: 93

Författare nr 1:	Belfas	Initialer:	J.				
Titel:	Bonding Surface-Modified Karri and Jarrah with Resorcinol Formaldehyde						
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff						
	Nr: 51	Sidorna:	253-259	År:	1993	PaperID:	15
Författare nr 1:	Belgacem	Initialer:	M. N.				
Titel:	Effect of Corona Modification on the Mechanical Properties of Polypropylene/Cellulose Composites						
Källa:	Journal of Applied Polymer Science						
	Nr: 53	Sidorna:	379-385	År:	1994	PaperID:	55
Författare nr 1:	Bellmann	Initialer:	H.				
Titel:	Names of the more Important European Tree Species and Respective Woods in 12 Languages						
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff						
	Nr: 52	Sidorna:	325-336	År:	1994	PaperID:	176
Författare nr 1:	Biernacki	Initialer:	J. M.				
Titel:	Development of an Acousto-Ultrasonic Scanning System for Nondestructive Evaluation of Wood and Wood Laminates						
Källa:	Wood and Fiber Science						
	Nr: 25	Sidorna:	289-297	År:	1993	PaperID:	92
Författare nr 1:	Blajszczak	Initialer:	G.				
Titel:	Static VAr Compensator with Fully Controlled Reactors						
Källa:	IEE Proc.- Electric Power Applications						
	Nr: 141	Sidorna:	264-268	År:	1994	PaperID:	94
Författare nr 1:	Bolton	Initialer:	A. J.				
Titel:	The Hot Pressing of Dry-Formed Wood-Based Composites. Part 1.						
Källa:	Holzforschung						
	Nr: 42	Sidorna:	403-406	År:	1988	PaperID:	62
Författare nr 1:	Bonfield	Initialer:	P. W.				
Titel:	Fatigue and Creep of Chipboard						
Källa:	Wood Science and Technology						
	Nr: 28	Sidorna:	423-435	År:	1994	PaperID:	56
Författare nr 1:	Bonneau	Initialer:	P.				
Titel:	Influence of Heartwood-Sapwood Proportions on the Drying Kinetics of a Board						
Källa:	Wood Science and Technology						
	Nr: 28	Sidorna:	67-85	År:	1993	PaperID:	194
Författare nr 1:	Boone	Initialer:	S. R.				
Titel:	High-Temperature Kiln-Drying Red Maple Lumber - Some Options						
Källa:	Forest Products Journal						
	Nr: 36	Sidorna:	19-25	År:	1986	PaperID:	249
Författare nr 1:	Brauner	Initialer:	A. B.				
Titel:	Color Changes in Black Walnut as a Function of Temperature, Time, and Two Moisture Conditions.						
Källa:	Forest Products Journal						
	Nr: 18	Sidorna:	29-34	År:	1968	PaperID:	252
Författare nr 1:	Buchanan	Initialer:	A. H.				
Titel:	Bending Strength of Lumber						
Källa:	Journal of Structural Engineering						
	Nr: 116	Sidorna:	1213-1229	År:	1990	PaperID:	238
Författare nr 1:	Bucur	Initialer:	V.				
Titel:	Anisotropy Characterization of Structural Flakeboards with Ultrasonic Methods						
Källa:	Wood and Fiber Science						
	Nr: 24	Sidorna:	337-346	År:	1992	PaperID:	95

- Författare nr 1: Bullard Initialer: S. H.
 Titel: Substitution Among Capital, Labor and Raw Material in Upholstered Household Furniture Manufacturing
 Källa: Forest Products Journal
 Nr: 43 Sidorna: 64-66 År: 1993 PaperID: 234
- Författare nr 1: Cai Initialer: L.
 Titel: Influence of the Stiffness of Corner Joint on Case Furniture Deflection
 Källa: Holz als Roh- und Werkstoff
 Nr: 51 Sidorna: 406-408 År: 1993 PaperID: 96
- Författare nr 1: Caldersmith Initialer: G.
 Titel: Wood Properties from Sample Plate Measurements
 Källa: Catgut Acoustic Society Journal
 Nr: 1 Sidorna: 8-12 År: 1990 PaperID: 35
- Författare nr 1: Carnieri Initialer: C.
 Titel: Optimal Cutting of Lumber and Particleboards into Dimension Parts.
 Källa: Wood and Fiber Science
 Nr: 26 Sidorna: 131-141 År: 1994 PaperID: 31
- Författare nr 1: Cech Initialer: M. Y.
 Titel: Kiln Drying of 1-Inch Red Oak
 Källa: Forest Products Journal
 Nr: 25 Sidorna: 30-37 År: 1975 PaperID: 269
- Författare nr 1: Chafe Initialer: S. C.
 Titel: The Effect of Boiling on Shrinkage, Collapse and Other Wood-Water Properties in Core Segments of Eucalyptus regnans F. Muell
 Källa: Wood Science and Technology
 Nr: 27 Sidorna: 205-217 År: 1993 PaperID: 81
- Författare nr 1: Charrier Initialer: B.
 Titel: Colour and Chemical Characteristics of Moon Rings in Oakwood
 Källa: Holzforschung
 Nr: 49 Sidorna: 287-292 År: 1995 PaperID: 258
- Författare nr 1: Charrier Initialer: B.
 Titel: Characterization of European Oakwood Constituents Acting in the Brown Discolouration During Kiln Drying
 Källa: Holzforschung
 Nr: 49 Sidorna: 168-172 År: 1995 PaperID: 268
- Författare nr 1: Chen Initialer: y.
 Titel: Optimum Average Diffusion Coefficient: An Objective Index in Description of Wood Drying Data
 Källa: Wood and Fiber Science
 Nr: 26 Sidorna: 412-420 År: 1994 PaperID: 52
- Författare nr 1: Christiansen Initialer: A. W.
 Titel: Effect of Overdrying of Yellow-Poplar Veneer on Physical Properties and Bonding
 Källa: Holz als Roh- und Werkstoff
 Nr: 52 Sidorna: 139-149 År: 1994 PaperID: 100
- Författare nr 1: Clarke Initialer: S. H.
 Titel: Recent Work on the Relation between Anatomical Structure and Mechanical Strength in English Ash.
 Källa: Forestry
 Nr: 9 Sidorna: 132-140 År: 1935 PaperID: 300
- Författare nr 1: Cloutier Initialer: A.
 Titel: A Model of Moisture Movement in Wood Based on Water Potential and the Determination of the Effective Water Conductivity
 Källa: Wood Science and Technology
 Nr: 27 Sidorna: 95-114 År: 1993 PaperID: 99

Författare nr 1:	Collignan	Initialer:	A.			
Titel:	Description and Analysis of Timber Drying Kinetics					
Källa:	Drying Tecnology					
	Nr: 11	Sidorna:	489-506	År:	1993	PaperID: 86
Författare nr 1:	Conners	Initialer:	T. E.			
Titel:	Wood is a Bimodular Material					
Källa:	Wood and Fiber Science					
	Nr: 24	Sidorna:	413-423	År:	1992	PaperID: 98
Författare nr 1:	Cosenza	Initialer:	B. J.			
Titel:	Bacteria Associated with Discolored and Decayed Tissues in Beech, Birch and Maple.					
Källa:	Phytopathology					
	Nr: 60	Sidorna:	1547-1551	År:	1970	PaperID: 301
Författare nr 1:	Dai	Initialer:	C.			
Titel:	Spatial Structure of Wood Composites in Relation to Prosessing and Performance Characteristics					
Källa:	Wood Science and Technology					
	Nr: 28	Sidorna:	135-146	År:	1994	PaperID: 106
Författare nr 1:	Dai	Initialer:	C			
Titel:	Compression Behavior of Randomly Formed Wood Flake Mats					
Källa:	Wood and Fiber Science					
	Nr: 25	Sidorna:	349-358	År:	1993	PaperID: 70
Författare nr 1:	Davis	Initialer:	J.			
Titel:	A Field Transportable Computerized Tomography Scanner for the Nondestructive Testing of Wooden Power Poles					
Källa:	Materials Evaluation					
	Nr:	Sidorna:	332-337	År:	1993	PaperID: 84
Författare nr 1:	Davis	Initialer:	J. R.			
Titel:	Moisture Content in Drying Wood Using Direct Scanning Gamma-Ray Densitometry					
Källa:	Wood and Fiber Science					
	Nr: 25	Sidorna:	153-162	År:	1993	PaperID: 26
Författare nr 1:	Devres	Initialer:	Y. O.			
Titel:	Pscyrometric Properties of Humid Air: Calculation Procedures					
Källa:	Applied Energy					
	Nr: 48	Sidorna:	1-18	År:	1994	PaperID: 36
Författare nr 1:	Dujesiefken	Initialer:	D.			
Titel:	Discolouration in the Heartwood of Oak-Trees					
Källa:	IAWA Bulletin					
	Nr: 5	Sidorna:	128-132	År:	1984	PaperID: 303
Författare nr 1:	Dunlop	Initialer:	J.			
Titel:	Acoustical Propertiesof some Australian Woods					
Källa:	Catgut Acoustic Society Journal					
	Nr: 1	Sidorna:	17-20	År:	1991	PaperID: 34
Författare nr 1:	Dvorchak	Initialer:	M. J.			
Titel:	Water-Reducible, Unsaturated Polyesters as Binders and Clear Coatings for UV-Curable Furniture Coatings					
Källa:	Journal of Paint Technology					
	Nr: 64	Sidorna:	43-49	År:	1992	PaperID: 221
Författare nr 1:	Dziegielewski	Initialer:	S.			
Titel:	Der Einfluß der Befestigungsart von Rückwand und Tür auf die Steifigkeit von Behältnismöbeln					
Källa:	Holztechnologie					
	Nr: 30	Sidorna:	136-139	År:	1990	PaperID: 109
Författare nr 1:	Ebermann	Initialer:	R.			
Titel:	Distribution and Seasonal Variation of Wood Peroxidase Activity in Oak (Quercus robur)					
Källa:	Wood and Fiber Science					
	Nr: 17	Sidorna:	391-396	År:	1985	PaperID: 251
Författare nr 1:	Ebewele	Initialer:	R. O.			
Titel:	Polyamine-Modified Urea-Formaldehyde-Bonded Wood Joints. III.					
Källa:	Journal of Applied Polymer Science					
	Nr: 49	Sidorna:	229-245	År:	1993	PaperID: 10
Författare nr 1:	Ebewele	Initialer:	R. O.			

- Titel: Behaviour of Amine-Modified Urea-Formaldehyde-Bonded Wood Joints at Low Formaldehyde/Urea Molar Ratios
 Källa: Journal of Applied Polymer Science
 Nr: 52 Sidorna: 689-700 År: 1994 PaperID: 43
- Författare nr 1: Ebrahimzadeh Initialer: P. R.
 Titel: Effects of Humidity Changes on Damping and Stree Relaxation in Wood
 Källa: Journal of Materials Science
 Nr: 28 Sidorna: 5668-5674 År: 1993 PaperID: 111
- Författare nr 1: Eckelman Initialer: C. A.
 Titel: A Comprehensive Method of Analysis of Case Furniture
 Källa: Forest Products Journal
 Nr: 35 Sidorna: 62-68 År: 1985 PaperID: 214
- Författare nr 1: Eckelman Initialer: C. A.
 Titel: Strength of Furniture Joints Constructed with Through-Bolts and Dowel-Nuts
 Källa: Forest Products Journal
 Nr: 39 Sidorna: 41-48 År: 1989 PaperID: 213
- Författare nr 1: Eckelman Initialer: C. A.
 Titel: A Look at The Strength Design of Furniture
 Källa: Forest Products Journal
 Nr: 16 Sidorna: 21-24 År: 1966 PaperID: 48
- Författare nr 1: Eckelman Initialer: C. A.
 Titel: Potential Uses of Laminated Veneer Lumber in Furniture
 Källa: Forest Products Journal
 Nr: 43 Sidorna: 19-24 År: 1993 PaperID: 233
- Författare nr 1: Ellis Initialer: W. D.
 Titel: Pyrolysis, Leach Resistance, Hygroscopicity, and Decay Resistance of Wood Treated with Organophosphorus Esters in Combination with Isophorone.....
 Källa: Wood and Fiber Science
 Nr: 25 Sidorna: 236-241 År: 1993 PaperID: 113
- Författare nr 1: Ellis Initialer: S.
 Titel: Determination of Parallam Macroporosity by Two Optical Techniques
 Källa: Wood and Fiber Science
 Nr: 26 Sidorna: 70-77 År: 1994 PaperID: 112
- Författare nr 1: Ellis Initialer: W. D.
 Titel: Moisture Sorption and Swelling of Wood-Polymer Composites
 Källa: Wood and Fiber Science
 Nr: 26 Sidorna: 333-341 År: 1994 PaperID: 49
- Författare nr 1: Ferguson Initialer: W. J.
 Titel: A fully nonlinear analysis of Temperature, Moisture Content, and Pressure in a Capillary Porous Body
 Källa: Numerical Heat Transfer
 Nr: 23 Sidorna: 91-110 År: 1993 PaperID: 114
- Författare nr 1: Florence Initialer: E. J. M.
 Titel: Botryodiplodia theobromae Associated with Blue Staining in Commercially Important Timbers of Kerala and its possible biological control
 Källa: Material and Organisms
 Nr: 25 Sidorna: 193-199 År: 1992 PaperID: 282
- Författare nr 1: Fohr Initialer: J. P.
 Titel: Vacuum Drying of Oak Wood
 Källa: Drying Tecnology
 Nr: 13 Sidorna: 1675-1693 År: 1995 PaperID: 271
- Författare nr 1: Fonselius Initialer: M.
 Titel: Long-Term Experiments with End-Cracked Wooden Bams
 Källa: Wood Science and Technology
 Nr: 27 Sidorna: 137-150 År: 1993 PaperID: 115
- Författare nr 1: Forbes Initialer: C. L.
 Titel: Influence of Product and Supplier Attributes on Hardwood Lumber Purchase Decisions in the Furniture Industry
 Källa: Forest Products Journal
 Nr: 44 Sidorna: 51-56 År: 1994 PaperID: 236

- Författare nr 1: Forsyth Initialer: P. G.
Titel: Prevention of Non-Microbial Sapstains in Water-Stored Oak Logs
Källa: Forest Products Journal
Nr: 42 Sidorna: 59-61 År: 1992 PaperID: 281
- Författare nr 1: Forsyth Initialer: P. G.
Titel: Microscopic Characterization of Nonmicrobial Gray Sapstain in Southern Hardwood Lumber
Källa: Wood and Fiber Science
Nr: 23 Sidorna: 376-383 År: 1991 PaperID: 279
- Författare nr 1: Fridley Initialer: K. J.
Titel: Modelling Three-Dimensional Distortion of Wood Due to Anisotropic Shrinkage
Källa: Mathematical and Computer Modelling
Nr: 17 Sidorna: 23-30 År: 1993 PaperID: 5
- Författare nr 1: Fujimura Initialer: T.
Titel: Improvement of the Durability of Wood with Acrylic High Polymers. IV
Källa: Mokuzai Gakkaishi
Nr: 38 Sidorna: 264-269 År: 1992 PaperID: 116
- Författare nr 1: Fujimura Initialer: T.
Titel: Improvement of the Durability of Wood with Acrylic High Polymers. VIII
Källa: Mokuzai Gakkaishi
Nr: 40 Sidorna: 36-43 År: 1994 PaperID: 117
- Författare nr 1: Fujimura Initialer: T.
Titel: Improvement of the Durability of Wood with Acryl-High-Polymer. V
Källa: Mokuzai Gakkaishi
Nr: 39 Sidorna: 315-321 År: 1993 PaperID: 74
- Författare nr 1: Furuno Initialer: T.
Titel: Combinations of Wood and Silicate III
Källa: Mokuzai Gakkaishi
Nr: 39 Sidorna: 561-570 År: 1993 PaperID: 6
- Författare nr 1: Furuno Initialer: T.
Titel: The Role of Wall Polymer in the Decay Durabilities of Wood-Polymer Composites
Källa: Mokuzai Gakkaishi
Nr: 38 Sidorna: 285-293 År: 1992 PaperID: 118
- Författare nr 1: Gandhi Initialer: S.
Titel: A Survei of Upholstered Furniture Fabrics and Implications for Furniture Flammability
Källa: Journal of Fire Sciences
Nr: 12 Sidorna: 284-312 År: 1994 PaperID: 119
- Författare nr 1: Ganowicz Initialer: R.
Titel: Experimentelle Prufung der Theorie der Verformungen von Schrankkonstruktionen
Källa: Holztechnologie
Nr: 19 Sidorna: 202-206 År: 1978 PaperID: 215
- Författare nr 1: Gardner Initialer: D. J.
Titel: Adhesive Bonding of Pultruded Fiber-Reinforced Plastic to Wood
Källa: Forest Products Journal
Nr: 44 Sidorna: 62-66 År: 1994 PaperID: 261

Författare nr 1:	Geimer	Initialer:	R. L.			
Titel:	Density Range of Compression-Molded Polypropylene-Wood Composites					
Källa:	Wood and Fiber Science					
	Nr: 25	Sidorna:	163-169	År:	1993	PaperID: 120
Författare nr 1:	Gibson	Initialer:	L. J.			
Titel:	Wood					
Källa:	Cellular Solids					
	Nr:	Sidorna:	278-315	År:	1987	PaperID: 121
Författare nr 1:	Goheen	Initialer:	D. W.			
Titel:	Chemicals from Wood and Other Biomass					
Källa:	Journal of Chemical Education					
	Nr: 58	Sidorna:	544-547	År:	1981	PaperID: 44
Författare nr 1:	González	Initialer:	C.			
Titel:	Thermal Degradation of Wood Fillers at the Melt-Processing Temperatures of Wood-Plastic Composites					
Källa:	International Journal of Polymeric Materials					
	Nr: 23	Sidorna:	67-85	År:	1993	PaperID: 122
Författare nr 1:	Grigoriou	Initialer:	A.			
Titel:	Verwendung von Astholz der Obstbaumplantagen für die Herstellung von Spanplatten					
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff					
	Nr: 52	Sidorna:	126-130	År:	1994	PaperID: 37
Författare nr 1:	Grundberg	Initialer:	S. A.			
Titel:	Measuring Active Wood Fracture Surfaces					
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff					
	Nr: 51	Sidorna:	49-54	År:	1993	PaperID: 123
Författare nr 1:	Gui	Initialer:	Y. Q.			
Titel:	An Application of Finite Element Analysis to Wood Drying					
Källa:	Wood and Fiber Science					
	Nr: 26	Sidorna:	281-293	År:	1994	PaperID: 46
Författare nr 1:	Gunnels	Initialer:	D. W.			
Titel:	Temperature Dependence of Wood Surface Energy					
Källa:	Wood and Fiber Science					
	Nr: 26	Sidorna:	447-455	År:	1994	PaperID: 101
Författare nr 1:	Haag	Initialer:	H. F.			
Titel:	Low-VOC Waterborne Coatings for Wood Based on Nitrocellulose-Acrylic Latex					
Källa:	Journal of Paint Technology					
	Nr: 64	Sidorna:	19-26	År:	1992	PaperID: 220
Författare nr 1:	Habermehl	Initialer:	A.			
Titel:	Anwendungen der Mobilen Computer-Tomographie zur Zerstörungsfreien Untersuchung des Holzkörpers von Stehenden Bäumen					
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff					
	Nr: 51	Sidorna:	1-6	År:	1993	PaperID: 124
Författare nr 1:	Habermehl	Initialer:	A.			
Titel:	Anwendungen der Mobilen Computer-Tomographie zur Zerstörungsfreien Untersuchung des Holzkörpers von Stehenden Bäumen					
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff					
	Nr: 51	Sidorna:	101-106	År:	1993	PaperID: 77
Författare nr 1:	Haluk	Initialer:	J. P.			
Titel:	Prevention of Brown Discoloration in European Oakwood Occuring During Kiln Drying by a Vacuum Process					
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff					
	Nr: 50	Sidorna:	433-437	År:	1992	PaperID: 97
Författare nr 1:	Hansen	Initialer:	K.			
Titel:	Bacterial Staining of Samba (Triplachiton scleroxylon)					
Källa:	Conference Proceedings					
	Nr:	Sidorna:		År:	1988	PaperID: 295
Författare nr 1:	Harmsen	Initialer:	L.			
Titel:	Der Bakterienangriff auf Holz					
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff					
	Nr: 23	Sidorna:	389-393	År:	1965	PaperID: 285
Författare nr 1:	Hartley	Initialer:	I. D.			

- Titel: Water vapour Diffusion and Adsorption Characteristics of Sugar Maple Wood Polymer Composites
 Källa: Wood Science and Technology
 Nr: 27 Sidorna: 421-427 År: 1993 PaperID: 142
- Författare nr 1: Hayashi Initialer: K.
 Titel: Wood Viscoelastic Compliance Determination with Special Attention to Measurement Problems
 Källa: Materials and Structures
 Nr: 26 Sidorna: 370-376 År: 1993 PaperID: 125
- Författare nr 1: Hazer Initialer: B.
 Titel: Improvement of Wood Properties by Impregnation with Macromonomeric Initiators (Macroinimers)
 Källa: Journal of Applied Polymer Science
 Nr: 47 Sidorna: 1097-1102 År: 1993 PaperID: 126
- Författare nr 1: Hedley Initialer: M.
 Titel: Bacterial Brown Stain on Sawn Timber Cut from Water-Stored Logs.
 Källa: Conference Proceedings
 Nr: Sidorna: År: 1992 PaperID: 294
- Författare nr 1: Hernandez Initialer: R. E.
 Titel: Influence of Moisture Sorption History on the Swelling of Sugar Maple Wood and some Tropical Hardwoods
 Källa: Wood Science and Technology
 Nr: 27 Sidorna: 337-345 År: 1993 PaperID: 16
- Författare nr 1: Hernandez Initialer: R. E.
 Titel: Changes in Shrinkage and Tangential Compression Strength of Sugar Maple Below and Above the Fiber Saturation Point
 Källa: Wood and Fiber Science
 Nr: 26 Sidorna: 360-369 År: 1994 PaperID: 50
- Författare nr 1: Hernández Initialer: R. E.
 Titel: Influence of Moisture Sorption on the Compressive Properties of Hardwoods
 Källa: Wood and Fiber Science
 Nr: 25 Sidorna: 103-111 År: 1993 PaperID: 127
- Författare nr 1: Hiller Initialer: C. H.
 Titel: Relationships in Black Walnut Heartwood Between Color and Other Physical and Anatomical Characteristics
 Källa: Wood and Fiber
 Nr: 4 Sidorna: 38-42 År: 1972 PaperID: 247
- Författare nr 1: Hirai Initialer: N.
 Titel: Piezoelectric Relaxation of Wood in High Temperature Region
 Källa: Mokuzai Gakkaishi
 Nr: 38 Sidorna: 820-824 År: 1992 PaperID: 128
- Författare nr 1: Ho Initialer: C. L.
 Titel: The Use of Performance Tests in Evaluating Joint and Fastener Strength in Case Furniture
 Källa: Forest Products Journal
 Nr: 44 Sidorna: 47-53 År: 1994 PaperID: 230
- Författare nr 1: Hon Initialer: D. N. S.
 Titel: Composites from Benzylated Wood and Polystyrenes: Their Processability and Viscoelastic Properties
 Källa: Journal of Applied Polymer Science
 Nr: 50 Sidorna: 7-11 År: 1993 PaperID: 129

Författare nr 1:	Hon	Initialer:	D. N. S.		
Titel:	Interaction of Sulphur Dioxide and Nitric Oxide with Photoirradiated Wood Surfaces				
Källa:	Wood and Fiber Science				
	Nr: 25	Sidorna:	136-141	År: 1993	PaperID: 130
Författare nr 1:	Hora	Initialer:	G.		
Titel:	The Dynamic Contact Angle - A Characteristic to Predict the Life-Time of a Wood Topcoat				
Källa:	Journal Of Paint Technology				
	Nr: 66	Sidorna:	55-59	År: 1994	PaperID: 131
Författare nr 1:	Hrutfjord	Initialer:	B. F.		
Titel:	Chemistry of Oregonin				
Källa:	Conference Proceedings				
	Nr: 1	Sidorna:	95-98	År: 1981	PaperID: 276
Författare nr 1:	Hunter	Initialer:	A. J.		
Titel:	On Movement of Water Through Wood - The Diffusion Coefficient				
Källa:	Wood Science and Technology				
	Nr: 27	Sidorna:	401-408	År: 1993	PaperID: 141
Författare nr 1:	Hutchins	Initialer:	C. M.		
Titel:	A Note on Bridge Tuning for the Violin Maker				
Källa:	Catgut Acoustic Society Journal				
	Nr: 42	Sidorna:	15-16	År: 1984	PaperID: 147
Författare nr 1:	Hwang	Initialer:	B. J.		
Titel:	An Optimal Operational Strategy for Wood in Batch Drying System				
Källa:	The Canadian Journal of Chemical Engineering				
	Nr: 72	Sidorna:	594-601	År: 1994	PaperID: 57
Författare nr 1:	Höster	Initialer:	H. R.		
Titel:	Verfärbungen bei Buchenholz nach Wasserlagerung				
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff				
	Nr: 32	Sidorna:	270-277	År: 1974	PaperID: 275
Författare nr 1:	Inoue	Initialer:	M.		
Titel:	Steam or Heat Fixation of Compressed Wood				
Källa:	Wood and Fiber Science				
	Nr: 25	Sidorna:	224-235	År: 1993	PaperID: 21
Författare nr 1:	Inoue	Initialer:	M.		
Titel:	Fixation of Compressed Wood Using Melamine-Formaldehyde Resin				
Källa:	Wood and Fiber Science				
	Nr: 25	Sidorna:	404-410	År: 1993	PaperID: 69
Författare nr 1:	Janowiak	Initialer:	J. J.		
Titel:	Shear Moduli Determination Using Torsional Stiffness Measurements				
Källa:	Wood and Fiber Science				
	Nr: 24	Sidorna:	392-400	År: 1992	PaperID: 132
Författare nr 1:	Johansson	Initialer:	C.		
Titel:	Development of a Lightweight Wooden Joist Floor with High Impact Noise Insulation				
Källa:	Applied Acoustics				
	Nr: 43	Sidorna:	67-79	År: 1994	PaperID: 133
Författare nr 1:	Johnsson	Initialer:	S. E.		
Titel:	Characteristics of Phenol-Formaldehyde Adhesive Bonds in Steam Injection Pressed Flakeboard				
Källa:	Wood and Fiber Science				
	Nr: 26	Sidorna:	259-269	År: 1994	PaperID: 41
Författare nr 1:	Kasal	Initialer:	B.		
Titel:	Stress Design of Wood Beam-Columns Using Exact Second-Order Moments				
Källa:	Forest Products Journal				
	Nr: 45	Sidorna:	51-53	År: 1995	PaperID: 240

- Författare nr 1: Kato Initialer: C.
Titel: The Wear Characteristics of a Wood Working Knife with a Vanadium Carbide Coating only on the Back Surface.
Källa: Mokuzaï Gakkaishi
Nr: 39 Sidorna: 406-411 År: 1993 PaperID: 134
- Författare nr 1: Kawai Initialer: S.
Titel: Properties of Compressed Laminated Veneer Lumber Produced by Steam Pressing
Källa: Mokuzaï Gakkaishi
Nr: 39 Sidorna: 550-554 År: 1993 PaperID: 7
- Författare nr 1: Kawamoto Initialer: S.
Titel: Attenuation of Acoustic Emission Waves During the Drying of Wood. I
Källa: Mokuzaï Gakkaishi
Nr: 40 Sidorna: 694-702 År: 1994 PaperID: 135
- Författare nr 1: Kawamoto Initialer: S.
Titel: Attenuation of Ultrasonic Waves in Wood
Källa: Mokuzaï Gakkaishi
Nr: 40 Sidorna: 772-776 År: 1994 PaperID: 136
- Författare nr 1: Kaya Initialer: F.
Titel: Variation of the Crushing Strength and Some Related Properties of Red Pine
Källa: Wood Science and Technology
Nr: 27 Sidorna: 229-239 År: 1993 PaperID: 80
- Författare nr 1: Kehr Initialer: E.
Titel: Feuchtbeständigkeit und Hydrolyseresistenz von Holz-zu-Holz-Bindungen in Spanplatten, Hergestellt mit Formaldehydearmen modifizierten Harnstoff-Formal
Källa: Holz als Roh- und Werkstoff
Nr: 51 Sidorna: 197-207 År: 1993 PaperID: 137
- Författare nr 1: Kim Initialer: C. W.
Titel: Hierarchical Classification of Surface Defects on Dusty Wood Boards
Källa: Pattern Recognition Letters
Nr: 15 Sidorna: 713-721 År: 1994 PaperID: 54
- Författare nr 1: Kirsch Initialer: U.
Titel: Efficient Sensitivity Analysis for Structural Optimization
Källa: Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering
Nr: 117 Sidorna: 143-156 År: 1994 PaperID: 139
- Författare nr 1: Kline Initialer: D. E.
Titel: Management of Wood Products Manufacturing Using Simulation/Animation
Källa: Forest Products Journal
Nr: 42 Sidorna: 45-52 År: 1992 PaperID: 235
- Författare nr 1: Kline Initialer: D. E.
Titel: Effect of Hardwood Sawmill Edging and Trimming Practices on Furniture Part Production
Källa: Forest Products Journal
Nr: 43 Sidorna: 22-26 År: 1993 PaperID: 231
- Författare nr 1: Klumpers Initialer: J.
Titel: The Influences of Age, Extractive Content and Soil Water on Wood Color in Oak: the Possible Genetic Determination of Wood Color
Källa: Annales des Sciences Forestieres
Nr: 50 Sidorna: 403-409 År: 1993 PaperID: 246
- Författare nr 1: Klumpers Initialer: J.
Titel: Ellagitannins in European Oak Wood: Polymerization During Wood Ageing
Källa: Phytochemistry
Nr: 36 Sidorna: 1249-1252 År: 1994 PaperID: 243
- Författare nr 1: Klumpers Initialer: J.
Titel: Influence of Age and Annual Ring Width on the Wood Colour of Oaks
Källa: Holz als Roh- und Werkstoff
Nr: 50 Sidorna: 167-171 År: 1992 PaperID: 242

- Författare nr 1: Knaebe Initialer: M.
 Titel: Determining Paint Adhesion to Wood Using a Uniform Double-Cantilever Beam Technique
 Källa: Journal of Testing and Evaluation
 Nr: 21 Sidorna: 272-279 År: 1993 PaperID: 9
- Författare nr 1: Koltzenburg Initialer: C.
 Titel: Zur Entstehung von Verfärbung in gelagertem Bergahornholz (*Acer pseudoplatanus* L.)
 Källa: Holz als Roh- und Werkstoff
 Nr: 33 Sidorna: 420-426 År: 1975 PaperID: 291
- Författare nr 1: Kreber Initialer: B.
 Titel: Discolorations of Hem-Fir Wood: A Review of the Mechanisms
 Källa: Forest Products Journal
 Nr: 44 Sidorna: 35-42 År: 1994 PaperID: 260
- Författare nr 1: Kreber Initialer: B.
 Titel: Methyl Bromide Fumigation to Control Non-Microbial Discolorations in Western Hemlock and Red Alder
 Källa: Forest Products Journal
 Nr: 44 Sidorna: 63-67 År: 1994 PaperID: 286
- Författare nr 1: Kreber Initialer: B.
 Titel: Ability of Selected Bacterial and Fungal Bioprotectants to Limit Fungal Stain in Ponderosa Pine Sapwood
 Källa: Wood and Fiber Science
 Nr: 25 Sidorna: 23-34 År: 1993 PaperID: 140
- Författare nr 1: Kreber Initialer: B.
 Titel: Production of Brown Stain in Hemlock Logs and Lumber during Storage
 Källa: Forest Products Journal
 Nr: 46 Sidorna: 53-58 År: 1996 PaperID: 259
- Författare nr 1: Kumar Initialer: S.
 Titel: Chemical Modification of Wood
 Källa: Wood and Fiber Science
 Nr: 26 Sidorna: 270-280 År: 1994 PaperID: 47
- Författare nr 1: Kumar Initialer: M.
 Titel: Properties of Acacia and Eucalyptus Woods
 Källa: Journal of Materials Science Letters
 Nr: 11 Sidorna: 1439-1440 År: 1992 PaperID: 2
- Författare nr 1: Kuukkanen Initialer: R.
 Titel: The Study of Creep in Wood at Different Loading Directions to the Growth Rings
 Källa: Holz als Roh- und Werkstoff
 Nr: 51 Sidorna: 143 År: 1993 PaperID: 79
- Författare nr 1: Le Govic Initialer: C.
 Titel: Methodological Developments in the Testing of Wood Based Panels. Part 1: Tensile and Compression Tests
 Källa: Materials and Structures
 Nr: 27 Sidorna: 229-236 År: 1994 PaperID: 45
- Författare nr 1: Lesino Initialer: G.
 Titel: The Laser-Sandblasting Method: A New Method for the Qualitative Annual Ring Analysis of Conifers
 Källa: Wood Science and Technology
 Nr: 28 Sidorna: 159-171 År: 1994 PaperID: 143
- Författare nr 1: Liang Initialer: B. H.
 Titel: Properties of Transfer-Molded Wood-Fiber/Polystyrene Composites
 Källa: Wood and Fiber Science
 Nr: 26 Sidorna: 382-389 År: 1994 PaperID: 51
- Författare nr 1: Liese Initialer: W.
 Titel: Holzbakterien und Holzschutz
 Källa: Material and Organisms
 Nr: 27 Sidorna: 191-202 År: 1992 PaperID: 283
- Författare nr 1: Linares-Hernandez Initialer: A.
 Titel: End Coating Logs to Prevent Stain and Checking
 Källa: Forest Products Journal
 Nr: 47 Sidorna: 65-70 År: 1997 PaperID: 257
- Författare nr 1: Liu Initialer: T.

Titel:	Regular Regime Analysis and Moisture Diffusivity in Wood				
Källa:	Drying Tecnology				
	Nr: 11	Sidorna: 977-1003	År: 1993	PaperID: 4	
Författare nr 1:	Liu	Initialer: J. Y.			
Titel:	Reaction Rate Model for the Fatigue Strength of Wood				
Källa:	Wood and Fiber Science				
	Nr: 26	Sidorna: 3-10	År: 1994	PaperID: 144	
Författare nr 1:	Lowell	Initialer: E. C.			
Titel:	Effects of Lean in Red Alder Trees on Wood Shrinkage and Density				
Källa:	Wood and Fiber Science				
	Nr: 25	Sidorna: 2-7	År: 1993	PaperID: 145	
Författare nr 1:	Lugo	Initialer: A. E.			
Titel:	Loss in Species Caused by Tropical Deforestation and Their Recovery Through Management				
Källa:	Ambio				
	Nr: 22	Sidorna: 106-109	År: 1993	PaperID: 209	
Författare nr 1:	Magel	Initialer: E. A.			
Titel:	Storage Carbohydrates and Adenine Nucleotides in Trunks of <i>Fagus sylvatica</i> L. in Relation to Discolored Wood				
Källa:	Holzforschung				
	Nr: 47	Sidorna: 19-24	År: 1993	PaperID: 264	
Författare nr 1:	Mantanis	Initialer: G. I.			
Titel:	Swelling of Wood. Part 1. Swelling in Water				
Källa:	Wood Science and Technology				
	Nr: 28	Sidorna: 119-134	År: 1994	PaperID: 151	
Författare nr 1:	Marcok	Initialer: M.			
Titel:	Propagation of Plane Acoustical Waves in Wood as a Stochastic Medium				
Källa:	Acustica				
	Nr: 77	Sidorna: 283-289	År: 1993	PaperID: 152	
Författare nr 1:	Maristany	Initialer: A. G.			
Titel:	Application of the Dichromatic Reflection Model to Wood				
Källa:	Wood and Fiber Science				
	Nr: 26	Sidorna: 249-258	År: 1994	PaperID: 38	
Författare nr 1:	McIntyre	Initialer: M. E.			
Titel:	On Measuring Wood Properties, Part 3.				
Källa:	Catgut Acoustic Society Journal				
	Nr: 45	Sidorna: 14-23	År: 1986	PaperID: 149	
Författare nr 1:	McIntyre	Initialer: M. E.			
Titel:	On Measuring Wood Properties, Part 2.				
Källa:	Catgut Acoustic Society Journal				
	Nr: 43	Sidorna: 18-24	År: 1985	PaperID: 148	
Författare nr 1:	McIntyre	Initialer: M. E.			
Titel:	On Measuring Wood Properties, Part 1.				
Källa:	Catgut Acoustic Society Journal				
	Nr: 42	Sidorna: 11-15	År: 1984	PaperID: 146	
Författare nr 1:	Megens	Initialer: P.			
Titel:	Low Viscous UV-Curable Wood Coatings				
Källa:	Surface Coatings International				
	Nr: 77	Sidorna: 245-249	År: 1994	PaperID: 58	

- Författare nr 1: Michon Initialer: S. G. L.
 Titel: The Use of a Microtensile Strength bench for Testing the Strength of Growth Rings of Softwoods and Hardwoods parallel to the Grain
 Källa: Holz als Roh- und Werkstoff
 Nr: 52 Sidorna: 176-178 År: 1994 PaperID: 153
- Författare nr 1: Middleton Initialer: T. M.
 Titel: Coating / Wood Substrate Behaviour in Dacrydium cupressinum, Podocarpus dacrydioides and Pinus radiata Weatherboards
 Källa: Wood Science and Technology
 Nr: 27 Sidorna: 357-371 År: 1993 PaperID: 154
- Författare nr 1: Militz Initialer: H.
 Titel: Vorbehandlung von Fichtenholz mit Chemikalien mit dem Ziel der Verbesserung der Imprägnierbarkeit
 Källa: Holz als Roh- und Werkstoff
 Nr: 51 Sidorna: 14-20 År: 1993 PaperID: 156
- Författare nr 1: Militz Initialer: H.
 Titel: Vorbehandlung von Fichtenholz mit Chemikalien mit dem Ziel der Verbesserung der Imprägnierbarkeit
 Källa: Holz als Roh- und Werkstoff
 Nr: 50 Sidorna: 485-491 År: 1992 PaperID: 155
- Författare nr 1: Mills Initialer: T. P.
 Titel: Identification of Wood Species by Acoustic-Resonance Spectrometry Using Multivariate Subpopulation Analysis
 Källa: Applied Spectroscopy
 Nr: 47 Sidorna: 1880-1886 År: 1993 PaperID: 1
- Författare nr 1: Milota Initialer: M. R.
 Titel: Applied Drying Technology, 1988 to 1993
 Källa: Forest Products Journal
 Nr: 45 Sidorna: 33-41 År: 1995 PaperID: 267
- Författare nr 1: Minato Initialer: K
 Titel: Moisture Adsorption Characteristics of Medium-Density Fiberboard and its Raw Wood Fiber Treated with Formaldehyde
 Källa: Mokuzai Gakkaishi
 Nr: 39 Sidorna: 1162-1168 År: 1993 PaperID: 157
- Författare nr 1: Mints Initialer: M. Y
 Titel: A Method for Simultaneous Equalization of Currents, Balancing of Phase Voltages and Compensation of Reactive Power in Three-Phase Networks
 Källa: Electrical Technology
 Nr: Sidorna: 101-107 År: 1993 PaperID: 42
- Författare nr 1: Mize Initialer: C. W.
 Titel: Using Fractional Factorial Design in Forest Products Research
 Källa: Wood and Fiber Science
 Nr: 26 Sidorna: 237-248 År: 1994 PaperID: 39
- Författare nr 1: Mohager Initialer: S.
 Titel: Long Term Creep of Wood in Cyclic Relative Humidity
 Källa: Wood Science and Technology
 Nr: 27 Sidorna: 49-59 År: 1993 PaperID: 158
- Författare nr 1: Morgan Initialer: J. W. W.
 Titel: The Chemistry of Colour Changes in Wood
 Källa: Holzforschung
 Nr: 22 Sidorna: 11-16 År: 1968 PaperID: 278
- Författare nr 1: Nair Initialer: P.
 Titel: Near-IR Identification of Woods for Restoration of Historic Buildings and Furniture
 Källa: Applied Spectroscopy
 Nr: 47 Sidorna: 287-291 År: 1993 PaperID: 88

- Författare nr 1: Nault Initialer: J. R.
Titel: Differentiation of some Canadian Coniferous Woods by Combined Diffuse and Specular Reflectance Fourier Transform Infrared Spectrometry
Källa: Wood and Fiber Science
Nr: 24 Sidorna: 424-431 År: 1992 PaperID: 159
- Författare nr 1: Neegi Initialer: J. S.
Titel: Heat Treatment of Fibreboards
Källa: Research and Industry
Nr: 38 Sidorna: 248-253 År: 1993 PaperID: 29
- Författare nr 1: Negi Initialer: J. S.
Titel: Heat Treatment of Fibreboards
Källa: Research and Industry
Nr: 38 Sidorna: 248-253 År: 1993 PaperID: 160
- Författare nr 1: Nelson Initialer: N. D.
Titel: Relationship of Black Walnut Wood Color to Soil Properties and Site
Källa: Wood and Fiber
Nr: Sidorna: 29-37 År: 1970 PaperID: 254
- Författare nr 1: Nelson Initialer: N. D.
Titel: Extratives Produced During Heartwood Formation in Relation to Amounts of Parenchyma in Juglans nigra and Quercus robur
Källa: Canadian Journal of Forest Research
Nr: 5 Sidorna: 291-301 År: 1975 PaperID: 248
- Författare nr 1: Neumann Initialer: R.
Titel: Zur Feuchtbewegung im Holz Während der Konvektiven Vakuumtrocknung
Källa: Holz als Roh- und Werkstoff
Nr: 51 Sidorna: 156-162 År: 1993 PaperID: 24
- Författare nr 1: Nordström Initialer: J. E. P.
Titel: End-Grain Glue-Joint Strength
Källa: Holz als Roh- und Werkstoff
Nr: 52 Sidorna: 376 År: 1994 PaperID: 211
- Författare nr 1: Nussbaum Initialer: R. M.
Titel: Oxidative Activation of Wood Surfaces by Flame Treatment
Källa: Wood Science and Technology
Nr: 27 Sidorna: 183-193 År: 1993 PaperID: 82
- Författare nr 1: Nylander Initialer: L. A.
Titel: Carcinogenic Effects of Wood Dust: Review and Discussion
Källa: American Journal of Industrial Medicine
Nr: 24 Sidorna: 619-647 År: 1993 PaperID: 226
- Författare nr 1: Ogiso Initialer: K.
Titel: Wood-Inorganic Composites Prepared by Sol-Gel Process II
Källa: Mokuzai Gakkaishi
Nr: 39 Sidorna: 301-307 År: 1993 PaperID: 72
- Författare nr 1: Ohkoshi Initialer: M.
Titel: Bonding of Wood by Thermoplasticizing the Surfaces
Källa: Mokuzai Gakkaishi
Nr: 38 Sidorna: 854-861 År: 1992 PaperID: 150
- Författare nr 1: Ohkoshi Initialer: M.
Titel: Determination of Substituent Distribution of DMSO-Soluble Portion of Acetylated Wood Meal by C-NMR Spectroscopy
Källa: Mokuzai Gakkaishi
Nr: 39 Sidorna: 849-854 År: 1993 PaperID: 161
- Författare nr 1: Ohlsson Initialer: S.
Titel: Elastic Properties from Dynamic Tests and Computer Modelling
Källa: Journal of Structural Engineering
Nr: 118 Sidorna: 2677-2690 År: 1992 PaperID: 60

- Författare nr 1: Ohya Initialer: S.
Titel: Analysis of the Wood Slicing Mechanism Along the Grain
Källa: Mokuzai Gakkaishi
Nr: 39 Sidorna: 529-534 År: 1993 PaperID: 8
- Författare nr 1: Ohya Initialer: S.
Titel: Analysis of Wood Slicing Mechanism along the Grain. I.
Källa: Mokuzai Gakkaishi
Nr: 38 Sidorna: 1098-1104 År: 1992 PaperID: 163
- Författare nr 1: Ohya Initialer: S.
Titel: Analyses of Cutting Energies in Slicing Along the Grain of Wood
Källa: Mokuzai Gakkaishi
Nr: 40 Sidorna: 577-583 År: 1994 PaperID: 162
- Författare nr 1: Olkkonen Initialer: M. T.
Titel: Automated Low Energy Photon Absorbption Equipment for Measuring Internal Moisture and Density Distributions of Wood Samples
Källa: Holz als Roh- und Werkstoff
Nr: 51 Sidorna: 417-421 År: 1993 PaperID: 30
- Författare nr 1: Ota Initialer: M.
Titel: The Chemistry of Color Changes in Kiri Wood
Källa: Mokuzai Gakkaishi
Nr: 35 Sidorna: 438-446 År: 1989 PaperID: 287
- Författare nr 1: Ota Initialer: M.
Titel: The Chemistry of Color Changes in Kiri Wood II
Källa: Mokuzai Gakkaishi
Nr: 37 Sidorna: 254-260 År: 1991 PaperID: 280
- Författare nr 1: Ota Initialer: M.
Titel: The Chemistry of Color Changes in Kiri Wood (*Paulownia tomentosa* Steud.) III
Källa: Mokuzai Gakkaishi
Nr: 39 Sidorna: 479-485 År: 1993 PaperID: 164
- Författare nr 1: Pang Initialer: S.
Titel: The Application of Mathematical Models to the Commercial High-Temperature Drying of Softwood Lumber
Källa: Drying Tecnology
Nr: 13 Sidorna: 1635-1674 År: 1995 PaperID: 255
- Författare nr 1: Park Initialer: W. K.
Titel: Measuring Maximum Latewood Density by Image Analysis at the Cellular Level
Källa: Wood and Fiber Science
Nr: 25 Sidorna: 326-332 År: 1993 PaperID: 67
- Författare nr 1: Pellicane Initialer: P. J.
Titel: Modeling Wood in Transverse Compression
Källa: Journal of Testing and Evaluation
Nr: 22 Sidorna: 376-382 År: 1994 PaperID: 165
- Författare nr 1: Pellicane Initialer: P. J.
Titel: Application of the Sb Distribution to the Prediction of Concomitant Wood Properties
Källa: Wood Science and Technology
Nr: 27 Sidorna: 161-172 År: 1993 PaperID: 83
- Författare nr 1: Peralta Initialer: P. N.
Titel: Experiments on Steady-State Ninisothermal Moisture Movement in Wood
Källa: Wood and Fiber Science
Nr: 25 Sidorna: 124-135 År: 1993 PaperID: 25
- Författare nr 1: Pérez Initialer: V.
Titel: In Vitro Decay of *Aeetoxicon punctatum* and *Fagus sylvatica* Woods by White and Brown Rot Fungi
Källa: Wood Science and Technology
Nr: 27 Sidorna: 295-307 År: 1993 PaperID: 166

- Författare nr 1: Phelps Initialer: J. E.
Titel: Color Analysis of White Oak, Edge-Glued Furniture Panel Stock
Källa: Forest Products Journal
Nr: 44 Sidorna: 35-38 År: 1994 PaperID: 237
- Författare nr 1: Phelps Initialer: J. E.
Titel: Discolorations and Streaks in Black Walnut - a Microscopic Evaluation.
Källa: Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt....
Nr: 131 Sidorna: 99-112 År: 1980 PaperID: 290
- Författare nr 1: Phelps Initialer: J. E.
Titel: Growth-Quality Evaluation of Black Walnut Wood., Part II-Color Analyses of Veneer Produced on Different Sites
Källa: Wood and Fiber Science
Nr: 15 Sidorna: 177-185 År: 1983 PaperID: 245
- Författare nr 1: Phelps Initialer: J. E.
Titel: Growth-Quality Evaluation of Black Walnut Wood., Part III-An Anatomical Study of Color Characteristics of Black Walnut Veneer
Källa: Wood and Fiber Science
Nr: 15 Sidorna: 212-218 År: 1983 PaperID: 244
- Författare nr 1: Pisaniello Initialer: D. L.
Titel: Occupational Wood Dust Exposures, Lifestyle Variables, and Respiratory Symptoms
Källa: Journal of Occupational Medicine
Nr: 34 Sidorna: 788-792 År: 1992 PaperID: 225
- Författare nr 1: Pisaniello Initialer: D. L.
Titel: Wood Dust Exposure During Furniture Manufacture
Källa: American Industrial Hygiene Association Journal
Nr: 52 Sidorna: 485-492 År: 1991 PaperID: 217
- Författare nr 1: Pizzi Initialer: A.
Titel: Wood-Induced Catalytic Activation of PF Adhesives Autopolymerization vs. PF/Wood Covalent Bonding
Källa: Journal of Applied Polymer Science
Nr: 52 Sidorna: 1847-1856 År: 1994 PaperID: 53
- Författare nr 1: Prokopski Initialer: G.
Titel: The Application of Fracture Mechanics to the Testing of Wood
Källa: Journal of Materials Science
Nr: 28 Sidorna: 5995-5999 År: 1993 PaperID: 64
- Författare nr 1: Puiggali Initialer: J. R.
Titel: Assessment of Timber Drying Schedules by Evaluation of Damage Risks
Källa: Drying Tecnology
Nr: 11 Sidorna: 507-524 År: 1993 PaperID: 87
- Författare nr 1: Rabiej Initialer: R. J.
Titel: The Effect of Clamping Pressure and Orthotropic Wood Structure on Strength of Glued Bonds
Källa: Wood and Fiber Science
Nr: 24 Sidorna: 260-273 År: 1992 PaperID: 167
- Författare nr 1: Rajak Initialer: Z. I.
Titel: Edge and Face Withdrawal Strength of Large Screws in Particleboard and Medium Density Fiberboard
Källa: Forest Products Journal
Nr: 43 Sidorna: 25-30 År: 1993 PaperID: 232
- Författare nr 1: Randhawa Initialer: S. U.
Titel: A discrete-Event Object-Oriented Modeling Environment for Sawmill Simulation
Källa: Simulation
Nr: 64 Sidorna: 119-130 År: 1994 PaperID: 168
- Författare nr 1: Ranta-Maunus Initialer: A.
Titel: Rheological Behaviour of Wood in Directions Perpendicular to the Grain
Källa: Materials and Structures
Nr: 26 Sidorna: 362-369 År: 1993 PaperID: 22
- Författare nr 1: Richardsson Initialer: G.
Titel: A Comparison of Two- and Three-dimensional Finite Element Analyses of Adhesive Joints
Källa: International Journal of Adhesion and Adhesives
Nr: 13 Sidorna: 193-200 År: 1993 PaperID: 12

Författare nr 1:	Richter	Initialer:	K.			
Titel:	Untersuchung der Kapillaren Transportwege im Weißtannenholz					
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff					
	Nr: 50	Sidorna:	329-336	År:	1992	PaperID: 59
Författare nr 1:	Richter	Initialer:	C.			
Titel:	Neues Verfahren zur Herstellung von Dämmstoffen niedriger Dichte aus Holz und Einjahrepflanzen					
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff					
	Nr: 51	Sidorna:	235-239	År:	1993	PaperID: 17
Författare nr 1:	Ritter	Initialer:	D. C.			
Titel:	Zones of Gelatinous Fibers in Populus Balsaminifera L.					
Källa:	Wood and Fiber Science					
	Nr: 25	Sidorna:	198-208	År:	1993	PaperID: 169
Författare nr 1:	River	Initialer:	B. H.			
Titel:	Failure Mechanism in Wood Joints Bonded With Urea-Formaldehyde Adhesives					
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff					
	Nr: 52	Sidorna:	179-184	År:	1994	PaperID: 170
Författare nr 1:	River	Initialer:	B. H.			
Titel:	Contoured Wood Double Cantilever Beam Specimen for Adhesive Joint Fracture Tests					
Källa:	Journal of Testing and Evaluation					
	Nr: 21	Sidorna:	21-28	År:	1993	PaperID: 171
Författare nr 1:	Rosenberg	Initialer:	E.			
Titel:	In-Kiln Measurements of Moisture Content in Timber Using Nuclear Radiation Technique					
Källa:	Holzforschung					
	Nr: 51	Sidorna:	268-272	År:	1997	PaperID: 265
Författare nr 1:	Rowell	Initialer:	R. M.			
Titel:	Property Enhancements of Wood Composites					
Källa:	Composite Applications					
	Nr:	Sidorna:	365-382	År:	1992	PaperID: 76
Författare nr 1:	Rowell	Initialer:	R. M.			
Titel:	Acetyl Distribution in Acetylated Whole Wood and Reactivity of Isolated Wood cell-Wall Components to Acetic Anhydride					
Källa:	Wood and Fiber Science					
	Nr: 26	Sidorna:	11-18	År:	1994	PaperID: 32
Författare nr 1:	Rowell	Initialer:	R. M.			
Titel:	Stability of Acetylated Wood to Environmental Changes					
Källa:	Wood and Fiber Science					
	Nr: 25	Sidorna:	359-364	År:	1993	PaperID: 65
Författare nr 1:	Rundmo	Initialer:	T.			
Titel:	Economic Assessment of Occupational Injuries in Furniture Industries					
Källa:	Safety Science					
	Nr: 18	Sidorna:	33-43	År:	1994	PaperID: 172
Författare nr 1:	Ruzickova	Initialer:	E.			
Titel:	Remanent Magnetization of Subfossil Wood					
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff					
	Nr: 50	Sidorna:	455	År:	1992	PaperID: 173
Författare nr 1:	Rättö	Initialer:	M.			
Titel:	Potentials of Enzymes for Wood debarking					
Källa:	Tappi Journal					
	Nr: 76	Sidorna:	125-128	År:	1993	PaperID: 174

Författare nr 1:	Sachs	Initialer:	I. B.			
Titel:	Heartwood Stain in Red Oak					
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff					
	Nr: 24	Sidorna:	489-497	År:	1966	PaperID: 297
Författare nr 1:	Saka	Initialer:	S.			
Titel:	Wood-Inorganic Composites Prepared by Sol-Gel Process III					
Källa:	Mokuzai Gakkaishi					
	Nr: 39	Sidorna:	308-314	År:	1993	PaperID: 71
Författare nr 1:	Sakata	Initialer:	I.			
Titel:	Activation of Wood Surface by Corona Treatment to Improve Adhesive Bonding					
Källa:	Journal of Applied Polymer Science					
	Nr: 49	Sidorna:	1251-1258	År:	1993	PaperID: 177
Författare nr 1:	Samarasinghe	Initialer:	S.			
Titel:	Creep Modeling of Wood Using Time-Temperature Superposition					
Källa:	Wood and Fiber Science					
	Nr: 26	Sidorna:	122-130	År:	1994	PaperID: 178
Författare nr 1:	Sasaki	Initialer:	H			
Titel:	Recent Research and Development Work on Wood Composites in Japan					
Källa:	Wood Science and Technology					
	Nr: 28	Sidorna:	241-248	År:	1994	PaperID: 40
Författare nr 1:	Schmidt	Initialer:	O.			
Titel:	Occurrence and Significance of Bacteria in Wood					
Källa:	Holzforschung					
	Nr: 48	Sidorna:	271-277	År:	1994	PaperID: 263
Författare nr 1:	Schmidt	Initialer:	O.			
Titel:	Bakterien im Stammholz von Buchen aus Waldschadensgebieten und Ihre Bedeutung für Holzverfärbungen.					
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff					
	Nr: 47	Sidorna:	285-290	År:	1989	PaperID: 288
Författare nr 1:	Schneider	Initialer:	H.			
Titel:	Matting of Modern Surface Coatings					
Källa:	Surface Coatings International					
	Nr: 77	Sidorna:	376-385	År:	1994	PaperID: 222
Författare nr 1:	Schneider	Initialer:	M.H.			
Titel:	Wood Polymer Composites					
Källa:	Wood and Fiber Science					
	Nr: 26	Sidorna:	142-151	År:	1994	PaperID: 180
Författare nr 1:	Sexton	Initialer:	C. M.			
Titel:	Assessing Fungal Decay of Wood by Small-Scale Toughness tests					
Källa:	Wood and Fiber Science					
	Nr: 25	Sidorna:	375-383	År:	1993	PaperID: 68
Författare nr 1:	Shamssain	Initialer:	M. H.			
Titel:	Pulmonary Function and Symptoms in Workers Exposed to Wood Dust					
Källa:	Thorax					
	Nr: 47	Sidorna:	84-87	År:	1992	PaperID: 224
Författare nr 1:	Sharma	Initialer:	V.			
Titel:	Optimal Orientation of Flakes in Oriented Strand Board (OSB)					
Källa:	Experimental Mechanics					
	Nr:	Sidorna:	91-98	År:	1993	PaperID: 182
Författare nr 1:	Shibukawa	Initialer:	K.			
Titel:	A Basic Study on Automatic Inspection System of Surface Defects in Wood Using Fuzzy Clustering					
Källa:	International Journal of the Japan Society of prec. engineer					
	Nr: 27	Sidorna:	359-360	År:	1993	PaperID: 179

- Författare nr 1: Shigematsu Initialer: M.
Titel: Interfacial Bond Strength Between Woody Polymers
Källa: Mokuzai Gakkaishi
Nr: 40 Sidorna: 718-724 År: 1994 PaperID: 181
- Författare nr 1: Shigo Initialer: A. L.
Titel: Compartmentalization of Discolored and Decayed Wood in Trees
Källa: Material und Organismen
Nr: 15 Sidorna: 221-226 År: 1976 PaperID: 292
- Författare nr 1: Shigo Initialer: A. L.
Titel: Heartwood, Discolored Wood, and Microorganisms in Living Trees
Källa: Annual Review of Phytopathology
Nr: 11 Sidorna: 197-223 År: 1973 PaperID: 272
- Författare nr 1: Shigo Initialer: A. L.
Titel: Compartmentalization of Discolored Wood in Heartwood of Red Oak
Källa: Phytopathology
Nr: 69 Sidorna: 710-711 År: 1979 PaperID: 299
- Författare nr 1: Shortle Initialer: W. C.
Titel: Biochemical Mechanisms of Discolouration, Decay, and Compartmentalisation of Decay in Trees.
Källa: IAWA Bulletin
Nr: 5 Sidorna: 100-104 År: 1984 PaperID: 296
- Författare nr 1: Siau Initialer: J. F.
Titel: Application of a Thermodynamic Model to Experiments on Nonisothermal Diffusion of Moisture in Wood
Källa: Wood Science and Technology
Nr: 27 Sidorna: 131-136 År: 1993 PaperID: 183
- Författare nr 1: Sinclair Initialer: S. A.
Titel: The Relationship Between Purchase Decisions and Quality Assessment of Office Furniture
Källa: Wood and Fiber Science
Nr: 25 Sidorna: 142-152 År: 1993 PaperID: 216
- Författare nr 1: Sinclair Initialer: S. A.
Titel: Industrial Forest Product Quality: An Empirical Test of Garvin's Eight Quality Dimensions
Källa: Wood and Fiber Science
Nr: 25 Sidorna: 66-76 År: 1993 PaperID: 184
- Författare nr 1: Sliker Initialer: A.
Titel: Elastic Constants for Hardwoods Measured from Plate and Tension Tests
Källa: Wood and Fiber Science
Nr: 25 Sidorna: 8-22 År: 1993 PaperID: 185
- Författare nr 1: Sliker Initialer: A.
Titel: Orthotropic Elastic Constants for Eastern Hardwood Species
Källa: Wood and Fiber Science
Nr: 26 Sidorna: 107-121 År: 1994 PaperID: 186
- Författare nr 1: Smardzewski Initialer: J.
Titel: Methods of Numerical Furniture Design
Källa: Polish Conference
Nr: Sidorna: År: 1993 PaperID: 107
- Författare nr 1: Smardzewski Initialer: J.
Titel: Stability of Cabinet Furniture Backing Boards
Källa: Wood Science and Technology
Nr: 28 Sidorna: 35-44 År: 1993 PaperID: 108
- Författare nr 1: Stanzl-Tschegg Initialer: S. E.
Titel: Fracture Energy of Spruce Wood After Different Drying Procedures
Källa: Wood and Fiber Science
Nr: 26 Sidorna: 467-478 År: 1994 PaperID: 103

- Författare nr 1: Steele Initialer: P. H.
 Titel: Yield Comparisons of Furniture Parts for Three Gang-Ripping Systems
 Källa: Forest Products Journal
 Nr: 44 Sidorna: 9-16 År: 1994 PaperID: 227
- Författare nr 1: Stewart Initialer: H. A.
 Titel: Electrical Discharge when Machining Medium-Density Fibreboard and Tool Wear
 Källa: Tribology International
 Nr: 27 Sidorna: 343-348 År: 1994 PaperID: 239
- Författare nr 1: Stich Initialer: K.
 Titel: Peroxidase- und Polyphenoloxidaseisoenzyme im Splint- und Kernholze der Eiche
 Källa: Holzforschung
 Nr: 38 Sidorna: 239-242 År: 1984 PaperID: 298
- Författare nr 1: Suzuki Initialer: S.
 Titel: Properties of Bark-Wood Particle Composite Board
 Källa: Mokuzai Gakkaishi
 Nr: 40 Sidorna: 287-292 År: 1994 PaperID: 187
- Författare nr 1: Tanaka Initialer: C.
 Titel: An Automatic Control of the Feed-Rate of a Band-Saw for Woodworking
 Källa: Mokuzai Gakkaishi
 Nr: 38 Sidorna: 1172-1174 År: 1992 PaperID: 189
- Författare nr 1: Tang Initialer: Y.
 Titel: A Numerical Model for Heat Transfer and Moisture Evaporation Processes in Hot-Press Drying - An Integral Approach
 Källa: Wood and Fiber Science
 Nr: 26 Sidorna: 78-90 År: 1994 PaperID: 33
- Författare nr 1: Terazawa Initialer: M.
 Titel: Phenolic Compounds in Living Tissue of Woods V.
 Källa: Mokuzai Gakkaishi
 Nr: 30 Sidorna: 601-607 År: 1984 PaperID: 277
- Författare nr 1: Teschke Initialer: K.
 Titel: Level and Distribution of Employee Exposures to Total and Respirable Wood Dust in Two Canadian Sawmills
 Källa: American Industrial Hygiene Association Journal
 Nr: 55 Sidorna: 245-250 År: 1994 PaperID: 218
- Författare nr 1: Thomas Initialer: P. T.
 Titel: Studies on Certain Wood-Plastic-Composites prepared by Gamma Irradiation
 Källa: Bulletin of Materials Science
 Nr: 16 Sidorna: 73-83 År: 1993 PaperID: 85
- Författare nr 1: Tolvaj Initialer: L.
 Titel: Artificial Ageing of Wood Monitored by DRIFT Spectroscopy and CIE L*a*b Color Measurements
 Källa: Holzforschung
 Nr: 49 Sidorna: 397-404 År: 1995 PaperID: 266
- Författare nr 1: Torelli Initialer: N.
 Titel: The Ecology of Discoloured Wood as Illustrated by Beach, (*Fagus sylvatica* L.)
 Källa: IAWA Bulletin
 Nr: 5 Sidorna: 121-127 År: 1984 PaperID: 302
- Författare nr 1: Trinka Initialer: M. W.
 Titel: Determinant Attribute Analysis: A Tool for New Wood Product Development
 Källa: Wood and Fiber Science
 Nr: 24 Sidorna: 385-391 År: 1992 PaperID: 219
- Författare nr 1: Truter Initialer: P.
 Titel: Cold-Setting Wood Adhesives from Kraft Hardwood Lignin
 Källa: Journal of Applied Polymer Science
 Nr: 51 Sidorna: 1319-1322 År: 1994 PaperID: 190

Författare nr 1:	Tsujiama	Initialer:	S.			
Titel:	Degradation of Lignin-Carbohydrate Complex (LCC) by Wood Rotting Fungi III					
Källa:	Mokuzai Gakkaishi					
	Nr: 39	Sidorna:	807-813	År:	1993	PaperID: 191
Författare nr 1:	Wadsö	Initialer:	L.			
Titel:	Measurements of Water Vapour Sorption in Wood					
Källa:	Wood Science and Technology					
	Nr: 27	Sidorna:	396-400	År:	1993	PaperID: 23
F						
örfattare nr 1:	Wadsö	Initialer:	L.			
Titel:	Measurements of Water Vapour Sorption in Wood. Part 2. Results					
Källa:	Wood Science and Technology					
	Nr: 28	Sidorna:	59-65	År:	1993	PaperID: 193
Författare nr 1:	Wadsö	Initialer:	L.			
Titel:	Unsteady-State Water Vapor Adsorption in Wood: An Experimental Study					
Källa:	Wood and Fiber Science					
	Nr: 26	Sidorna:	36-50	År:	1994	PaperID: 192
Författare nr 1:	Wadsö	Initialer:	L.			
Titel:	Surface Mass Transfer Coefficients for Wood					
Källa:	Drying Tecnology					
	Nr: 11	Sidorna:	1227-1249	År:	1993	PaperID: 20
Författare nr 1:	Valenti	Initialer:	M.			
Titel:	User Friendly Furniture: Crafting a Helpful Chair					
Källa:	Mechanical Engineering					
	Nr:	Sidorna:	20	År:	1992	PaperID: 138
Författare nr 1:	Valentin	Initialer:	G.			
Titel:	Applicability of Classical Isotropic Fracture Mechanics Specimen to Wood Crack Propagation Studies					
Källa:	Materials and Structures					
	Nr: 25	Sidorna:	3-13	År:	1992	PaperID: 195
Författare nr 1:	Wang	Initialer:	H. H.			
Titel:	Drying Stress and Check Development in the Wood of Two Oaks					
Källa:	IAWA Journal					
	Nr: 17	Sidorna:	15-30	År:	1996	PaperID: 262
Författare nr 1:	Wang	Initialer:	S. Y.			
Titel:	Wood Properties of Japanese Cedar Originated by Seed and Vegetative Reproduction in Taiwan IV. Compression and Bending Properties					
Källa:	Mokuzai Gakkaishi					
	Nr: 39	Sidorna:	1128-1139	År:	1993	PaperID: 196
Författare nr 1:	Wang	Initialer:	Y. T.			
Titel:	Random Field Stiffness Properties and Reliability of Laminated Wood Beams					
Källa:	Structural Safety					
	Nr: 11	Sidorna:	191-202	År:	1992	PaperID: 188
Författare nr 1:	Wang	Initialer:	S. Y.			
Titel:	Structural Behaviour of Various Joints in Furniture Components Made of Softwood Laminated Veneer Lumber					
Källa:	Mokuzai Gakkaishi					
	Nr: 40	Sidorna:	911-921	År:	1994	PaperID: 27
Författare nr 1:	Wang	Initialer:	S. Y.			
Titel:	Equilibrium Moisture Contents of Six Wood Species and Their Influences					
Källa:	Mokuzai Gakkaishi					
	Nr: 39	Sidorna:	126-137	År:	1993	PaperID: 13
Författare nr 1:	Wegener	Initialer:	G.			
Titel:	Investigations on Colour Changes Resulting from Drying of European Oak Wood					
Källa:	Conference Proceedings					
	Nr:	Sidorna:	121-123	År:	1987	PaperID: 250

Författare nr 1:	Weissmann	Initialer:	G.			
Titel:	Untersuchungen zur Cancerogenität von Holzstaub					
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff					
	Nr: 50	Sidorna:	421-428	År:	1992	PaperID: 197
Författare nr 1:	Westkämper	Initialer:	E.			
Titel:	Qualitätskriterien für Feingehobelte Holzoberflächen					
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff					
	Nr: 51	Sidorna:	27-30	År:	1993	PaperID: 199
Författare nr 1:	Westkämper	Initialer:	E.			
Titel:	Rauheitsmessungen an Holzoberflächen					
Källa:	Holz als Roh- und Werkstoff					
	Nr: 50	Sidorna:	475-478	År:	1992	PaperID: 198
Författare nr 1:	Vick	Initialer:	C. B.			
Titel:	Structural Bonding of Acetylated Scandinavian Softwoods for Exterior Lumber Laminates					
Källa:	International Journal of Adhesion and Adhesives					
	Nr: 13	Sidorna:	139-149	År:	1993	PaperID: 11
Författare nr 1:	Winandy	Initialer:	J. E.			
Titel:	Relationship Between Incipient Decay, Strength and Chemical Composition of Douglas-Fir Heartwood					
Källa:	Wood and Fiber Science					
	Nr: 25	Sidorna:	278-288	År:	1993	PaperID: 200
Författare nr 1:	Vlosky	Initialer:	R. P.			
Titel:	Laminated Veneer Lumber: A United States Market Overview					
Källa:	Wood and Fiber Science					
	Nr: 26	Sidorna:	456-466	År:	1994	PaperID: 102
Författare nr 1:	Wolcott	Initialer:	M. P.			
Titel:	Fundamental Aspects of Wood Deformation Pertaining to Manufacture of Wood Based Composites					
Källa:	Wood and Fiber Science					
	Nr: 26	Sidorna:	496-511	År:	1994	PaperID: 104
Författare nr 1:	Voog	Initialer:	L.			
Titel:	Identification and Control of Contact Dermatitis from Polyfunctional Acrylic Monomers in Five Swedish Furniture Companies					
Källa:	Journal of Environmental Science and Health					
	Nr: 27	Sidorna:	1925-1938	År:	1992	PaperID: 223
Författare nr 1:	Wright	Initialer:	J. R.			
Titel:	New Lightweight Materials: Balsa Wood-Polymer Composites Based on Ethyl a-(Hydroxymethyl) Acrylate					
Källa:	Journal of Applied Polymer Science					
	Nr: 48	Sidorna:	2241-2247	År:	1993	PaperID: 201
Författare nr 1:	Wright	Initialer:	J. R.			
Titel:	Physical Characterization of Wood and Wood-Polymer Composites: An Update					
Källa:	Journal of Applied Polymer Science					
	Nr: 48	Sidorna:	2225-2239	År:	1993	PaperID: 202
Författare nr 1:	Wrist	Initialer:	P. E.			
Titel:	Sustainable Development and its Implications for the Forest Product Industry					
Källa:	Tappi Journal					
	Nr: 75	Sidorna:	69-74	År:	1992	PaperID: 61
Författare nr 1:	Wu	Initialer:	S. Y.			
Titel:	A Simulation Analysis of the Effectiveness of Drum-Buffer-Rope Sceduling in Furniture Manufacturing					
Källa:	Computers Ind. Engineering					
	Nr: 26	Sidorna:	757-764	År:	1994	PaperID: 203

- Författare nr 1: Yamamoto Initialer: H.
Titel: Method of Determining the Mean Microfibril Angle of Wood over a Wide Range by the Improved Cave's Method
Källa: Mokuzaï Gakkaishi
Nr: 39 Sidorna: 375-381 År: 1993 PaperID: 204
- Författare nr 1: Yamoto Initialer: H.
Titel: Generation Process of Growth Stresses in Cell Walls. V.
Källa: Mokuzaï Gakkaishi
Nr: 39 Sidorna: 118-125 År: 1993 PaperID: 14
- Författare nr 1: Yano Initialer: H.
Titel: Controlling the Timbre of Wooden Musical Instruments by Chemical Modification
Källa: Wood Science and Technology
Nr: 27 Sidorna: 287-293 År: 1993 PaperID: 205
- Författare nr 1: Yano Initialer: H.
Titel: Stabilization of Acoustical Properties of Wooden Musical Instruments by Acetylation
Källa: Wood and Fiber Science
Nr: 25 Sidorna: 395-403 År: 1993 PaperID: 66
- Författare nr 1: Yano Initialer: H.
Titel: Chemical Treatment of Wood for Musical Instruments
Källa: Journal of the Acoustical Society of America
Nr: 96 Sidorna: 3380-3391 År: 1994 PaperID: 210
- Författare nr 1: Yasaki Initialer: Y.
Titel: Wood Adhesives Based on Tannin Extracts from Barks of Some Pine and Spruce Species
Källa: Holz als Roh- und Werkstoff
Nr: 52 Sidorna: 307-310 År: 1994 PaperID: 175
- Författare nr 1: Yasaki Initialer: Y.
Titel: Extractive Components Responsible for the Discoloration of Ilomba Wood. (*Pycnanthus angolensis*)
Källa: Holz als Roh- und Werkstoff
Nr: 43 Sidorna: 359-363 År: 1985 PaperID: 289
- Författare nr 1: Yasuda Initialer: R.
Titel: Use of Trioxane for Improvement of Hygroscopic and Acoustic Properties of Wood for Musical Instruments
Källa: Wood Science and Technology
Nr: 27 Sidorna: 151-160 År: 1993 PaperID: 208
- Författare nr 1: Yasuda Initialer: R.
Titel: Chemical Modification of Wood by Non-Formaldehyde Cross-Linking Reagents. Part 1. Improvement of Dimensional Stability and acoustic properties
Källa: Wood Science and Technology
Nr: 28 Sidorna: 101-110 År: 1994 PaperID: 207
- Författare nr 1: Yazaki Initialer: Y.
Titel: Wood Adhesives from *Pinus radiata* Bark
Källa: Holz als Roh- und Werkstoff
Nr: 52 Sidorna: 185-190 År: 1994 PaperID: 206
- Författare nr 1: Yoshihara Initialer: H.
Titel: Cutting of Wood under Controlled Stress Field. I.
Källa: Mokuzaï Gakkaishi
Nr: 39 Sidorna: 770-775 År: 1993 PaperID: 18
- Författare nr 1: Yoshihara Initialer: H.
Titel: Stress-Strain Relationship of Wood in the Plastic Region 1.
Källa: Mokuzaï Gakkaishi
Nr: 38 Sidorna: 759-763 År: 1992 PaperID: 63
- Författare nr 1: Youngquist Initialer: J. A.
Titel: Strength Properties of Wood Composites
Källa: Composite Applications
Nr: Sidorna: 383-401 År: 1992 PaperID: 75
- Författare nr 1: Zhang Initialer: J. L.
Titel: The Bending Moment Resistance of Single-Dowel Corner Joints in Case Construction
Källa: Forest Products Journal
Nr: 43 Sidorna: 19-24 År: 1993 PaperID: 229
- Författare nr 1: Zhang Initialer: J. L.

Titel: Rational Design of Multi-Dowel Corner Joints in Case Construction
Källa: Forest Products Journal
Nr: 43 Sidorna: 52-58 År: 1993 PaperID: 228

Författare nr 1: Zhang Initialer: S. Y.
Titel: Mechanical Properties in Relation to Specific Gravity in 342 Chinese Woods
Källa: Wood and Fiber Science
Nr: 26 Sidorna: 512-526 År: 1994 PaperID: 105

23 GAMLA TENTAMINA

IKP/Träteknik

Stig-Inge Gustafsson

Tentamen i Träteknik 1993 06 03

Hjälpmedel: Räknedosa. (Behövs ej vid detta tentamenstillfälle.)

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat krävs 30 poäng. 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar ger en poäng. Svara ej med mer än fem rader på varje fråga. Rita en figur om så behövs. Obs! Tentamen omfattar två sidor!

1. Nämn tre delar i ett moget frö.
2. Vad är en "tysktall"?
3. Varför är det bra med mykorrhiza-svampar?
4. Nämn tre trädslag som har sk flackrot.
5. Vad är kambium och var finns det?
6. Beskriv vätsketransporten i ett träd.
7. Trä är ett heterogent, anisotropt, hygroskopiskt och reologiskt material. Vad betyder dessa termer?
8. Varför använder man ringbarkning?
9. Vad är ungdomsved? Vilken kvalitet har denna? Varför?
10. Beskriv uppkomsten av en årsring.
11. Vilken årsringsbredd tolereras för "bästa konstruktionsvirke"?
12. Definiera begreppet fuktkvot.
13. Vilken ungefärlig fuktkvot har splintveden hos gran vid avverkningen?
14. Varför har kärnveden ofta en annan färg än splintveden?
15. Vad heter trädslagen Fagus, Picea och Larix på svenska?
16. Varför är det svårt att tryckimpregnera gran?
17. Vilken ungefärlig densitet har ebenholts, gran och balsa?
18. Beskriv trätorkningsprocessen i princip.
19. Till vilken fuktkvot torkas lämpligen möbelvirke?
20. Hur mycket krymper gran i % i fiberriktningen, tangentiellt och radiellt från rått till helt torrt tillstånd.
22. Vad är och ge exempel på sk tonträ.

23. Ge exempel på minst två giftiga träslag.
24. Vad är "Gröna boken"?
25. Vilken är skillnaden mellan plank och brädor?
26. Vad är fjäder respektive not?
27. Vilken ungefärlig E-modul har gran parallellt med fiberriktningen? Ange sort.
28. Vilken ungefärlig E-modul har gran vinkelrätt mot fiberriktningen? Ange sort.
29. Ett parti konstruktionsvirke är märkt med beteckningen "T18". Vad betyder det?
30. Vad betyder basning?
31. Vad är en fungicid?
32. Ge fem exempel på skadeinsekter på trä.
33. Beskriv den sk fullcellsprocessen.
34. Vad innebär förkortningarna MDF, OSB respektive parallam?
35. Nämn tre traditionella användningsområden för klibbal.
36. Nämn tre traditionella användningsområden för lind.
37. Nämn tre traditionella användningsområden för teak.
38. Ange tre stycken hårda svenska träslag.
39. Hur ska man välja virke ur en stock för att få minsta formförändring vid torkning?
40. Vilken ungefärlig densitet har bok?
41. På vilken jordart växer i huvudsak den svenska barrskogen?
42. Ungefär hur mycket kostar skogsförnyring, plantering, per Ha?
43. Varför kan man inte ha granar som fröträd?
44. Vilka ägoförhållanden råder i den svenska skogen?
45. Nämn tre av de viktigaste exportörerna av tropisk skog.
46. Vad är en "hamburgerskog"?
47. Vad är riksskogstaxeringen?
48. Vad är extraktivämnen?
49. Hur bildas sk brunröta?
50. Till vad används en sk TINA?
51. Vad är postning?
52. Vad är en rotreducerare?
53. Vad betyder SMI, SNIRI, STR och TAG.
54. Vad är skillnaden mellan en kutter och en fräs?
55. Nämn några metoder att tillverka fanér.
56. Vad är en point-to-pointmaskin?
57. Vad är ett karbamidlim? Till vad används det, fördelar resp nackdelar.
58. Vilka är de fyra farligaste maskinerna i en träindustri?
59. Vad är en klyvkniv?
60. Vad är INCOTERMS?

Tentamen i Träteknik

den 14/ 8 1993

Hjälpmedel: Räknedosa.

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar ger en poäng. Svara ej med mer än fem rader på varje fråga. Rita en figur om så behövs. OBS att tentamen omfattar två sidor.

1. Vad är mellanblad?
2. Beskriv det sk rumänska äventyret.
3. Vad är splintved?
4. Vad är en trakeid?
5. Vilken form har mörgen hos ek?
6. Vad är sk ringsprickor? Är de vanliga eller ovanliga?
7. Hur ser man när ett träd är moget för avverkning?
8. Vad är parenkymceller?
9. Nämn några, minst två, ströporiga trädslag.
10. Vad är reaktionsved? Var bildas sådan vid löv- respektive barrträd?
11. Vilka är de tre kemiska huvudkomponenterna i veden?
12. Definiera begreppet fuktkvot.
13. Vad händer vid torkning av trä över, respektive under, den sk fibermättnadspunkten?
14. Vilken fuktkvot har virke före sågning, efter torkning vid sågverket samt i snickerifabriken?
15. Ange hur många % trä krymper vid torkning i trädets längdriktning, radiellt samt tangentiellt?
16. Vilket ungefärligt värmeinhåll har trä vid förbränning? Svara i MJ/kg.
17. Vad är intarsia?
18. Var förekommer begreppen osorterat, utskott och kvinta? Vad betyder de?
19. Vilken ungefärlig draghållfasthet har furu i fiberriktningen? Svara i N/mm².
20. Beskriv principen för basning.
21. Vad är brun- respektive vitröta?
22. Till vad används sk CCA-medel?
23. Vad är den stora fördelen med ett isocyanatlim?
24. Beskriv kort tillverkningen av en träfiberskiva, ex vis Masonite.

25. Vilket träslag används till sport-, gymnastik och lantbruksredskap, båtredningar och i stolar.
26. Ett svenskt träslag används bl a till tumstockar. Vilket?
27. Av vad tillverkas kreosotolja?
28. Vad är ett sk urslag?
29. Vad är sk kraftbjörk?
30. Nämn minst två skadeinsekter på virke som lever och fortplantar sig inomhus.
31. Nämn minst två stycken inhemska träslag som är mycket mjuka.
32. Vad heter träslagen Quercus och Betula på svenska.
33. Vad är sk incising och varför används det?
34. Vad innebär begreppet frodvuxen? Hur påverkas virkets kvalitet av detta?
35. Till vad används en sk pendelapparat?
36. Vad innebär begreppet ståndortsanpassat skogsbruk?
37. Nämn tre stora privata skogsbolag.
38. Vad är en arid skog?
39. Till vad har man i Sverige använt träslaget Gabon?
40. Vad är skillnaden mellan röjning och gallring?
41. Två svenska träslag har ofta tydliga mörka strålar. Vilka?
42. Vad innebär begreppet aptering?
43. Vilken princip används vid barkning av stockar i moderna sågverk?
44. Hur gör man för att maskinellt hållfasthetssortera virke?
45. Vad innebär det att ett virke är skeppningstorr?
46. Vilken fysikalisk princip används vanligen vid fuktmätning i virke?
47. Vad står förkortningarna SMI respektive SNIRI för?
48. I litteraturen beskrivs tre olika spåntyper. Beskriv två av dessa kortfattat.
49. Beskriv den sk 8-ramens arbetssätt. Varför används den?
50. Hur definieras en kutter?
51. Vad åstadkommes vid bearbetningsmetoden stämning?
52. Vad innebär begreppen med- och motsågning?
53. Nämn tre metoder att tillverka fanér.
54. Vad består karbamidlim av?
55. Vad innebär det att ett lim har bra respektive dålig vätning?
56. Varför skall sk vitlimmer förvaras frostfritt?
57. Var hittar man uppgifter om hygieniska gränsvärden för farliga ämnen?
58. Trädamm från två svenska träslag anses som cancerframkallande. Vilka?
59. Vad innebär sk approximativ fakturering, vilken är vanlig i träbranschen?
60. För vilka träslag gäller de nya sorteringsreglerna för sågat virke?

Tentamen i Träteknik

den 18/ 10 1993

Hjälpmedel: Räknedosa.

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar ger en poäng. Svara ej med mer än fem rader på varje fråga. Rita en figur om så behövs. OBS att tentamen omfattar två sidor.

1. Vid vilken årstid växer trädets rötter mest?
2. Nämn två metoder att bestämma ett träds ålder.
3. Nämn trädstammens tre viktigaste uppgifter.
4. Beskriv vätsketransporten i en trädstam. Rita en figur.
5. Vilken skillnad finns mellan vätsketransporten i ett löv- respektive ett barrträd?
6. Vad är juvenil ved?
7. Varför är det bra med breda årsringar hos lövträd och dåligt hos barrträd?
8. Vilken ungefärlig fuktkvot har man i ett växande träd i kärna resp splint?
9. Några trädslag har ingen kärnved. Nämn två svenska sådana.
10. Vad är en tyllcell och var förekommer den?
11. Nämn ett bandporigt svenskt träd.
12. Vilken ungefärlig längd och bredd har en trakeid i ex vis gran?
13. Varför används kvicksilver när man skall bestämma densiteten hos trä?
14. Hur beräknas ett trädslags krympningsanisotropi?
15. Nämn två "starkt arbetande" svenska trädslag.
16. Ge exempel på två trädslag som kan ge tonträ.
17. Nämn ett svenskt trädslag som innehåller mycket garvsyra.
18. Vad är en sk kådlåpa?
19. Vad innebär det att ett virke är råhyvlat?
20. Ange principen för en sk böjningsmaskin för basade trästycken.
21. Vad innebär det att ett virke är klassat som T24M?
22. Hur påverkar ett blånadsangrepp slagsegheten hos trä?
23. Vad innebär den sk Janka-metoden?
24. Ange tre svampar som orsakar sk brunröta.
25. Varför använder man oftast gran till utomhuspaneler?

26. Vad innebär den sk OPM-metoden?
27. Beskriv kortfattat tillverkningen av plywood.
28. Vad är Waferboard och OSB? Vilken huvudsaklig skillnad finns?
29. Vad består en Arborexskiva av?
30. Vid fingerskarvning av virke används ofta ett lim som ger mörka fogar. Vilket?
31. Vilka trädslag avses när man talar om Fagus, Quercus och Picea?
32. Ett svenskt träslag används till bl a dammluckor, tändsticksaskar och träskor. Vilket?
33. Varför är det svårt att limma teak?
34. När talar man om urslag?
35. Varför användes incising?
36. Vad är sk Werzalit?
37. Hur undviker man angrepp av blåhjon?
38. Vad är en sk hornkvist?
39. När talar man om träets hysteresiskurva?
40. Till vad används sk Eurograding?
41. På vilken jordart växer huvudsakligen våra barrskogar?
42. Vad innebär begreppet taiga?
43. Varför kan man inte ha granar kvar som fröträd?
44. Vilka länder är de tre största exportörerna av tropiskt virke?
45. Varför kan man ej återskapa regnskogarna?
46. Vilket är det största användningsområdet för tropiskt virke?
47. I vilken svensk landsdel finns mest skog i m³sk.
48. Varför använder man hyggesplöjning? Nämn minst två faktorer.
49. Vad är hardwood resp softwood?
50. Vad är floem resp xylem?
51. Var i cellen sker den sk fotosyntesen?
52. Vilka är de två största exportörerna av sågade trävaror?
53. I sågverk talar man ofta om postning. Vad är det?
54. Till vad används en psykrometer i träsammanhang?
55. Vad är en brynplatta och varför vill man ha en sådan?
56. Till vad används framför allt sågat fanér?
57. Vad utmärker en point-to-pointmaskin?
58. Vad är en sk halvask?
59. Vad består sk vitlimmer av?
60. Vad betyder AFS och vad hittar man där?

IKP/Träteknik

Stig-Inge Gustafsson

Tentamen i Träteknik för M3 m fl den 8/6 1994 kl 14-18

Hjälpmedel: Inga
Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, tel 1156
Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar ger en poäng. Svara ej med mer än fem rader på varje fråga. Rita en figur om så behövs. OBS att tentamen omfattar två sidor.

1. Vad är ett hjärtblad?
2. Vad är mykorrhiza?
3. Nämn minst två träd med sk flackrot.
4. Hur kan man påverka förekomsten av kvistar exempelvis hos tall?
5. Nämn tre viktiga uppgifter för trädets stam.
6. Vad innebär det att trä är reologiskt?
7. Beskriv i en figur vätsketransporten i stammen.
8. Hur kan man undvika sk rotskott?
9. Vad är splint?
10. Vilken form har mörgen hos al?
11. Hur varierar densiteten inom en årsring?
12. Vilken ungefärlig fuktkvot har man i trädets kärna?
13. Nämn minst tre trädslag med tydlig kärna.
14. Vad är xylem resp floem?
15. Vad är rubisco?
16. Vad är lumen?
17. Vilken ungefärlig längd har en fiber i en tallstam?
18. Nämn tre stycken ströporiga trädslag.
19. Vilken ungefärlig densitet har bok i kg/m^3 ?
20. Hur definieras termen fuktkvot?
21. Vilken fuktkvot kan man erhålla vid sk friluftstorkning?
22. Vad innebär det att "träet arbetar"?
23. Vad är torus resp margo?
24. Vilken fuktkvot är lämplig för möbler, inredningar, parkett, mm?
25. Vilket träslag används vid tillverkning av klarinetter?
26. Förr använde man kärnvirke av gran till smörtunnor. Varför?

27. Vad finner man i den sk "gröna boken"?
28. Vilken ungefärlig E-modul har våra barrträsorter i fiberriktningen? Svara i MPa.
29. Nämn minst två träslag lämpliga för böjning.
30. Till vad används en sk pendelmaskin?
31. Till vad används Janka-metoden?
32. Hur påverkas hållfastheten i virke av blånadssvampar? Varför?
33. Hur lång varaktighet bedöms ex vis al, ask och bok ha vid kontinuerlig markkontakt?
34. När används den sk fullcellsprocessen?
35. Vad är plywood och hur sker tillverkningen i stora drag?
36. Vi importerar mycket limfog från Danmark. Vad är det?
37. Nämn några nackdelar med karbamidhartslimmer.
38. Vid tillverkning av vissa träprodukter används en sk vira. Till vad?
39. Vilka träslag avses med Alnus, Fagus och Quercus?
40. Ett träslag används ofta till fiolbottnar. Vilket?
41. Vad är den sk taigan?
42. Vilken är den vanligaste skogsjordmånen i Sverige?
43. Vad innebär sk blädning?
44. Hur ser ägostrukturen ut i Sveriges skogar?
45. Vad är en sk arid skog?
46. Nämn två stora exportörer av tropiskt virke.
47. Till vad används den sk riksskogstaxeringen?
48. Hur definieras sk extraktivämnen?
49. Varför är skogs- och träindustrin så viktig för Sverige?
50. I Tyskland och Frankrike sker en hel del nyplantering av skog. Vilken art dominerar då?
51. Lagring av virke under vatten kan ge vissa problem. Nämn några.
52. Till vad används en rotreducerare.
53. Varför torkas virke lämpligen vid sågverket. Nämn minst fyra skäl.
54. Beskriv en sk satstork.
55. Vad är en sk centrumtapp?
56. Vad är en sk 8-ram?
57. Till vad används en sk psykrometer?
58. Vad innebär begreppet kapoptimering?
59. Vad är en sk TINA?
60. När kan man få sk årsringsresning?

IKP/Träteknik

Stig-Inge Gustafsson

Tentamen i Träteknik för M3 1994 08 27

Hjälpmedel:	Räknedosa. (Behövs ej vid detta tentamenstillfälle.)
Kontaktperson:	Stig-Inge Gustafsson, 1156
Resultat:	Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat krävs 30 poäng. 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar ger en poäng. Svara ej med mer än fem rader på varje fråga. Rita en figur om så behövs. Obs! Tentamen omfattar två sidor!

1. Beskriv vad järnpodsol är. Rita en figur.
2. Vad skiljer gallring från röjning i skogsbruket?
3. Vilket är vårt vanligaste lövträd? Hur många arter och vad heter dessa.
4. Vilka svenska namn har träden Fraxinus och Ulmus?
5. Till vad används främst det virke som awerkas i u-länderna?
6. Nämn två av de största exportörerna av tropiskt virke till Sverige.
7. Vad betyder i träsammanhang förkortningen SVL?
8. Hur definierar man begreppet skogsmark?
9. Vilka är vedens kemiska huvudkomponenter? Ange kemiska föreningar ej grundämnen.
10. Hur definieras ett extraktivämne?
11. Nämn en nackdel med mekaniskt sönderdelad pappersmassa.
12. I vilken landsända finns huvudsakligen den svenska trämanufakturindustrin?
13. Vilka länder är de två största exportörerna av sågade trävaror?
14. Hur stor andel barr- resp lövträ används i Europa?
15. Ett barrträd har vunnit stor popularitet vid nyplanteringar i Europa. Vilket?
16. Vilka är de två största användningsområdena för svenskt trä i Sverige?.
17. Nämn någon utbildningsanstalt för svenska designers.
18. När och hur uppkommer sk blånadsskador?
19. Vad är en sk vederlagsmätning?
20. Vad gör man när man postar i ett sågverk?
21. Vad innebär det att virket ströläggs?
22. Vilken typ av virkestorkar är vanligast i trämanufakturindustrin?
23. Vilket träslag är vanligast i centrumtappar?
24. Vad betyder OSB och MDF och vad innehåller dessa?
25. Vad är sk parallam.
26. Varför skulle balsaträ vara utomordentligt intressant vid sk massivträkompositer?
27. I kompendiet talas om olika spåntyper. Beskriv en sådan typ. Rita en figur.

28. Vad innebär begreppet specifik skärkraft?
29. När är det bra att använda sågklingor med tänder av stellite?
30. Vad menas med begreppet kutterslag.
31. Visa i en figur hur sk slitsning utföres.
32. Vad är intarsia?
33. Vad innebär begreppet kritisk ytspänning i limsammanhang?
34. Varför skall man limma så fort som möjligt efter träbearbetningen?
35. Vad är skillnaden mellan en lack och en bet?
36. Vad mäter man med måttet °Shore A?
37. Vad menas med sk ungdomsved?
38. Vad är möbelfakta?
39. Vad innebär begreppet kapoptimering?
40. Hur stor del av råvaran utnyttjas vid produktion av sågade trävaror resp träbaserade skivor?
41. Vilka tre huvudtyper av träbaserade skivor finns det?
42. Vad karakteriserar sk lamellträ? Rita gärna en figur.
43. I vilken grad påverkar blånadssvampar verkets hållfasthet?
44. Det finns två europeiska träslag som är giftiga. Nämn ett av dem.
45. Redogör för vätsketransporten i ett träd. Rita en figur.
46. Vad är margo resp torus?
47. Vad är tryck- resp dragved?
48. Vilken fuktkvot har man vid den sk fibermättnadspunkten?
49. Nämn något svenskt träslag som är mycket motståndskraftigt mot nedbrytning i fria luften.
50. Varför använder man oftast gran till utomhuspaneler?
51. När använder man den sk OPM-metoden?
52. När talar man om sk urslag?
53. Klass M, A, och B avser kvaliteten vid impregnering. När används klass M?
54. Ett parti virke är märkt med beteckningen T30M. Vad betyder det?
55. Nämn två mycket mjuka svenska träslag.
56. Beskriv den sk Jankametoden.
57. Var använder man den sk Gröna boken?
58. I vilket sammanhang talar man om den sk mittlamellen?
59. Vid torkning krymper trä minst i en av tre riktningar. Vilken?
60. Vilken funktion har sk parenkymceller?

Tentamen i Träteknik för M3

den 21/ 10 i T2 kl 14-18, 1994

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar ger en poäng. Svara ej med mer än fem rader på varje fråga. Rita en figur om så behövs. OBS att tentamen omfattar två sidor.

1. Vad är skillnaden mellan en jordart och en jordmån?
2. Hur tätt brukar man plantera ny skog? Svara i antal plantor per ha.
3. Beskriv skogens kretslopp enligt kompendiet. Rita gärna en figur.
4. Varför passar inte blädning som awerkningssmetod överallt i vårt land?
5. Vilken är den viktigaste orsaken till avskogning i tredje världen?
6. Hur definieras skogsmark enligt skogsvårdslagen?
7. Vad studeras vid den sk riksskogstaxeringen?
8. Vad är gemensamt för följande ämnen: Hydroxifenyl, Guaijacyl och Syringyl?
9. I viken näringssektor i Sverige används mest trä?
10. Varför försöker man numera undvika lagring av virke under vatten?
11. Vad innebär sk vederlagsmätning?
12. Vad gör man i ett kantverk?
13. Vilket träslag används vanligen till ströläkt?
14. Vad är sk limfog?
15. När används inom träindustrin ett sk B-virke?
16. När är det lämpligast med sk progressiva torkar?
17. Vilka egenskaper hos trä är avgörande när det gäller musikinstrument?
18. I vilket sammanhang talar man om blockhöjd och tandlucksarea?
19. Vad skiljer hyvling från fräsning enligt kompendiet?
20. Vad innebär sk årsringsresning?
21. När använder man en geringskap?
22. Vad innebär metoden slitsning? Rita gärna en figur.
23. Vad åstadkommes vid sk bladning?
24. Varför sliter kaseinlim ofta hårt på verktygen?
25. En typ av lim ger mörka, nästan svarta, fogar. Vilket?
26. Varför måste träindustrier ibland ha tillstånd från "televerket"?
27. Vad är sk ungdomsved?

28. Vad är en sk TINA?
29. Beskriv vad begreppet kapotimering innebär?
30. Vad innebär sk basning?
31. Ibland talar man om det sk rumänska äventyret. Vad avses?
32. Blodriskor växer oftast på samma ställe som ett visst träd. Vilket och varför?
33. Var återfinner man den sk mittlamellen?
34. Var hittar man epiderm, periderm och cortex på ett träd?
35. Var kan man hitta sk tyllceller?
36. Vad innebär det att ett träd är ströporigt?
37. Torus och margo är termer som används inom trävetenskapen. Vad avses?
38. Vilken ungefärlig densitet har en nyligen fälld gran?
39. Vad händer med hållfastheten hos trä vid torkning?
40. Avdunstningshastigheten är olika i träets olika riktningar. Hur varierar denna?
41. Numera försöker man såga virke så att man erhåller sk stående årsringar. Varför?
42. Två svenska arter av lövträ anses som luktfria. Nämn ett.
43. Vad skiljer plankor från brädor?
44. När talar man om sk kådlåpor?
45. I "gröna boken" talar man om virkesstyckens kupighet. Vad avses? Rita figur.
46. Vad innebär sk egaliserat virke?
47. Rangordna hållfasteten vid böjning, dragning, tryckning och skjuvning.
48. Vilken ungefärlig böjhållfasthet i Mpa har små felfria bitar av furu eller gran?
49. Det finns ett svenskt träslag som anses ytterst svårklivet. Vilket?
50. Hur klassas rödbok och syren ur hårdhetssynpunkt?
51. Kärnved i tallar innehåller pinosylvin. Vad är det bra för?
52. En insekt påträffas ofta i möbler. Vilken?
53. Vad innehåller sk Falu rödfärg?
54. När använder man en sk psykrometer?
55. Vad menas med sk blocklamellträ?
56. Till spånskivor används vanligen ett speciellt sorts lim. Vilket?
57. I Finland tillverkas sk finflake. Vad är det?
58. I möbelindustrin förekommer begreppet MDF. Vad är det?
59. Vilka svenska namn har arterna Quercus och Picea.
60. Vad innebär sk osorterat virke?

Tentamen i Träteknik för M3

den 10/ 6 1995 i T2

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar ger en poäng. Svara ej med mer än fem rader på varje fråga. Rita en figur om så behövs. OBS att tentamen omfattar två sidor.

1. Varför är man ibland tveksam till att plantera contortatallar i Sverige?
2. Vad är sk hyfer?
3. Vid vilken årstid växer roten hos ett träd som mest?
4. Varför kan det vara svårt att bestämma ett träds ålder mha antalet grenvarv?
5. När använder man ringbarkning?
6. Vad innebär det att trä är anisotrop och hygroskopiskt?
7. Vad används mägstrålarna till?
8. Varför är inte frodvuxet klenvirke så bra till snickeriändamål?
9. Hur ser man när ett barrträd är moget?
10. Epiderm och periderm används i träsammanhang. Vad är det?
11. Var hittar man sk tyllceller?
12. Varför är barrved ofta att föredra vid husbyggnad?
13. Nämn minst två ströporiga träslag.
14. Var hittar man sk miceller?
15. När uppstår en sk blindpor?
16. Vad är drag- respektive tryckved?
17. Vad innebär beteckningen $\rho_{0,15}$ eller $r_{0,15}$ enligt Saarman?
18. Vilken är den viktigaste egenskapen för trämateriallets draghållfasthet?
19. Redogör för begreppet fibermättnadspunkt.
20. Hur undviker man sprickbildning vid torkning av trä?
21. Vad innebär det att trä har en sk hysteresiskurva?
22. Redogör för krympningförhållandena hos trä.
23. Ungefär hur stort energiinnehåll har torrt trä vid eldning?
24. Varför är ofta glasspinnar tillverkade av bok?
25. Stängselstolpar tillverkas ofta av ek. Varför?
26. Vad innebär det att en kvist är barkdragande?
27. Var kan man hitta sk kådlåpor?

28. Vad innebär det att ett virke är råhyllat?
29. Vid böjning av träbalkar förskjuts vanligen det sk neutrala lagret. Hur och varför?
30. Vid klyvning av ved skall man undvika ett svenskt träslag. Vilket?
31. Några svenska träslag har mycket bra motståndskraft mot nötning. Nämn de två bästa.
32. Vedmusslingen växer ofta på en speciell byggnadsdel. Vilken?
33. Vad innebär begreppet incising?
34. Inom snickeriindustrin används mycket limfog. Vad är det?
35. Beskriv översiktligt hur man tillverkar MDF.
36. Vilka svenska namn motsvaras av de latinska Betula, Alnus och Picea.
37. Ett svenskt träslag används ofta till bastulavar. Vilket?
38. Var hittar man sk pinosylviner?
39. Var hittar man sk brunjord och vad är det?
40. Vilken är skillnaden mellan röjning och gallring?
41. Vilket är Sveriges vanligaste lövträd?
42. Nämn tre av våra största skogsbolag?
43. Var hittar man våra största lövträtillgångar?
44. Vilken är den viktigaste orsaken till avskogning i tredje världen?
45. Nämn två av de största exportörerna av tropiskt virke till Sverige.
46. Varför har man en riksskogstaxering?
47. Ungefär hur stor del av Sveriges träanvändning går till möbler?
48. Linnéum och Sydpoolen, vad är det?
49. Hur fungerar en sk TINA?
50. När och hur används sågmetoden "sawing around"?
51. I vilka träsammanhang studerar man den sk psykrometerskillnaden?
52. Beskriv en av de tre spånbildningstyperna. Rita figur.
53. När används den sk 8-ramen?
54. Vid hyllning talar man om med resp motmatning. Vad är det? Rita figur.
55. När använder man sk bladning?
56. Varför är kaseinlim inte lämpligt i spånskivor?
57. Vad är det utmärkande för en bets?
58. Vad betyder det att ett virke hör till klassen "osorterat".
59. Var ungefär är granens sydgräns i Sverige?
60. Till vilket land exporterar Sverige mest möbler, räknat i pengar?

Tentamen i Träteknik för M3

den 25/ 8 i T1 kl 14-18, 1995

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar ger två poäng. Fel ger minuspoäng. Svara ej med mer än tio rader på varje fråga. Rita en figur om så behövs. Tentamen omfattar två sidor.

1. Vad är skillnaderna mellan en jordart och en jordmån? Ge exempel och rita figurer. Var hittar man de olika typerna och vilken typ av skog finns på dessa?
2. Nämn de viktigaste orsakerna till att världens skogar minskar? Ange ordningen.
3. Vad poängteras speciellt i den nya skogsvårdslagen? Två mål!
4. Nämn fyra metoder för barkning av stockar. Var används de olika metoderna?
5. Nämn något om olika torkningsmetoder för virke. Rita figurer! Var används de?
6. Beskriv tre metoder för sågning. Rita figurer!
7. Slitsning och tappning förekommer inom träindustrin. När används de och vilken skillnad är det mellan metoderna. Rita figurer!
8. Nämn några kemiskt härdande lim. Vilka typer används till vad?
9. Beskriv några olika färgtyper som används i träindustrin. Användningsområden och skillnader måste beskrivas.
10. Beskriv egenskaperna hos sk juvenil ved.
11. Beskriv minst två olika mätramar. Vad används de till? Skillnader mm.
12. Hur varierar den årliga tillväxten i olika delar av ett träd?
13. Beskriv vätsketransporten i ett träd. Varför används ringbarkning ibland?
14. Hur varierar fuktkvoten i ett stamtvärsnitt av ex vis gran?
15. Lövträd kan ofta identifieras mha kärlets läge i veden. Nämn några arter och hur det ser ut. Rita gärna figur.
16. Vad menas med jämviktsfuktkvot? Vad påverkar denna?
17. Böjhållfastheten hos trä påverkas bl a vid alkaliska angrepp. Vilka arter är mest, resp minst, motståndskraftiga?
18. Vid böjning av trä förskjuts det neutrala lagret. Hur och varför?
19. Tre olika former av röta förekommer. Beskriv dessa.

20. Beskriv tre olika skivtyper som är vanliga i träindustrin.
21. Ask används ofta i sportredskap. Ange några skäl till detta.
22. Beskriv principen för en sk böjningsmaskin.
23. Beskriv den sk fullcellsprocessen.
24. Hur och varför påverkas hållfastheten av storleken på trädetaljerna.
25. Fyra träslag som kan återfinnas i Sverige anses mycket motståndskraftiga mot nedbrytning i luft. Nämn två.
26. Beskriv de olika kvalitetsklasserna på virke enligt gröna boken.
27. Vad är de svenska namnen på Acer, Fraxinus, Larix och Picea?
28. Vad är harts och var hittar man denna?
29. Beskriv översiktligt träets mikrostruktur.
30. Beskriv uppbyggnaden av sk märkestrålar. Vilka egenskaper har dessa?

Tentamen i Träteknik för M3

den 9/1 kl 09-13, 1996

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **tre** poäng. Fel svar ger avdrag i just den fråga som avses. Inga minuspoäng fortplantas dock till andra frågor. Svara ej med mer än tjugo rader på varje fråga. Rita en figur om så behövs. Tentamen omfattar en sida.

1. Beskriv begreppen jordart och jordmån. Vilka typer finns och var hittar man dem?
2. Den nya skogsvårdslagen har två mål. Beskriv dessa.
3. Hur definieras ett extraktivämne. Ge exempel på några sådana.
4. Beskriv vad som händer vid sk vederlagsmätning.
5. Beskriv några olika metoder för virkestorkning.
6. Beskriv hur en bordsfräs ser ut och vad den används till.
7. Vad är en riktlisthyvel och när används den?
8. I vilka sammanhang används sk sinkning. Ge några exempel på olika typer.
9. Vilka nack- och fördelar har sk kaseinlimmer?
10. Vid kantlistning används oftast en enda typ av lim. Beskriv detta.
11. Hur varierar fuktkvoten i ett stamtvärsnitt på ett nyligen fällt träd?
12. Vad är en sk mikrofibrill och vad består den av?
13. Vad är den sk fibermättnadspunkten och varför är denna viktig?
14. Vad är en kådlåpa och hur åtgärdar man sådana?
15. Beskriv principen för en sk böjningsmaskin. Rita gärna en figur!
16. När används en sk pendelapparat. Beskriv förhållandena.
17. Beskriv vad som händer vid ett svampangrepp, olika typer och några arter.
18. Beskriv den sk fullcellsprocessen.
19. Beskriv förhållandena för sk OSB och MDF.
20. Vad är sk limfog i träsammanhang?

Tentamen i Träteknik för M3

den 13/3 kl 09-13, 1996, i U11

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **fyra** poäng. Fel svar ger avdrag i just den fråga som avses. Inga minuspoäng fortplantas dock till andra frågor. Svara ej med mer än tjugo rader på varje fråga. Rita en figur om så behövs. Tentamen omfattar en sida.

1. Redogör för skogens kretslopp.
2. Redogör för Sveriges trädslagssammansättning. Vilka arter är vanligast, var växer de osv. Både barr- och lövträd skall behandlas.
3. Redogör för några vanliga material i verktyg för snickeriindustrin, t ex vilka stålsorter som används i sågtänder mm.
4. Nämn några anordningar för att skydda sig mot olyckor med snickerimaskiner.
5. Nämn en hel del om kemiskt härdande lim.
6. Vilken bransch inom träindustrin organiseras av Träindustrins Allmänna Grupp, TAG?
7. Vad betyder det att trä är heterogent, anisotropt, hygroskopiskt och reologiskt?
8. I cellväggarna finns ofta porer. Redogör för några olika typer och varför de är av betydelse.
9. Redogör för begreppen flatböj, kantkrokighet, kupighet och skevhet.
10. Hur mäter man träets hårdhet. Nämn några hårda resp mjuka träslag.
11. Vad är parallam och microlam och hur tillverkas dessa produkter?
12. Vad är sk reaktionsved och när, var och hur uppkommer det?
13. Hållfastheten hos trä varierar med fiberriktning, fuktkvot mm. Redogör för förhållandena. Ange ungefärliga värden för drag- böj och tryckhållfasthet. Rita gärna ett eller flera diagram.
14. Redogör för några insekter och hur de påverkar virke.
15. Vad innebär den sk riksskogstaxeringen. Hur går en sådan taxering till?

Tentamen i Träteknik för M3

den 24/8 kl 14-18, 1996, i KÅR

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **fyra** poäng. Fel svar ger avdrag i just den fråga som avses. Inga minuspoäng forplantas dock till andra frågor. Rita en figur om så behövs.

SAARMAN:

1. Beskriv sk tysktallar samt det rumänska äventyret.
2. Skriv vad Du kan om mykorrhiza.
3. Rita en skiss över träets mikrostruktur. (Olika delar i en vedcell)
4. Berätta vad Du kan om olika virkesfel.
5. Rita ett diagram över drag- böj och tryckhållfasthet beroende på belastningsriktningen. Glöm ej sorter och skala.
6. Beskriv olika typer av svampangrepp på virke och timmer.
7. Beskriv skillnaderna mellan plywood, spån- och träfiberskivor.
8. Beskriv en sk pendelapparat och vad den används till.
9. Vad är sk jämviktsfuktkvot. Beskriv vad som händer.
10. Vad är sk tonträ. Var finns det och vad används det till?
11. Rita ett cirkeldiagram över Sveriges träanvändning.
12. Beskriv en sk rikthyvel och vad den används till. Rita en figur.
13. Varför är det viktigt att limma när träet är nybearbetat?
14. Vilka är skillnaderna mellan en bets och en lasyr?
15. Beskriv vad som händer vid sk kapoptimering.

Tentamen i Träteknik för M3 m. fl.

den 9/1 kl 9-13, 1997, i U6, U7 och U10

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **tre** poäng. Fel svar ger avdrag i just den fråga som avses. Inga minuspoäng fortplantas dock till andra frågor. Rita en figur om så behövs.

KOMPENDIET:

1. Skriv vad Du kan om jordarter och jordmåner i Sverige.
2. När tillgriper man sk blädning och när skall metoden inte användas?
3. Nämn vad Du kan om nya och gamla skogsvårdslagen, SVL.
4. Berätta vad Du kan om processen vid ett sågverk, från skog till brädor och plank färdiga för leverans.
5. Vilka typer av spånor talar man om vid träbearbetning? Rita figurer.
6. Vad är en sk 8-ram? Beskriv vad som händer.
7. Beskriv hur en planhyvel fungerar.
8. När tillgrips sk slitsning? Rita en figur.
9. Berätta vad Du kan om sk termoplastiska lim vanliga i träindustrin.
10. Vad är sk möbelfakta?

SAARMAN:

11. Vad är en sk rotmössa?
12. Beskriv vätsketransporten i ett träd.
13. Nämn några bandporiga svenska trädslag.
14. Vad är torus och margo? Rita figur.
15. Hur förändras hållfastheten hos trä vid torkning. Rita en figur med angivna skalor.
16. Vad är flatböj, kantkrokighet, skevhet och kupighet i träsammanhang? Rita figurer.
17. Hur tillverkas sk MDF-skivor?
18. Skriv vad Du kan om brun- och vitröta.
19. När tillgriper man den sk Jankametoden. Vad händer?
20. Hur används och fungerar en sk böjningsmaskin?

Tentamen i Träteknik för M3 m. fl.

den 15/3 kl 9-13, 1997, i U15

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s expedition, ing A15.

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **fyra** poäng. Fel svar ger avdrag i just den fråga som avses. Inga minuspoäng fortplantas dock till andra frågor. Rita en figur om så behövs.

SAARMAN:

1. Skriv vad Du kan om bark, splint, kärna, märg mm dvs en trädstams uppbyggnad.
2. Var hittar man sk libriformceller och vad är de bra till?
3. Nämn några skadeinsekter som kan leva inomhus i olika träkonstruktioner.
4. Skriv vad Du kan om impregnering av virke.
5. Vad är limfog, OSB och parallam? Rita figurer.
6. Beskriv hur den elektriska resistansen varierar för trä. När använder man detta praktiskt?
7. Skriv vad Du kan om jämviktsfuktkvot och trä.
8. Var hittar man sk pinosylvin? Vilka egenskaper har detta ämne?

KOMPENDIET:

9. Beskriv hur en bordsfräs fungerar. Rita en figur.
10. Berätta vad Du kan om kemiskt härdande lim.
11. Skriv vad Du kan om virkestorkning.
12. Vad är Linneum och Sydpoolen i träsammanhang?
13. Skriv vad Du kan om riksskogstaxeringen.
14. Vad menas med sk ståndortsanpassat skogsbruk?
15. Vad menas med sk dubbelsidig gradning?

Tentamen i Träteknik för M3 m. fl.

den 23/8 kl 14-18, 1997, i T2

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum, ing A15.

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **fyra** poäng. Fel svar ger avdrag i just den fråga som avses. Inga minuspoäng forplantas dock till andra frågor. Rita en figur om så behövs.

SAARMAN:

1. Skriv vad Du kan om mykorrhiza.
2. Skriv vad Du kan om trädens mikrostruktur (på cellnivå).
3. Skriv vad Du kan om plywood, vilka typer finns och hur tillverkar man dessa.
4. Vad menas med begreppen flatböj, kantkrokighet, skevhet och kupighet?
5. Hur ser en sk böjningsmaskin ut?
6. Hur fungerar en pendelapparat och när används den?
7. Skriv vad Du kan om jämviktsfuktkvot och trä.
8. Skriv vad Du kan om krympning och svällning hos trä?

KOMPENDIET:

9. När tillgriper man sk blädning.
10. Berätta vad Du kan om kaseinlim.
11. Skriv vad Du kan om Sveriges jordarter och jordmåner.
12. Hur fungerar en sk planhyvel?
13. Skriv vad Du kan om sk termoplastiska limmer.
14. Beskriv processen i ett sågverk?
15. Vad innebär sk möbelfakta?

Tentamen i Träteknik för M3 m. fl.

den 13/12 kl 9-13, 1997, i U15

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum, ing A15 korridor C.

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **fyra** poäng. Fel svar ger avdrag i just den fråga som avses. Inga minuspoäng fortplantas dock till andra frågor. Rita en figur om så behövs.

SAARMAN:

1. Skriv vad Du kan om rotsystemen hos träd.
2. Vad innebär begreppet splinträd?
3. Skriv vad Du kan om trämateriallets jämviktsfuktkvot.
4. Hur fungerar en sk böjningsmaskin.
5. Vad är Finflake, OSB och WB?
6. Hur sker fuktavgivningen vid torkning under och över fibermättnadspunkten?
7. Skriv vad Du kan om jämviktsfuktkvot och trä.
8. Hur förändras hållfasthetsegenskaperna hos trä vid torkning.

KOMPENDIET + FÖRELÄSNINGAR:

9. Beskriv hur en borrlåda fungerar. Rita en figur.
10. Berätta vad Du kan om kaseinlim.
11. Beskriv hur man tillverkar serveringsbrickor av trä.
12. Beskriv hur en bredbandputs fungerar.
13. Beskriv den sk 8-ramen.
14. Vilka två primära mål finns i nya SVL.
15. Skriv vad Du kan om sk ungdomsved.

Tentamen i Träteknik för M3 m. fl.

den 25/4 kl 9-13, 1998, i U1

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum, ing A15 korridor C.

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **fyra** poäng. Fel svar ger avdrag i just den fråga som avses. Inga minuspoäng fortplantas dock till andra frågor. Rita en figur om så behövs.

SAARMAN:

1. Skriv vad Du kan om sk mykorrhiza.
2. Beskriv vätsketransporten i träd. Rita en figur över stammen.
3. Beskriv uppbyggnaden av en sk mikrofibrill.
4. Beskriv begreppen kådlåpa, tjurved, lyra och vattved.
5. Hur används en sk pendelapparat? Rita en figur.
6. Nämn fyra svampar som åstadkommer brunröta?
7. Skriv vad Du kan om ytbehandling av trä. Lacktyper mm.
8. Vad är limfog resp limträ?

KOMPENDIET + FÖRELÄSNINGAR:

9. Beskriv några termoplastiska limtyper.
10. Beskriv en sk långhålsbormaskin.
11. Beskriv kortfattat processen i ett sågverk från leverans av timmer till färdig produkt.
12. Skriv vad Du kan om den sk riksskogstaxeringen.
13. Beskriv hur en planhyvel fungerar. Rita en figur.
14. Beskriv hur man torkar trä vid ex vis ett sågverk.
15. När använder man sk HF-utrustning?

Tentamen i Träteknik för M3 m. fl.

den 22/8 kl 14-18, 1998, i KÅR

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum, ing A15 korridor C.

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **fyra** poäng. Rita en figur om så behövs.

SAARMAN:

1. Hur ser man om ett barrträd är moget för awerkning?
2. Vad menas med begreppet splinträd? Ge exempel på sådana.
3. Hur bildas sk kär! Var finns sådana?
4. Var ska man leta efter torus och margo? Vad är det?
5. Hur bestämmer man vanligen densiteten hos trä? Varför gör man så?
6. Skriv vad Du kan om jämviktsfuktkvoten hos trä?
7. Vad är sk tonträ?
8. Beskriv begreppen flatböj, kantkrokighet, skevhet och kupighet. Rita figurer.

KOMPENDIET + FÖRELÄSNINGAR:

9. Vad är en sk sjönöt och var finner man sådana?
10. Beskriv en sk rikthyvel. Rita figur.
11. Vad innebär begreppet blädning?
12. Beskriv några kemiskt härdande limmer.
13. Vad innebär den sk FEPA-standarden?
14. Beskriv vad som händer vid kammartorkning av virke.
15. När tillgriper man en sk Tina i träsammanhang?

Tentamen i Träteknik för M3 m. fl.

den 19/10 kl 9-13, 1998, i KÅR

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition.

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **fyra** poäng. Rita en figur om så behövs.

Saarman:

1. Skriv vad Du kan om en trädstams tillväxt på längden och på bredden?
2. Beskriv vätsketransporten i träd. Rita gärna figur.
3. Vilka olika skikt talar man om i en växtcell?
4. Hur definieras begreppen fuktkvot och fukthalt?
5. När använder man en sk pendelapparat? Hur fungerar den?
6. Skriv vad Du kan om sk brunröta.
7. Beskriv principen för plywood, lamellträ och limfog.

Kompendiet:

8. Vad är sk järnpodsol? Rita figur.
9. När tillgriper man en sk psykrometer? Förklara vad som händer.
10. PVAc används ibland i träindustrin. Vad är det, hur ser det ut och till vad används det?
11. Hur fungerar en sk ridålackmaskin? Var finns sådana?

Föreläsningar:

12. Vad är en nunatakk resp ändmorän?
13. Träden Picea, Abies och Taxus har något gemensamt. Vad?
14. Till vad används en sk timmerhäst?
15. Vad är en sk ångfälla? Hur fungerar den?

Tentamen i Träteknik för M3 m. fl.

den 14/1 kl 9-13, 1999, i T2

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **fyra** poäng. Rita en figur om så behövs.

Saarman:

1. Skriv vad Du kan om trädens rötter.
2. Hur varierar fuktkvoten i ett stamtvärnsnitt i ett nyligen fällt träd?
3. Nämn tre bandporiga träslag.
4. Hur varierar avdunstningshastigheten i olika riktningar i ett virkesstycke?
5. Hur definieras plank resp bräder?
6. Förklara hur en böjningsmaskin fungerar.
7. Vad innebär sk T-märkning av virke?

Kompendiet:

8. Vad är sk brunjord?
9. Vad innebär sk laxning?
10. Hur fungerar en rikthyvel?
11. När tillgriper man fenollimmet?

Föreläsningar:

12. När använder man en sk stokerskruv?
13. Vad innebär sk postning?
14. Hur fungerar en sk kammartork?
15. Hur är en vanlig eltaxa för en mindre träindustri uppbyggd?

Tentamen i Träteknik för M3 m. fl.

den 27/8 kl 14-18, 1999, i KÅR

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156. Mobiltel 0708 381156.

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **fyra** poäng. Rita en figur om så behövs.

1. Vad innebär det att ett träslag är ströporigt? Nämn några exempel på sådana.
2. Vad är utmärkande för sk kärnved? Nämn några träd med resp utan sådan.
3. Beskriv hur man bestämmer densiteten hos trä samt de begrepp som används.
4. Varför krymper och sväller träslaget bok mera än gran?
5. Varför flyttar sig det neutrala lagret vid böjbelastning av trä?
6. När tillgriper man en sk pendelapparat? Beskriv gärna med en figur.
7. Vad händer om virke får ett angrepp av hussvamp?
8. Ibland angrips möbler av sk trämask. Vad är det?
9. När tillgriper man ett sk CCA-medel. Vad innehåller detta?
10. Vad är sk MDF? Var används det och varför?
11. Nämn några för och nackdelar med kaseinlim.
12. Hur fungerar en ridålackmaskin?
13. Till vad har man en ångfälla?
14. Hur fungerar en sk bredbandputs?
15. Var kan man hitta sk nunatakker?

Tentamen i Träteknik för M3 m. fl.

den 18/10 kl 09-13, 1999, i KÅR

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156. Mobiltel 0708 381156.

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **fyra** poäng. Rita en figur om så behövs.

1. När tillgriper man metoden incising? Varför?
2. I vilka sammanhang används MDF. Varför?
3. Hur uppkommer sk bakterieangrepp hos trä och varför vill man undvika detta?
4. Hur fungerar den sk Janka-metoden? När används den?
5. Hur ändras hållfastheten hos trä när fiberriktning och belastningsriktning inte överensstämmer. Rita en figur!
6. Beskriv begreppen flatböj, kantkrokighet, skevhet och kupighet.
7. Glasspinnar tillverkas ofta av bok. Varför? Finns några andra lämpliga träslag?
8. Utländskt virke är ofta målat med färg på ändytorna. Varför?
9. Var återfinner man den sk mittlamellen?
10. Vad är utmärkande för sk parenkymceller?
11. Hur fungerar en valslackmaskin? Varför och när används sådana? Rita gärna en figur.
12. Beskriv översiktligt hur en KBA-lina, (kantbearbetningsautomat) fungerar.
13. Var hittar man sk kamflänsrör i en träindustri?
14. När ska man undersöka den sk "våta temperaturen"? Hur gör man?
15. Vad menas med begreppen ändmorän och drumlin?

Tentamen i Träteknik för M3 m. fl.

den 12/1 kl 14-18, 2000, i KÅR

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156. Mobiltel 0708 381156.

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **fyra** poäng. Rita en figur om så behövs.

Skriv vad Du kan om följande begrepp och företeelser

1. Mykorrhiza.
2. Riksskogstaxering.
3. Vätsketransport i en trädstam.
4. Bandporiga träslag. Ge också exempel på arter!
5. Olika densitetsuttryck för trä.
6. Fukttransport vid torkning från rått till torrt trä.
7. Brunröta.
8. Fullcellsprocessen.
9. Rikthyveln.
10. Laxning.
11. PVAc.
12. Trädslaget al.
13. Progressiva torkar.
14. Olika vegetationsregioner i Sverige.
15. Bredbandslipmaskinen.

Tentamen i Träteknik för M3 m. fl.

den 15/8 kl 14-18, 2000, i KÅRA

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156. Mobiltel 0708 381156.

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **fyra** poäng. Rita en figur om så behövs.

Skriv vad Du kan om följande begrepp och företeelser

1. Tysktallar.
2. Trädens rotsystem.
3. Märgstrålar.
4. Ströporiga träslag. Ge också exempel på arter!
5. Energiinnehållet i ved.
6. Kådlåpor.
7. Böjningsmaskinen.
8. Jankametoden
9. Planhyveln.
10. Träfiberskivor.
11. Limes norrlandicus.
12. Karbamidhartslim.
13. Satstorkar.
14. Ångfällor.
15. Ramsågning.

Tentamen i Träteknik för M3 m. fl.

den 20/10 kl 09-13, 2000, i KÅR samt på KTH.

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156. Mobiltel 0708 381156.

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum och på CTD-Stockholm

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **fyra** poäng. Rita en figur om så behövs.

Skriv vad Du kan om följande begrepp, apparater och företeelser:

1. Mykorrhiza.
2. Tyllbildning.
3. Porer i cellväggar.
4. Fiberfibrationspunkt.
5. Böjningsmaskinen.
6. Pendelapparaten.
7. Brunröta.
8. Incising.
9. Bordsfräsen.
10. Limfog.
11. Designbrief.
12. "Agenter" i träbranschen. (Var köper man maskiner?)
13. No-Sag.
14. Formpressning.
15. Taigan.

Tentamen i Träteknik för M3 m. fl., TMTR10

den 13/1 kl 14-18, 2001, i T1 samt på KTH?

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156. Mobiltel 0708 381156.

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum och på CTD-Stockholm

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med många detaljer ger **fyra** poäng. Rita en figur om så behövs.

Skriv vad Du kan om följande begrepp, apparater och företeelser:

1. MDF.
2. Bonnell.
3. CCA-medel.
4. Vitröta.
5. Janka-metoden.
6. Övervallningsprocessen.
7. Mikrofibriller.
8. Planhyvel.
9. PVAc.
10. Kambium.
11. Lasyr.
12. Psykrometern.
13. Fanér till planmöbler.
14. Podsol.
15. Vad betyder Quercus, Fagus, Tilia och Pinus?

Tentamen i Träteknik för M4

den 7/ 6 i U10 kl 09-13, 1994

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar ger en poäng. Svara ej med mer än fem rader på varje fråga. Rita en figur om så behövs. OBS att tentamen omfattar två sidor.

1. En svampart som angriper träd har sk rhizomorfer som är självlysande. Vilken?
2. EFG består av ett antal möbelföretag. Nämn minst tre av dessa.
3. Till vad används ett sk Du Pontschema?
4. Vid sågverket i Österbymo sågades främst två trädslag. Vilka?
5. Nämn minst tre fanértyper som används vid Kinnarps möbler.
6. Träbranschen har ett industriforskningsinstitut som har lokaler på tre ställen. Var?
7. Vilka träslag finns det vanligen i gitarrer?
8. Nämn något användningsändamål för en datortomograf i träsammanhang.
9. Nämn några fördelar med UV-härdande lacker.
10. Vad innebär sk valslackering och varför använder man denna metod?
11. Vilket lim användes huvudsakligen vid tillverkningen av möbeldetaljer vid Forsnäs AB?
12. Vad innebär sk LCA - analyser?
13. Nämn minst tre dörrfabriker inom företaget Swedoor.
14. Vad används en sk flash-off anläggning till?
15. När man använder dansk MDF kan man få problem med arbetsmiljön. Varför?
16. Vad betyder träbearbetning i 90° - 90° riktningen? Beskriv gärna med en figur.
17. En slipskiva har beteckningen SD 150 - R 75 B. Vad betyder detta?
18. På sågtänder talar man om spånvinkel och släppvinkel. Vad är det. Rita figur.
19. Vid maskinhvylning rör sig de skärande eggarna efter en speciell kurvform. Vilken?
20. Beskriv en rikthyvel. Rita gärna en figur.
21. Till vad används en mejselstämmaskin?
22. I träsammanhang används ibland sk luftputor. Till vad används de?
23. När använder man plastisk formgivning av trä? Nämn någon produkt.
24. Varför roterar överfräsarnas spindel med så stora varvtal?
25. I vilket sammanhang talar man om överskär?
26. Vad menas med xylem?
27. En viss typ av trädets celler lever bara ett år. Vad heter sådana?

28. Larix, Picea och Pinus är tre trädslag som har något gemensamt. Vad?
29. I en viss typ av träd finns sk libriformceller. I vilken och vad använder trädet dessa till?
30. Var i trädet hittar man det sk vårtiga lagret. (Warty layer)
31. En speciell typ av hemicellulosa dominerar i lövträd. Vilken?
32. I framför allt ek kan man få något som Kollman kallar honeycombing. Vad är det?
33. Vilken mekanisk egenskap är mest känslig för svampangrepp?
34. Lyctus brunneus, eksplintbaggen, förekommer främst i exvis ekparkett. Varför?
35. Två insekter, Sirex och Xeris, lever i skogen men också i färdiga träprodukter. De har ända upp till fem cm långa larver. Vad kallas de på svenska.
36. Pentaklorfenol används i en del träsammanhang. Till vad.
37. Nämn två behandlingsmetoder för att göra trä hårdigare mot brand.
38. Varför används bara resistansfuktmätare i ett intervall mellan 7-25 %.
39. Några ämnen används för att minska svällning och krympning hos trä. Nämn ett.
40. Rita ett $\sigma\varepsilon$ -diagram, stress-strain, för trä. Både drag och tryck måste inkluderas.
41. Visa i ett diagram hur E-modulen hos trä varierar med fuktkvoten.
42. När använder man Hankinssons formel?
43. Ett svenskt trädslag är speciellt känsligt för höga torktemperaturer. Vilket?
44. Nämn några för- och nackdelar med att mikrovågstorka trä.
45. Nämn två svenska trädslag lämpade för böjning av massivt trä, dvs kan ge minsta radie.
46. En getingliknande insekt finns ibland i ekparkett. Vad heter denna?
47. I kompendiet anges ett antal kriterier för regelrätt svällning. Nämn några.
48. Den sk APA metoden används för att testa vätbarheten. Nämn principen för metoden.
49. Vad innebär begreppet WPC-kompositer?
50. Ungefär hur stor är energianvändningen årligen inom trävaruindustrin?
51. Vad är en sk stokerskruv?
52. Hur mycket energi går det åt för att torka en m^3 virke vid en möbelindustri.
53. När använder man den sk kvalitetsfaktorn?
54. När använder man sk gaffelprover?
55. Vilken metod används då man noggrannt skall bestämma densiteten på trä?
56. Vad skall man göra för att undvika blånadsskador på virket?
57. Hårdhet hos trä beror till största delen på en faktor. Vilken?
58. Hur mäter man träets fuktkvot vid noggranna mätningar?
59. Visa i ett diagram det principiella förhållandet mellan svällning och fuktkvot hos trä i de tre riktningarna.
60. Vad är sk Björkmanlignin?

Tentamen i Träteknik för M4 m fl den 7/6 1994 kl 14-18

Hjälpmedel: Inga

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, tel 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar ger en poäng. Svara ej med mer än fem rader på varje fråga. Rita en figur om så behövs. OBS att tentamen omfattar två sidor.

1. I Kollmann talas om the Coniferales (Gymnosperms) och om the Dicotyledons (Angiosperms). Vad avses med dessa termer?
2. Mellan vilka växtanatomiska delar går mörkstrålarna?
3. I veden finns huvudsakligen två typer av celler, parenchyma och prosenchyma enligt Kollmann. Vad skiljer dessa åt.
4. Vilken bredd har kambiet i "normala" träslag?
5. Vad är utmärkande för veden i kärnan?
6. Varför kan man finna årsringar även i tropiska träslag?
7. I barrträd förekommer ofta hartskanaler. Vad heter motsvarande bildning i lövträd?
8. Hur stor andel av ett barrträds celler utgöres av sk trakeider?
9. Vilka svenska namn har Betula, Tilia och Picea?
10. Vilken eller vilka roller har ligninet i träcellerna.
11. Cellulosa är inte lösligt i vatten. Nämn någon vätska där cellulosa kan gå i lösning.
12. Xylan, glucomannan och galactan slås ofta samman i en större grupp inom trækemin. Vilken?
13. Var erhålles tryck- resp dragved?
14. Torksprickor i trä är oftast orienterade på ett likartat sätt. Vilket?
15. I träsammanhang används ibland ett sk gaffeltest, prong test enl Kollman. Vad är det?
16. Vad lever brunrötesvampar på.
17. Vilken mekanisk egenskap är mest känslig för svampangrepp?
18. I Kollmann talas om den sk death-watch beetle. Vad heter sådana i Sverige?
19. Det finns en viktig skillnad mellan termiter och hästmyror vad gäller deras beteende och skadeverkningar. Vilken?
20. Densiteten hos trä är en betydelsefull egenskap. Vilken ungefärlig densitet har den massiva delen av träet, dvs en träbit som enbart består av cellulosa, utan hålrum.
21. Varför är fuktmätare för virke som bygger på resistansmetoden graderade från 7 - 25 %.
22. I Kollmann finns sambandet mellan fuktkvot och svällning/krympning redovisat. Hur ser detta samband ut principiellt? Rita gärna en figur.

23. Vilken principiell inverkan har fuktkvoten på E-modulen hos trä?
24. I konstruktionssammanhang används ibland Hankinsons formel. Till vad?
25. Nämn två fördelar med bandsågar.
26. I Kollmann finns tre olika typer av spånor från sågar mm. Beskriv en av dessa spåntyper närmare. Rita en figur.
27. Vid bearbetning med kuttrar talar man om med- eller motmatning. Vilken är dominerande?
28. Hur mäter man motståndet mot nötning hos ett träslag?
29. Vid sågning vill man gärna ha så fina ytor som möjligt. Nämn tre metoder för att erhålla detta.
30. Vad innebär sk ridålackering?
31. I träsammanhang talas om Ruping-, Lowry- och Geweckemetoderna. När används dessa?
32. Polyetylenglykol används ibland för att förbättra träets egenskaper. Vilken?
33. Nämn minst tre principiella beståndsdelar i vanlig färg.
34. Varför används kokt istället för rå linolja i färger?
35. I Sverige har använts sk YSAM-grupper för klassifiering av färger. Vad avses?
36. Vad är sk apelsinskalseffekt?
37. Varför måste ett lim någon gång under sammanfogningsprocessen vara flytande?
38. Nämn någon typ av termoplastiskt lim.
39. Varför skall man försöka undvika sk kontaktlim?
40. Vilken typ av limmer är billigast resp dyrast enligt Johansson och Lindgren?
41. Varför skall man ha nybearbetade ytor när man limmar?
42. Varför kan det vara besvärligt att införa automatisk avsyningsutrustning i befintliga sågverk?
43. När kom möbelstilen rokokko till Sverige?
44. I Tyskland finns en mycket känd högskoleutbildning inom trä. Var ligger den?
45. I snickerisammanhang talas ibland om träslaget vitbok. Vilket träd avses egentligen?
46. Svamparna delas i träsammanhang in i tre stora grupper. Vilken typ dominerar på barrved?
47. Vilken egenskap mäts med de sk Izod- eller Charpy-metoderna?
48. Enligt Tore Strand kan arbetskostnaden inom träindustrin delas in i kostnader för bearbetning och hantering. Vilken relation är det mellan dessa?
49. Vilken ståltyp är idag helt dominerande för verktygstillverkning inom träindustrin.
50. På slippapper anges vilken grovlek kornen har. Vad avser siffervärdet?
51. Hårdheten på kontaktrullar till slipmaskiner mäts i ett speciellt mått. Vilket?
52. I locket på stränginstrument används ofta ett speciellt träslag. Vilket?
53. Varför används lönn just från Balkan till bl a fioler?

54. Vad är det man mäter inom dendrokronologin?
55. Inom logistiken används en förkortning, ROI. Vad betyder den?
56. Vilken skillnad är det mellan strålning från ett rör och strålning från ett preparat?
57. Inom monteringstekniken finns begreppet "leverans på rus". Vad är det?
58. Var börjar ett angrepp av almsplintborren?
59. Kreosot används mot röta. Hur destrueras lämpligen detta impregneringsmedel?
60. Vad är TRÄTEK för något?

Tentamen i Träteknik för M4 m fl den 3/9 1994 kl 14-18

Hjälpmedel: Inga
Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, tel 1156
Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar ger två poäng. Svara ej med mer än tio rader på varje fråga. Rita en figur om så behövs. OBS att tentamen omfattar två sidor.

1. En typ av celler förekommer speciellt i mägstrålarna. Vad heter sådana celler?
2. Färgen är ofta avvikande hos kärnveden, men vad använder man för kriterier mera vetenskapligt då man skall skilja kärnved från splint?
3. I lövträd förekommer porer eller kärl. Beskriv kort hur sådana celler ser ut.
4. Var förekommer sk libriform-celler och till vad används de i trädet?
5. Ett träslag har sina kärl arrangerade i vågiga band. Vilket?
6. Till vad använder trädet lignin?
7. Inom trävetenskapen finns ett begrepp som förkortas TAPPI. Vad är det?
8. Mest utmärkande för lövträd, rent kemiskt, är deras höga halt av en hemicellulosa. Vilken?
9. I barrträd förekommer mest en viss typ av lignin. Vilken?
10. Hur känner man igen tryckved? Vilka egenskaper har sådan ved?
11. Ibland förekommer träd vars fibrer växer spiralformat. Vad tror man detta beror på?
12. Normalt behöver man inte ta hänsyn till krympning i fiberriktningen. Finns något undantag?
13. Ythårdhet, casehardening, kan upptäckas med hjälp av en speciell metod. Vilken?
14. Vitröta förekommer mest på vissa trädslag. Vilka?
15. Varför får man oftast ett kubiskt mönster när trä angripits av brunröta?
16. Varför är inte blånadssvampar lika förödande för träets hållfasthet som andra typer av röta?
17. En insekt, *Lyctus brunneus*, förekommer mest i splintveden hos lövträd vars kärl måste vara större än 90 mm. Varför är det så?
18. Burnett-, Lowry-, Boucherie- och Kyanizingprocesserna har något gemensamt. Vad?
19. I Kollman finns fem metoder redovisade för att skydda trä mot brand. Nämn minst två.
20. Vissa ämnen gör att trä sväller mera än det skulle göra i vatten. Nämn något sådant ämne.
21. Fuktkvoten påverkar E-modulen hos trä. Vad händer över resp under fibermättnadspunkten?

22. Varför använder man sig ofta av begreppet böjhållfasthet just för materialet trä?
23. Hatt-Turner och Izod är två metoder som används inom träfysiken. Vad mäter man?
24. Vid viss träbearbetning rör sig verktyget relativt underlaget enligt sk cykloider. Vilken träbearbetning avses?
25. I träindustrin förekommer beteckningar som YSAM, MAK, TLV och ML. Vad betyder dessa?
26. Visa med en figur hur en ytbehandlingslinje av bordskivor kan anordnas.
27. Inom limtekniken talar man om UF-, MUF-, RF-, PVAc- PU-, EPI-lim. Vad avses?
28. Vid Trätek har man utvecklat något som kallas superträ. Vad är det?
29. Vad innebär det att en färg är tixotrop? Vad tillsätts för att alkydfärgerna skall bli sådana?
30. Vad innebär begreppet Möbelfakta?

Tentamen i Träteknik för M4

den 2/9 i U4 kl 14-18, 1995

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar ger två poäng. Fel ger minuspoäng. Svara ej med mer än tio rader på varje fråga. Rita en figur om så behövs. Tentamen omfattar två sidor.

Kollman

1. Tryckved krymper och sväller oftast mera än normal ved. Varför?
2. Blånadssvampar förekommer ofta på ved. Hur, och varför, påverkas veden och vad beror färgen på?
3. Polyetylenglykol används i en del träsammanhang. När används, och hur fungerar, det?
4. När trä tar upp vatten och sväller sker också en termisk process. Vad händer?
5. E-modulen hos trä påverkas av fuktkvoten och densiteten. Rita ett principiellt diagram.
6. I vilka sammanhang används Hankinsons "formel"?
7. Det sk Hatt-Turnertestet används då och då. Beskriv metoden och vad som undersöks?
8. Beskriv processen för högtemperaturtorkning. Nämn ett träslag som helst inte torkas på detta sätt.
9. På senare år har en metod som använder vacuumsäckar kommit i ropet. Vad avses och hur gör man?
10. Varför är det så svårt att bestämma formen och mängden lignin i trä. Nämn någon metod som används.

Kompendium

11. Beskriv de stora energislukarna, både el och värme, i en träindustri.
12. Parkettgolv av ek kan drabbas av insektsangrepp. Beskriv förhållandena.
13. Beskriv detaljerna vad gäller sk WPC-kompositer.
14. När använder man sk strömtransformatorer.
15. Vad innebär den sk APA-metoden?

Föreläsningar, studiebesök mm

16. I en tillverkningsprocess användes skivor tillverkade av linhalm. Var och varför?
17. Beskriv hur en kantlistautomat fungerar. Detaljer viktiga.
18. Ytbehandling är ofta miljöfarlig. Beskriv den process som användes i Forserum för att minska problemen. Varför fungerade den sämre än väntat.
19. Hos Fornäs AB använde man i huvudsak en enda typ av lim. Vilket och varför?
20. Transporten av möbler från Kinnarp var speciell. Beskriv denna.
21. Vid ytbehandlingen av stolar hos Samhall användes en speciell metod. Beskriv denna.
22. Blödsinn, och syllsvamp angriper främst en typ av virke. Vilket?
23. I vissa träsammanhang används utrustning från SUVA. Vilka?
24. Vad innebär begreppet Möbelfakta?
25. En mycket känd möbel, Lamino, ritades av fabriken Ekström. Var tillverkas den?
26. Beskriv vilka träslag som ingår i en gitarr.
27. När använder man lacker med sk uretanbas?
28. Vad är nackdelen med sk IR-torkar i en lacklina?
29. När använder man en sk valsmaskin?
30. I vilket sammanhang används sk ELU-enheter?

Tentamen i Träteknik för M4

den 19/10 kl 09-13, 1995

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar ger **tre** poäng. Fel svar ger avdrag i just den fråga som avses. Inga minuspoäng fortplantas dock till andra frågor. Svara ej med mer än tjugo rader på varje fråga. Rita en figur om så behövs. Tentamen omfattar två sidor.

KOLLMANN:

1. Parenchyma och prosenchyma är termer som används i träsammanhang. Vad är det, var finns det, skillnader mm.
2. Xylan och glucomannan är två ämnen som finns i trä. Vad är det och var finns det?
3. Författaren använder en term, casehardening. Vad är det och när får man det?
4. Ibland talar man om Fungi Imperfecti. Vad är det och vad händer och varför?
5. Dimensionsstabilisering används ibland. Hur gör man och varför fungerar det?
6. Det finns några principiella metoder för att mäta fuktkvoten i trä. Nämn dessa och beskriv dem mera i detalj. Fördelar och nackdelar.
7. Man kan mäta de elastiska egenskaperna hos trä med en sk elastomat. Detta är en dynamisk metod för sk oförstörande provning. Beskriv metoden. För- och nackdelar?
8. Vid torkning av trä är vissa arter känsligare än andra. Vilka ungefärliga temperaturer rekommenderas för gran, ek och bok?
9. I ett träsammanhang använder man en metod med brandslangar. Vad avses och hur gör man?
10. Wöhlerkurvor används ibland för att beskriva hållfastheten hos trä. Vad avses och vad händer?

GRÖNLUND:

11. Stukning och skränkning används i träindustrin. Vad är det? Nämn några för- respektive nackdelar med resp metod.
12. Plan- och profilreducerare används i träindustrin. Var? Hur fungerar apparaterna i princip?
13. I vilka sammanhang talar man om en brynplatta? Rita gärna en figur.
14. Beskriv hur en planhyvel fungerar. När används den?
15. Beskriv hur en långhålsborr fungerar. Rita figur. När används den?

16. När använder man en sk luftputa. Beskriv hur det fungerar.

FÖRELÄSNINGAR, KOMPENDIUM M.M.

17. Var i träindustrin återfinns man sk stokerskruvar? Till vad används de?
18. När torrt trä återfuktas sväller det. Samtidigt sker ett antal andra fysikaliska processer. Beskriv dessa.
19. Nämn några faktorer som påverkar ljudnivån från ex en justersåg.
20. Vid industriell tillverkning används sk borrlådor. Hur fungerar sådana? Hur borrar man och varför?

Tentamen i Träteknik för M4

den 29/5 kl 14-18, 1996, i U3

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **tre** poäng. Fel svar ger avdrag i just den fråga som avses. Inga minuspoäng forplantas dock till andra frågor. Rita en figur om så behövs. Tentamen omfattar två sidor.

KOLLMANN:

1. Skriv ner vad Du kan om parenkymceller, (parenchyma cells). Var finns de? Vilken nytta gör de i trädet? Hur ser de ut? Varför är de intressanta, m.m.?
2. Vilka kemiska analysmetoder finns för att ta reda på beståndsdelarna i trä. Varför är detta ofta svårt?
3. Termen "cross grain" används av Kollmann. Vad är det och varför uppkommer fenomenet?
4. Skriv vad Du kan om sk mjukröta. (Soft rot)
5. Kollmann nämner fem metoder för dimensionsstabilisering av trä. Vad går några av dessa ut på?
6. Hur varierar den elektriska ledningsförmågan hos trä? Vad använder man detta till?
7. De mekaniska egenskaperna hos trä anges ibland som Modulus of Rupture, MOR. Varför används detta begrepp?
8. Trätorkning är svårt. Beskriv hur man styr klimatet och varför. Vilka träslag är känsligast m. m. Här antas att vi har en sk satstork.
9. Parkettgolv utsätts för nötning. Hur testar man olika träslags motståndskraft mot detta?
10. I vissa fall används den sk Hankinssons formel. När då? Vad går den ut på?

Grönlund:

11. Skriv vad Du kan om slipning. Slipband, maskiner mm.
12. Vad kännetecknar en universalhyvelmaskin? Det finns två olika principutföranden enligt Grönlund, (Waco och Jonsereds). Vad skiljer dessa åt?
13. Beskriv vad man gör i en sk dubbeltapp.
14. Skriv vad Du kan om hydraulisk bearbetning. Nämn någon lämplig produkt att tillverka.

15. Berätta vad Du kan om tillverkning av fanér.

Kompendiet, föreläsningar och studiebesök:

16. Vad bör man undersöka och ev åtgärda vad gäller energianvändningen inom träbranschen. Både värme och el avses.
17. Vad är "Fungi imperfecti" och var kan man hitta det?
18. Beskriv ett antal maskiner och processer som normalt ingår i en sk lacklina.
19. Beskriv de material som ingår i en sk institutionsdörr från Swedoor i Forserum.
20. Beskriv en modern överfräs med CAD/CAM utrustning. Ange vanliga fabrikat m.m.

Tentamen i Träteknik för M4

den 3/9 kl 14-18, 1996, i T2

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **fyra** poäng. Fel svar ger avdrag i just den fråga som avses. Inga minuspoäng fortplantas dock till andra frågor. Rita en figur om så behövs.

KOLLMANN:

1. Skriv vad Du kan om sk reaktionsved. Vad skiljer sådan ved från normal ved i anatomiskt, kemiskt mfl hänseenden.
2. I träsammanhang talar man om xylan och glucomannan. Vad är det och var hittar man dessa ämnen?
3. Vad är sk "honeycomb and washboard defects" och när uppkommer sådana?
4. Vissa insekter angriper främst föremål av lövträ, ex vis parkettgolv. Varför? Beskriv förhållandena mera i detalj.
5. Beskriv de metoder Du kan för sk dimensionsstabilisering. Vad händer?
6. Hållfastheten hos trä varierar med fuktkvot och densitet. Beskriv förhållandena i ett diagram.
7. Skriv vad Du kan om sk högfrekvenstorkning av trä.

Grönlund:

8. Skriv vad Du kan om planreducering. När används detta förfaringssätt?
9. Beskriv hur en sk justersåg fungerar. Vad används den till?
10. Sågklingor har ofta problem med stabiliteten. Hur påverkar man denna och varför är detta viktigt?
11. Skriv vad Du kan om sk långhålsborring.

Kompendiet, föreläsningar och studiebesök:

12. Skriv vad Du kan om ägofördelning mm i Östergötlands skogar.
13. Beskriv tillverkningsprocessen av sk skiktlimmad fanér. Vad används det till, vad har man för råmaterial mm? Nämn något företag som tillverkar sådant.
14. Skriv vad Du kan om sk massivträkompositer.
15. Beskriv en sk kantlistautomat. När använder man sådana, hur fungerar den? Vanliga fabrikat mm.

Tentamen i Träteknik för M4

den 1/11 kl 09-13, 1996, i U6

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför IKP:s kursexpedition

För godkänt resultat fordras 30 poäng, 40 poäng ger en fyra medan 50 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **fyra** poäng. Fel svar ger avdrag i just den fråga som avses. Inga minuspoäng fortplantas dock till andra frågor. Rita en figur om så behövs.

KOLLMANN:

1. Varför går det inte så bra att använda brädor från enhjärtbladiga växter, =monocotyledons. När används istället sådana?
2. Hur gör man för att få reda på hur mycket cellulosa trä innehåller?
3. Vad menas med sk case hardening? Hur undviks detta?
4. Hur påverkar brun- och vitröta hållfastheten hos trä?
5. Skriv vad Du vet om densitetsmätning av trä?
6. Beskriv det sk Hatt-Turner testet. Vad används det till och hur gör man?
7. Torkning av trä kan ske med många metoder. Beskriv vad som händer vid högttemperatortorkning, "kokning i olja", "lösningemedelstorkning" samt direkt användning av el, Joule's heat'.
8. Beskriv några metoder som Kollmann anger för impregnering av trä.
9. När torrt trä tar upp vatten sker även vissa termiska processer. Vad händer och hur mäter man detta?
10. Beskriv de metoder som Kollman anger för hårdhetstester.

Grönlund + studiebesök:

11. Skriv vad Du kan om borrar. Maskiner, borrar, metoder mm.
12. Vid viss träbearbetning talar man om sk trokoidkurvor. Vad avses?
13. Beskriv några olika typer av slipmaskiner.
14. Skriv vad Du kan om barkning.
15. Berätta vad Du kan om tillverkning av planmöbler.

Tentamen i Träteknik för M4

den 28/5 kl 14-18, 1997, i U4

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum

För godkänt resultat fordras 25 poäng, 35 poäng ger en fyra medan 45 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **fyra** poäng. Fel svar ger avdrag i just den fråga som avses. Inga minuspoäng fortplantas dock till andra frågor. Rita en figur om så behövs.

TSUOMIS:

1. Redogör för de makroskopiska strukturerna i ett träd. Hur ser exempelvis mörken ut i olika träslag, vad skiljer kärnan från splinten, årsringar i lövträd och barrträd samt i barken, mm. Tropiska träd kontra de som växt i tempererade zoner. Märgstrålar mm.
2. Skriv vad Du kan om porer, (engelska = pits), i lövträd och barrträd. Var hittar man ex vis sk klädda porer, (engelska = vested pits) och vad är det?
3. Rotfanér används ibland till finare möbler. Vad skiljer i egenskaper och utseende mellan rötterna och det övriga trädet?
4. Hur kan man minska svällning och krympning hos trä? Vad innebär en högre halt av extraktivämnen?
5. Vid torkning förändras träets hållfasthetsegenskaper. Vad händer och varför?
6. Beskriv tillverkning av fanér från stock till färdig produkt?
7. Vad innebär sk casehardening och hur undersöks och undviks detta.
8. I vilka sammanhang tillgrips den sk explosionsprocessen. Vad händer?
9. Skriv vad Du kan om tryckhållfasthet hos trä.
10. Skriv vad Du kan om bakterieangrepp och trä. Vilka defekter erhålles?

Studiebesök + kompendiet:

11. Vilka olika maskiner används vid ytbehandling av planmöbler. Hur fungerar de?
Beskriv en ytbehandlingslina.
12. Vilken typ av utrustning används när man skall studera energianvändningen i en snickerifabrik?
13. Formpressad fanér används ofta i möbelindustrin. Beskriv produktionsprocessen.
14. Tillverkning av bordtennisracketar sker ofta med en speciell process. Beskriv denna.
15. Beskriv några typer av numeriskt styrda överfräsar. Nämn gärna några fabrikat. Vad tillverkas i dessa och hur?

Tentamen i Träteknik för M4

den 2/9 kl 14-18, 1997, i T2

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum

För godkänt resultat fordras 25 poäng, 35 poäng ger en fyra medan 45 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **fyra** poäng. Fel svar ger avdrag i just den fråga som avses. Inga minuspoäng forplantas dock till andra frågor. Rita en figur om så behövs.

TSUOMIS:

1. En del träd har ingen synlig kärna. Hur gör man för att ändå avgöra var kärnveden börjar och varför kan man göra så? Två metoder nämns i boken.
2. I trädets celler finns olika typer av porer. Skriv vad Du kan om dessa. Vad är typiskt och hur undersöker man detta.?
3. C. Nägeli undersökte redan 1858 hur trä ser ut. Vilken upptäckt tillskrivs denne forskare?
4. Växtvridenhet, spiral grain, förekommer ofta. Skriv vad Du kan om detta fenomen.
5. Skriv vad Du vet om adsorption och desorption av vatten i cellväggarna. Vilken är den lägsta fuktkvot som kan erhållas praktiskt. Varför? Hur kommer man dithän?
6. Hur förklarar man i Tsuomis skillnaden mellan longitudinell, tangentiell och radiell krympning och svällning?
7. Tsoumis talar om tre stadier som går igenom vid torkning av plankor och brädor. Beskriv dessa.
8. Beskriv den sk Kraftprocessen. När används den och hur gör man?
9. Varför föredras barrträd när man skall tillverka fiberskivor?
10. Vilka är skillnaderna mellan Waferboard och OSB?

Kompendiet och studiebesök:

11. Astmatiska besvär förekommer ibland i sågverk, Varför?
12. Vad är en sk minerarfluga och var kan man hitta sådana?
13. Beskriv en sk kantbearbetningsautomat.
14. Beskriv hur en valsmaskin fungerar och när man använder en sådan.
15. När används en sk borrlåda och hur fungerar den?

Tentamen i Träteknik för M4

den 14/1 kl 14-18, 1998, i KÅR

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum

För godkänt resultat fordras 25 poäng, 35 poäng ger en fyra medan 45 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **fyra** poäng. Fel svar ger avdrag i just den fråga som avses. Inga minuspoäng fortplantas dock till andra frågor. Rita en figur om så behövs.

TSUOMIS:

1. I vilka arter av träd hittar man sk hartskanaler? Var är de vanligast?
2. Fibrer är en typ av celler i träd. Var hittar man sådana och hur ser de ut?
3. Hur bär man sig åt för att skilja på cellulosa och hemicellulosa?
4. Hur inverkar halten extraktivämnen på krympning och svällning. Varför?
5. Kammartorkning av virke delas ofta in i tre olika stadier. Beskriv dessa.
6. Beskriv hur man tillverkar fanér. Rita gärna figurer.
7. Skriv vad Du kan om bakterieangrepp och trä.

Kompendiet, föreläsningar och studiebesök:

8. När använder man sk stämbormaskiner?
9. Skriv vad Du kan om sk parkettbaggar.
10. Beskriv fördelar och nackdelar med sk point-to-pointmaskiner. Nämn några vanliga fabrikat.
11. Beskriv tillverkning av planmöbler, ex vis en hurts. Vilka maskiner används? Material? Lim? Rita gärna en skiss över processerna. **Fullständig beskrivning ger 8 poäng.**
12. Beskriv Träcentrum och Trätek.
13. Beskriv hur vanliga eltaxor för träindustrin ser ut.
14. Beskriv hur en valsridåmaskin fungerar och när man använder en sådan.

Tentamen i Träteknik för M4

den 2/6 kl 14-18, 1998 i T2.

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum

För godkänt resultat fordras 25 poäng, 35 poäng ger en fyra medan 45 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många relevanta detaljer** ger 4 poäng. Rita en figur om så behövs.

TSUOMIS:

1. Skriv vad Du kan om sk tyllbildning i träd. (Tyloses)
2. Hur bildas sk hartskanaler? Vad heter motsvarande bildning hos lövträd?
3. En cells utveckling beskrivs i fyra olika stadier. Vad händer?
4. Beskriv hur man anger densiteten hos trä. (Fyra olika typer används).
5. Varför skiljer det i värde mellan Young's modul och MOE. Hur undersöks detta?
6. Varför sväller och krymper trä olika mycket i radiell, tangentiell och longitudinell led?
7. Kvalitetsmätning av timmer sker olika för löv- resp barrträd. Beskriv förhållandena.
8. Vad innebär termen "casehardening" och hur undviks detta?
9. Skriv vad Du kan om högtemperaturtorkning.
10. Skriv vad Du kan om torkning av fanér.

Kompendiet, föreläsningar och studiebesök:

11. Skriv vad Du kan om färgförändringar vid torkning av lövträ.
12. Beskriv en sk ytbehandlingslina för planmöbler.
13. Hur fungerar en krysslipmaskin?
14. Överfräsmaskiner används ofta i möbelindustrin. Beskriv hur man använder sådana.
15. När tillgriper man en sk dubbeltappmaskin? Vad händer? (Obs! Används även till annat än tappar.)

Tentamen i Träteknik för M4

den 28/8 kl 14-18, 1998, i KÅR.

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum

För godkänt resultat fordras 25 poäng, 35 poäng ger en fyra medan 45 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med många relevanta detaljer ger 4 poäng. Rita en figur om så behövs.

TSUOMIS:

1. Skriv vad Du kan om sk kärll i träd. Vad är ex vis scalariforma bildningar?
2. Beskriv de olika lagren i en cellvägg hos träd.
3. Vad är sk månringar och var hittar man sådana i träd?
4. Beskriv fördelar och nackdelar mm vad gäller elektriska fuktkvotsmätare.
5. Förklara begreppen MOE och MOR. Hur undersöks dessa?
6. Honeycombing är vanligare i vissa träslag. Förklara förhållandena.
7. "Trägetingar" eller vedsteklar, ex *Sirex gigas*, angriper mest vissa träslag. Skriv vad Du kan om detta.
8. Hur testar man styrkan hos limfogar?
9. Vad är OSB, waferboard och COM-PLY?
10. Beskriv den sk Masonite-processen.

Kompendiet, föreläsningar och studiebesök:

11. Hur fungerar en betsmaskin för planmöbler?
12. När och varför tillgriper man en sk ridålackmaskin? Funktion?
13. Ånga används ofta i träindustrin. Hur fungerar ett sådant system?
14. När använder man sk strömtransformatorer?
15. Vad är sk Fungi imperfecti?

Tentamen i Träteknisk Materiallära för M4 m. fl.

Lördagen 12/12 kl 14-18, 1998

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156, Mob tel 0708 381156

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum

För godkänt resultat fordras 8 poäng, 12 poäng ger en fyra medan 16 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med många detaljer ger två poäng. Rita en figur om så behövs.

1. Skriv vad Du kan om kammartorkning vid snickerifabriker.
2. Skriv vad Du kan om böjprovning av trä.
3. Skriv vad Du kan om dragved, sk tension wood.
4. Varför är det så svårt att analysera lignin? Hur gör man?
5. Ek blir ibland guldfärgad vid torkning. Vad beror detta på?
6. Ekparkett är ibland angripen av insekter. Skriv vad Du kan om detta.
7. Fibermåtnadspunkten varierar mellan olika träslag. Skriv vad Du kan om detta.
8. Polyetylenglykol används ibland i träsammanhang. Varför?
9. När torrt trä återfuktas fås vissa termodynamiska effekter. Vad händer?
10. Beskriv hur man undersöker trä i ett svepelektronmikroskop.

Tentamen i Träteknik för M4

den 14/1 kl 14-18, 1999 i KÅR.

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum

För godkänt resultat fordras 25 poäng, 35 poäng ger en fyra medan 45 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med många relevanta detaljer ger 4 poäng. Rita en figur om så behövs.

TSUOMIS:

1. Hur gör man för att separera och kunna undersöka cellerna i olika träslag?
2. Var återfinner man sk perforation plates?
3. Hur uppkommer sk tyllbildning och var kan det hittas?
4. Cellbildningen hos träd indelas i fyra stadier. Beskriv dessa.
5. Hur definieras fibermättnadspunkten?
6. I vilka sammanhang använder man polyetylenglykol. Varför?
7. Skriv vad Du kan om sk vattved, wetwood.
8. Virkestorkningen delas in i tre steg. Vilka? Beskriv vad som händer.
9. Beskriv hur man torkar fanér.
10. Hur ser man skillnad på en waferboard och en OSB?

Kompendiet, föreläsningar och studiebesök:

11. Hur fungerar en sk krysslipmaskin?
12. Hur fungerar en sk UV-lina?
13. Beskriv hur ett spånsugsystem fungerar.
14. När använder man sk strömtransformatorer?
15. Nämn några svenska agenter för maskiner till träindustrin.

Tentamen i Träteknik för M4

den 31/5 kl 14-18, 1999 i U7.

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum

För godkänt resultat fordras 25 poäng, 35 poäng ger en fyra medan 45 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med många relevanta detaljer ger 6 poäng. Rita en figur om så behövs.

TSUOMIS:

1. Redogör för olika portyper i cellväggarna hos träd. Rita gärna figur.
2. När talar man om fusiforma mägstrålar?
3. Rita en figur över en cellväggs olika lager och namnge dessa.
4. Hur bestämmer man fuktkvoten i trä? Beskriv några metoder.
5. Vad undersöker man med ett sk gaffelprov?
6. När tillgrips begreppen MOR och MOE. Varför?
7. Vad är skillnaden mellan en OSB och en Waferboard?

Kompendiet, föreläsningar och studiebesök:

8. Hur fungerar en sk KBA-lina?
9. Beskriv hur en ridålackmaskin fungerar. Rita en figur.
10. Hur undersöker man ett lims förmåga att uthärda skjuvning?

Tentamen i Träteknisk Materiallära för M4 m. fl.

Lördagen 12/12 kl 14-18, 1998

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156, Mob tel 0708 381156

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum

För godkänt resultat fordras 8 poäng, 12 poäng ger en fyra medan 16 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **två** poäng. Rita en figur om så behövs.

1. Skriv vad Du kan om kammartorkning vid snickerifabriker.
2. Skriv vad Du kan om böjprovning av trä.
3. Skriv vad Du kan om dragved, sk tension wood.
4. Varför är det så svårt att analysera lignin? Hur gör man?
5. Ek blir ibland guldfärgad vid torkning. Vad beror detta på?
6. Ekparkett är ibland angripen av insekter. Skriv vad Du kan om detta.
7. Fibermåtnadspunkten varierar mellan olika träslag. Skriv vad Du kan om detta.
8. Polyetylenglykol används ibland i träsammanhang. Varför?
9. När torrt trä återfuktas fås vissa termodynamiska effekter. Vad händer?
10. Beskriv hur man undersöker trä i ett svepelektronmikroskop.

Tentamen i Träteknisk Materiallära för M4 m. fl.

Torsdagen 16/12 kl 14-18, 1999 i KÅR.

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156, Mob tel 0708 381156

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum

För godkänt resultat fordras 8 poäng, 12 poäng ger en fyra medan 16 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **två** poäng. Rita en figur om så behövs.

1. Skriv vad Du kan om libriformceller.
2. Skriv vad Du kan om dragprovning av trä.
3. Skriv vad Du kan om tryckved, sk compression wood.
4. När använder man de sk standardmetoderna från TAPPI?
5. Beskriv hur man utnyttjar den elektriska ledningsförmågan vid fuktkvotsmätning.
6. Beskriv hur sk gaffelprov, "fork samples" ser ut under torkningsprocessen.
7. När uppstår sk "honeycombing"? Hur undviker man detta fenomen?
8. När tillgriper man den sk Hankinsons formel?
9. Beskriv hur man bestämmer de sk MOR och MOE, dvs Modulus of Rupture och Modulus of Elasticity. Varför används dessa värden?
10. I vilka sammanhang talas om ämnet Oregonin?

Tentamen i Träteknisk Materiallära för M4 m. fl.

Lördagen 29/4 kl 14-18, 2000 i U3.

Kontaktperson: Stig-Inge Gustafsson, 1156, Mob tel 0708 381156

Resultat: Anslås utanför Trätekniks seminarierum

För godkänt resultat fordras 8 poäng, 12 poäng ger en fyra medan 16 poäng och bättre ger en femma. Rätt svar med **många detaljer** ger **två** poäng. Rita en figur om så behövs.

1. Skriv vad Du kan om sk hartskanaler (resin canals).
2. Skriv vad Du kan om böjprovning av trä.
3. Skriv vad Du kan om dragved (tension wood).
4. Hur utvinns man lignin då man ska undersöka ämnet i laboratoriet? Varför?
5. Skriv vad Du kan om "Impreg" och "Compreg".
6. Vad händer termodynamiskt när torrt trä tar upp vatten?
7. När och varför tillgriper man sk steaming eller ångbasning? Hur gör man?
8. Beskriv vad som händer då man använder den sk förskjutningsmetoden.
9. Hur kommer det sig att det finns "årsringar" i tropiska träslag?
10. Varför uppkommer färgförändringar vid torkning?

24 REGISTER**1**

1-komponentlim, 203

2

2-komponentlim, 203

8

8-ramen, 152

A

Abies, 302

ablation, 8

abonnerade effekten, 253

Acer platanoides, 17

Acer rubrum, 94

acetatfibrer, 37

acetylering, 210

acrylat-UV, 223

adaptivitet, 174

Aerolite, 201

Aextoxicon punctatum, 104

AFS, 204; 216

Agaricaceae, 45

Agaricales, 45

Aigeros, 18

Air-mix, 219

akrylatlim, 203

aktiva eleffekten, 252

aktiveringsenergin, 85

akustiska egenskaper, 301

Al, 207

al, 88; 122

Albidae, 18

alkydharts, 215

alkydlacker, 215

allergier, 216

Allmänna barkbocken, 49

alm, 17; 35; 45; 50; 204

almsjukan, 50

Almsplintborren, 50

Alnus, 19; 88

aluminiumoxid, 212

Amanita, 45

ambrosiasvampar, 51

American Plywood Association, 197

aminoharts, 215

amputationsskador, 158

Ancyclus fluviatilis, 10

Ancylussjön, 10

animaliska limmer, 199

Anläggningslag, 35

Anóbium punctatum, 51

Antrodia serialis, 46

Antrodia sinuosa, 46

Antrodia vaillantii, 45; 46

Antrodia xantha, 46

APA - metoden, 197

Apel, 23

Aphyllophorales, 45

appliceringsvalsen, 220

Araldit, 203

Arbetskyddsstyrelsen, 204

Arbetskyddsstyrelsens Författningssamling,
216

Arida torrskogar, 27

Armillaria, 18; 24; 45

Ascomycetes, 45

Asfalt, 199

Ask, 207

ask, 17; 24; 35; 45; 50; 204; 251

asp, 18; 69; 84; 206; 208

Aspergillus fumigatis, 44

asptickan, 18
 Aspvedbockar, 18
 aspvedsbocken, 50
 Aucoumea klaineana, 31
 Aureobasidium pullulans, 46
 automatisk montering, 172
 auxin, 230
 avenbok, 35
 avkylningszon, 217
 avskogningen, 29

B

bakar, 71
 bakterier, 44; 68
 bakterios, 24
 balkbandsputs, 170
 balsa, 206
 balsampoppel, 208
 Baltiska issjön, 10
 bandputsmaskiner, 167
 bandslipning, 151
 bandsåg, 156
 bandsågblad, 147
 bandsågning, 151
 bandsågverk, 70
 Barberan, 220
 barkborrar, 49
 barkningsmaskiner, 70
 barrträd, 211
 basidiesvamparna, 45
 Basidiomycetes, 45
 Basning, 194
 Beckers, 223
 behörig elektriker, 254
 Ben, 199
 benlim, 199
 bensen, 195
 benzyklorid, 208
 bergek, 87
 Berryfunktioner, 123
 beslagsautomat, 186
 beslagsborr, 166
 bestämningsnyckel, 302
 betjäningsgrad, 185
 bets, 211
 betsning, 68
 Betula, 9; 19
 Betula pubescens, 19
 Betula verrucosa, 19
 bildbehandlingsdator, 242
 bindemedel, 214
 Bjerkandera adusta, 45; 47
 Björk, 207
 björk, 19; 69; 102; 124; 128; 129; 210; 218
 björkbastflugan, 52
 björksplintborren, 50
 björkticka, 46
 björkvedsbocken, 50
 blandning, 218
 Blastóphagus, 50
 bleke, 12
 Blodalbumin, 199
 blå hornstekeln, 51
 blå-gröna alger, 44
 blåhjonet, 51
 blånadsskador, 68
 blånadssvamparna, 46
 blåytesvampar, 50
 bläcksvampar, 45
 blädning, 15
 Bok, 196; 207
 bok, 17; 35; 60; 88; 99; 102; 104; 218; 243
 bokhyllor, 97
 Boletáceae, 45
 boniteten, 16
 bord, 97; 190

- Bordsfräs, 157
 bordsskivor, 216
 borbilder, 185
 bormaskiner, 166
 bormusslor, 68
 Borstfabriker, 55
 borstsliphjul, 212
 bortbrytning, 149
 Borås, 66
 Botrytis cinerea, 24
 bottenmorän, 8
 brand, 210
 Brasilien, 31; 62
 bredbandputs, 223
 bredbandputsar, 167; 223
 bredbandsputsar, 212
 bredhalsade varvsflugan, 49
 British Columbia, 61
 brottkriterium, 99
 brukstid, 214
 brunjord, 12
 brunröta, 104
 brunrötesvampar, 46
 brynplatta, 155
 Brädgårdar, 55
 brädgårdstorkning, 77
 bränsleflis, 76
 brödkorgsvampar, 46
 bulighet, 243
 Bürkle, 220; 223
 burmatare, 174
 butanol, 213
 butylacetat, 216
 bytesbalans, 58
 båghöjd, 244
 Båtvarv, 55
 bärlinor, 73
- C**
- Callidium violáceum, 51
 Calócera, 46
 Camponótus herculeánus, 52
 Carl Malmstens Verkstadsskola, 65
 Cascobond, 203
 Cascol, 202
 Casconol, 201
 Cascorit, 201
 Cascosinol, 202
 castalagin, 87
 Castanea sativa, 88
 Cefla, 222; 225
 cellulosa, 38; 195
 Cellulosaacetat, 199
 cellulosalacker, 215
 centerbordsmatare, 174
 centrifugalmatare, 174
 centrumtappar, 102
 centrumtappbormaskiner, 166
 Ceratocystis, 45; 50
 Chaetomiaceae, 45
 Chaetomium globosum, 48
 Chamaecyparis obtusa, 209
 champinjoner, 45
 Chlorophora excelsa, 30
 chromatograf, 86
 Chuckspindeln, 158
 cirkelklyvsåg, 156
 cirkelsåg, 156
 cirkelsågning, 151
 cirkelsågverk, 70
 clipsförband, 175
 Clitocybe, 45
 CNC, 169
 Compreg, 207
 Coniophora arida, 46
 Coniophora puteana, 46
 contorta, 62

Coprinus, 45
 coronametoden, 197
 cos, 257
 Cossus cossus, 18; 51
 Crucibulum, 46
 Cryptomeria japonica, 104; 209
 Cunninghamia lanceolata, 104
 Cyathus, 46

D

D-glukos, 39
 Dacrymýces, 46
 Daedalea quercina, 46
 Daldiniaceae, 45
 Dana älv, 10
 Danmark, 217
 Dansk Teknologisk Institut, 61
 datortomografen, 246
 datortomografi, 70
 defibrering, 71
 deformationsenergi, 145
 Delitschia, 45
 delningsskena, 160
 Dendróctonus micans, 51
 Dendromýza betulae, 52
 Design For Assembly, 175
 Deuteromycétes, 44
 Deuteromycotina, 46
 DFA, 175
 Diamant, 149
 diatakt, 12
 diatoméer, 10
 differentierad energiavgift, 253
 diffusion, 78
 diisocyanat, 210
 dimensioneringshyvel, 163
 dimensionsstabiliteten, 207
 dipol, 195

Dispersionerna, 197
 dispersionskrafter, 195
 Dissolvingmassa, 42
 DMC, 212
 domänverket, 25
 Donkioporia expansa, 46
 dopplackering, 216
 dorn, 190
 DOS-miljö, 115
 dosering, 218
 doservalsar, 222
 Douglasgran, 62; 104; 196
 dragved, 231
 drumlin, 8
 druvek, 22
 Dryas octopetala, 10
 dubbeltapp, 166
 dubbskador, 69
 Durometer, 212
 Dy, 12
 dyna, 212
 Dynokoll, 202
 Dynorit, 201
 Dynosol, 201; 202
 dynsvampar, 45
 dödsur, 51
 dörrar, 201; 216

E

ebenholts, 29
 effektavgift, 253
 effektivspänningen, 99
 EFG, 226
 egalisering, 212
 Egenfrekvensen, 206
 Eggförslitningen, 142
 EHMA, 206
 Ek, 196

ek, 1; 17; 22; 32; 35; 49; 60; 76; 81; 86; 102;
 196; 200; 202; 206; 225; 257; 318

eksem, 214

eksplintbaggen, 49

ekvedbaggen, 49

elasticitetsmodul, 101

eldtickan, 18

elektronstrålning, 215

elektrostatisk effekt, 218

elementarfall, 105

elenergikostnader, 256

elevatormatare, 174

Elfenbenskusten, 31; 63

ellagitanniner, 86

Elmes, 69

elmätare, 251

Elowsson, 68

elskatt, 253

elstatlackering, 170

Emballage, 63

emballeringsmaterial, 239

emulgeringsmedel, 197

emulsioner, 197

enbandade tallviveln, 50

Energianvändningen, 248

energiparhandbok, 248

envisa trägnagaren, 51

eoliska sediment, 12

EPI, 203

Epics, 223

epoxilacker, 217

Epoxilimmer, 203

epoxilimmer, 197

Epoxylimmer, 199

Erfä Idéhem, 64

Ernobius mollis, 51

estrar, 216

Etylglykol, 216

etylglykol, 213

Eukalyptus, 91

Euler, 123

Eumycètes, 44

Europa, 64

Europamöbler, 64

European Furniture Group, 226

EVA, 199; 202

Evert Johansson AB, 183

Exidia, 46

exporthyvel, 163

exportintäkterna, 56

extraktivämnen, 38; 85; 197; 211

F

Fagus, 88

Fagus silvatica, 21

Fals, 191

falsförband, 174

FAM, 171; 173

fanér, 56; 212

Fanérfabriker, 55

fanéring, 197

faneringen, 194

fanérlimning, 200

fanértillagningsmaskiner, 167

farosymbol, 205

faskompensering, 253

FEM, 114; 128

fenol, 207

Fenol-formaldehyd, 199

fenol-formaldehydlim, 201

Fenollim, 201

fenollim, 209

Fenolresorcinollim, 196

FEPA-standard, 212

fibermättnadspunkten, 202

Fiberriktningen, 128

- fiberriktningen, 141
 fiberstörningar, 142
 fibrillvinkeln, 229
 Fingerskarvning, 193
 fingerskarvning, 73; 202
 Finita ElementMetoden, 114
 Finland, 58; 62
 firn, 7
 fjällpanel, 156
 fjällskivlingar, 45
 fjärilar, 51
 fladder, 212
 fladderputs, 170
 flampunkt, 215
 flatrem, 160
 flis, 71
 flishuggar, 71
 Flottning, 79
 flugsvampar, 45
 flytvillkor, 99
 Fnösketickan, 18
 Fomes fomentarius, 18
 formaldehyd, 200; 201; 202; 203; 207; 210;
 215
 formatsågar, 167
 formförändringar, 94
 forskningsstatistik, 65
 fosforföreningar, 210
 Foss-Than, 203
 fotoaktiva ämnen, 217
 fotoinitiatorn, 217
 Frankia, 21
 Frankrike, 62
 Fráxinus, 24
 Fraxinus excelsior, 17
 frekvensområden, 204
 frihetsgrader, 177
 friktionsenergi, 145
 Friktionskoefficienten, 146
 friluftstorkning, 77
 frostlim, 202
 fruktkroppar, 44
 fräsmaskinerna, 157
 fräsning, 154
 fräsverktyg, 158
 fröträd, 15
 Fuktbeständigheten, 200
 fuktkvot, 147
 fuktvandringen, 78
 Fungi imperfecti, 46
 furfurylalkohol, 208
 Furu, 196
 furu, 60; 183; 196; 245; 250
 fuzzy clustering, 243
 Fyllnadsmedel, 201
 fyllnadsmedel, 214
 fyrsågning, 71
 fågelbär, 23; 35
 fåtöljer, 97
 fältspänning, 204
 färg, 211
 färgförändringar, 85
 fönster, 216
 fönsterkarmar, 46
 förband, 104; 174
 förna, 12
 förskjutningsmetoden, 105
 Förtunning, 215

G

- G-lignin, 40
 Gallring, 14
 gammastrålning, 69
 garderober, 100
 garvsyra, 200
 gasavsläpp, 212

- Gasteromycètes, 46
 Geastrum, 46
 gelatineringen, 199
 gelatinisering, 208
 gelesvamparna, 46
 Gerhard de Geer, 9
 geringskap, 155
 getryggsås, 8
 glacifluviala sediment, 11
 glansmätare, 214
 Gleophyllum sepiarium, 46
 Gleophyllum trabeum, 46; 47
 glutin, 199
 Gonystylus, 31
 gradhyvel, 190
 Gradning, 190
 gradspår, 160
 Gran, 196
 gran, 60; 69; 183; 210; 250
 granbarr, 209
 grandinin, 87
 Graningeverken, 25
 greensplitsåg, 72
 gripdon, 177
 grundhyvel, 190
 grundlacker, 214
 gråal, 21
 gråbandade barkbocken, 18
 gråmögel, 24
 gräs, 209
 gul monilia, 24
 Gula hornstekeln, 51
 guldlisterfabriker, 55
 Gustaf Lagerheim, 9
 gångjärnsbeslag, 185
- H**
- H-lignin, 40
- hartser, 211
 hartsgångar, 302
 hattsvampar, 45
 Heesemann, 212; 223
 hemicellulosa, 38
 Hemlock, 62
 Hernicoll, 202
 Heterobasidion annosum, 24; 46
 Hevea, 31
 hexos, 39
 HF, 204
 hinoki, 63
 hjorthornssvamp, 46
 hobbylim, 202
 honungsskivlingen, 18
 Hooke, 128
 hopfogning, 174
 horisontalbandslip, 222
 hudlim, 199
 Humicola alopallonella, 48
 husbocken, 51
 Husfabriker, 55
 hussvamp, 46
 huvudskärriktningarna, 141
 Hydraulisk barkning, 70
 Hylástes brúnneus, 50
 Hylecoétus dermestoídes, 49
 Hylésinus fráxini, 50
 hyllbärare, 185
 hyllbärarstift, 185
 Hylóbius abíetis, 50
 Hylotrúpes bájulus, 51
 Hylúrgops palliátus, 50
 Hymenomycètes, 45
 Hyphoderma praetermissum, 47
 Hypholoma, 45
 Hypoxylon, 45
 hyvlerier, 55; 73

hyvling, 141; 154
 Hårdmetall, 149
 hårdmetall, 148
 hägg, 23
 härdande limmer, 200
 hästmyran, 52
 hättor, 45
 högfrequensuppvärmning, 204
 Högskolan för Design och Konsthantverk, 64
 Högskolan i Falun/Borlänge, 66
 Högskolan i Jönköping, 66
 Högskolan i Karlstad, 66
 högsta kustlinjen, 10
 högtemperaturtorkning, 77; 80; 94
 högtryckslampor, 217
 Högtrycksmetoden, 218
 hörnförband, 188; 191

I

IKEA, 64
 Impreg, 207
 Indonesien, 31
 induktiv last, 252
 industrirobot, 177
 industrirobotar, 167
 ingenjörutbildning, 66
 inlandsis, 7
 Inonotus hispidus, 24
 insekter, 68
 Institutionen för träteknik i Luleå/Skellefteå,
 66
 Institutionen för träteknik vid KTH, 65
 instrument, 301
 instyrningskil, 158
 intarsia, 194
 integralanhåll, 158
 intercelluarer, 231
 interglacialsider, 7

Intsia bijuga, 31
 Ips acuminatus, 51
 Ips sexdentatus, 51
 ISO 9000, 235
 Isocyanaterna, 210
 isocyanatharts, 216
 isocyanatlim, 203
 isräfflor, 7
 Italien, 223

J

Japan, 58; 62; 243
 japansk ceder, 104; 209
 japansk cypress, 209
 Jon Stenberg, 220
 jordarter, 11
 jordmån, 12
 jordstjärnor, 46
 Juglans nigra, 91
 jämviktsekvationer, 98
 Järnpodsol, 12
 Jättebastborren, 51
 jökelport, 8

K

Kalibrering, 212
 kaliumbisulfit, 42
 kalvning, 8
 kambieskiktet, 151
 kameror, 242
 Kamerun, 31
 kammartorkar, 77; 250
 Kanada, 58
 kantlistningsautomater, 167
 kantsåg, 71
 kantverk, 71; 242
 kapacitiv last, 252
 kapillärkrafterna, 196

- kapillär rörelse, 78
kapoptimering, 245
kapsågar, 155
karbamid, 196
karbamidlim, 201; 203
karusellfräs, 157
karusellskruv, 249
Kasein, 199
Kaseinlim, 196
kaseinlim, 200
Kaurit, 201
KBA, 169
kedjesågning, 151
kemiska bindningar, 195
ketoner, 216
Khaya ivoriensis, 30
Kina, 58
Kinda Trä AB, 76
kinesisk tall, 104
Kinnarps AB, 183
Kiselalger, 10
kiselkarbid, 212
klarlack, 211; 214
Klentimmer, 72
klibbal, 21; 69
klimatzoner, 28
klingkantverk, 71
klorofyll, 44
klämfästen, 158
klämskador, 69
knivskärning, 212
knäckfall, 123
kohesionskrafter, 195
kokosskalmjöl, 201
kolhydrater, 37
kollagen, 199
kollektivanställda, 54
kollodial dispersion, 197
kollodial lösning, 197
Kolstål, 148
Kommerskollegium, 215
kompositer, 206
kompositmaterial, 101
kondensatorbatteri, 253
Konstfackskolan, 65
konstgummi, 203
konsthartslimmer, 200
konstruktionsberäkningar, 96
konstruktionsvirke, 73
kontaktelement, 212
Kontaktlimmer, 203
kontaktvalsar, 212
kopierfräs, 157
Kopieringsfräsen, 160
kornstorlek, 212
Kornstorlekklasser, 11
Korsnäs AB, 25
Kraftprocessen, 204
kragskivlingar, 45
kritisk ytspänning, 196
krokmatare, 174
krompigment, 214
krympfilm, 239
Krymp filmpackning, 171
krympning, 72; 84
kryssbandslip, 222
kryssfanér, 56
krysslipmaskin, 170
krössvampar, 46
Kulturminneslagen, 35
Kulturskogar, 234
kupighet, 161
kusttallar, 231
Kutterslag, 211
kutterslag, 154
kuttrar, 160

kvalitetsfaktorn, 301
 kvalitetssimulering, 243
 kvalitetssortering, 242
 kvalitetssorteringar, 228
 kvalitetssystem, 235
 Kvarterssågning, 72
 kvastpaket, 79
 kvistborr, 166
 källarsvamp, 46
 köksinredningar, 201
 köksskåp, 184
 Körsbär, 207
 körsbär, 23

L

Laccaria, 45
 lack, 214
 lacker, 211
 lackfärg, 211
 lacknafta, 214
 lackrykning, 218
 lackslipningsmaskiner, 167
 lackvalsmaskiner, 167
 Laetiporus sulphureus, 24
 Laimetbänk, 76
 lamellsåg, 156
 landhöjningen, 10
 lasyr, 214
 laxskivlingar, 45
 Lecythophora hoffmannii, 48
 ledtidsreducering, 240
 Lennart von Post, 9
 Lentinus lepideus, 45
 Lentinus lepidus, 47
 Lepiota, 45
 Leptosphaeria, 45
 Lervarvskronologi, 9
 Leuce, 18
 Leucoides, 18
 lignin, 37; 38; 68; 204
 Ligústrum, 24
 Liksvamparna, 46
 limautomater, 170
 limfilm, 199
 limförband, 175
 limförvärmare, 202
 limgenomslag, 197
 limhjul, 167
 Limnea ovata, 11
 limning, 78; 195
 limpassning, 189
 limpistoler, 202
 limplattor, 199
 limtrianglar, 167
 limträbalkar, 202; 206
 Lind, 207
 lind, 17; 35; 102
 Linghem, 74
 linjeflöde, 179
 Linköping, 76
 Linköpings tekniska högskola, 67
 Linnéum, 67
 linolensyra, 41
 linolja, 218
 linolsyra, 41
 Liriodendron tulipifera, 197
 listhyvlar, 160
 listhyvling, 163
 listsprutautomater, 167
 Litorina litorea, 10
 Litorinahavet, 10
 Ljung, 302
 Ljungstedtska skolan, 114
 Lodgepole pine, 62
 Logistik, 241
 lungförändringar, 216

Lycoperdon, 46
 Lyctidae, 49
 Lyctus brunneus, 49
 Lyctus canaliculatis, 49
 Lyctus linearis, 49
 Lyftbord, 171
 Lymexylon navale, 49
 lådfabriker, 55
 lådskenor, 185
 lågtemperaturtorkning, 80
 Lågtrycksmetoden, 218
 långhorningarna, 49
 långhålsborr, 166
 långhålsbörning, 166
 låsringsförband, 175
 längdcirkulationsstorkar, 81
 lärkträd, 302
 läside, 7
 Lönn, 207
 lönn, 17; 35; 84; 85; 104
 Lösningemedel, 215
 lösningemedel, 214
 lösningemedelsbetser, 213
 lösspindel, 157
 lövträ, 60; 85
 lövträortorkning, 94

M

MA, 241
 magnetgripning, 178
 mahogny, 29; 200
 Malaysia, 31
 Malus, 23
 mangroveskog, 28
 markberedning, 14
 marketeri, 194
 massivträ, 168
 massivträkompositier, 206

Mastigomycètes, 44
 Mastogloia, 11
 matardon, 173
 matarvals, 164
 matarverk, 156; 158; 162
 materialadministration, 241
 Matningen, 151
 mattstråmatare, 174
 MDF, 212; 218
 mekanisk bindning, 195
 Mekanisk massa, 42
 melamin, 201
 Melamin-formaldehyd, 199
 melaminlim, 201
 Melampsora, 18
 Melhager, 226
 membranpump, 223
 Meranti, 63
 Meruliporia incrassata, 47
 metylmetaacrylat, 207
 MF, 199
 mikrovågstorkning, 170
 miljömålet, 33
 mindre aspvedbocken, 50
 mindre mörghorren, 50
 minerarflugorna, 52
 Minthea rugicollis, 49
 Mio, 64
 missfärgningar, 78; 202
 Mitthögskolan, 66
 mjuka trä(d)gnagaren, 51
 mjukrötesvampar, 48
 Mo och Domsjö AB,, 25
 modularisering, 176
 moduler, 176
 Modulus of Rupture, 124
 moment, 99
 Monochámus sútor, 50

Monodictys putredinis, 48
 Monoterpener, 41
 montering, 172
 monteringsceller, 179
 MOR, 124
 morän, 11
 motmatning, 154
 MPS-system, 185
 Mucorácea, 44
 mull, 13
 Musikinstrumentfabriker, 55
 musseroner, 45
 Mycena, 45
 mycorrhizasvampar, 45
 mykologin, 44
 myrbaggen, 49
 Myxomycétes, 44
 mår, 12
 märgbollar, 50
 mätram, 69
 Mätramen, 244
 möbelexporten, 64
 Möbelfabriker, 55
 Möbelfakta, 237
 möbelfakta, 216
 Möbelinstitutet, 96
 möbelinstitutet, 66
 möbelkonstruktioner, 101
 möbler, 65
 mögelskador, 78
 mögeltickan, 46

N

nabbförband, 174
 National Hardwood Lumber Association, 74
 natriumhydroxid, 208
 natriumsilikat, 199
 natriumsulfat, 42

Naturgummi, 199
 Naturvårdsförordning, 35
 Naturvårdslag, 35
 Neopren, 203
 nettoexportvärdet, 58
 NHLA, 74
 Nilsson, 114
 nitförband, 175
 nitrocellulosa, 215
 Nitrocellulosalim, 196
 NKR, 226
 NMR, 70
 NOKIA, 258
 Nordisk industrifond, 61
 Norge, 64; 234
 Norsk Treteknisk Institutt, 61
 not, 191
 Nuclear Magnetic Resonance, 210
 nunatakker, 8
 Nya Zeeland, 62
 närområde, 7
 nötning, 149

O

oligomerer, 217
 Oligoporus placenta, 46; 47
 oljeanvändningen, 249
 oljesyra, 41
 oljor, 211; 217
 omrörning, 218
 Ophióstoma, 46
 Ophiostoma ulmi, 50
 Optilog, 69
 optimering, 242
 optimeringskap, 169
 OPTSAWQ, 246
 organogena jordarter, 12
 Oriented Strand Board, 208

orienteringsdon, 173
 OSB-skivor, 208
 ostronskivling, 45
 ostämne, 200
 ovalitet, 244
 oxel, 23

P

paddelmatare, 174
 Paecilomyces variotii, 44; 87
 palisander, 203
 panelhyvling, 163
 papper, 43
 paraffin, 195
 Parallam, 242
 parallellflöde, 179
 parallellkapsåg, 155
 paratoulensulfonsyra, 215
 parkettbaggar, 49
 Parkettfabriker, 55
 parkettgolvbaggen, 49
 Paurúrus juvencus, 51
 Paxillus panuoides, 45; 47
 PCFEMP, 114
 pelarborr, 166
 Penicillium, 45
 permeabiliteten, 68
 Phaeolus schweinitzii, 24
 Phallus, 46
 Phanerochaete chrysosporium, 47
 Phellinus ignarius, 18
 Phellinus tremulae, 18
 Phlebiopsis gigantea, 47
 Pholiota, 45
 PIA, 172
 Picea, 9; 302
 Picea abies, 16
 Picea glehnii, 210

piezoelektrisk, 206
 pigment, 214
 pilträd, 209
 pinnförband, 175
 pinoresinol, 41
 Pinus, 9
 Pinus contorta, 16
 Pinus radiata, 204
 Pinus silvestris, 16
 Piptoporus betulinus, 46
 Pissódes píni, 50
 Pityógenes chalcógraphus, 51
 Plagionótus arcuátus, 49
 planhyvlar, 160
 planmöbelindustrin, 219
 planmöbler, 212
 planreducerare, 71
 plantageskogsbruk, 30
 plantantal, 232
 PLC, 183
 Pleurótus ostreátus, 45; 47
 pluggskivling, 45
 plywood, 201; 203; 204; 206; 228
 plättsvampar, 46
 podsol, 12
 point to point-maskin, 179
 point-to-point-maskin, 169
 Pollenanalyser, 9
 poly(EHMA), 206
 polyesterlack, 217
 polyetylen, 195
 polyetylen glykol, 207
 polymerer, 197; 206
 polymerisation, 215
 polystyren, 208
 Polyuretan, 199
 Polyuretanlack, 216
 Polyuretanlim, 203

Polyvinylacetat, 199
 polyvinylacetatlim, 202
 polära bindningar, 196
 Poppel, 207
 Populus, 18
 Populus tremula, 18
 portalrobot, 222
 postglacial, 12
 postningen, 71
 postningshylsor, 156
 postningsmönster, 235
 potlife, 214
 prepolymerer, 217
 pressförband, 174
 Presspassning, 190
 produkter i arbete, 172
 produktionsmålet, 34
 produktionsteknik, 66; 181
 Profilreducerare, 71
 Programmable Logic Controllers, 183
 Progressiva torkar, 81
 projektform, 182
 propionsyra, 88
 Prunus, 23
 Pseudomonas, 24
 psykrometer, 82
 psykrometerskillnad, 78
 Ptilinus pecticornis, 51
 PTS, 215
 pulsgivare, 69
 Pulverlackering, 211
 Putsmaskiner, 167
 PVAc, 202
 PVAc-limmer, 196
 Pycnopus sanguineus, 47
 Pyrus, 23
 Pythagoras, 122
 pälstickan, 24

päron, 23

Q

Quercus petraea, 22
 Quercus robur, 22; 86

R

radialsåg, 155
 rakel, 220
 ramar, 105
 ramspikningsautomat, 183
 ramsågblad, 147
 ramsågning, 151
 ramsågverk, 70
 randiga vedborren, 51
 Rayon, 37
 reaktionsved, 73
 reaktiv effekt, 256
 reaktiva eleffekten, 252
 Red gum, 207
 regnskog, 28
 regnskogsarter, 208
 Remalog, 69
 remdrift, 160
 resorcinol, 201; 202
 Resorcinol-formaldehyd, 199
 Resorcinollim, 196; 202
 retardationsbanor, 220
 retorten, 249
 Rhizopus, 44
 Rhizopus rhizopodiformis, 44
 ridåhuvudet, 220
 ridålackeringsmaskiner, 167; 216
 ridålackmaskin, 219
 Riksskogstaxeringen, 36
 riksskogstaxeringen, 16
 Rikssågverksskolan, 66
 rikthyvlar, 160

- riktkantverk, 162
riktlisthyvlar, 160
Rillor, 222
rishalm, 209
roburin, 87
Rockhammars, 244
rosenträ, 29
rosteryta, 249
rostsvampar, 18; 45
Rotaplanenheten, 164
rotben, 70
roterande skivmatare, 174
rotorbarkningsmaskiner, 151
rotorreducerare, 70
rotreducerare, 70
rottickan, 24
rottryffel, 46
rullstensås, 8
rundkutter, 164
rundtappning, 190
Rydaholm, 183
Rydsnäs snickerifabrik AB, 251
rågmjöl, 201
råklyvsåg, 72
Röjning, 14
röksvampar, 46
rönn, 23
röntgenstrålningen, 247
rörmatare, 174
röta, 74
rötangrepp, 210
rötsvampar, 18
- S**
- S-lignin, 40
Saarman, 65
Sabah, 31
SAKAB, 205
Salicáceae, 18
saligenin, 210
Salix caprea, 18
saltsyra, 210
SAM, 173
Saperda carcharias, 18
Sapérda carchárias, 50
satstorkar, 77; 250
satstorkning, 81
sawing around, 72
Scapa Inter AB, 183
Scizophyllum commune, 47
Scleroderma, 46
Sclerotinia fructigena, 24
Scólytus laévis, 50
Scólytus ratzebúrgi, 50
separationsenergi, 145
Serpula lácrimans, 46
Serpula lacrymans, 47
Shellack, 199
shellack, 217
Shore A, 212
Shorea, 31
sidenticka, 46
sidokrafter, 97
sidokutterspindlarna, 165
sidopressverk, 163
Sigfrid Stenberg AB, 220
silt, 11
siluettmätning, 243
sinkmaskinen, 160
sinkmaskiner, 157
Sinkning, 191
Sírex gígás, 51
SIS, 214
sitkagran, 51; 84; 85; 210
själkek, 87
självcirkulationstorkar, 77

- självsärpning, 150
- skalbaggar, 49
- skarptandade barkborren, 51
- skeppningstorr, 77
- skeppsvarvsflugan, 49
- Skevhets, 161
- skivor, 168; 208
- skjutpassning, 189
- skjuvspänningar, 99
- Skoghall, 66
- skogsbolag, 25
- Skogsindustrins Tekniska Forskningsinstitut,
66
- skogslönnen, 302
- skogsmark, 34
- Skogsstyrelsen, 16; 32; 36
- skogsvårdsförordningen, 32
- skogsvårdslagen, 32
- Skogsvårdsstyrelsens, 36
- skruvfilter, 226
- Skruvförband, 190
- skruvförband, 175
- skruvidragare, 186
- skvalrännor, 8
- skyddsutrustning, 167
- skåppressar, 170
- skärande bearbetning, 141
- skärdjupet, 151
- skärkrafterna, 147
- slemsvampar, 44
- slipdamm, 211
- slipskador, 211
- slipsko, 212
- slipverktyg, 212
- slits, 188
- Slitsning, 188
- Slitssinkning, 191
- SLU, 66; 68; 244
- slutavverkning, 14; 34
- slöjd, 187
- slöjskivlingar, 45
- smalbandade ekbarkbocken, 49
- småbåtar, 202
- Småland, 63
- Smålands Kraft AB, 253
- Smålandskraft AB, 257
- Smältlim, 199; 202
- smältlimsmaskiner, 166
- snabbkap, 155
- Snabbstål, 148
- snabbstål, 147
- Snickerifabriker, 55
- Snickeriindustrin, 53
- Snytbaggarna, 50
- snäppförband, 174
- soffor, 97
- Sorbini, 220; 223
- Sorbus, 23
- sorteringsklasser, 69
- sorteringsprocessen, 69
- Southern yellow pine, 211
- Sovjetunionen, 58; 62
- Soyabönor, 199
- soyaolja, 211
- specialkapar, 155
- specifik skärkraft, 145
- specifika E-modulen, 210
- spektrocolorimeter, 86
- spektrofotometer, 91
- Sphagnum, 12
- Spik, 103
- spikautomat, 183
- spikdrivare, 190
- spikförband, 190
- spiksökare, 69
- spindelhållare, 157

- spindelringar, 158
 spiralformade spånor, 142
 splintborrar, 50
 sporerna, 44
 Sporormia, 45
 Sportartiklar, 55
 sprutbox, 170
 sprutboxar, 167
 sprutdimma, 218
 sprutlackering, 218
 sprutmålning, 215
 spånavtryck, 154
 spånbildning, 141
 Spånfyllnadsgrad, 151
 spånhuv, 167
 spånor, 71
 Spånskivefabriker, 55
 spånskivor, 56; 201; 203; 206; 209; 212
 spåntjockleken, 145
 spåntransportsystemet, 250
 spänning, 128
 Standard Tapplim, 202
 Statens Provningsanstalt, 66
 Statens Tekniska Forskningscentral, 61
 steklar, 51
 Stellit, 149
 Sterum hirsutum, 47
 STFI, 66; 78
 stjalkek, 22
 stjärnsågning, 72
 stjärtar, 71
 stockmyran, 52
 stokerskruven, 249
 stoppmöbelindustrin, 203
 STORA AB, 25
 Stradivarius, 210
 straffklausul, 253
 Strand, 168
 strimmiga trägnagaren, 51
 Stropharia, 45
 sträckfilm, 239
 Sträckfilmpackning, 171
 ströläggas, 73
 ströläkt, 73
 strömtransformatorer, 254
 stubbhornsvamp, 45
 styren, 207; 217
 Styrpassning, 189
 styrstift, 159
 stående årsringar, 72
 ståndort, 16
 stämborr, 166
 Stärkelse, 199
 stödband, 212
 stödreglar, 158
 stötsida, 7
 Submontage, 172
 sugi, 63
 sulfatmetoden, 42
 sulfitmetoden, 42
 Superfici, 225
 surfacer, 214
 suspensioner, 197
 SUVA-skydd, 162
 svaj, 105
 svampangrepp, 68; 104
 svampar, 44; 68; 104; 210
 svarta askbastborren, 50
 svarta granbastborren, 50
 Svarta tallbastborren, 50
 svarvning, 212
 svaveldioxid, 210
 Svea älv, 10
 Svedjebruk, 29
 svedticka, 45
 Svensk Avfallskonvertering, 205

- Svensk standard, 228
svensk standard, 74
Svenska Cellulosa AB, 25
Svenska hem, 64
Sverige, 58; 234
Sveriges lantbruksuniversitet, 66
Sveriges Lantbruksuniversitets, 244
Sveriges träanvändning, 64
svetsmetoder, 174
SVL, 33
svällning, 84; 206
svällningsvärmnet, 85
Swietenia macrophylla, 30
Sydpoolen, 67
syllmussling, 45
symmikt, 12
synkronmotor, 160
syntetiska limmer, 199
syrahärdande lacker, 215
Syringa, 24
sågklingor, 147
Sågverk, 55
sågverk, 68; 71; 248
sågverkstorkning, 250
säl, 18
sängar, 190
sängfabrik, 183
Södra Skogsägarna, 74
sönderdelningstryck, 218
- T**
- T-förband, 188
Tacamahaca, 18
TAG, 74
Tagliabue, 212; 223
taigan, 13
tall, 69; 206; 207
Tallbocken, 50
tallvivlarna, 50
Tampico, 223
tannin, 201
Tapes decussatus, 9
tapp, 188
tapphål, 188
tapplimning, 200
Tappmaskiner, 166
tappningskatastrofer, 9
taxeringstrakter, 36
Teak, 196
teak, 200; 201; 202
Tectona grandis, 31
tekniknivåer, 168
Tekniska Verken i Linköping, 76
Teliomycetes, 45
tempererade barrskogar, 27
tempererade blandskogar, 27
termiter, 210
termomekanisk massa, 42
Termoplastiska lim, 199
Terpener, 40
Tetrópodium castáneum, 49
Thanásimus, 49
Thomas Frick AB, 220
tickorna, 45
TIFF, 242
Tilia americana, 102
Tilia cordata, 17
tillsatsmedel, 214
tillåtna spänningar, 128
timmer, 68
timmerbord, 69
Timmersdalavallen, 10
TINA, 69; 244
titandioxid, 211
tjänstemän, 54
tofsskivlingar, 45

- tolv tandade barkborren, 51
 toplacker, 214
 Topsand, 223; 225
 torkning, 85; 210
 torkningsschema, 79
 Torkprocessen, 73
 torrhalt, 215
 torsionskonstant, 117
 torvjordar, 12
 toulén, 216
Trametes versicolor, 46; 47
 tranbär, 302
 transgression, 9
 trappstegsmatare, 174
 trattskivlingar, 45
 Tremélla, 46
 Trepidae, 18
Tricholoma, 45
 trikloretan, 203
Triplochiton scleroxylon, 30
 Tropiska regnskogar, 27
 Tropiska savannskogar, 27
 Trumbarkning, 70
 trummatare, 174
 trumslip, 170
 tryckhållfasthet, 128
 tryckplatta, 212
 tryckved, 231
 Tryfflarna, 45
Trypodéndron lineátum, 51
 trådbacksskenor, 185
 träakademin, 67
 träbearbetning, 168
 träbearbetningsprocessen, 168
 träbränslen, 249
 Träcentrum Nässjö, 66
 träd-ödaren, 51
 Träfiberskivor, 200
 träförädlingsindustrin, 63
 Träindustriförbundet, 54
 Träindustrins Allmänna Grupp, 74
 träkompositer, 206
 trälim, 204
 träpluggar, 102
 träskyddsmedel, 214
 träslipning, 149
 Träteck, 61; 66; 179; 243; 246
 Träteckautomaten, 179
 trätorkningsteknik, 78
 Tuberales, 45
 Tulasnellales, 46
 Turanga, 18
 tvåkomponentlacker, 214
 tvåkomponenttyp, 216
 tvärcirkulationstorkar, 77; 81
 tyllbildning, 88
Tyromyces palustris, 47
 Tyskland, 62; 64; 223
 tärområde, 7
 töjning, 128
 törelväxter, 104

U

- UF, 199
 UF-lim, 201
Ulmus glabra, 17
 ultraljud, 70; 101
 ungdomsved, 72; 229
 universalhyvlar, 160
 universalkuttern, 165
 urea, 201
 Urea-formaldehyd, 199
 urinämne, 201
 USA, 58; 64
 utdryingningsmedel, 201
 UV-härdande lacker, 215

UV-härdning, 170
 UV-lackerna, 217
 UV-lampor, 217
 UV-strålning, 214
 UV-ugn, 225

V

vacuumgripning, 178
 vacuummatta, 223
 vacuumtorkning, 87
 Valnöt, 207
 valnöt, 91; 202
 valsbetsmaskinen, 222
 valslackering, 170
 Valslackeringsmaskin, 221; 225
 valsridåmaskin, 220
 vankant, 71
 varmsprutning, 216
 Varmtempererade skogar, 27
 vattenbegjutning, 68
 Vattenburna lacker, 217
 vattenlagring, 68
 Vattenrättsförordning, 35
 vax, 209; 217
 vaxpolyestrar, 217
 vedborrar, 50
 vederlagsmätning, 69
 vederlagssmätning, 244
 vedmussling, 46
 Vedums Kök AB, 183; 184
 verktygsförslitning, 200
 verktygsförslitningen, 143
 vescalagin, 87
 vibrationsmatare, 174
 vibrationsmataren, 173
 viktuppgifter, 96
 virkesfel, 69
 Virkesmätningrådet, 69

virkestorkning, 73
 visionsteknik, 242
 viskositet, 198; 218
 vitek, 87
 vitröta, 45; 104
 vitrötesvampar, 47
 vivlar, 50
 VMR, 69
 Von Mises, 99
 VTT, 61
 våt temperatur, 82
 Våtlagringen, 68
 våtlagringsskador, 238
 värmeväxlare, 250
 Västergötland, 63
 vätebindningar, 195
 Vätebindningarna, 38
 vätning, 196
 växthuseffekten, 30
 växvridenhet, 231

W

Waferboard, 209
 Whole Wood-Polymer Composites, 206
 WPC, 206

X

Xeris spectrum, 52
 Xestobium rufovillosum, 51
 Xylaria, 45
 Xylariaceae, 45
 xylen, 216
 Xylotrechus rusticus, 18
 Xylótrechus rústicus, 49

Y

Yellow poplar, 207
 YL-talet, 215

Yoldia arctica, 10

Yoldiahavet, 10

Yrkes Teknisk Högskoleutbildning, 66

yrkeshygieniska luftbehovet, 215

Ytbehandling, 78; 211

ytbehandling, 68

ytbehandlingsliner, 217

ytbrädor, 189

ytdefekter, 154

YTH-utbildning, 66

ytportalrobot, 184

Ytslipning, 212

Ytspänning, 196

Z

zirkonium, 212

Zygomycetes, 44

Å

åkvagn, 186

ångbasning, 78

årsringsbredd, 234

årsringsresning, 155

Årsringstätheten, 69

återskogningsplikt, 32

Ä

Ädellövsfogslag, 35

äkta barkborrar, 50

äkta lösning, 197

Älmhult, 67

ändmoräner, 8

ändmoränerna, 10

Ö

ögonspolningsanläggning, 218

Österrike, 58; 62

Östersjön, 10

Östersund, 66

Östgöta Ekförädling, 76

överfräs, 157; 179

Överfräsmaskin, 159

överföringsdon, 174

överpressverk, 163