

RAPPORT

Rune Rydell

Högutbytessågning - Ett system för automatisk sönderdelning av okantade virkesstycken till ämnen

*High Yield Sawing - A System for
Automatic Cutting of Unedged Pieces
of Wood into Blanks*

Träteknik

Rune Rydell

HÖGUTBYTRESSÄGNING - Ett system för automatisk sönderdelning av okantade virkesstycken till ämnen

High Yield Sawing - A System for Automatic Cutting of Unedged Pieces of Wood into Blanks

TräteknikCentrum, Rapport I 8702013

Nyckelord

*computerized processing systems
furniture
joinery
logs
machine design
machining
sawing
sawing patterns
sawmills
scanners*

Stockholm februari 1987

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

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

Citat tillåtes om källan anges.

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

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

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

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

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

I N N E H Å L L S F Ö R T E C K N I N G	<u>Sid</u>
FÖRORD	2
SAMMANFATTNING	3
1. BAKGRUND, PROJEKTBEKRIVNING	4
2. LITTERATURGENOMGÅNG	8
3. SYSTEM FÖR SPECIFIKATION AV ÄMNEN	10
4. METOD FÖR UPPMÄTNING AV VIRKESSTYCKENAS FORM SAMT DETEKTERING AV KVISTAR OCH VIRKESFEL	11
Kvistar	12
Sprickor	12
5. OPTIMERING AV SÖNDERDELNINGSMÖNSTER	16
6. MEKANISK UTFORMNING AV MASKINSYSTEM	21
7. SLUTSATSER OCH FÖRSLAG	25
8. LITTERATUR	26
9. SUMMARY	27

FÖRORD

Föreliggande rapport är en sammanfattande slutrapport av de avsnitt av projektet Högutbytessågning som utförts vid TräteknikCentrum. I projektet har förutom TräteknikCentrum, även deltagit Institutionen för elektrisk mätteknik vid KTH och Institutet för tillämpad matematik. Arbetet har finansierats av TräteknikCentrums ramprogram och Styrelsen för teknisk utveckling.

SAMMANFATTNING

Projektets syfte har varit att ta fram underlag för utveckling av ett automatiskt system för sönderdelning av okantade virkesstycken till ämnen för t ex snickeri- och möbelprodukter.

Systemet omfattar:

1. Uppmätning av virkesstyckets form och vankant samt detektering av läge, antal, storlek och typ av kvistar och virkesfel med datorbaserad bildanalys.
2. Datorberäkning av optimalt sönderdelningsmönster till önskade ämnen.
3. Sönderdelning, automatiskt styrd av optimeringsberäkningen.

Provsågning med manuellt styrd uttagning av ämnen enligt den föreslagna principen gav ca 30 % lägre råvarukostnad jämfört med samma ämnen uttagna ur traditionellt firsågad råvara.

Vid bildanalysen uppmäts virkesstyckets form och vankant med god precision. Kvistar upptäcks och särskiljs i två typer - friska kvistar och övriga (sämre) kvistar - med relativt stor säkerhet. Sprickor upptäcks med stor säkerhet ned till ca 0,3 mm bredd.

Datorprogrammet för beräkning av optimalt sönderdelningsmönster till ämnen ger ett tillfredsställande resultat för virkesstycken med få kvistar och fel. För virkesstycken av lägre kvalitet med mycket kvistar och defekter klarar optimeringsprogrammet i nuvarande skick inte en godtagbar optimering. Viss ytterligare utveckling av programvaran erfordras.

I en förstudie av sättet för den slutliga sönderdelningen till ämnen bedöms ett system enligt principen "kapning först, klyvning sedan" att vara enklast att genomföra. Speciellt för kapningsenheten erfordras dock viss utveckling i konstruktivt avseende.

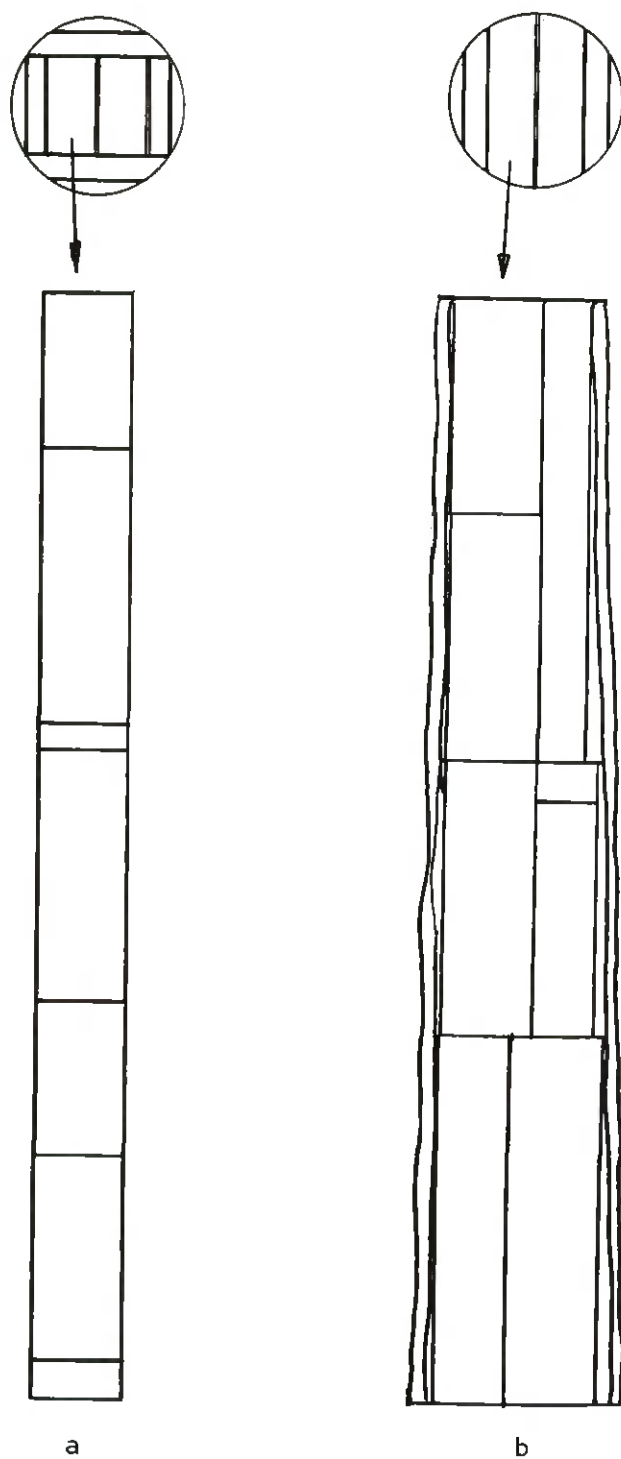
I projektet har utvecklats ett generellt användbart system för specifikation av kvalitetskrav för ämnen.

1. BAKGRUND, PROJEKTBEKRIVNING

Vid tillverkning av komponenter för snickeri- och möbelindustrin utgår man i allmänhet från konventionellt sågade trävaror. En nackdel med denna metod är att virkesstyckenas slutliga dimensioner, och därmed till stor del deras ändamål, måste bestämmas redan före sågningen, när man har begränsade möjligheter att bedöma stockens inre kvalitet. Den yttre, åtminstone ur kvistsynpunkt, mest högkvalitativa, delen av stocken sågas till bräder, vilka har begränsad användning för här avsedda ändamål om de inte åter limmas ihop till grövre dimensioner.

I äldre tider var det vanligare att utgå från okantade virkesstycken, varvid man hade bättre möjlighet att styra ämnesuttaget med hänsyn till virkesstyckets kvalitet. I viss mån tillämpas detta system fortfarande, huvudsakligen för mycket hög virkeskvalitet, så kallade stamwaren. Uppsågningen till ämnen blir då relativt enkel eftersom man har få och lindriga virkesfel att ta hänsyn till. Vid sämre virkeskvalitet blir manuellt styrd uppsågning av virkesstyckena till ämnen med varierande dimensioner och kvalitetskrav svår och sannolikt långt ifrån optimal.

Det projekt som här redovisas syftar till att ta fram underlag för utveckling av ett system för automatisk uppdelning av okantade virkesstycken till ämnen för snickeri- och möbeländamål. Målsättningen har varit en anläggning med en kapacitet på 3 virkesstycken per minut vid 5 m medellängd. Det föreslagna produktionssystemet kan kortfattat beskrivas enligt följande:



Figur 1. Ämnestillverkning:

a) Efter fyrsågning

b) Efter genomsågning ("högutbytessågning").

1. **Genomsågning** av stock med känd teknik till okantade virkesstycken.
2. **Torkning**, antingen till s k "skeppningstorrt" (18-20 % fuktkvot) eller direkt till ändamålsanpassad slutfuktkvot.
3. **Uppmätning** av virkesstyckenas form och vankant samt bestämning av storlek, typ och läge för kvistar och virkesfel såsom sprickor med datorbaserad bildbehandling.
4. **Beräkning** av optimalt sönderdelningsmönster baserat på en specifikation av önskade ämnen (dimension, kvalitetskrav och pris) i kombination med resultat av bildanalys enligt punkt 3.
5. **Sönderdelning** av virkesstycken till ämnen i ett maskinsystem som styrs av resultatet från optimeringen enligt punkt 4 ovan.
6. **Vidaretorkning** till slutfuktkvot (eventuellt).

För vissa av delarna i systemet är tekniken väl känd, såsom den inledande genomsågningen och torkningen, och har därför inte närmare studerats i projektet. Andra delar fordrar ett grundläggande utvecklingsarbete.

Av praktiska skäl har projektet under arbetets gång varit uppdelat i följande delar:

1. Utveckling av system för teknisk specifikation av ämnen.
2. Utveckling av metod för uppmätning av virkesstyckenas form inklusive vankant samt detektering av kvistar och virkesfel.
3. Utveckling av datorprogram för optimering av sönderdelningen.
4. Förstudie över mekanisk utformning av maskinsystemet.

Som inledning till projektarbetet genomfördes en provsågning med genomsågning och manuellt styrd uppsågning till snickeriämnen enligt principen i det här tänkta automatiska systemet.

Vid provsågningen användes furustocker med toppdiameter 240-254 mm av två kvalitetsklasser från vardera två fångstområden i Värmland och Hälsingland. Totalt omfattade sågningen ca 100 stockar. Stockarna genomsågades i ramsåg.

Ur de okantade plankorna uttogs karmännen 63 x 125 mm och fönsterbågämnena 63 x 75 mm i 12 högfrekventa längder mellan 410 och 1403 mm. Mindre restbitar vidarebearbetades till panelbräder för fönsterdörrar. Virkesdelar som inte uppfyllde kraven för fönsterkomponenter eller panelbräder uttogs till emballagevirke.

Det värdemässiga utbytet vid utsågning av ämnen ur okantade virkesstycken jämfördes med utbytet vid uttagning av samma typ av ämnen efter en datorsimulerad konventionell fyrsågning av samma stockmaterial. Virkeskostnaden blev härvid ca 30 % lägre vid utsågning ur okantade virkesstycken jämfört med motsvarande uttag ur konventionellt fyrsågat material. Då produktionskostnaden inte är känd kan någon jämförelse av lönsamheten inte göras. Provsågningen har tidigare utförligt redovisats i en tidskriftsartikel (Wiklund 1981).

2. LITTERATURGENOMGÅNG

Vid litteraturgenomgång har vi återfunnit rapporter om ett projekt i USA som till syfte och angreppssätt delvis överensstämmer med vårt. Projektet finns beskrivet i en artikel i Forest Product Journal (McMillin 1984). Man föreslår där ett "Automated Lumber Processing System (ALPS)" enligt följande:

1. Uppmätning av stockgeometri och lokalisering av kvistar och fel i stocken med datortomografi.
2. Sönderdelning enligt strategi baserad på resultat från punkt 1.
3. Uppmätning av virkesstyckenas geometri och uppmätning av läge och art av kvistar och virkesfel med bildanalys.
4. Datorberäkning av optimalt sönderdelningsmönster till önskade ämnen baserat på resultat från punkt 3.
5. Sönderdelning med högeffektslaser styrd av optimering enligt punkt 4.

Projektet är ett samarbete mellan Southern Forest Experiment Station, Pineville, Louisiana State University och Michigan State University.

Punkterna 3 och 4 är alltså i princip identiska med motsvarande punkter i vårt projekt medan strategin för stockens sönderdelning inte ingår i vårt projekt. Vi har också i första hand siktat på ett något mindre spektakulärt sätt för den slutliga sönderdelningen än laser.

Hittills har endast publicerats vissa resultat från bildanalysen av kvistar och defekter, samt teoretiska bedömningar av erforderlig datorkapacitet för hela systemet, bl a vid två konferenser om "Scanning technology" (Connors et al 1984, 1985). Däremot har inga resultat från optimeringen av den slutliga sönderdelningen kunnat återfinnas. Att döma av de exempel som behandlas är projektet helt inriktat på lövträslag från sydstaterna, i första hand red oak.

Vid feldetekteringen redovisas god överensstämmelse med visuell sortering vad beträffar för kvistar, röta, sprickor och ljus barkinväxning, sämre för vankant, blånad och mörk barkinväxning. Man har dock inte försökt skilja på olika typer av kvistar. Det framgår inte heller hur smala sprickor som man kunnat upptäcka.

Automatisk detektering av kvistar och fel på virkesstycken finns i övrigt behandlat i en stor mängd tidskriftartiklar och forskningsrapporter, t ex en som beskriver "state of the art" (Szymai och Mc Donald 1981) samt de två tidigare nämnda konferenserna (Scanning technology for the eighties 1984 och Scanning technology in sawmilling 1985). Undersökningarna syftar dock till automatisering av sorteringen i traditionell sågverksproduktion och behandlar inte integrerade system för automatisk sönderdelning till ämnen.

3. SYSTEM FÖR SPECIFIKATION AV ÄMNEN

Ett generellt system för specifikation av kvalitetskrav för ämnen har utvecklats. Det redovisas i en separat rapport (Elowson och Rydell 1987). Systemet beskriver kvalitetskraven på ett i dator hanterbart sätt, och är givetvis även användbart för kvalitetsbeskrivning av ämnen som sorteras visuellt. För definition och mätsätt av olika kvalitetsskapande faktorer såsom kvistar, sprickor, måttnoggrannhet, deformationer etc bygger systemet på en vidareutveckling och anpassning av det s k Eurograding-systemet som är ett tänkt nytt system för sortering av sågade trävaror (Elowson och Lundgren 1980). Kvalitetskraven för ämnena kan vara lika eller olika på olika sidor allt efter behov. Det är också möjligt att föreskriva olika krav på olika delar, t ex utefter ämnets längd.

Systemet är ett generellt sätt att beskriva kvalitetskrav för ämnen, men fastlägger inte kvalitetsklasser eller kvalitetskrav för olika specifika ändamål. Kravnivåer får fastställas i varje särskilt fall med hänsyn till kundönskemål, krav i standarder o dyl.

4. METOD FÖR UPPMÄTNING AV VIRKESSTYCKENAS FORM SAMT DETEKTERING AV KVISTAR OCH VIRKESFEL

En mycket viktig del i det totala systemet för högutbytessågning är uppmätning av virkesstyckenas form inklusive vankant samt bestämning av storlek, typ och läge för kvistar och virkesfel. Den metod som utvecklats bygger på datorbaserad bildbehandling. Utvecklingsarbetet har handhåfts av Institutionen för elektrisk mätteknik vid Tekniska Högskolan och redovisas i detalj i separat rapport (Johansson 1987).

Förutom virkesstyckets form och vankant har arbetet hittills koncentrerats på detektering av de två viktigaste kvalitetsstyrande faktorerna, nämligen kvistar och sprickor. För kvistar var ambitionen från början att om möjligt kunna skilja på tre olika typer:

- Friska kvista
- Torra, fasta kvistar
- Övriga, d v s sämre kvistar.

Detta har dock inte lyckats till fullo, utan vi har hittills fått nöja oss med att skilja på två typer:

- Friska kvistar
- Alla övriga kvistar.

Vissa virkesfel, såsom barkinväxningar, stora kådlåpor o dyl uppfattas vid bildbehandlingen som kvist. Detta bedömer vi dock inte som alltför allvarligt. Dels är dylika fel relativt ovanliga, dels är kvalitetskraven för ämnen beträffande kvistar och de fel som vid bildbehandlingen uppfattas som "kvist" oftast tämligen likartade.

Sprickor upptäcks ned till ca 0,3 mm bredd och särskiljs med stor säkerhet från årsringsteckning och andra oregelbundenheter i ytstrukturen.

En provkörning av ett 40-tal planksidor i bildbehandlingssystemet jämfört med en visuell bedömning av kvistar och sprickor gav följande resultat:

Kvistar

Totalt antal befintliga kvistar	friska	323
vid visuell bedömning:	övriga	341

Fel i bildbehandlingens bedömning:

Alltför positiv bedömning

Ej upptäckta friska kvistar	57
"Övriga" kvistar bedömda som friska	46

Alltför negativ bedömning:

Indikerade friska kvistar som ej finns	6
Friska kvistar bedömda som "övriga"	3

Av de ej upptäckta friska kvistarna var 17 st på en och samma planksida (relativt ljusa friska kvistar med liten färgkontrast mot omgivande mörk kärnved).

Kvistbedömningen tenderar alltså att vara något för "snäll". Räknat i procent av totala antalet kvistar blir felbedömningen totalt 17 %, varav 16 % alltför positiv. De plankor som testades hade dock lagrats relativt länge, varför kärnveden mörknat något. På färskare virkesstycken är kontrasten mellan kvist och kärnved tydligare, varvid kvistarna troligen kommer att upptäckas med ännu större säkerhet. Observera också att inte i något fall har en "övrig kvist" (d v s sämre än frisk) inte upptäckts alls eller indikerats där det inte finns kvist. Alla fel vid kvistdetekteringen består antingen i att frisk kvist inte upptäckts eller markerats där det inte finns någon kvist alls eller att kvist felbedömts till typ.

Sprickor

Total befintlig spricklängd 42,13 m vid visuell bedömning

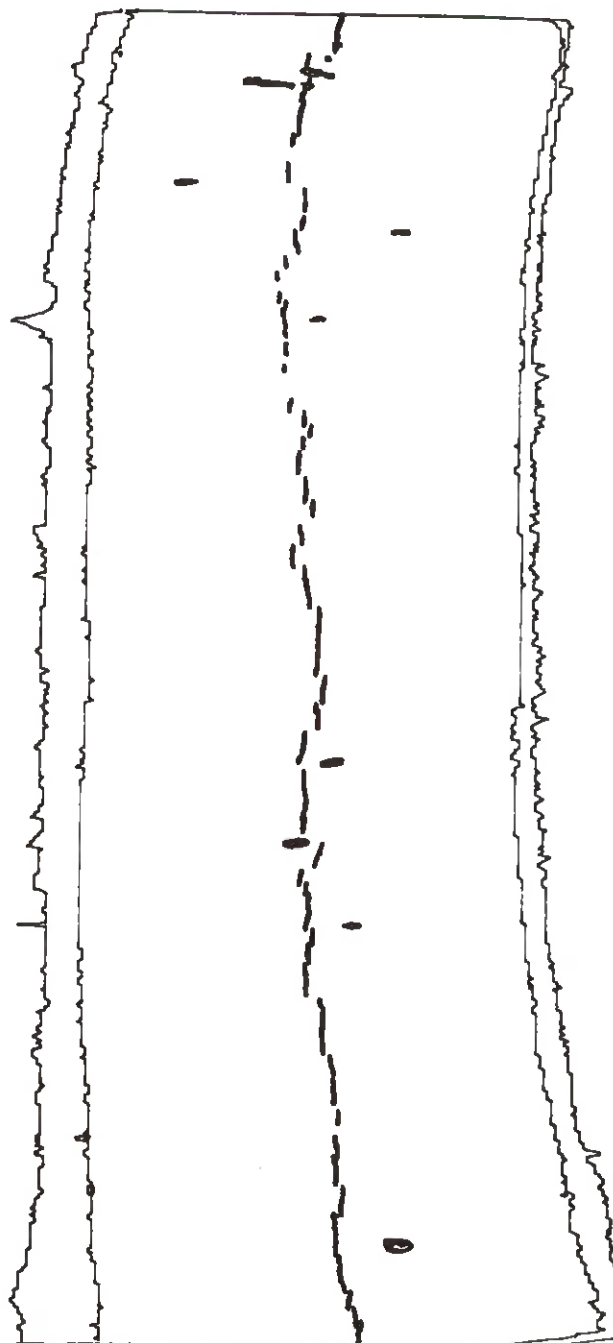
Därav ej upptäckt spricklängd 3,86 m = 9,0 % av total längd

"Upptäckt" men ej befintlig 0,09 m = 0,2 " " " "

De ej upptäckta sprickorna är i allmänhet snett orienterade mot ytan, och återfinns vanligen på märgsidan.

Figur 2 visar exempel på datorritade figurer som visar kvist- och sprickdetekteringen på ett par plankor. Observera de olika skalorna i längs- och tvärled, vilket medför att i verkligheten runda kvistar blir elliptiska och virkesstyckets krokighet överdrivs.


Det avsyningssystem som hittills utvecklats är en programvarubaserad laborieutrustning där tiden för datorbearbetningen blir flera minuter per virkesstycke. För en framtida industriell tillämpning måste en maskinvarubaserad utrustning utvecklas, varvid tiden per virkesstycke kan minskas till ca 10 sek, d v s fullt tillräckligt enligt förutsättningarna för projektet.



Skala ca \longleftrightarrow 1:4

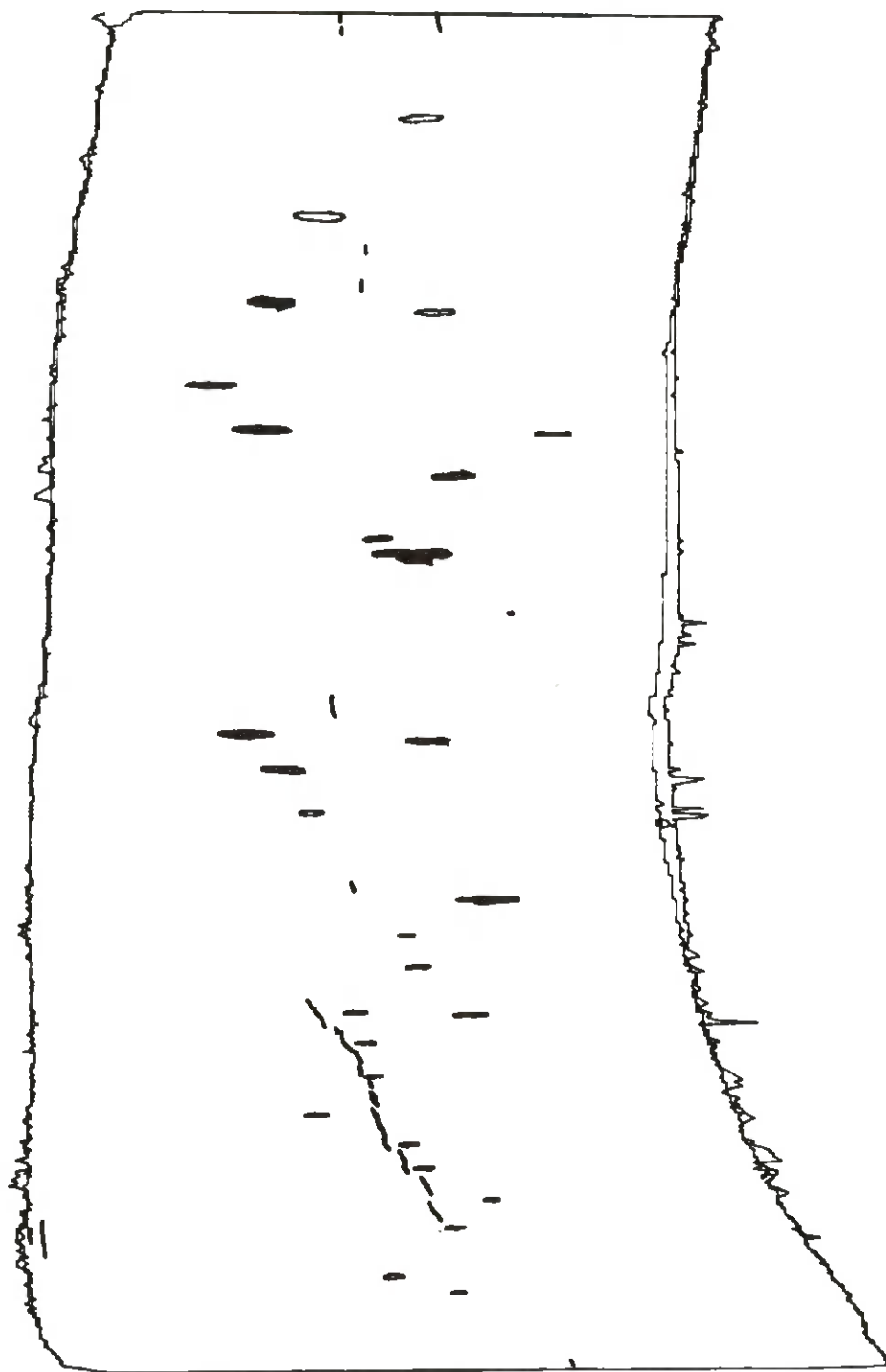
\updownarrow 1:25

 Frisk kvist

 Övrig (sämre) kvist

 Spricka

Figur 2. Exempel på resultat av automatisk detektering av kvistar och sprickor med bildanalys.



Figur 2. (forts)

5. OPTIMERING AV SÖNDERDELNINGSMÖNSTER

Resultatet av uppmätningen av virkesstyckets form samt förekomst av kvist, sprickor etc skall sedan kombineras med specifikation av *dimension*, kvalitetskrav, pris och orderstorlek för de önskade ämnena.

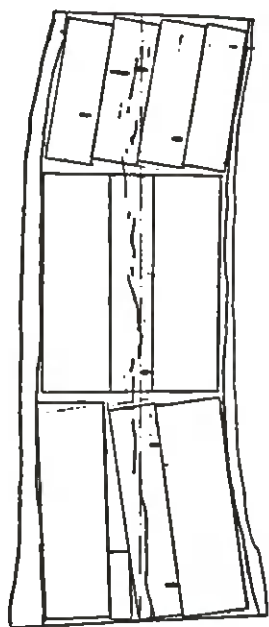
De försök som vi hittills genomfört med optimeringen baseras på en bedömning av virkesstyckets ena sida, splintsidan, samt kvalitetskrav på ämnens ena sida. I ett mer avancerat system kan man givetvis tänka sig att kvalitetsbedöma virkesstyckets båda sidor och vid optimeringen ta hänsyn till kvalitetskraven på ämnens båda sidor. Det kan då även bli möjligt att med hänsyn t ex till formen på en kvist på splintsidan bedöma kvistens riktning ned i virkesstycket och på så sätt även beakta kvalitetskrav på ämnens kantsidor.

Figur 3 visar exempel på några principiellt olika mönster för uppdelning av okantat virkesstycke till ämnen, av parallelepipedisk form.

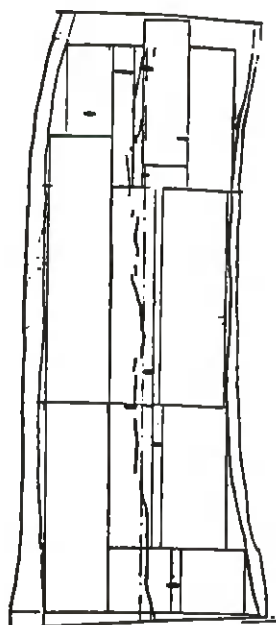
Figur 3a visar ett helt "fritt" mönster, d v s ett mönster utan restriktioner beträffande snittens vinkel i förhållande till varandra. Ett sådant mönster ger sannolikt det bästa utbytet men innebär en mycket komplicerad beräkning för optimeringen och komplicerad utrustning för automatiserad sönderdelning.

Figur 3b visar ett mönster där alla snitt ligger i två mot varandra rätvinkliga riktningar. Optimeringsberäkningen blir då betydligt enklare, men sönderdelningen kan även här bli mycket komplicerad.

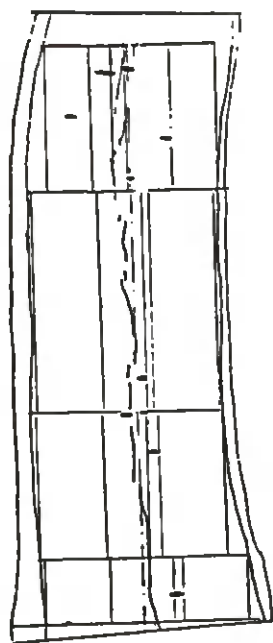
Figur 3c och d visar exempel på sönderdelningsmönster med vinkelräta riktningar där man tagit hänsyn till hur sönderdelningen rent praktiskt skall gå till. Vid sönderdelning enligt figur 3c kapas virkesstycket först i ett antal kortare bitar, vilka sedan klyvs till smalare ämnen. Vid sönderdelning enligt figur 3d klyvs virkesstycket först i smalare "spiror", vilka sedan kapas i önskade längder.



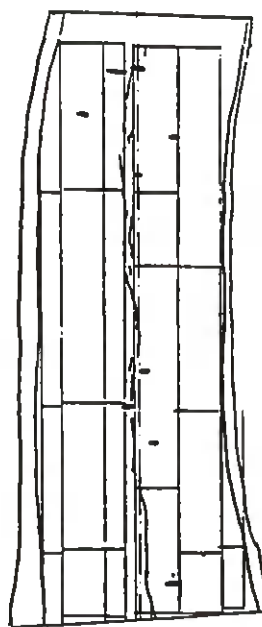
a. "Fritt mönster"



b. Mönster parallellt med centrumlinje

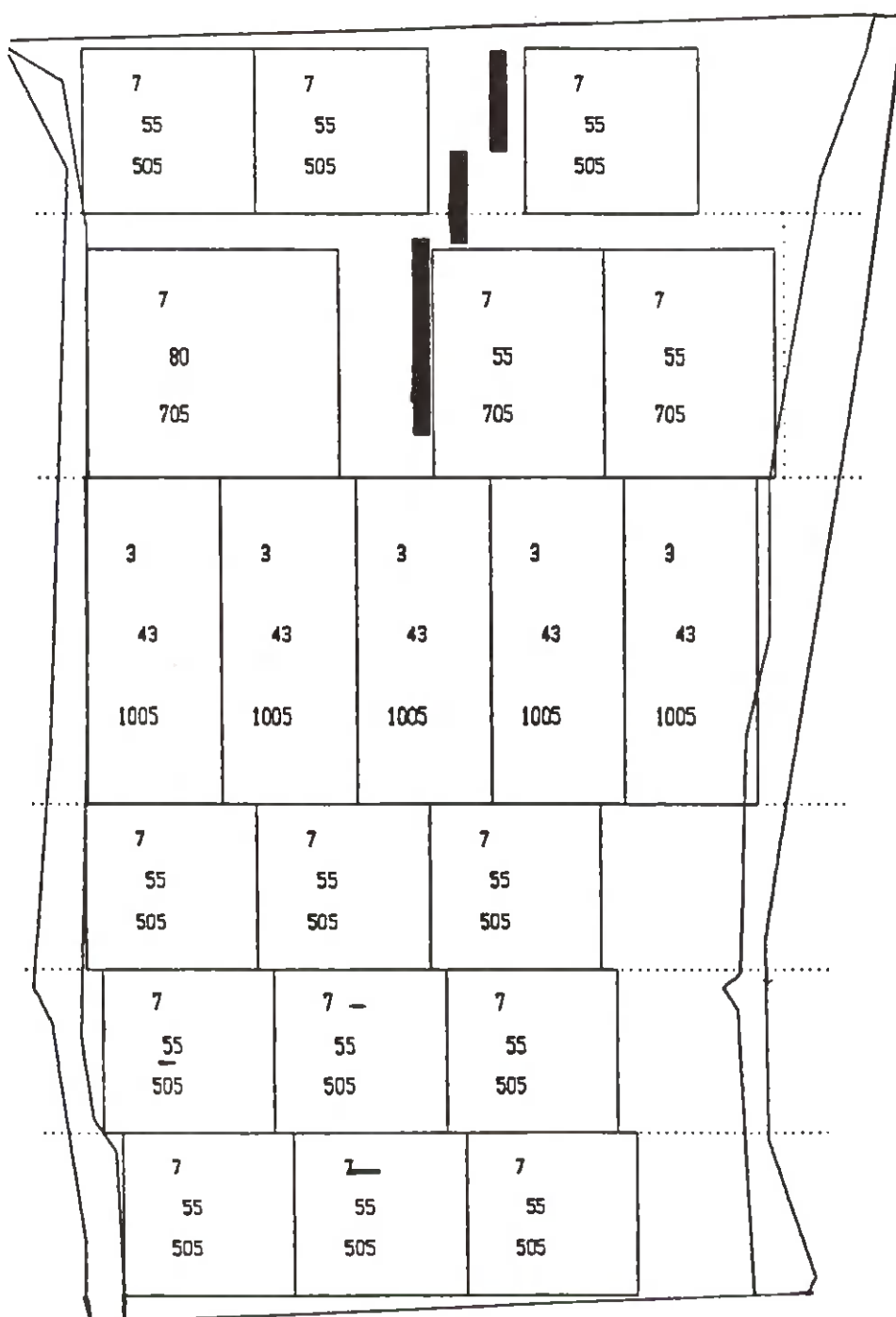


c. Käpning först

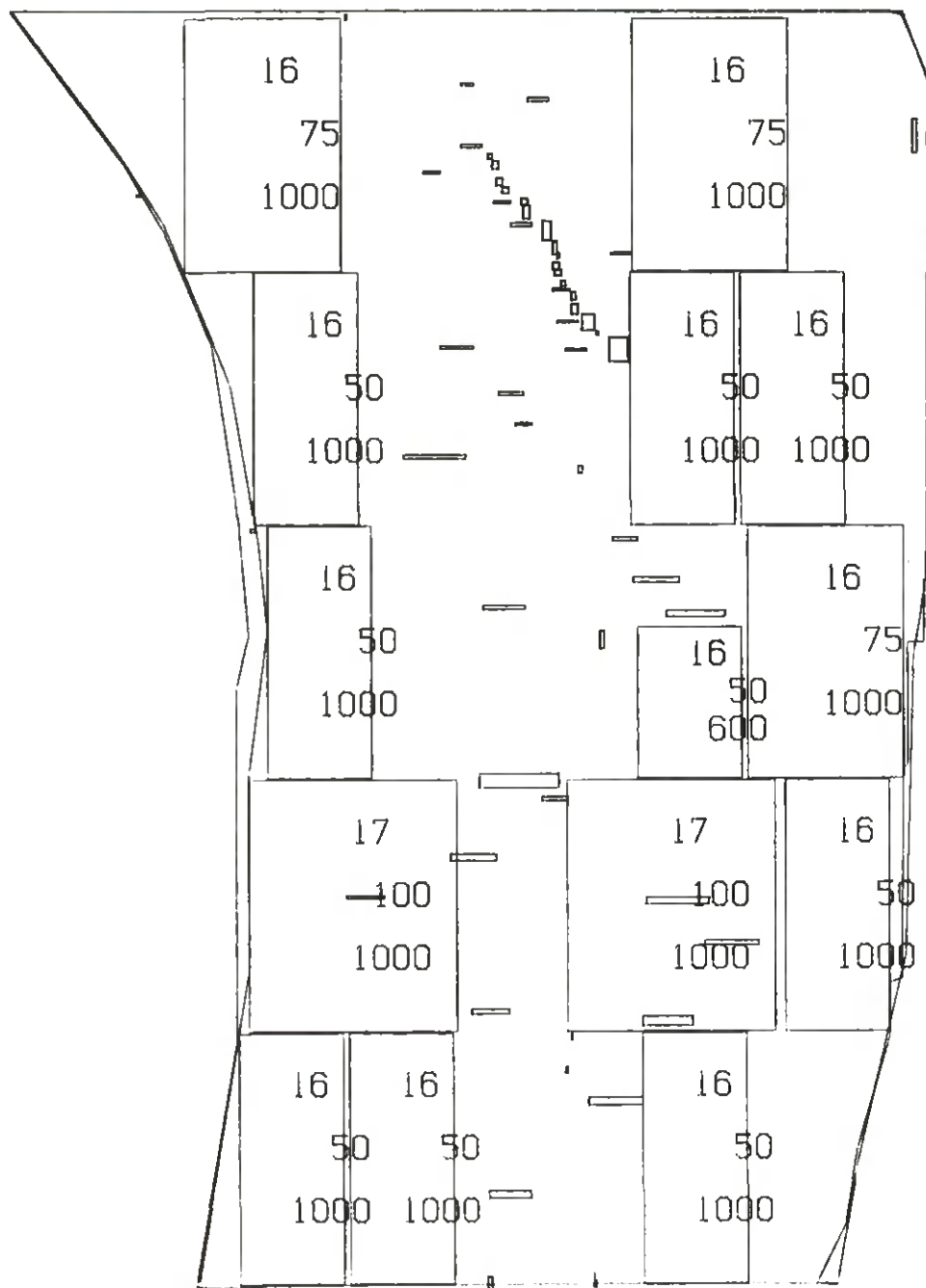


d. Klyvning först.

Figur 3. Exempel på mönster för sönderdelning av okantat virkesstycke till ämnen.



Figur 4. Exempel på sönderdelningsmönster på virkesstycke av relativt god kvalitet med bra optimering.



Figur 5. Exempel på ofullständig optimering vid låg virkeskvalitet.

Arbetet med utveckling av program för optimering av sönderdelningsmönstret har utförts av Institutet för tillämpad matematik (ITM), vilket detaljredovisas i en särskild rapport (Holmberg 1986). Det sönderdelningsmönster som man därvid arbetat med bygger på principen enligt figur 3b men med möjlighet till restriktion enligt figur 3c och d.

Figur 4 och 5 visar ett par exempel på den optimering av sönderdelningsmönster som programmet kan åstadkomma i sin nuvarande utformning. Figur 4 visar ett exempel med ett virkesstycke av hög kvalitet med få kvistar och sprickor. Synbarligen gör då programmet en god optimering. Om virkesstycket däremot har många kvistar och sprickor som i figur 5, blir optimeringen mindre god med programmets nuvarande skick. Man ser där lätt att optimeringen inte är fullständig utan att ytterligare ämnen av de tillgängliga dimensionerna skulle kunna läggas in. Enligt uppgift från ITM återstår här ytterligare en del arbete för att fullända optimeringsprogrammet, för att fullgott resultat skall erhållas även på virkesstycken med stor mängd kvistar och fel.

På grund av dessa ofullkomligheter i optimeringsprogrammet har försök vid TräteknikCentrum att använda det för beräkning av ekonomiskt utbyte vid simulerad uppdelning av okantade virkesstycken inte gett meningsfulla och rättvisande resultat. Det har inte heller varit möjligt att genomföra vissa studier av intresse för projektets vidare inriktning, främst analys av skillnader i utbyte mellan olika utsågningsmönster enligt figur 3.

6. MEKANISK UTFORMNING AV MASKINSYSTEM

En förstudie av hur en anläggning för automatisk sönderdelning av okantade virkesstycken till ämnen skulle kunna vara utformad har genomförts. Den redovisas i en separat rapport (Palm och Rydell 1986) och beskrivs därför här endast i korthet.

Studien har omfattat inriktning, transport och fasthållning av virkesstyckena genom hela processen, sönderdelningstekniken samt något om sättet att ta hand om ämnena efter uppskärningen.

Förutsättningarna har varit en anläggning med kapaciteten 3 virkesstycken per minut och med följande dimensioner på in- och utgående material:

Ingående material = okantade virkesstycken

Längd	3100 - 5500 mm
Tjocklek	25 - 75 "
Bredd	125 - 600 "

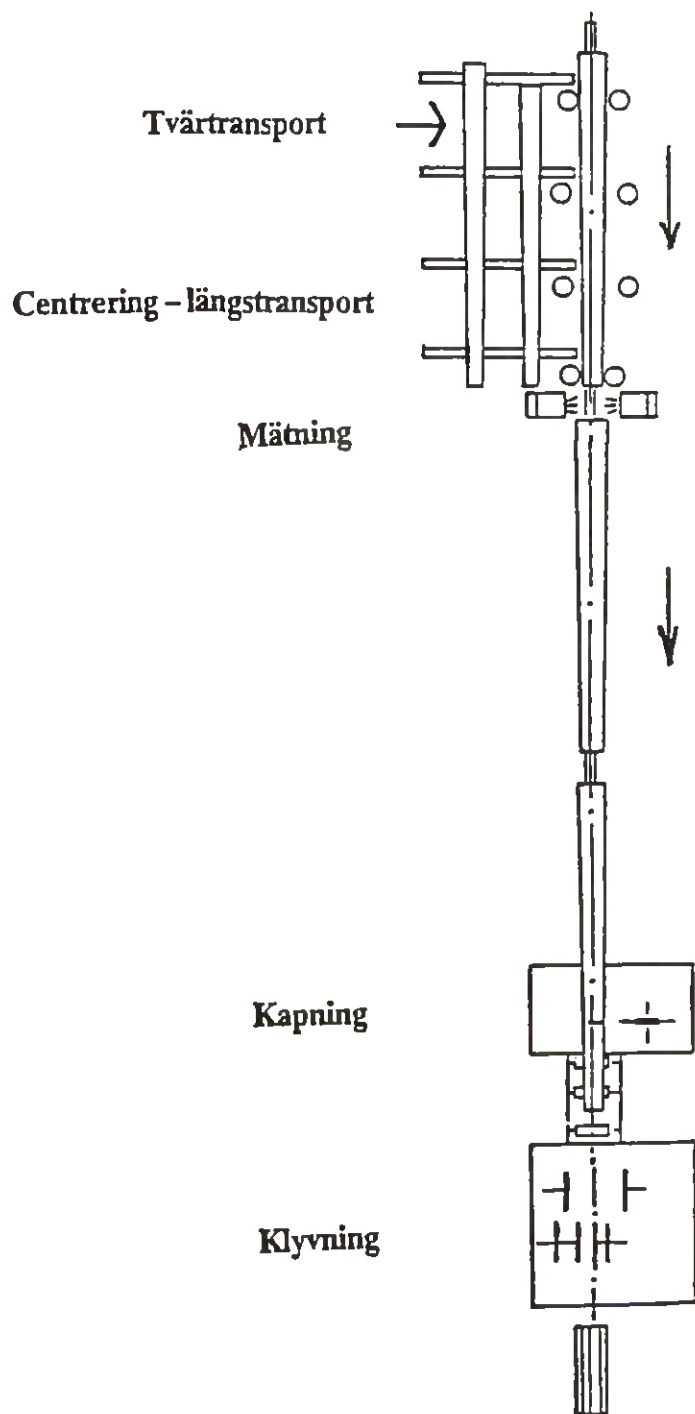
Utgående material = ämnen

Längd	500 - 2200 mm
Bredd	25 - 125 "

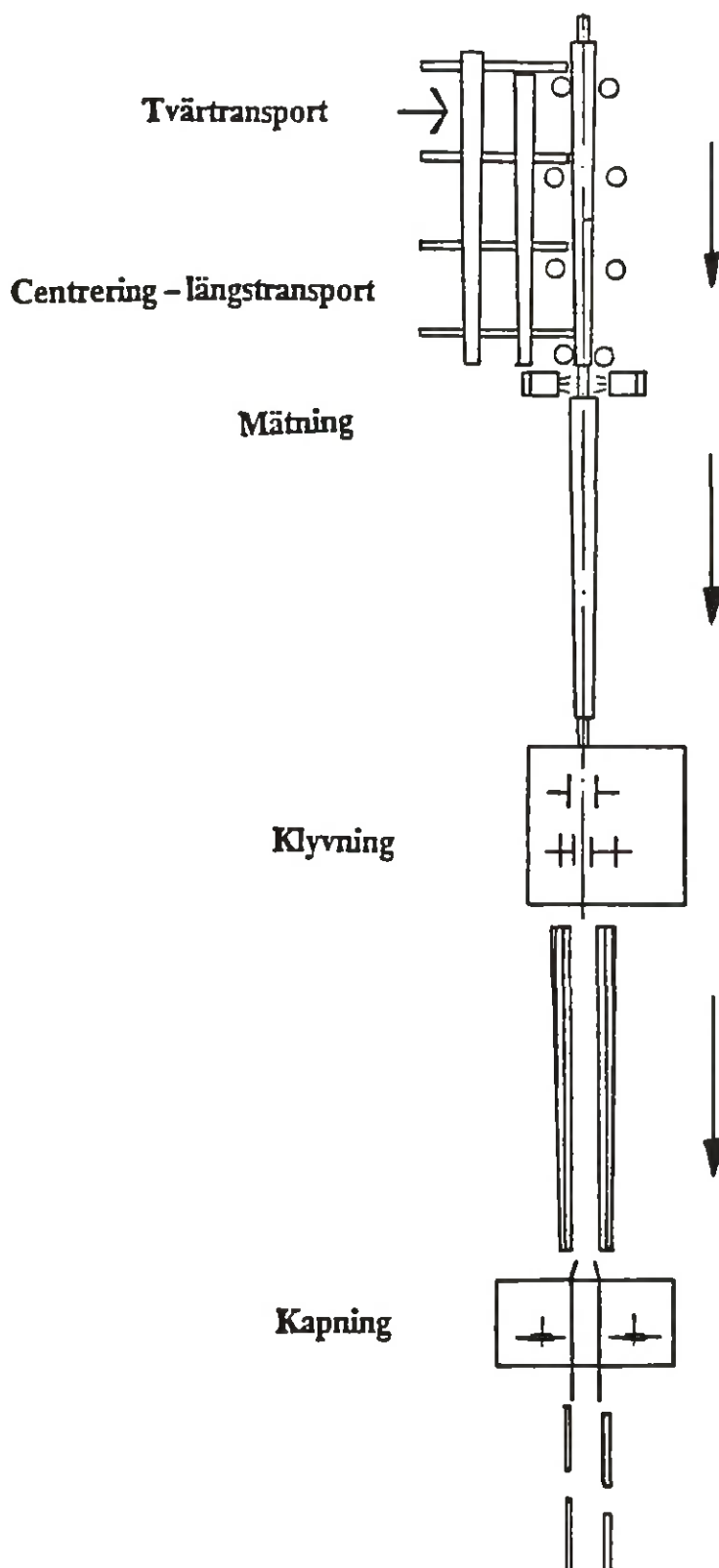
Resultatet av optimeringen enligt föregående avsnitt skall automatiskt styra uppdelningen till ämnen. Som tidigare nämnts blir uppdelning i ett helt "fritt" mönster enligt figur 3a mycket komplicerad och tidsödande med för närvarande tillgänglig sönderdelningsteknik. I projektets nuvarande läge har vi därför valt att i första hand studera de två enklare mönsteralternativen 3c och d "kapning först" respektive "klyvning först".

Figur 6 och 7 visar principskisser för anläggningar enligt de båda mönsteralternativen.

En jämförande utvärdering av olika sönderdelningsorgan med hänsyn till kapacitet, ytfinhet, måttnoggrannhet, spånförluster etc visar att cirkelsågen är lämpligast både för kapnings- och klyvningsoperationen.



Figur 6. Principskiss över maskinlinje för automatisk uppsågning av okantade virkesstycken till ämnen enligt principen "kapning först".



Figur 7. Principskiss över maskinlinje för automatisk uppsågning av okantade virkesstycken till ämnen enligt principen "klyvning först".

De olika enheterna i systemen har med avseende på mekanisk utformning analyserats enligt följande:

- Kravspecifikation med hänsyn till kapacitet, noggrannhet etc.
- Utvärdering av tillgänglig teknik.
- Utvärdering av tänkbar teknik.
- Förslag till teknikval.

Studien visar att den mest framkomliga vägen synes vara ett system enligt principen kapning först. Både för kapnings- och klyvningsenheten erfordras dock utvecklingsarbete i konstruktivt avseende, medan man för övriga delar av systemet i huvudsak kan använda kända konstruktioner med vissa modifieringar. Svårast att lösa är kapaciteten vid kapningen samt matning av korta bitar, speciellt genom klyvningsenheten. Om kortaste längd ökas från 500 till 600 mm förenklas dock det senare problemet avsevärt.

I ett system med klyvning först blir det ännu svårare att få tillräcklig kapacitet på kapningsenheten. Det kan då bli nödvändigt med ända upp till fyra parallella kapenheter. Klyvningen blir i detta fall däremot betydligt enklare.

7. SLUTSATSER OCH FÖRSLAG

Det arbete som här redovisas är ett första steg mot en fungerande produktionsanläggning enligt det föreslagna konceptet "Högutbytessågning". I flera delar av systemet återstår ytterligare utvecklings- och konstruktionsarbete.

Resultaten av arbetet är tillämbart även i andra sammanhang än vid automatisk ämnestillverkning, t ex:

- Systemet för specifikation av ämneskvalitet är generellt och kan användas där man behöver kunna beskriva ämnens kvalitet.
- Erfarenheterna från utvecklingen av avsyningssystemet kan användas för utveckling av automatisk sortering i traditionell sågverksproduktion.
- Den erforderliga utvecklingen av kap- och klyvmaskiner kan få tillämpning även i mera manuellt styrd ämnesproduktion.
- Datorprogrammet för optimering av sönderdelningsmönstret kan, när det färdigutvecklats, användas för specialstudier av intresse både för automatiska och mer eller mindre manuella system för ämnestillverkning, t ex:
 - o Hur påverkas utbytet av ämnesmixens sammansättning (t ex ett fåtal eller stort antal dimensioner och kvaliteter samtidigt)?
 - o Hur påverkas det erforderliga priset på ett ämne av en ändring i kvalitetskrav?
 - o Vad är den rätta prisrelationen mellan ämnen av olika längd?
 - o Jämförelse mellan ekonomiskt utbyte vid ämnestillverkning via genom-sågning och fyrsågning av samma stockmaterial.

LITTERATUR

- Conners R.W., 1984:
Scanning technology for the eighties.
Forintek Canada Special Publication No. SP 21, p. 107-119.
- Conners R.W., 1985:
The utility of color information in the location and identification of defects in surfaced hardwood lumber.
1st International Conference on Scanning Technology in Sawmilling, 10-11 October 1985, San Fransisco, USA.
- Elowson T. och Lundgren M., 1980:
Ändamålsanpassad sortering av sågade och hyvlade trävaror.
Eurograding. STU-information 190-1980, Stockholm.
- Elowson T. och Rydell R., 1987:
System för teknisk specifikation av ämnen av sågad furu och gran.
TräteknikCentrum; rapport beräknas utkomma våren 1987.
- Holmberg, 1986:
Optimeringsmetoder vid högutbytessågning.
Institutet för tillämpad matematik. Anslagsrapport STU-projekt nr 5743 B.
- Johansson R., 1987:
KTH, Institutionen för elektrisk mätteknik.
Anslagsrapport STU-projekt 5742.
- McMillin H.A., 1984:
ALPS - A potential new automated lumber processing system.
Forets Products Journal 34(1), p. 13-20.
- Palm I. och Rydell R., 1986:
System för automatisk sönderdelning av okantade virkesstycken till ämnen.
TräteknikCentrum Rapport 1 8604022.
- Scanning Technology in Sawmilling:
Forintek Canada Corp. Special Publication No. SP 21.
- Scanning Technology in Sawmilling:
1st International Conference, October 10-11 1985, San Fransisco, USA.
- Szymani R. och McDonald, 1981:
Defect detection in lumber: State of the art.
Forest Products Journal 31(11), p. 34-43.
- Wiklund M., 1981:
Högutbytessågning 2.
Sågverken nr 7, 1981, s. 40-47.

9. SUMMARY

The aim of the project was to present basic knowledge for the development of an automatic system for cutting of unedged pieces of wood into blanks, intended for e.g. joineries or furniture.

The system comprehends:

1. Measuring of the shape and wane of the piece of wood and detection of position, number, size and type of knots and cracks with a computer-based scanning system.
2. Computerized calculation of optimal cutting patterns for production of requested blanks.
3. Cutting, automatically operated by the optimizing calculation process.

A test sawing with manually operated selection of blanks according to the suggested principle resulted in a 30 % lower raw materials cost compared with that of the same blanks selected from a traditionally block-sawn raw material.

At the scanning, the shape and wane of the piece of wood is measured with great accuracy. Knots are detected and distinguished into two types - fresh knots and other knots - with a rather great accuracy. Cracks are detected with a great accuracy down to a width of 0.3 mm.

The computer programme for the calculation of an optimal cutting pattern for the production of blanks provides a satisfactory result for pieces of wood with few knots and cracks. For pieces of an inferior quality with a great many knots and defects, the optimizing programme in its present design cannot handle an acceptable optimizing. A certain further development of the software is necessary.

In a pre-study of the way of the final cutting into blanks, a system according to the principle "cutting followed by splitting" is considered to be

the most simple one to perform. However, particularly for the cutting unit, a certain development of the construction is necessary.

In the project, a generally applicable system for the specification of quality requirements for blanks was developed.

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: 14445 tratek s
Telefax: 08-11 61 88
Huvudenhet med kansli

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

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

ISSN 0283-4634