

RAPPORT

Björn Randevik

Automation inom spånskive- industrin

Litteraturstudie

Träteknik

Björn Randevik

AUTOMATION INOM SPÅNSKIVEINDUSTRIN - LITTERATURSTUDIE

TräteknikCentrum, Rapport P 8804030

Nyckelord

*automation
particleboard
process control
production management
wood consumption*

Stockholm april 1988

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<u>Sid</u>
FÖRORD	3
SAMMANFATTNING	3
PRINCIPER FÖR PROCESSTYRNING	4
MÄTGIVARE	6
PROCESSMODELLER	11
EGENSKAPSPÅVERKANDE PARAMETRAR	15
KARAKTERISERING AV SPÅNFORM	15
LITTERATUR	19

FÖRORD

Inom ramen för verksamheten inom styrgrupp 12, Spånskivor, och inom projektet "Mindre vedförbrukning" utfördes en litteraturundersökning med syfte att finna möjligheter att med känd teknologi och teknik kunna minska vedförbrukningen inom spånskiveindustrin. Denna rapport beskriver olika möjligheter och hjälpmedel för processautomation som kan påverka produkt-egenskaper och tillverkningskostnader.

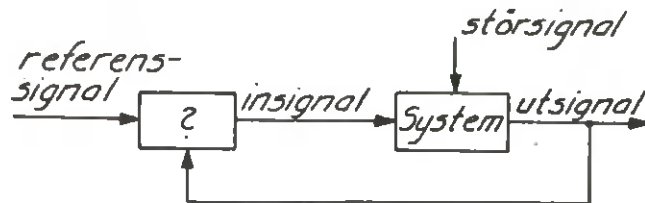
SAMMANFATTNING

Förfinad reglering av spånskiveframställningsprocesser fordrar snabba mätmetoder och elektronisk utrustning för insamling och behandling av data och för styrning. Framför allt krävs också en strategi för styrningen, baserad på ingående kännedom om den ifrågavarande processen. När de tekniska problemen lösts, måste kostnaderna för investering i ny utrustning vägas mot vinsten för varje produktionsanläggning, t ex som mindre vedförbrukning.

Föreliggande sammanställning bygger på litteraturstudier. Den är avsedd att belysa tekniska förutsättningar för rationaliserad drift genom övergripande automation. Särskilt vill vi uppmärksamma möjligheterna till utveckling av grundläggande samband för styrning av processerna.

PRINCIPER FÖR PROCESSTYRNING

Processreglering syftar till att bestämma insignalerna till ett system, att dess mål uppnås. Kunskapen om hur insignalerna påverkar utsignalerna är sällan helt exakt. Därför måste utsignalerna, eller processens resultat, få påverka insignalerna genom s k återkoppling (figur 1).

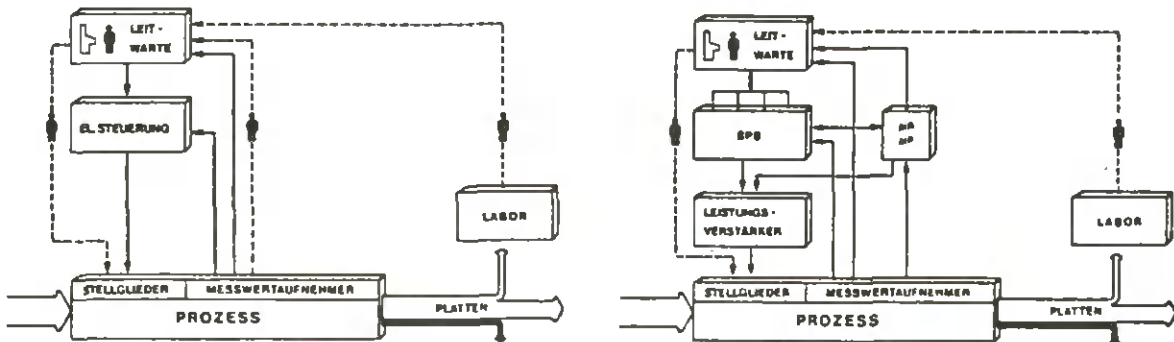


Figur 1. Reglerproblemet.

Reglerproblemets lösning består i att kunna beräkna insignalen ur utsignalen och referenssignalen eller "börvärdet".

Införandet av automatiska styrsystem bör medföra minskade kostnader för råmaterial, energi och personal. Produktiviteten i befintliga anläggningar bör kunna ökas genom bl a kortare press- och stilleståndstider. Man sparar också tid genom snabbare omställningar vid ändring av produkttyp. Vidare kan mängden utskottsskivor och undermåliga skivor minskas genom tidigt igenkännande av defekta skivor (GRETEN 1982 /1/). Såvitt produktionsanläggningens tillstånd kan avläsas genom olika mätvärden, t ex spånform, får man också en uppfattning om maskinutrustningens skick. Därigenom kan kostnaderna för service och underhåll nedbringas.

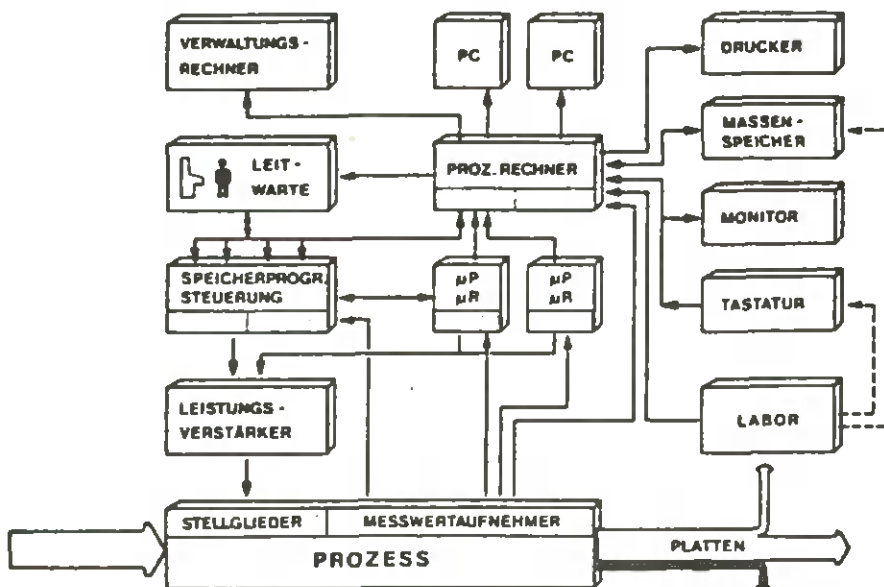
Redan idag regleras flera processteg (delprocesser) automatiskt i slutna reglerkretsar, utan att påverka varandra. Exempel härpå är spåntorkning, belimning, arkformning och pressning. Centraliserade styrsystem, som är en förutsättning för att processen som helhet skall kunna optimeras, innebär alltså en samordning av samtliga delprocesser. Det första steget i introduktionen av ett centraliserat styrsystem är att alla mätvärden och laboratoriedata avläses och överförs till driftledningen automatiskt (figur 2). Detta minskar tidsspillan och risken för felavläsningar.



Figur 2. Processkontroll vid spånskive-tillverkning. Kommunikation mellan operatör och process.

Processkontroll i en modern spånskivefabrik med öppna och slutna "feed-back"-system.

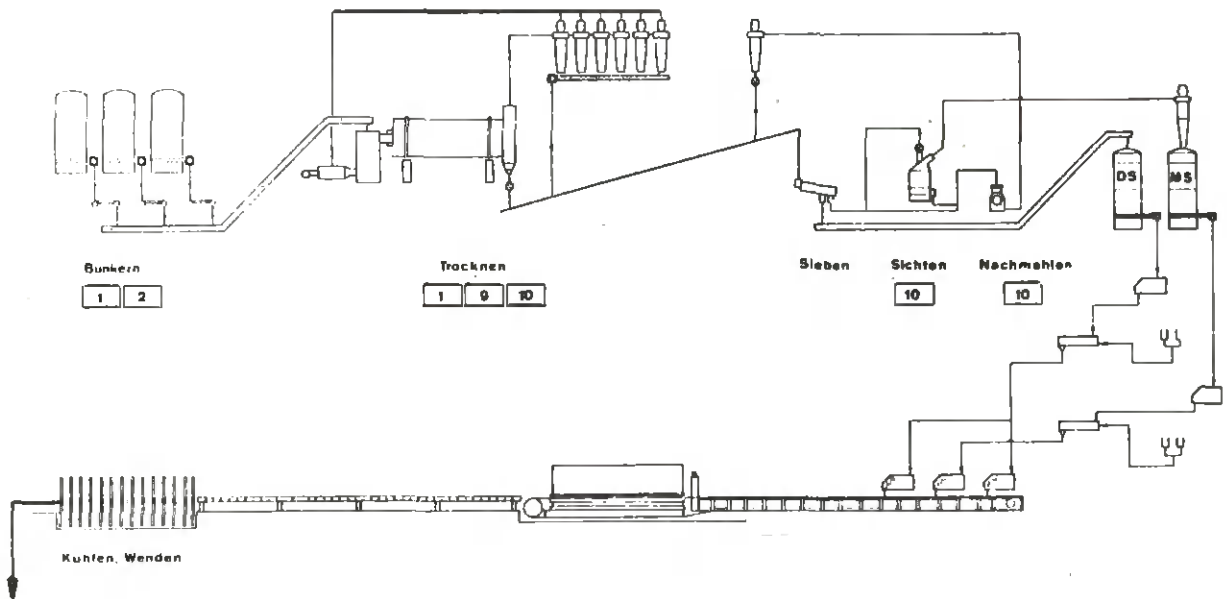
Det andra steget bör vara automatiserad utvärdering av mätdata (figur 3). När man vunnit tillräcklig erfarenhet, borde man även kunna automatisera styringrepen.



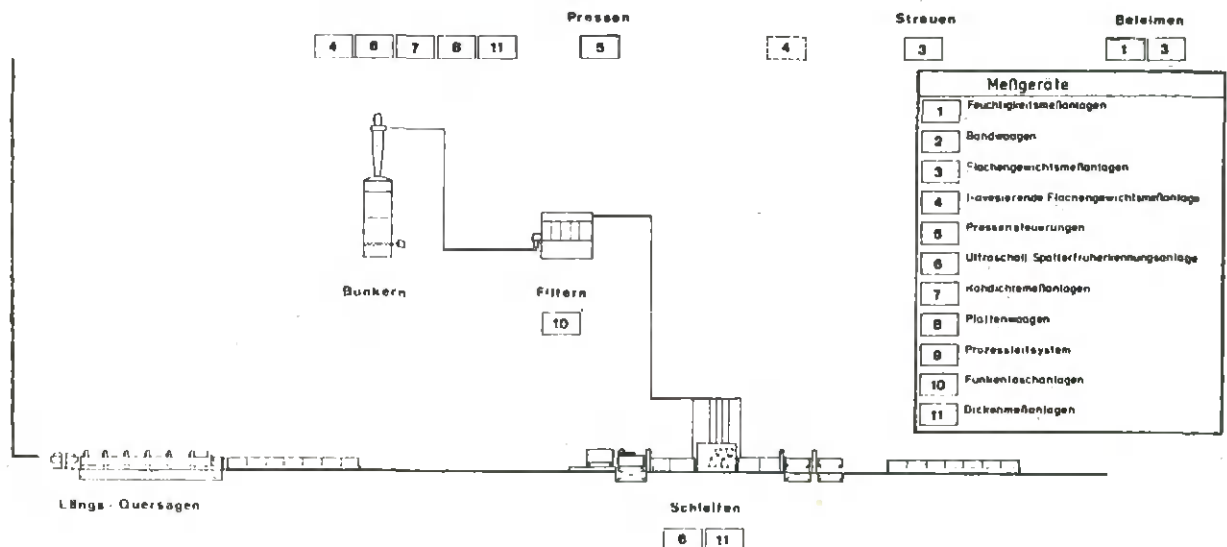
Figur 3. Processkontrollsystem.

MÄTGIVARE

Processparametrar och resulterande egenskaper skall helst kunna mätas utan fördröjning och direkt i processen, "on-line". Figur 4 a och b visar exempel på mätning av fuktkvot, ytvikt, ark- och skivtjocklek, totalvikt m m.

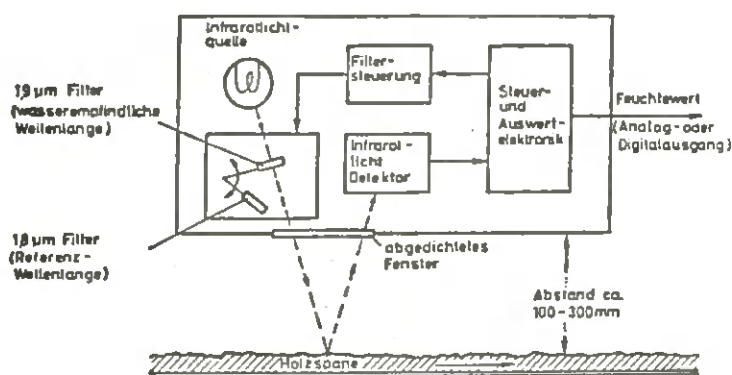


Figur 4 a. Flödesskiss över en spånskivefabrik (spånberedning och pressning). 1 - 11, se figur 4 b.



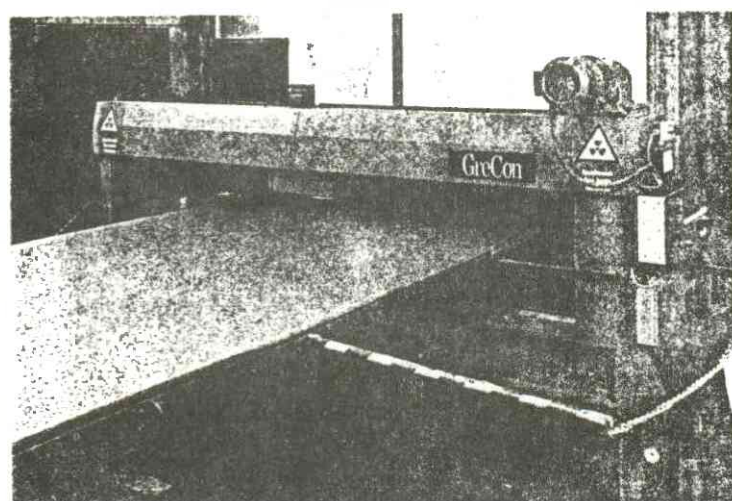
Figur 4 b. Flödesskiss över en spånskivefabrik (slutbehandling).

Fuktkvoten, hos spån eller i ytskiktet hos skivor, mäts genom att bestråla objektet med en infraröd ljuskälla med en viss våglängd. Vid denna våglängd, $1,9 \mu\text{m}$, absorberar vattenmolekylerna maximal energi. Genom att mäta reflexionen, d v s hur mycket strålning som inte absorberats, fås ett mått på fuktkvoten (figur 5). Denna metod används på färska, torkade respektive belimnande spån.



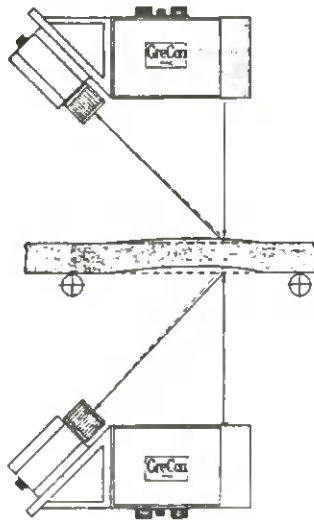
Figur 5. Infraröd fuktkvotsensor (schematisk).

Ytvikten i ark och skivor mäts som bromsningen av radioaktiva strålar från en isotop. Strålkällan och mät huvudet är monterade mitt emot varandra i en mätram och beskriver en fram- och återgående rörelse över arkets bredd (figur 6).



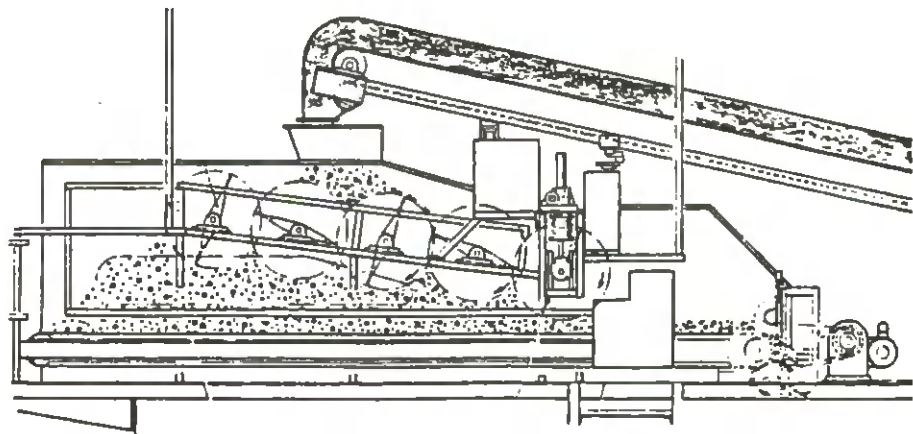
Figur 6. Anläggning för mätning av ytvikten.

Tjockleken hos formade ark kan bara mätas med beröringsfria mätgivare. Detta kan göras t ex genom avståndsmätning med hjälp av laser. En laserljuskälla och en optisk detektor är monterade i en fast vinkel till varandra. Om föremålet, där laserstrålen avbildas som en punkt, flyttar sig i förhållande till detektorn, ändras också vinkeln för den till detektorn reflekterade ljusstrålen (figur 7). Anordningen rör sig också fram och åter över skivans bredd.

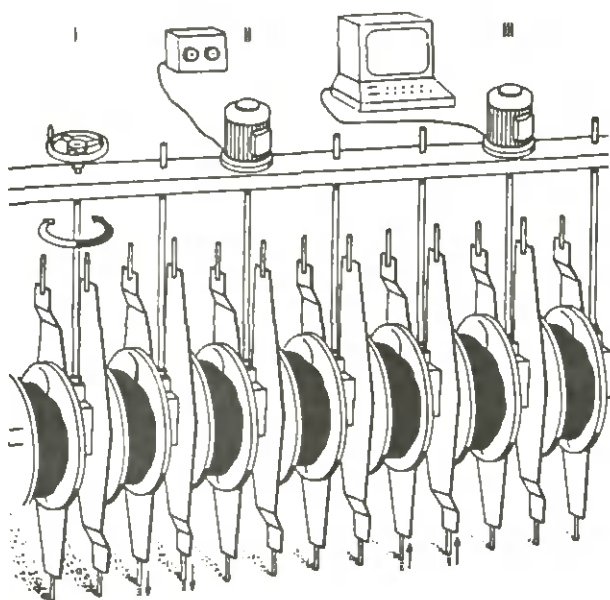


Figur 7. Princip för beröringsfri lasermätning av arktjocklek.

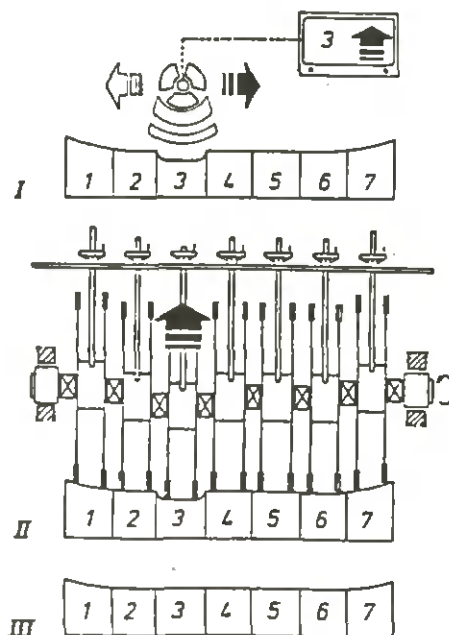
Bähre-Bison har omsatt detta för styrning av formstationer för att få jämntjockt formade ark. Ett stort antal justerbara rakor är monterade i bredd och styrs efter den uppmätta tvärsprofilen. (Figur 8, 9 och 10.)



Figur 8. Arkstation med i höjddled justerbara rakor.

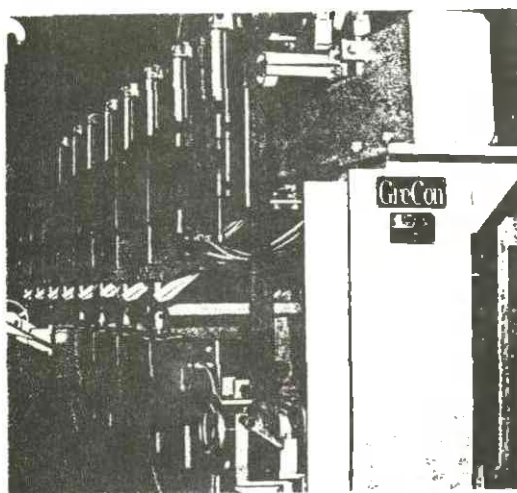


Figur 9. Segmenterade rakor, individuellt justerbara.

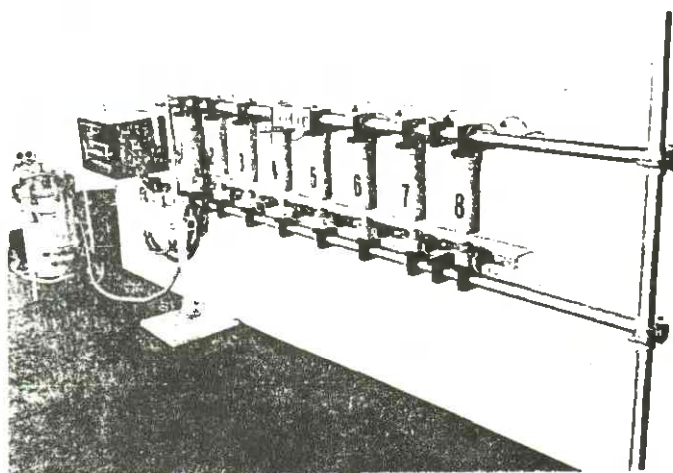


Figur 10. Selektiv placering av rakor för att åstadkomma en optimal arkprofil tvärs framställningsriktningen.

Skivtjocklek mäts vanligen med berörande metoder (figur 11). Hålligheter och delamineringar i skivor kan detekteras med ultraljud (figur 12).

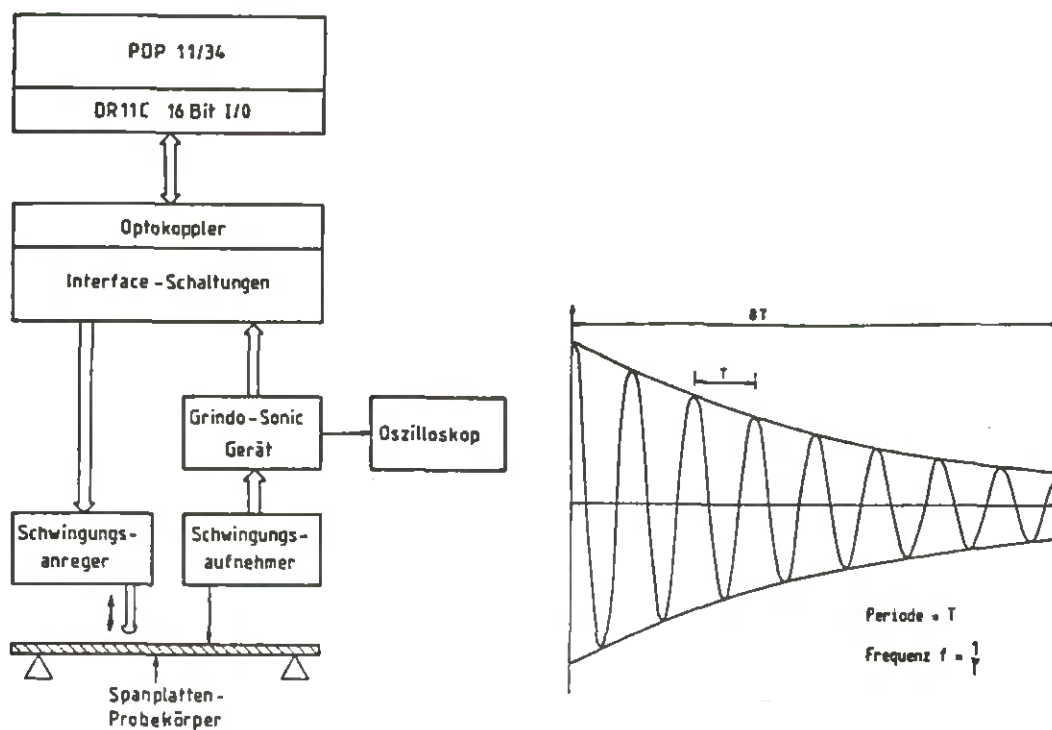


Figur 11. Stationär tjockleksmätare TMC med 8 mät huvuden och skrivare.



Figur 12. Kvalitetskontrollsystem UPU för tidig detektering av delaminering.

Det är önskvärt att också den mekaniska egenskapsprovningen kan ersättas med snabba, icke-förstörande metoder. MEHLHORN och MERKEL 1986 /2/ vid WKI har utvecklat ett system för uppskattning av E-modul för böjning i spån-skivor på akustisk väg (figur 13). Skivor eller provkroppar sätts i svängning med en hammare. Den delfrekvens som har den starkaste amplituden kallas "grundfrekvens" eller "egenfrekvens". Man kan ur denna beräkna den "dynamiska E_b -modulen" som visar god överensstämmelse med den faktiska eller "statiska" E_b -modul som uppmätts med förstörande provning av samma provkropp.



Figur 13. Skiss över mätprincipen.

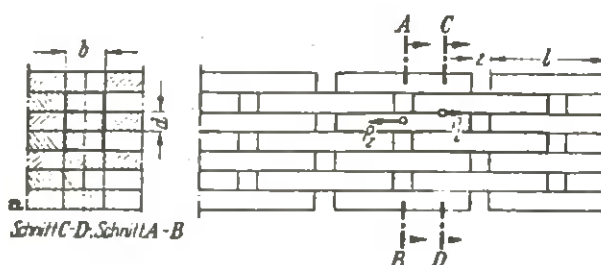
PROCESSMODELLER

Samband mellan processparametrar "insignal" till processen och resulterande produktionsresultat kan härledas på flera sätt. Här skall beröras "deterministiska" och "stokastiska" modeller.

"Deterministiska" processmodeller

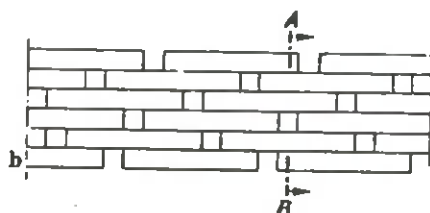
Ett antal forskare har försökt bygga modeller som skall efterlikna spånskivors geometriska uppbyggnad. Spånen har ett bestämt utseende, ofta absolut rak, bestämd orientering i förhållande till varandra o s v. Genom att anta en alltmer invecklad uppbyggnad, försöker man genom teoretiska resonemang förklara de praktiska försöksresultaten. På så sätt vill man avslöja nya, okända lagbundenheter. Ofta är dock naturliga, och okontrollerbara, variationer ifråga om spånens sammansättning, deformation o s v i de praktiska försöken så stora, att många teoretiskt härledda samband drunknar i detta "brus". Därför kan modellerna ofta inte direkt användas för beräkning av resulterande egenskaper, utan man är ändå hänvisad till erfarenheter från försök. Men modellerna kan i alla fall hjälpa oss att fundera mera skarpsinnigt kring spånskivornas uppbyggnad, d v s för att kunna förutsäga vad som i princip bör bli resultatet av en förändring av framställningssättet.

Ett exempel må belysa det sagda. Av ett större antal försök har jag valt RACKWITZ /3/. Här antas alla spån vara perfekta rätblock, alla lika stora. I en skiva där alla spån är riktade kan uppbyggnaden liknas vid ett regelbundet murförband (figur 14 a). Dragbrott kan inträffa i träspånen eller i limfogarna mellan dem. Man kan visa att spånens dimensioner är betydelselösa för hållfastheten i denna enkla modell och den är därför otillräcklig, eftersom detta strider mot erfarenheten.



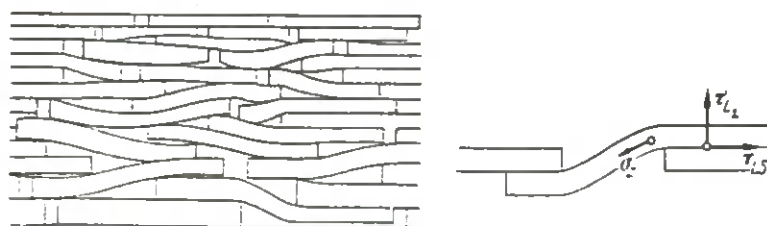
Figur 14 a. Modell för spånskivor med riktade spån. (Symmetriskt uppbyggt modell.)

Om man i stället antar ett "oregelbundet murförband" (figur 14 b), kan man härleda en optimal överlappningslängd och därmed optimal slankhet. Den förväntade draghållfastheten kan beräknas. Här är endast spånslängden av betydelse.



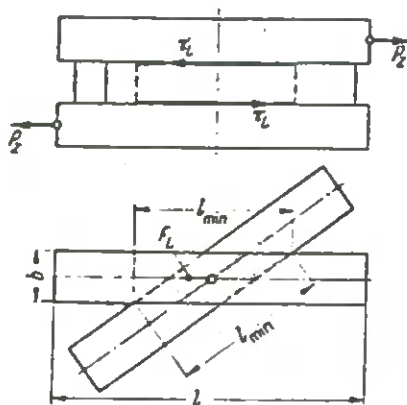
Figur 14 b. Modell för spånskivor med riktade spån. (Modell med slumpmässig fördelning av hålrum.)

I en ytterligare förfinad modell antas spånen kunna skiktas snett, sett i djupled (figur 15). Härigenom bör dragkrafter kunna fördelas till flera skikt vilket ger högre draghållfasthet.



Figur 15. Förbättrad modell med spån förskjutna till andra skikt.

I en skiva där spånen inte är riktade, utan slumpmässigt orienterade i skivans plan, kan man härleda en minsta spånlängd för en given, genomsnittlig orienteringsvinkel (figur 16). Med denna modell blir också spånbredden av betydelse.



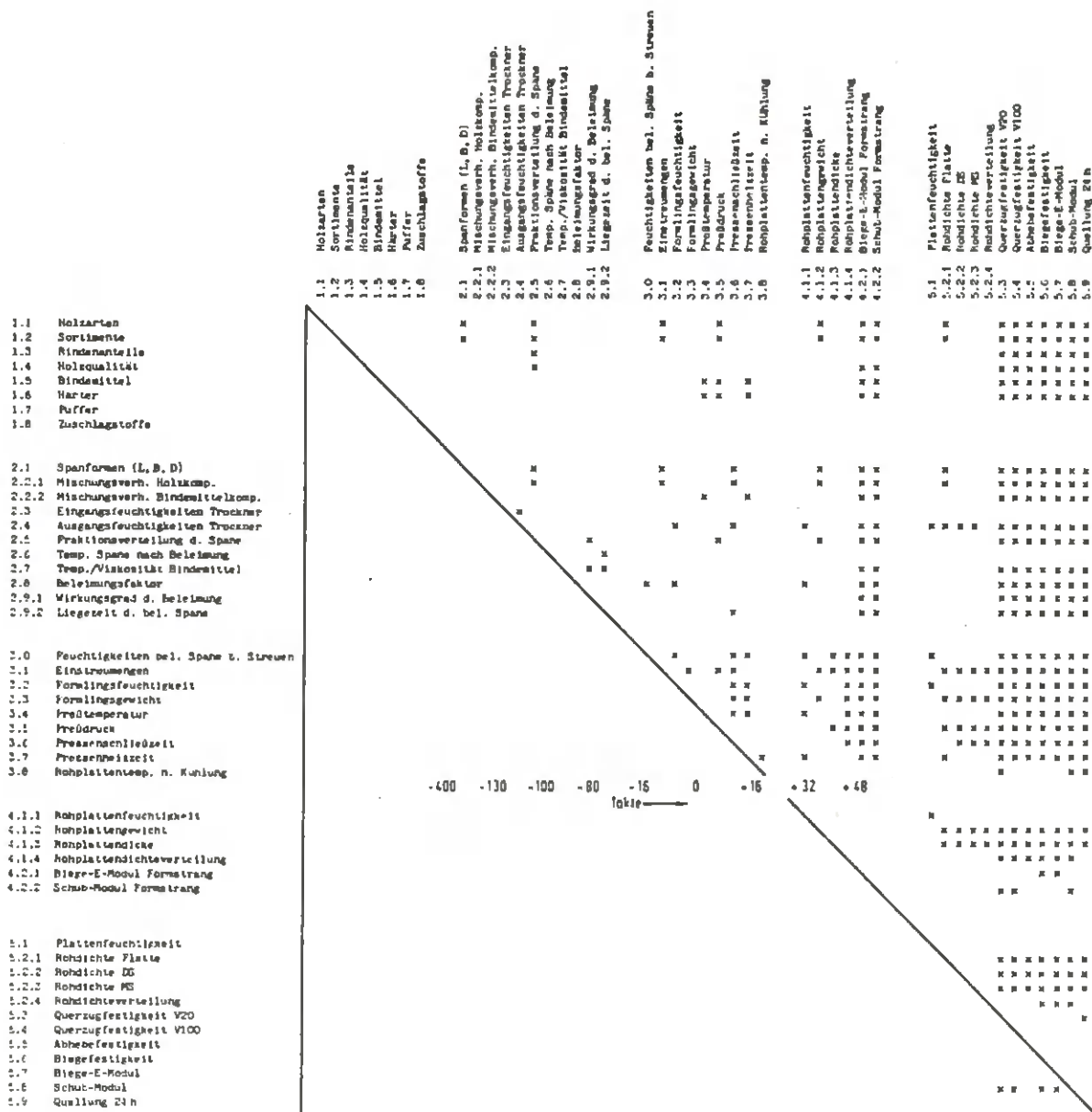
Figur 16. Limförband mellan korslagda spån.

RACKWITZ framställde laboratorieskivor av likformiga spån för att bekräfta inverkan av spånens slankhet på skivegenskaperna, varvid för slankhets-talet 100-130, definierat av kvoten av spån-längd och spåntjocklek ($s = l/d$) optimala skivegenskaper erhöles.

"Stokastiska" processmodeller

Med datorhjälp har även modeller som fordrar omfattande beräkningar kunnat göras. Man kan bortse från alla teoretiska överväganden om hur en viss skivuppbyggnad "borde" påverka resultatet genom att i stället samla alla produktions- och kvalitetsdata och på statistisk väg undersöka vad som faktiskt "tycks" vara av betydelse.

Data registreras under kortare eller längre tid. Ju mer som kan mätas och ju oftare, desto säkrare blir de samband som beräknas. Det är självklart önskvärt att i en framtid automatisera alla mätningar, även egenskapsprovingarna. De data som visar ett samband som överstiger en godtyckligt vald gräns markeras med kryss i figur 17.



Figur 17. Korrelation mellan exogena (utifrån verkande) variabler.

Om flera produktionsinställningar samvarierar starkt, d v s har samma inverkan på resultatet, har man fått en hänvisning om att det räcker med att mäta enbart en av dem.

Det bör framhållas, att statistiska utvärderingar måste göras individuellt och fortlöpande, för varje produktionsanläggning (LOBENHOFFER 1980, 1982, /4 och 5/.) För detta finns programvara att köpa. För att göra förutsägelser, d v s för att kunna styra anläggningen, måste utformningen av programmen förmodligen anpassas till de lokala anspråken.

EGENSKAPSPÅVERKANDE PARAMETRAR

Så länge flera skivegenskaper inte kan mätas "on-line" är det intressant att finna erfarenhetmässiga samband mellan dessa och andra faktorer, som låter sig mätas automatiskt. Här är litteraturen omfattande. Man kan ha nytta av de principiella, "kvalitativa" resultaten. Här refereras endast ett urval.

Som tidigare nämnts, har RACKWITZ 1963 kartlagt inverkan av slankhets-talet, d v s längd/bredd, hos spånen på drag- och tryckhållfasthet, elasticitetsmodul, tvärdraghållfasthet och tjocklekssvällning.

Drag-, böj- och skjuvhållfasthet som funktion av mittskiktetsdensitet har uppmätts av MAY 1983 /6 och 7/. Eftersom densitetsprofilen kan mätas på radiologisk väg, borde man alltså kunna ersätta även dessa laboratorieprov med "on-line"-mätningar.

Faktorer av betydelse för ytskiktets kvaliteten har undersökts av NEUSSER m fl 1969 /8/.

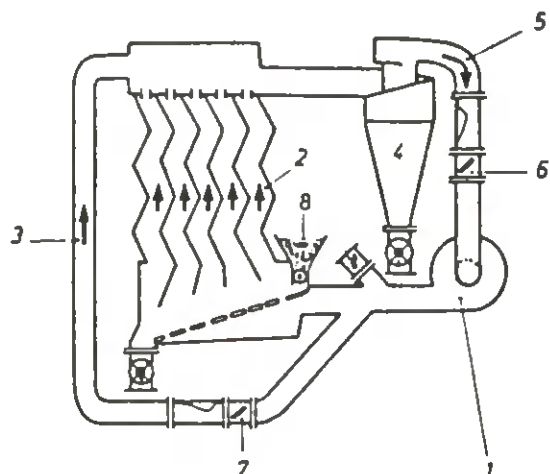
Vidare kan spåntjocklek och spånform fungera som indikator på förslitningen av maskinutrustningen vid spånberedning. Spånnytan avgör limbehovet.

KARAKTERISERING AV SPÅNFORM

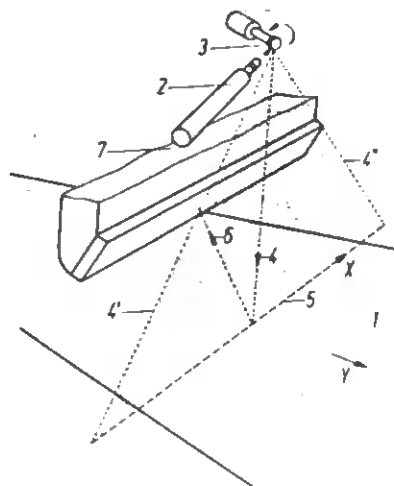
En av de viktigaste storheterna för skivans kvalitet är spånens dimensioner. Här diskuteras några alternativa sätt att mäta dem.

NEUSSER m fl 1969 /9/ har värderat siktanalysen som mätmetod. Den är förstas tidsödande och olämplig för reglerändamål. Dessutom blir överlappningen mellan olika fraktioner så stor, att resultaten blir osäkra.

Vindsiktning (figur 18) har prövats av MAY 1983 /10 och 11/. Förfarandet fungerar bra för värdering av spåndimensioner och yt-/volymförhållande, som anses vara det bästa sättet för karakterisering av finfraktionen. Tids- och arbetsåtgången är t o m större än för siktanalysen.



Figur 18. Zig-zag vindsikt (1 = fläkt, 2 = siktkanaler, 3 = bypassledning, 4 = cyklon, 5 = returledning, 6 och 7 = reglerklaff, 8 = spånåmätning).



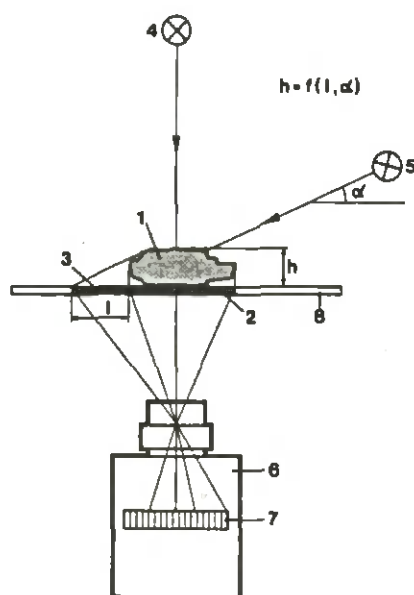
Figur 19. Arbetsprincip för laser-mätning (1 = testmaterialbana, 2 = laserljuskälla, 3 = roterande polygongömspegel, 4 = laserstråle, 5 = avkännande laserlinje, 6 = reflekterande laserstråle, 7 = mottagningsenhet).

Datoriserad bildanalys har redan kommit till användning inom trätekniken DROSCHKA 1980, /12/. En fram- och återgående laserstråle kan användas för ytkontroll (figur 19) av olika material.

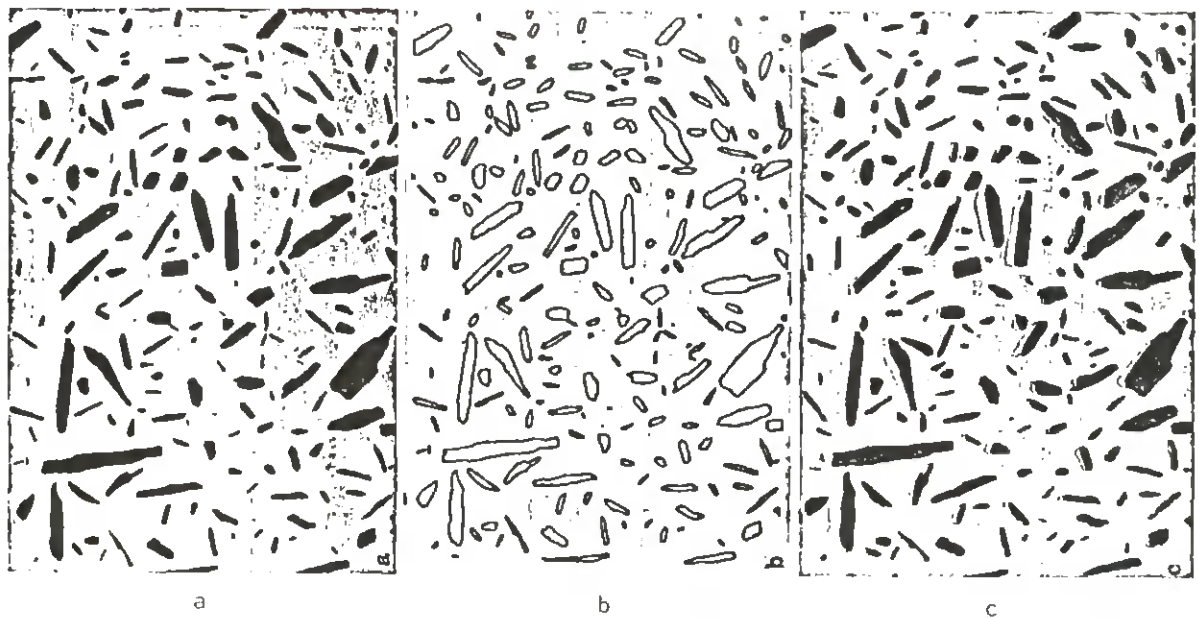
Bildanalysen utförs genom matematiska operationer av bilder, uppfattade och lagrade som "korsstygntavlor" med glidande gråskala i varje punkt, "pixel". Exempelvis kan skärpan ökas (!) i suddiga bilder och kontrasten mellan ljust och mörkt i bilden göras större. Särskilda program kan beräkna bl a sträckor och ytor, indela mätvärden i klasser, o s v.

Ett kommersiellt tillgängligt system, VISTA[®] från Carl Schenck AG kan dessutom karakterisera spåntjocklekar. Det går till så, att varje spån avbildas två gånger, dels i motljus 180°, dels i snedvinklig belysning (figur 20). Genom jämförelse av bilderna framträder skuggorna som spånen kastar i snedbelysning (figur 21). Systemet kan på så sätt beräkna tjocklekar och volymer.

Utdata presenteras som längd, bredd, tjocklek, yta och omkrets för varje spån. Dessutom karakteriseras spånen genom en så kallad "formfaktor", en funktion av omkrets och projektionsyta /13/.



Figur 20. VISTA[®] - mätprincip (1 = förstorat spåntvårsnitt, 2 = projek-
tion från vertikal ljuskälla, 3 = skugga från 1 en vinkel placerad
ljuskälla, 4 = vertikal ljuskälla, 5 = i vinkel placerad
ljuskälla, 6 = kamera, 7 = CCD-sensor, 8 = matt glasskiva, h =
spåntjocklek, l = längd på skuggan från ljuskälla 5, α = vinkel
mellan ljuskälla och objekt).



Figur 21. Digitala bilder av träspån (a = genomlysningsbild, b = spånkonturer i genomlysningsbild, c = genomlysningsbild med överlagrade tjocklekskonturer).

Ett partikelkaraktiseringssystem, "HELOS", som bygger på diffraktionsmönster, erbjuds av Sympatec, Västtyskland. Här saknar vi ännu så länge detaljerad dokumentation.

LITTERATUR

- /1/ Greten, E: "Der Einsatz der Mess- und Regeltechnik zur Kosteneinsparung in Spanplattenwerken", Holz RuW 40 (1982) 377-380
- /2/ Mehlhorn, L och Merkel, D: "Eine schnelle Methode zur automatischen Bestimmung des Biege-E-Moduls an Holzwerkstoffen", Holz RuW 44 (1986) 217-221
- /3/ Rackwitz, G: "Der Einfluss der Spanabmessungen auf einige Eigenschaften von Holzspanplatten", Holz RuW 21 (1962) 200-209
- /4/ Lobenhoffer, H: "Prozesseuerung und Qualitätssicherung bei Spanplattenanlagen", Holz RuW 38 (1980) 381-383
- /5/ Ibid: "Auswertung von Prozessdaten mittels statistischer Methoden", Holz RuW 40 (1982) 395-401
- /6/ May, H-A: "Zusammenhänge zwischen Eigenschaften, Rohstoffkomponenten und dem Dichteprofil von Spanplatten. Teil 4: Einflüsse der Dichteunterschiede und Rohstoffe auf die Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene und die Scherfestigkeit", Holz RuW 41 (1983) 271-275
- /7/ Ibid: Dito. "Teil 5: Einflüsse der Dichteprofile und Rohstoffe auf Biege-E-Modul und Biegefestigkeit", Holz RuW 41 (1983) 369-374
- /8/ Neusser, H, Krames, U, Haidinger, K och Serentschy, W: "Der Spancharakter und sein Einfluss auf die Deckschichtsqualität von Spanplatten", Holzforsch/Holzverwert 21 (1969) nr 4, 81-94
- /9/ Neusser, H och Krames, U: Über die Erfassung einiger wichtiger Kennzahlen von Holzspänen", Holzforsch/Holzverwert 21 (1969) nr 4, 77-80
- /10/ May, H-A: "Zusammenhänge zwischen Eigenschaften, Rohstoffkomponenten und dem Dichteprofil von Spanplatten. Teil 2: Möglichkeiten der Anwendung industrieüblicher Sortierverfahren zur Beurteilung von Spangemischen", Holz RuW 40 (1982) 105-110
- /11/ May, H-A och Keseru: Dito. "Teil 1: Sichtung von Spangemischen und Methoden zur Beurteilung ihrer Eignung für die Herstellung von Spanplatten", Holz RuW 40 (1982) 105-110
- /12/ Droschka, H: "Kontinuierliche Oberflächenprüfung durch Laserstrahlabtastung mit automatischer Fehleranalyse und Sortiereinrichtung", Holz RuW 38 (1980) 139-140
- /13/ Arnold, D: "Vorteile digitaler Bildverarbeitung für die Spananalyse", Holz RuW 44 (1986) 249-252

Detta digitala dokument
skapades med anslag från

**Stiftelsen Nils och Dorthi
Troëdssons forskningsfond**

TräteknikCentrum

INSTITUTET FÖR TRÄTEKNISK FORSKNING

Box 5609, 114 86 STOCKHOLM
Besöksadress: Drottning Kristinas väg 67
Telefon: 08-14 53 00
Telex: 144 45 tratek s
Telefax: 08-11 61 88
Huvudenhet med kansli

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

ISSN 0283-4634

931 87 SKELLEFTEÅ
Besöksadress: Bockholmsvägen 18
Telefon: 0910-652 00
Telex: 650 31 expolar s
Telefax: 0910-652 65