

Sammanfattning

Skogsavfallet och dess tillvaratagande

1. Med skogsavfall förstås i detta sammanhang de delar av de avverkade träden (och närmast av stamveden), som ej uttagas till industriell förädling eller i övrigt utnyttjas som gagnvirke. Detta avfall antingen kvarlämnas i skogen eller finner en, vanligen lågvärdig, användning i oförädlat skick, närmast som bränsle. Ett utnyttjande av avfallet inom den träförädlade industrien skulle för denna betyda ett tillskott i råvara, som skulle kunna erhållas utan ökning av avverkningarna. En undersökning av detta möjliga tillskott i avseende på storlek och beskaffenhet ävensom beträffande förutsättningarna för dess tillvaratagande är uppenbarligen av särskilt intresse i en situation, då man för skogsindustrien kan förutse en känbar om ock delvis övergående inknappning i råvarubasen och då man i varje fall bör räkna med att avverkningarna under en lång framtid måste begränsas till den nuvarande (förkrigs-)nivån.

I fråga om avfallets *kvalitet* kan man i princip särskilja å ena sidan de sortiment, som på grund av sin ringa dimension ge upphov till alltför höga avverknings- och transportkostnader och därför måste utklassas (dimensionsavfall, såsom toppar, röjningsstammar), och å andra sidan de delar av veden, som genom sin sammansättning, på grund av tekniska skador eller i övrigt ogynnsamma egenskaper bereda svårigheter vid själva förädlingen (kvalitetsavfall, såsom björkved, röta, torrved, mycket kvistig eller krokig ved etc.). Vad återigen beträffar avfallets *kvantitet* , är det tydligt, att, då avfallet definierats som den del av avverkningen, som ej finner användning för industriell förädling, avfallsmängden blott kan beräknas på grundval av bestämda antaganden rörande avverkningarnas storlek och de regler för uttag av industrivirke, som därvid tillämpas.

Vid de särskilda undersökningar, som verkstälts rörande dessa frågor, har uppställts en avfallskalkyl, som bygger på de avverkningar, vilka under de närmaste 10 åren beräknas böra företagas för bästa utnyttjande av skogens avkastning, ävensom de gallringar och röjningar, som i samband därmed ur skogsvårdssynpunkt äro önskvärda. Det förutsättes, att gagnvirke uttages till en minimidimension av $4'' \times 6'$ samt att nu gängse fordringar upprätthållas beträffande dess kvalitet. Kalkylen går ut på att visa vilka virkeskvantiteter som ytterligare skulle kunna utvinnas genom en sänkning av minimidimensionen till $3'' \times 6'$, $2\frac{1}{2}'' \times 6'$ och $2'' \times 6'$, under samtidigt tillvaratagande av lump och vrak ävensom av den björk, som förutsättes årligen kunna uttagas vid röjnings- och gallringshuggningar (ned till angivna minimidimensioner). Beräkningarna visa, att under dessa

förutsättningar och vid sänkning av minimidimensionen till t. ex. 2" × 6' skulle erhållas en ökning i virkesuttaget, som för samtliga flodområden i Norrland och Kopparbergs län uppgår till c:a 4,6 milj. fm³ inom bark pr år. Detta tillskott, som motsvarar c:a 25 % av det årliga gangvirkesuttaget inom motsvarande område åren närmast före 1940, fördelar sig med i runt tal 2,7 milj. fm³ på barrved och 1,9 milj. fm³ på björk. Av barrvedskvantiteten utgöres 53 % av apteringstoppar, 28 % av röjningsvirke och 19 % av lump och vrak.¹

För det fall att minimidimensionen sänkes till 3" × 6' (i stället för till 2" × 6') reduceras den utvunna kvantiteten till c:a 3,3 milj. fm³. Av den totala avfallsmängd, som under de givna förutsättningarna kan tillvaratagas vid sänkning av dimensionsgränsen till 2" × 6', kan alltså i stort genomsnitt något över 70 % utvinnas redan vid en sänkning till 3" × 6'. Denna vinst fördelar sig dock ganska ojämnt på de olika sortimenten; av björkveden utvinnas sålunda inemot 80 %, av toppar i barrskog c:a 72 % men av röjningsvirket i barrskog endast omkring 36 %.

Vid beräkningarna har uppmärksammats frågan angående avfallets belägenhet i förhållande till flottled, något som uppenbarligen är av väsentlig betydelse för ett bedömande av möjligheterna för dess tillvaratagande. Avfallet har därvid (i enlighet med den metod, som tillämpas vid den senaste riksskogstaxeringen) fördelats på *avsättningslägen* (zon I: områden med avstånd till flottled < 5 km och flottningskostnad < 5 öre pr kbfot; zon II: avstånd till flottled < 5 km, flottningskostnad 5—10 öre pr kbfot; sämre lägen hänföres till zon III). Undersökningen visar, att av den ovan nämnda avfallskvantitet om 4,6 milj. fm³, som kan uttagas vid en dimensionsgräns av 2" × 6', följande andelar äro belägna inom zon I:

Norra Norrland (Byske älv och norrut)	
	kustland c:a 20—60 %
	lappmark c:a 0—5 %
Mellersta Norrland (Mo älv—Skellefte älv)	
	kustland c:a 60—85 %
	lappmark c:a 25—50 %
Södra Norrland (Ångermanälven—Ljusnan)	c:a 75 %

Lögonenfallande är *björkens* andel i avfallet. Den ovan angivna kvantiteten om 1,9 milj. fm³ innefattar likväl icke den björkved, som kan tagas ut vid avverkningar i äldre skog. Till jämförelse kan nämnas, att den årliga tillväxten för björkskogen i Norrland och Kopparbergs län enligt 1923—1929 års riksskogstaxering uppgår till 3,9 milj. fm³ exkl. bark. Blott en mycket ringa del härav (några 100-tusental m³) finner normalt användning som råvara för industriell förädling (inkl. kolning). I runt tal 2,4 milj. fm³ pr år torde under åren närmast före 1940 ha använts som bränsle.

¹ För närmare uppgifter rörande fördelning på sortiment, flodområden etc., hänvisas till motsvarande kapitel av utredningen.

En väsentlig del av björkförrådet finnes i de inre delarna av Norrland. Bestånden äro i stor utsträckning överåriga och rötskadade. Avverkningen borde därför under en lång följd av år utan olägenhet kunna överstiga den ovan angivna tillväxten. Överhuvud taget utgör frågan om ett rationellt utnyttjande av björken det kanske viktigaste skogsavfallsproblemet.

2. Förutsättningarna för att skogsavfall skall kunna utnyttjas som råvara för industriell förädling kunna sammanfattningsvis uttryckas så, att det pris skogsbruket måste betinga sig för avfallet, levererat vid förädlingsverket, skall vara lägre än det pris förädlingsprocessen kan betala för sin vedråvara. Är motsatsen fallet (d. v. s. avfallets pris är högre än förädlingen kan betala), kan avfallet icke tillvaratagas, och storleken av den prismarginal, som i olika fall föreligger, ger ett siffermässigt uttryck för de svårigheter, som måste övervinnas. För att nedbringa denna prismarginal böra försökas åtgärder såväl i skogen som vid förädlingsverket; i förra fallet huvudsakligen kostnadsbesparande åtgärder i samband med avverkning, insamling och transport och i senare fallet t. ex. åtgärder, som möjliggöra en uppmjukning av kvalitetsfordringarna vid de nuvarande träförädlingsprocesserna eller utvecklande av helt nya och för avfallet särskilt lämpade förädlingsmetoder.

Vid beräkningar rörande de ekonomiska förutsättningarna för avfallets tillvaratagande bör man icke belasta avfallet med andra kostnader än det självt ger upphov till. Detta innebär bl. a., att avfallet icke borde drabbas av skogsbrukets fasta kostnader. Av större betydelse är emellertid, att avfallet, vid användning inom en redan existerande förädlingsindustri (t. ex. massaindustrien) icke heller bör belastas med de här föreliggande, relativt höga, fasta kostnaderna, om nämligen fabriken kapacitet endast genom tillgripande av avfallet kan fullt utnyttjas. Detta torde ej sällan ha varit fallet redan före kriget och torde i framtiden komma att inträffa i ökad utsträckning.

När det gäller skogsavfall i form av röjningsvirke, bör vid kostnadsberäkningen hänsyn tagas jämväl till den nytta ur skogsvårdssynpunkt röjningen medför.

De skogstekniska åtgärder, som här kunna övervägas, gälla närmast dimensionsavfallet av barrved samt björkveden; utnyttjandet av lump och vrak är däremot huvudsakligen ett förädlingstekniskt spørsmål. Den grundläggande svårigheten ligger däri, att avverkningskostnaden, räknad pr kubikfot virke, mycket snabbt stiger vid fallande dimension. Vid en särskild undersökning, som verkställdes rörande dessa frågor, fann man under vissa givna förutsättningar, att huggningskostnaden för helbarkad massaved (10 $\frac{1}{2}$ -fot längder) var 10,2 öre pr kbf *högre* vid huggning av en bit med 2 $\frac{1}{4}$ " i topp än när det gällde en bit med 3 $\frac{1}{4}$ " i topp (den totala huggningskostnaden var för den mindre biten 24,5 öre pr kbf.). Detta gäller tall; för gran var motsvarande skillnad 7,7 öre pr kbf.

De höga kostnaderna bero framför allt på den tidskrävande *barkningen*; kostnaden för denna uppgick vid aptering av de klenaste träden (8—12 cm

vid brösthöjd) till 65 % av effektiv huggningstid för tall och 50 % för gran (för tall motsvarar detta 7—15 öre pr kbf). Frågan om utnyttjande av de små dimensionerna är därför väsentligen ett problem om skogsbarkningens eliminerande. Visserligen torde det låta sig göra att med relativt låga kostnader barka avfallet vid förädlingsanläggningen, men allvarliga svårigheter inställa sig, när det gäller transporten av det obarkade avfallsvirket, i det att sjunkningsrisken vid flottningen är mycket hög.

Såväl i fråga om dimensionsavfall av barrved som i fråga om björkveden gäller det alltså att finna en modifierad form av flottningen eller också något annat, ej väsentligt dyrare transportsätt, som medger uttransport av avfallet i obarkat skick. Även om avfallsproblemen ha anknytningar till snart sagt alla områden av skogsteknologien, så bli dock möjligheterna till bättre utnyttjande av avfallet väsentligen beroende av de tekniska framsteg, som kunna åstadkommas i nu nämnda avseenden.

De utvägar, som härvid närmast torde kunna komma i fråga, äro buntflottning och lastbilstransport; i fråga om toppar är det i vissa fall tänkbart att låta dessa sitta kvar obarkade som »vidhängare» vid den närmast liggande helbarkade biten och vid flottningen uppbäras av denna. Genom att avväga merkostnaderna för transporten mot vinsten i form av minskade eller helt eliminerade barkningskostnader kan i varje förekommande fall avgöras vilken av de olika metoderna som lämpligen bör tillgripas samt till vilken dimensionsgräns det lönar sig att gå. Förutsättningar för buntflottning äro för handen, där avfallet är beläget i närheten av relativt vattenrika och lugna flottleder. Landtransporten på lastbilar är tekniskt sett generellt användbar, men dess tillämpning begränsas genom de vid längre avstånd alltför höga transportkostnaderna ävensom — i många distrikt — av bristen på framkomliga vägar. Vid landtransport bör man givetvis icke räkna med att avfallet under alla förhållanden skall förädlas vid verk, förlagda till flodmynningarna; ofta torde det vara riktigare att tänka sig förädlingsanläggningen placerad inne i landet vid järnvägs- och landsvägsknutpunkter.

3. En kvantitativt mycket betydande del av trädens vedmassa kvarlämnas vid avverkningarna i form av *stubbved*. Så vitt man nu kan bedöma, kan ett tillvaratagande av stubbveden blott komma i fråga i samband med dess utnyttjande för framställning av tjära eller extraktivämnen (se nedan). För dessa ändamål lämpa sig blott en ringa del av stubbarna, nämligen töret, d. v. s. de äldre kådrika furustubbarna. Dessa kunna anses brytvärda blott om vissa förutsättningar i fråga om växtplats, ålder (10—30 år i södra och 20—50 år i norra Norrland), storlek (> 20 cm i diam.) och tillgång pr hektar (minst 25 lm^3 pr hektar) äro uppfyllda. Förrådet av brytvärda stubbar i Norrland kan, med dessa villkor, uppskattas till (mycket approximativt) minst 3 milj. lm^3 .

Beträffande metoderna för stubbarnas uppbrytning ha nya möjligheter öppnats genom införandet av traktorn i skogsbruket. Det har sålunda visat sig, att stubbrytning med tillhjälp av traktor ställer sig väsentligt billigare än äldre metoder. På medelgoda moränmarker med relativt riklig stubb-

tillgång kunde den upphuggna stubbveden erhållas för kr. 3:75 pr m³ vid brytning med traktor mot kr. 6:25 vid användning av kranstubbrytare och kr. 5 å 6: — vid sprängning (dagsverkspris kr. 10: —).

Framställning av stubbtjära genom dalbränning var före sågverksindustriens genombrott mångenstädes den viktigaste skogsnäringen i Norrland. Under nuvarande kris, då de erhållna produkterna ha stort värde för vår beredskap, söker man i möjligaste mån tillvarataga stubbveden enligt mera rationella metoder i ugn- eller extraktionsanläggningar. Framsteg inom den kemiska forskningen på området ha möjliggjort, att förädlingen av stubbprodukterna numera kan drivas betydligt längre än förr.

Vid bedömande på längre sikt av möjligheterna att bygga förädlingsindustrier på stubbveden måste framför allt iakttagas, att töreförekomsterna huvudsakligen representera ett förråd, som icke förnyas. De nu uppväxande tallskogarna lämna icke stubbar med vare sig samma kärnhalt eller diameterdimension som forna tiders överåriga bestånd. Moderna avverkningsmetoder bidraga även att minska stubbvedsavfallet. Emellertid utgöra stubbarna alltjämt en avsevärd del av trädens kubikmassa, och frågan om deras utnyttjande kan därför även för framtiden betraktas som ett angeläget skogsavfallsproblem. Härtill bör beaktas, att ett avlägsnande av stubbarna i de flesta fall är en värdefull skogsvårdsåtgärd, förutsatt att valet av brytningstrakt och brytningens utförande sker med tillbörlig omsorg. Möjligheterna att komma till bestående resultat i fråga om stubbvedens utnyttjande bli främst beroende av de tekniska framsteg, som ytterligare kunna göras i fråga om billigare brytningsmetoder och högvärdigare förädling av produkterna.

Skogs- och vedavfallets industriella utnyttjande

1. Ovan ha berörts de vedförluster, som uppstå i skogsbruket och som sammanfattats under beteckningen skogsavfall. Vid strävandena att möjligast fullständigt utnyttja vedråmaterialet har man även att taga hänsyn till det vedavfall, som uppkommer i samband med träets industriella förädling i form av träflis, spån o. dyl. Detta avfall — fabriksavfallet — är ur förädlingsteknisk synpunkt i stort sett likvärdigt med skogsavfallet, vilket innebär, att metoder för industriell förädling av skogsavfallet ofta kunna tillämpas även på fabriksavfallet och vice versa. Såsom tidigare påpekats, förutsätter den industriella bearbetningen av avfallet, att detta finnes samlat i stora kvantiteter vid ett centralt förädlingsverk; det är tydligt, att fabriksavfallet härvid har ett försteg framför skogsavfallet, enär det omedelbart står till förfogande vid den träförädlande industrien och alltså de insamlings- och transportproblem, som förelågo i fråga om skogsavfallet, elimineras.

Av betydelse är i första hand *avfallet vid sågverken*. Vid sågningsprocessen utnyttjas i genomsnitt blott 50—60 % av timrets kubikmassa i form

av sågade trävaror (plankor, battens, bräder). Resten avskiljes i form av bakar, ribb, justeringsändar och sågspån. Som särskild avfallsprodukt vid sågverken tillkommer numera även barken. Avfallsprocenten är alltså betydande, och frågan om sågavfallets nyttiggörande har ständigt varit av den största betydelse för sågverksdriftens ekonomi. Bland åtgärder som i detta syfte prövats under tidernas lopp, kunna nämnas avfallets förbränning (för att alstra den för sågverksdriften erforderliga kraften), dess användning för framställning av småvirke, för kolning eller som råvara för sulfatmassfabrikation. Sistnämnda användningsområde är numera under normala tider förhållande och innebär en synnerligen rationell lösning av sågverkens avfallsproblem. Den del av sågverksavfallet, som kan användas som sulfatflis (huvudsakligen bakar, ribb och justeringsändar), har härigenom erhållit så högt värde, att det konkurrerar med huvudprodukten i fråga om råvarans utnyttjande. Man kan under sådant förhållande näppeligen beteckna sulfatflisen som en avfallsprodukt i egentlig mening. Sågverkens aktuella avfallsproblem gälla därför närmast tillvaratagandet av sågspån och bark, vilka produkter helt sakna eller ha mycket lågvärdig användning.

Om också den nuvarande användningen av bakar, ribb och justeringsändar för sulfatflis kan anses utgöra en tillfredsställande lösning av denna del av sågverkens avfallsproblem, är därmed icke sagt, att icke nya alternativ kunna framträda för sågavfallets utnyttjande. Så har i viss utsträckning blivit fallet genom inrättandet av snickerifabriker i anslutning till sågverken, genom trähusfabrikationens utveckling, genom framställning av lamellträ o. s. v.

Vid de större sågverken vid norrlandskusten kan följande virkesbalans anses som normal. Utbytena ange % av det ingående *barkade* rundvirket:

Färdiga trävaror	55 %	
Sulfatflis	30 %	
Brännved	1 %	
Sågspån	12 %	} = 23 % <i>avfall</i> i } egentlig mening.
Bark	11 %	
Krympmån	2 %	

Sågspånsavfallet motsvarar c:a 3 à 3 1/2 och barken c:a 5 lm³ pr standard trävaror. Den från norrlandssågverken exporterade trävarumängden, som under åren närmast före 1940 uppgick till c:a 550 000 stds pr år, motsvarar alltså en genomsnittlig sågspånskvantitet av i runt tal 1 750 000 lm³ pr år. I den mån sågverken installera torkningsanläggningar, finner sågspånet användning som bränsle för alstring av den vid torkningen av trävarorna behövligen värmemängden. Den sågspånskvantitet, som erfordras för detta ändamål, balanserar ungefärligen mot tillgången. Vid ett normalt stenkolspris torde emellertid sågspånet använt som bränsle blott få ett värde, som omräknat pr kubikfot ved motsvarar c:a 1/4 av det ursprungliga sågtimrets genomsnittliga kubikfotvärde.

Numera tillämpas i allt större utsträckning metoden att flotta sågtimret i obarkat tillstånd och barka det vid sågverken. Detta innebär, att barken transporteras ut ur skogen och ansamlas vid sågverkens barkningsanläggningar. Genom att insamlingen och transporten till central förädlingsplats, som utgöra de svåraste problemen, när det gäller skogsavfallets tillvaratagande, sålunda delvis blivit lösta för barkens del, borde förutsättningarna för dess rationella utnyttjande väsentligen ha förbättrats. Denna fråga saknar ingalunda betydelse. Mot den totala gagnvirkesavverkningen under åren närmast före kriget svarade en barkmängd (på gagnvirket) av inemot 4 milj. fm³ pr år (mätt i skogen). Härav ansamlas blott en ringa del — uppskattningsvis inemot 10 % — vid sågverkens barkningsanläggningar. Där barken överhuvud taget användes, sker detta för närvarande genom förbränning (efter urvattning och pressning). Något nettovärde för barken torde icke uppnås genom denna process, men man undviker de besvär, som äro förbundna med dess lagring.

2. När man söker utvägar för en *högvärdig industriell förädling av skogs- och vedavfallet*, bör man givetvis i första hand undersöka möjligheterna att minska avfallsmängden genom att till någon del använda avfallet i de normala förädlingsprocesserna. Avfallet skulle härigenom införlivas med huvudprodukten (trävaror, massa etc.) och erhålla ett häremot svarande förädlingsvärde. Tillämpat på skogsavfallet skulle detta betraktelsesätt innebära, att man åtminstone delvis låter de nu som avfall betraktade sortimenten ingå i gagnvirket. För de klena dimensionerna (toppar, röjningsstammar o. s. v.) möter detta hinder icke så mycket ur förädlingsteknisk som ur skogsteknisk synpunkt (avverknings-, insamlings- och flottningsproblem, se tidigare avsnitt). För övriga skogsavfallssortiment såsom röt-skadad ved, torrved samt i viss utsträckning björkved bli de förädlings-tekniska synpunkterna mera framträdande. Ett inlemmande av dessa avfallsposter (liksom även av massaindustriens renseriavfall) i den normala förädlingsprocessen förutsätter bl. a., att förädlingsindustrien gör avkall på sina krav i fråga om råvarans kvalitet. Närmast är denna fråga aktuell för massa- och wallboardindustrierna, där användningen av dylikt avfall främst skulle kunna komma i fråga.

Till de viktigaste spörsmålen på detta område hör sålunda frågan om användning av rötskadad ved och av björkved inom cellulosaindustrien (se nedan 3 och 4).

För sågverkens del kommer frågan om avfallets inkorporering i huvudprodukten närmast att gälla en minskning av *sågsånsutfallet* (t. ex. genom användning av finare sågblad). Att till någon del låta *barken* ingå i trävarorna torde icke kunna komma i fråga.

3. *Användning av rötskadad ved vid sulfit- respektive sulfatmassfabrikation* medför alltid en sänkning av slutproduktens kvalitet. Hur pass allvarlig denna försämring är, beror, förutom på den relativa mängden av rötskadad ved, på rötans art och koksättet. Generellt kan sägas, att de röt-skadade partierna lämna lägre massautbyte samt ge upphov till en svagare massa än den friska veden. Vidare tillkommer, speciellt vid sulfitkokning,

den nackdelen att massan blir oren och av sämre färg. Även obetydliga röt mängder ge sig till känna på detta sätt och medföra därigenom en allvarlig kvalitetsförsämring. Vid framställning av prima sulfitmassa användes därför endast ved, som är helt fri från röta. I fråga om sulfatmassa torde däremot en ringa inblandning av med faströta behäftad ved icke ge upphov till någon mera kännbar kvalitetsförsämring.

Givetvis gäller det att i dessa frågor balansera de fördelar, som ett ökat användande av rötskadad ved kunna medföra ur rent skoglig synpunkt ävensom i form av ett tillskott i råvara, mot de nackdelar, som samtidigt inställa sig i form av fabrikationsbesvär och försämrad kvalitet. En utväg är att fränskilja den rötskadade veden för att härav framställa en särskild massa av sekunda kvalitet. Detta förfaringssätt torde emellertid hittills ha lönat sig blott i undantagsfall. Den kvalitetssänkning, som en måttlig inblandning av röta medför, kan säkerligen i många fall anses vara av ringa betydelse för massans användbarhet. Den starka konkurrens på exportmarknaden, som vår massaindustri har haft att övervinna, har emellertid medfört en skärpning till det yttersta och i alla avseenden (styrka, färg, renhet o. s. v.) av kraven på produkternas kvalitet. Att denna utveckling i vissa fall lett till »artificiella» kvalitetskrav, som icke ha något reellt underlag i form av motsvarande kvalitetsfordringar från de slutliga konsumenternas (pappersförbrukarnas) sida, torde icke kunna förnekas. Denna omständighet, som även synes ha sin motsvarighet inom wallboard-industrin, bidrager uppenbarligen till att inom de nämnda industrierna försvåra ett rationellt utnyttjande av de sämre vedsortimenten.

4. Såsom tidigare påpekats, utgör frågan om ett tillvaratagande av *björken* ett av de allra viktigaste skogsavfallsproblemen. Av de betydande björktillgångar, som finnas särskilt i Norrland, utnyttjas blott en mycket ringa del för industriell förädling. Huvudparten av den årliga tillväxten har i normala tider funnit ingen eller blott lågvärdig användning. Det ligger nära till hands att söka utvägar för en industriell förädling i stor skala av denna restkvantitet inom *cellulosaindustrien*. Undersökningar i detta syfte ha vid upprepade tillfällen företagits här och i andra länder (särskilt Finland) såväl i laboratorier som i praktisk drift i skogar och fabriker. Det har därvid visat sig, att svårigheterna huvudsakligen äro av skogsteknisk natur och närmast sammanhänga med uttransporten av björkveden från skogen till fabriken (se tidigare avsnitt). Ur fabriksteknisk synpunkt synes frågan däremot ligga relativt gynnsamt till. Man har funnit, att av björkved utan svårighet kan framställas såväl oblekt som blekt sulfit- och sulfatmassa enligt i stort sett samma metoder som tillämpas för barrveden. En fördel är härvid björkvedens högre volymvikt, som möjliggör ett bättre utnyttjande av kokarkapaciteten. I jämförelse med gran och tallmassa visar björkmassan något lägre styrka; dess styrkeegenskaper måste dock, i anseende till björkvedens betydligt kortare fibrer, betecknas som förvånansvärt goda. Av särskilt intresse är den blekta massan; denna har goda papperstekniska egenskaper och torde utan tvivel för vissa ändamål väl kunna tävla med barrvedsmassan. Att även konstsilke massa av god kvalitet kan

framställas av björk synes vara ådagalagt av utförda laboratorieförsök och förefaller för övrigt vara mycket sannolikt med hänsyn till de goda resultat, som i Tyskland erhållits vid framställning i stor skala av dylik massa ur den närbesläktade bokveden.

I samma mån som cellulosaindustriens råvarusituation i framtiden skärpes, komma strävandena att utnyttja björken att bli av allt större betydelse. I samma riktning verkar den fortskridande differentieringen av massaindustriens produktion. Genom sina speciella egenskaper torde björkmassan för vissa pappersslag kunna utgöra ett välkommet komplement till barrvedsmassorna. Nyare kokförfaranden, som möjliggöra ett överförande av pentosanrik ved i högförädlade massor för kemiska ändamål, synas kunna öppna detta användningsområde även för björkmassan. Den angelägnaste uppgiften torde för närvarande vara att genom fortsatt undersökningsarbete utreda de bästa betingelserna för björkvedens utnyttjande samt att undanröja de svårigheter icke minst av skogsteknisk natur, som här förefinnas.

5. Ovan har diskuterats möjligheterna för en användning av skogs- och vedavfall inom ramen för de nu i stor skala bedrivna, normala träförädlingsprocesserna. Bland de metoder, som syfta till en högvärdig industriell förädling av avfallet på andra vägar, intaga förfaranden för framställning av olika *kemiska produkter* en framträdande plats. Dylika processer, av vilka i detta sammanhang främst torrdestillation (se 6 nedan) och hydrolys (försockring) av veden komma i fråga, äro så tillvida väl lämpade för utnyttjande av vedavfall, som man i regel utgår från flis- eller pulverformig ved, varför den ursprungliga vedens dimension, form eller styckestorlek saknar betydelse. Vidare spela föroreningar i veden i form av kvistar, bark eller röta vanligen föga roll.

Då ved till bortåt 70 % består av kolhydrater, vilka kunna omvandlas till socker, innebära *försockringsprocesser* tydligen ett relativt fullständigt utnyttjande av råmaterialet. Att märka är, att de återstående 30 % huvudsakligen bestå av lignin, vilket kan isoleras i samband med försockringen. En försockringsprocess kan alltså, åtminstone i princip, kombineras med förfaranden för ligninets utnyttjande.

De träförsockringsprocesser, som hittills provats eller som kunna komma i fråga i storindustriell skala, avse antingen framställning av mer eller mindre rent *socker* som slutprodukt eller också framställning av utspädda sockerlösningar, varur *sprit* (ev. även foderjäst) utvinnes genom jäsning. I avseende på de tekniska metoderna föreligger en grundväsentlig skillnad mellan å ena sidan försockring med koncentrerade syror vid låg temperatur och å andra sidan försockring med utspädda syror vid hög temperatur. Vid den förra metoden har man i första hand använt svavelsyra och saltsyra. Saltsyreförfarandet har därvid bl. a. den fördelen, att syran — varav betydande kvantiteter måste användas — till stor del kan återvinnas. Denna process, som även i andra avseende erbjuder tekniska fördelar, är hittills den enda som erhållit praktisk betydelse för framställning av socker ur ved (Rheinau-processen i Tyskland). Sockerutbytet är 60—65 %

av vedens torrsvikt; en tredjedel av sockret kan erhållas i form av kristalliserat rent druvsocker. Vid användning av vedavfall tillgripes lämpligen ett kombinerat förfarande, varvid såväl sprit som socker utvinns.

Bland metoder för försockring med utspädda syror är Scholler-metoden, som arbetar med utspädd svavelsyra, den mest bekanta. Vid denna erhålles ett sockerutbyte av 40 %; detta socker renframställes ej utan överföres i sprit (och eventuellt foderjäst), varvid spritutbytet är omkring 200 liter pr ton ved.

De försockringsmetoder, som avse framställning av sprit, ha i fråga om framställningskostnader icke kunnat tävla med sulfitspritfabrikationen, där sockerlösningarna (se nedan) stå till förfogande så gott som gratis. Även vid användning av vedavfall torde man t. ex. vid Scholler-metoden under normala förhållanden få räkna med minst dubbelt så hög kostnad pr liter sprit som vid framställning av sulfitsprit. Förutsättningarna för räntabel tillverkning kunna enligt tyska erfarenheter i vissa fall ställa sig bättre om processen ledes till socker som slutprodukt. Dylika förfaranden utmärkas av höga anläggningskostnader.

I vårt land har hittills blott kommit till stånd en fabriksanläggning för träförsockring (med sprit som slutprodukt). Denna fråga måste emellertid, på grund av de vidsträckta perspektiv den öppnar i olika riktningar — icke minst beträffande utnyttjandet av skogs- och vedavfall — betraktas som ständigt aktuell för vår skogsindustri och för vår träkemiska forskning.

6. Den förädlingsmetod, som hittills fått den största praktiska betydelsen för skogsavfallet, är *kolning*. Detta beror icke blott på att, liksom vid försockring, fordringarna på råmaterialet äro låga utan även och i första hand därpå, att processen utan svårighet kan utföras i liten skala och med enkel anläggning (milkolning). De transportsvårigheter, som alltid träda i förgrunden, när det gäller skogsavfallets tillvaratagande, ha i detta fall kunnat kringgåas genom att kolningsanläggningarna i stort antal förläggas uppe i skogarna invid själva avverkningstrakterna. Transportproblemen ha då i stället kommit att gälla förädlingsprodukten, men denna har i genomsnitt blott 1/7 av den ursprungliga vedens vikt och intager blott hälften av dennas volym.

Emellertid är det oundvikligt, att förädlingsprocessens uppdelning på ett stort antal små och billiga anläggningar i många avseenden måste inkräkta på effektiviteten. Närmast ger sig detta tillkänna därigenom, att de värdefulla biprodukter, som uppstå vid vedens torrdestillation, främst tjära, ättiksyra, terpentin, aceton och metanol, ej kunna tillvaratagas vid kolning i mila. Härför fordras, att processen utföres i stor skala i ugnsanläggning med därtill anknutna förädlingsverk för de olika biprodukterna. Först då kan man tala om en regelrätt industriell förädling av skogsavfallet.

I nuvarande läge ha biprodukterna väsentligt värde för vår försörjning med ersättningsvaror; särskilt gäller detta tjäran, ur vilken kan erhållas bl. a. bränn- och smörjoljor. Det synes troligt, att biprodukterna även un-

der mera normala tider komma att bli av allt större betydelse för kolningsprocessens ekonomi. Förutsättningarna för att få till stånd en på lång sikt ekonomiskt bärkraftig kolningsindustri som avnämare i stor skala av skogsavfallet bli därför nära beroende av i vad mån man skall lyckas ytterligare effektivisera uttaget och biprodukterna. Detta hänger i sin tur ytterst på vilka resurser i form av specialutbildad personal och laboratorieutrustning, som mobiliseras för forskningen på detta område.

För speciellt övre Norrland med dess väldiga skogsvidder och glesa transportleder kan man emellertid ifrågasätta, om icke för en stor del av skogsavfallet milkolning utgör den rationellaste kolningsmetoden. För att en väl utvecklad milkolningshantering här skall kunna komma till stånd fordras dock — förutom utbildandet och upprätthållandet av en dugande kolarestam — en fraktnedsättning för träkolen, så att dessa på den viktigaste avsättningsmarknaden, nämligen vid de mellansvenska järnbruken, skola kunna konkurrera med träkolen från nedre Norrland.

Något annorlunda ligga problemen, när det gäller tillgodogörande av det hartsrika *töret*. Den vid kolning av töre erhållna tjäran tilldrager sig för närvarande stort intresse, då man funnit, att denna är särskilt lämplig för framställning av smörjoljor. Genom extraktion av töret kunna utvinnas harts- och terpentinprodukter av hög kvalitet. Huvudparten av töret finnes, som tidigare påpekats, i mellersta och övre Norrland; det vore för dessa landsdelars näringsliv av stor betydelse, om de kemiska behandlingsmetoderna av töre och därur erhållna produkter kunde så utvecklas, att härpå kunde grundas en bärkraftig förädlingsindustri.

I samband med kolningsprocesser kunna nämnas förfaranden, som avse ett överförande av ved i flytande bränsle genom *hydrering*. Härvid utgår man antingen från en flytande vedprodukt, såsom tjära eller vedbeck (ved upplöst i tjära eller fenoler), eller också överföres veden först i gasform genom en modifierad gengasprocess. Förutsättningar torde helt saknas för att dylika processer under normala tider skola kunna bliva räntabla i fri konkurrens med importerade bränslen, och de böra därför i första hand bedömas som beredskapsprojekt. Räntabiliteten borde, åtminstone teoretiskt sett, förbättras, om produktionen inriktades på ämnen, som ha högre värde än flytande bränslen (t. ex. lösningsmedel). Dessa frågor äro emellertid, i varje fall vad vårt land beträffar, så relativt utforskade, att möjligheterna i dessa avseenden svårligen kunna överblickas på nuvarande stadium.

Överhuvud taget kan man konstatera, att träkolningen och därmed besläktade processer inrymma en mångfald uppklarade vetenskapliga och tekniska problem. Detta område torde också kunna betecknas som ett särskilt svårbearbetat fält av träkemien. Bland aktuella uppgifter kunna nämnas grundläggande undersökningar rörande kolningsförloppets kemi, träkolens kvalitet, biprodukternas uppkomst, deras sammansättning och användningsmöjligheter ävensom undersökningar rörande möjligheterna att genom särskilda ingrepp leda kolningsprocessen i sådan riktning, att ökat utbyte erhålles av de värdefullaste biprodukterna.

Träkolningshanteringen har såsom komplement till järnhanteringen

sedan gammalt varit av utomordentlig betydelse för vårt lands näringsliv. Förutsättningar finnas för att den även i framtiden skall kunna spela en väsentlig roll, ehuru delvis på ett annat plan med produktionens tyngdpunkt allt mera förskjuten från träkolet till biprodukterna. Man torde i varje fall kunna hänföra kolningsprocesserna till de kemiska förädlingsmetoder, som i första hand böra övervägas vid försöken att rationellt utnyttja skogs- och vedavfallet. De forskningsfrågor, det här gäller, ha ett vidsträckt tillämpningsområde; nära besläktade med kolning av trä är t. ex. torrdestillation av torv och skiffer samt av torrsubstansen i cellulosa-industriens avfallslutar. Det är därför av stor vikt, med hänsyn till utnyttjandet på många olika områden av våra inhemska naturtillgångar, att den forskning, som skall bereda grundvalen för fortsatta industriella framsteg i dessa avseenden, ej eftersättes. Framför allt böra åtgärder vidtagas för framskapande av en kvalificerad kår av forskare, som kan upprätthålla en högtstående vetenskaplig tradition på området. Detta är även ett önskemål ur beredskapssynpunkt, ty flera av kolningsprodukterna utgöra viktiga ersättningsämnen vid en avspärning och storskaleproduktion härav kan, såsom det upprepade gånger visat sig, icke i en hast improviseras.

Utnyttjande av cellulosaindustriens avfalls- och biprodukter

1. Vid kokning av ved i cellulosaindustrien erhålles huvudprodukten, d. v. s. sulfit- och sulfatmassan, i ett utbyte av i runt tal 50 %, räknat på den kokade veden. Hälften av vedsubstansen har alltså under kokningen gått i lösning och återfinnes med undantag för smärre mängder flyktiga ämnen, som under kokningen bortgå i gasform, i avlutarna (sulfitlut resp. svartlut). Under massans blekning sker en fortsatt utlösning och därmed en ytterligare nedgång av utbytet. För tillvaratagande av avfallsprodukterna har man alltså närmast att utgå från avlutarna från kokning och blekning såsom råmaterial.

Den fråga, som härvid (liksom vid utnyttjande av vedavfallet) i första hand bör övervägas, är huruvida icke utbytet av huvudprodukten skulle kunna ökas, vilket alltså innebär, att avfallet utnyttjas genom att delvis ingå i huvudprodukten. Denna utväg saknar ingalunda intresse för cellulosaindustrien. En betydande del av under kokningen utlöst substans (nämligen hemicellulosa) är av liknande natur som huvudprodukten och kunde, när det gäller många slag av pappersmassa, utan olägenhet ingå i denna. Om kokningen leddes så, att all hemicellulosa kvarstode i massan, borde utbytet av ligninfri massa teoretiskt sett kunna höjas till inemot 70 %. Man har i laboratorieskala och med användande av från praktiken helt avvikande kokmetoder lyckats uppnå dylika utbyten.

Strävandena att öka massautbytet vid kokningen äro givetvis av särskild betydelse, när vedtillgången är begränsad. Det tillskott i produktion som

på denna väg ernås är även så tillvida värdefullt, som det sker utan nämnvärd ökning av de fasta kostnaderna.

2. Av grundläggande betydelse för biproduktutvinningen är tydligen kännedomen om *avlutarnas sammansättning* och möjligheterna att påverka denna genom åtgärder under kokningen. Vid *sulfitkokning* av 1 ton ved (torrvikt) erhållas i avluten 550—690 kg löst organisk substans (den lägre siffran gäller starkmassekok, den högre silkesmassekok). Denna substans består i genomsnitt av 49—53 % ligninprodukter (lignosulfonsyror), c:a 20 % jäsbart socker, 6—9 % icke jäsbart socker (pentoser), 11—15 % aldonsyror, c:a 3 % harts, 3 % ättiksyre- och myrsyregrupper samt upp till omkring 4 % övriga ämnen, huvudsakligen humifieringsprodukter av socker. Dessutom uppstå under kokningen som ovan nämnts en del flyktiga ämnen, vilka delvis bortgå i gasform; hit höra bl. a. metylalkohol (metanol) och cymol.

Av dessa ämnen har som bekant hittills blott det jäsbara sockret kunnat rationellt utnyttjas. Aldonsyrorna uppstå under kokningen genom oxidation av en del av sockret; de representera alltså en sockerförlust, och det är en angelägen uppgift att leda kokningen på sådant sätt, att aldonsyrebildningen i möjligaste mån motverkas. Detsamma gäller även bildningen av humifieringsprodukter av sockret. Övriga i luten ingående ämnen, d. v. s. främst ligninet, pentoserna, ättiksyran, metanolen och cymolen, äro i och för sig värdefulla; att finna lösningsmetoder för deras utvinning och förädling utgör ett för sulfitindustrien ständigt aktuellt problem. Teoretiska överläggningar visa, att många av dessa ämnen borde kunna erhållas i högre utbyten än vad fallet är vid nuvarande kokteknik.

3. Sulfitveden (granved) består till c:a 28 % av *lignin*. Vid kokning av starkmassa övergår c:a 90 % och vid kokning av silkesmassa i det närmaste 100 % av ligninet i sulfitluten, där det löses i form av lignosulfonsyror. Totalmängden lignosulfonsyror, som uppstår i samband med den svenska sulfitmasseproduktionen (1937 års nivå), uppgår till i runt tal 1 milj. ton.

Frågan rörande ligninets användning har studerats och diskuterats alltsedan sulfitmasseindustrien först framträdde. Av det otal förslag, som framlagts och utprovats i praktisk drift, har hittills intet vunnit allmän anslutning. Detta sulfitindustriens dominerande biproduktsproblem måste sålunda allttjämt anses olöst.

Enklast genomförbara äro de förslag, som syfta till användande av sulfitlutens organiska substans i dess ursprungliga form, alltså utan föregående isolering av ligninet eller annan behandling. Sulfitlut, mer eller mindre förtjockad, har försökts som limämne samt som bindemedel för vägbeläggningar, i formsand vid gjutning, vid brikettering av träkol och trämjöl m. m. Den har vidare på grund av sin prisbillighet prövats som utdrygningsmedel på många andra områden (i tryckfärger, vid träimpregnering, i kautschuk, skosmörja m. m.).

Mera avancerade äro de metoder, vid vilka sulfitluten underkastas en verklig förädlingsprocess. Vanligen syftar denna till en isolering av lignosulfonsyran ur luten, vilken produkt sedan vidarebehandlas. På detta om-

råde kunna antecknas användningen av sulfitlut som råmaterial för framställning av aktivt kol, användning av särskilt behandlad lut som gödningsämne samt torrdestillation respektive hydrering av luts substansen i syfte att utvinna ättiksyra, aceton, fenoler etc. Utgående från den ur luten isolerade lignosulfonsyran har man sökt framställa bl. a. vanilj, konsthartser, vattenreningsmassor (permutiter), garvännen och tvättmedel.

Att verkställa en sovring bland mångfalden av framkomna förslag i syfte att utvälja de mest lovande är synnerligen vanskligt. Många uppslag ha vid praktisk utprovning visat sig ohållbara och kunna utan tvekan utdömas; i andra fall åter ha blott utförts preliminära försök, vilka ej givit tydligt utslag. En speciell svårighet vid bedömningen av framkomna projekt sammanhänger med den oerhört rikliga tillgången på det billiga utgångsmaterialet. Ligninmängden vid en eller ett par medelstora sulfitfabriker skulle räcka för att fylla världsbehovet av många av de produkter, som ovan nämnts. Såsom exempel kan nämnas, att en stor del av världens vanillinbehov täckes genom produktionen vid två amerikanska sulfitfabriker. Denna omständighet gör det angeläget att försöksarbetet på området ges en möjligast mångsidig inriktning.

Till de projekt som, såvitt nu kan bedömas, synas värda fortsatt studium höra i första hand de som avse en kemisk förädling av luten eller den rena lignosulfonsyran, såsom torrdestillation och hydrering av lignin, framställning av konsthartser ävensom ligninets användning för garvännen och tvättmedel. Vissa äldre projekt såsom framställning av limämnen, av bindemedel för brikettering och av aktivt kol torde även kunna vara värda förnyat studium.

Försöks- och uppfinnarverksamheten på hela detta område har hittills drivits helt empiriskt och utan nämnvärd planmässighet. Så länge insikten om ligninets verkliga natur är så bristfällig som ännu är fallet, är man allt fortfarande hänvisad till att leta sig fram i blindo. Den angelägnaste uppgiften, när det gäller ligninets utnyttjande, torde därför för närvarande icke vara att ytterligare utöka raden av osäkra tekniska experiment utan att inrikta arbetet på ett klarläggande av ligninets natur. Först när man hunnit längre i detta avseende, kan det tekniska utvecklingsarbetet på området ställas på rationell grundval.

4. *Ligninforskningen* har visat sig utgöra ett mycket svårbehandlat område av den organiska kemien. Detta beror bl. a. på att vid försök att isolera ligninet ur veden detta utomordentligt lätt kemiskt påverkas och därvid ofta erhåller en ännu mer komplicerad struktur än det ursprungliga nativa ligninet. Forskningsresultaten synas emellertid ge vid handen, att ligninet är ett aromatiskt ämne eller åtminstone med stor lätthet kan övergå i sådana. Härpå tyda bl. a. de relativt höga utbyten av vanillin, som kunna erhållas genom mild oxidation av ligninet. Av stor betydelse såväl för den konstitutionskemiska forskningen som sannolikt även för ligninets praktiska nyttiggörande äro nyare undersökningar rörande ligninets *hydrering* i närvaro av vissa katalysatorer. Härvid har man lyckats erhålla ett utbyte av upp till 50 % eterlösliga oljor, bl. a. innehållande fenoler. Hydre-

ringsförsöken ha givit starkt stöd åt uppfattningen, att ligninet är uppbyggt av fenylpropan-derivat.

Vid sulfit- eller sulfatkokningen förändras vedens nativa lignin, och vissa försök tyda på att härigenom möjligheterna för ligninets vidare förädling försvåras, i varje fall om man strävar att erhålla lågmolekylära förädlingsprodukter. Man kan därför ifrågasätta, om man icke på andra vägar än genom ligninets utlösning vid massaframställning skulle kunna utvinna ett lignin mera lämpligt som utgångsmaterial för framställning av t. ex. fenoler och via dessa av läkemedel, färgämnen, oljor och konsthartser. Forskningen rörande ligninets utnyttjande bör i varje fall icke inskränkas till att gälla sulfit- och sulfatlutsligninet utan bör även omfatta vedens ursprungliga lignin (t. ex. i sågspån), försockringslignin etc.

5. Frågan angående tillvaratagandet av det i sulfituluten ingående *jäsbara sockret* har genom framställningen av sulfitsprit fått en tillfredsställande lösning. På detta viktiga område synes emellertid finnas avsevärt utrymme för en fortsatt teknisk utveckling. Av särskild betydelse äro härvid strävandena att genom fullständigare tillvaratagande av sockerarterna uppnå ökat spritutbyte. Under sulfitkokningen sker en förstöring av sockerarterna, som torde uppgå till i medeltal 25—30 % av den totala sockermängden. Det är uppenbarligen angeläget att undersöka, huruvida man icke genom förändring av kokbetingelserna skulle kunna motverka denna process. Andra aktuella forskningsuppgifter på detta område gälla effektivare förträngning av luten ur kokaren, klarläggande av de optimala betingelserna för neutralisering och klarning ävensom av de övriga faktorer, som påverka jäsningens verkningsgrad, nedbringande av ångförbrukningen vid spritdestillationen o. s. v. Beräkningarna visa, att det borde vara tekniskt möjligt att uppnå genomsnittliga spritutbyten av c:a 100 lit. 95 %-ig sprit pr ton massa vid framställning av starkmassa och 165 liter vid framställning av konstsilkemassa, även med accepterade av den sockerförstöring, som för närvarande äger rum under kokningen.

6. På sista tiden har uppmärksamats möjligheterna att, med utgångspunkt från *sulfitsprit* och delvis i kombination med andra vid cellulosa-fabrikation använda ämnen, bl. a. klor och alkali, framställa en hel rad viktiga kemikalier, såsom etrar, estrar, lösningsmedel, emulsionsmedel, konsthartser m. m. Härigenom skulle alltså till cellulosa-fabrikationen kunna anknytas en mångsidig organisk-kemisk industri. Flertalet av här ifrågakommande ämnen kunna visserligen även framställas enligt andra processer och med andra utgångsmaterial (t. ex. etylén eller acetaldehyd), varför en förutsättning för att fabrikationen skall kunna komma till stånd är, att den kan uthärda den konkurrens, som härigenom uppkommer. I stor utsträckning blir härvid spritpriset avgörande, och det förefaller som om sulfitspriten under vissa förutsättningar, såsom alltigenom moderniserad drift, normala bränslepriser m. m., skulle vara tillräckligt konkurrenskraftig för att möjliggöra framställning av ett flertal organisk-kemiska produkter, vilka vi hittills importerat.

Undersökningarna på detta område ge uttryck åt en strävan inom

cellulosaindustrien att vid utnyttjandet av biprodukterna ej stanna vid halvfabrikaten utan driva bearbetningen vidare till högt förädlade färdigprodukter. Framgången av dessa strävanden måste i hög grad bli beroende av i vad mån man, trots avsaknaden av inhemska traditioner, skall kunna framskapa en solid och högtstående organisk-kemisk forskning med industriell inriktning.

7. Bland projekt för utnyttjande av sulfitlutens icke jäsbara sockerarter (pentoserna) intressera främst de, som avse *odling av foderjäst* med dessa sockerarter som huvudsakligt näringssubstrat. De nuvarande svårigheterna i fråga om vårt lands äggviteförsörjning ha medfört, att undersökningarna på detta område i hög grad intensifierats. Den för detta ändamål bäst lämpade mikroorganismen synes vara *Torula utilis*, av vilken erhålles ett utbyte av inemot 50 % jäst räknat på lutens pentoser. Detta motsvarar en ungefärlig jästkvanitet av 40 kr pr ton massa vid konstsilkemassatillverkning och 20 kg pr ton massa vid framställning av starkmassa. Nyligen utförda försök tyda emellertid på att i praktiken böra kunna erhållas högre utbyten än vad dessa siffror angiva, beroende på att jämväl den i luten ingående ättiksyran utnyttjas för jästbildning. Jästdodlingen skulle alltså innebära ett samtidigt nyttiggörande av tvenne olika avfallsprodukter i sulfitluten.

De angivna jästutbytena representera, om de ställas i relation till vårt lands totala produktionskapacitet för sulfitmassa, jästmängder på flera tiotusentals ton, alltså kvantiteter, som kunna bli av stor betydelse för vår äggviteförsörjning. Härvid kan jästens användning för såväl kreatursfoder som människoföda komma i fråga. Emellertid torde ännu fordras åtskilligt forskningsarbete på området, innan jästframställningen blivit så klarlagd, att man med någorlunda säkerhet kan bedöma utbyten och framställningskostnader i praktisk drift och därmed processens betydelse för vårt näringsliv, antingen som beredskapsåtgärd eller på längre sikt.

8. Sedan lång tid tillbaka har man eftersträvat att finna användning för sulfitlutens organiska substans genom att använda den som *bränsle* vid massafabriken. Man kan givetvis ifrågasätta, om luts substansen härigenom skall kunna få samma värde som vid förädling genom t. ex. kemiska processer av dess olika komponenter, men så länge rationell användning för huvudparten av dessa saknas, skulle lutens förbränning innebära ett mycket betydande tekniskt framsteg i fråga om avfallets tillgodogörande. Undersökningarna på detta område, som till stor del röra frågan om lutens indunstning, komma emellertid direkt försöken beträffande lutens kemiska förädling tillgodo, då även härvid i många fall förutsättes, att indunstad lut står till förfogande.

Först på de sista åren ha framkommit indunstningsapparatur och ugnskonstruktioner, som synas kunna medge ett ekonomiskt genomförande av lutens förbränning i stor skala. Utvecklingen på detta område har alltså varit betydligt långsammare än inom sulfatindustrien, vilket främst är att tillskriva speciella tekniska svårigheter.

Sett på längre sikt borde det emellertid ligga inom de tekniska möjligheternas gräns att genom förbränning av sulfitluten erhålla så stort

värmetillskott, att sulfittfabrikens hela värmebehov täckes (även i de fall sulfittfabriken är förbunden med spritfabrik). Beräkningarna bygga då givetvis på den förutsättningen, att processen kan genomföras för en kostnad, som är lägre än kostnaden för den sparade kolkvantiteten, även vid förkrigspriser. Genom införande av moderna lutförbränningsmetoder vid såväl sulfat- som sulfittfabrikerna skulle man alltså kunna hoppas, att cellulosaindustrien — hittills en av våra mest bränslekrävande industrier — i en framtid blir helt oberoende av utifrån tillfört bränsle. Förutsättningar finnas även att i samband med lutförbränningen genomföra en avsevärd besparing i fråga om svavelförbrukningen.

Undersökningarna på detta område ha givetvis särskilt stimulerats av den aktuella bränslebristen, och flera fabriker äro i färd med att utprova nyligen framkomna konstruktioner. Det är därför på nuvarande stadium svårt att bedöma, huru konkurrensen i fråga om luts substansens utnyttjande genom förbränning respektive genom kemisk förädling framdeles kan komma att gestalta sig. Det sannolika är emellertid, att båda dessa möjligheter komma att anlitas vid sidan av varandra. Hittills har denna konkurrensfråga fått aktualitet blott beträffande det jäsbara sockret i luten. Detta får högre värde som råmaterial för spritframställning än vid förbränning; sockret bör alltså utnyttjas genom jäsning, *innan* luten förbrännes. Den minskning i lutens värmevärde, som förorsakas geom att sockret avlägsnas, måste då givetvis införas som utgiftspost vid beräkning av sulfitspritens framställningskostnader (motsvarar vid normala kolpriser c:a 2 öre pr kg sprit).

9. Utnyttjandet av den utlösta vedsubstansen vid framställning av *sulfatmassa* har hittills varit inskränkt till ett tillvaratagande av dels vissa flyktiga ämnen, som bildas vid kokningen och genom avgasning lätt kunna uttagas ur luten (metanol, terpentin), och dels av harts- och fettsyror, vilka likaledes bekvämt kunna avskiljas genom avskumning från den koncentrerade svartlutens yta. På detta sätt tillvaratagas emellertid blott i runt tal 3—5 % av den vid kokningen utlösta vedsubstansen. Resten återfinnes främst i form av i svartluten lösta natriumföreningar av ligninet samt natriumsalter av vissa oxisyror jämte myrsyra och ättiksyra m. m.

De i svartluten kvarstående organiska ämnena ha blott funnit användning genom förbränning i samband med återvinningen av det alkali, som erfordras för kokningen. Försök att utnyttja dem på kemisk väg ha emellertid ingalunda saknats, och förslag i detta avseende ha tid efter annan framkommit alltsedan sulfatindustrien först framträdde. Av dessa ha dock blott ett fåtal utprovats i teknisk skala och intet av dem har vunnit allmän efterföljd. Forskningsverksamheten på området är alltjämt livlig, även om under de sista åren teknikernas intresse företrädesvis varit inriktat på att finna förbättringar i metoderna för luts substansens förbränning.

Flertalet hittills föreslagna metoder för svartlutens kemiska utnyttjande kunna hänföras till tvenne principiellt skilda huvudgrupper. Till den ena gruppen kunna räknas metoder, som syfta till en utfällning av ligninet ur svartluten medelst rökgaser (kolsyra) eller mineralsyror samt använd-

ning av detta lignin i högmolekylär form, t. ex. för framställning av konstmassor av bakelit-typ (Meadol, Albanite m. fl.). Den andra gruppen omfattar metoder för sönderdelning av lutsubstansen genom tryckupphettning eller torrdestillation eller kombination av bägge dessa förfaranden. Härvid erhållas mer eller mindre lågmolekylära produkter, i främsta rummet metylalkohol, aceton och andra ketoner samt oljor (bl. a. innehållande fenoler).

I nuvarande läge torde undersökningarna inom det senast nämnda området ha det största intresset, då härvid skulle kunna utvinnas flytande bränslen, lösningsmedel och liknande för vår försörjning betydelsefulla produkter. Emellertid bör observeras, att den organiska substansen normalt användes som bränsle vid sulfatmassefabrikationen samt att den termiska sönderdelningen i och för sig kräver extra värmeförsel, varför, i synnerhet i tider med höga bränslepriser, fordras att uppkomna produkter ha högt värde. På detta område liksom i fråga om sulfitlutens tillgodogörande kräves ännu mycket forskningsarbete, innan tekniskt fulländade förädlingsmetoder kunna utarbetas. Ämnet är emellertid av stor vikt även sett på längre sikt, och man synes vara berättigad att antaga, att utvinningen av kemiska produkter ur svartlut i framtiden skall bliva av väsentlig betydelse för sulfatmasseindustrien.

10. Vid sulfatmassetillverkning uttagas allmänt biprodukterna *terpentin* och *flytande harts*. Dessa ha till övervägande delen försålts till export i form av obearbetade halvfabrikat. I nuvarande läge har intresset för att förädla dessa produkter inom landet och då närmast vid sulfatfabrikerna starkt tilltagit, då man härigenom kan utvinna flera för vår försörjning synnerligen viktiga ersättningsvaror. Det har härvid visat sig, att vissa av dessa produkter, såsom renterpentinen samt för såptillverkning använd tallolja, för många ändamål i kvalitet väl kunna mäta sig med tidigare importerade produkter (t. ex. fransk terpentin resp. sojaolja). Man må hoppas, att de erfarenheter, som nu göras beträffande såväl förädlingen som användningen av de inhemska produkterna, skall bidra att även på längre sikt övervinna det i många fall på bristande kännedom och oberättigad misstro grundade motstånd, som hittills rests mot dessa produkters användning; härigenom skulle även under normala tider kunna tryggas en betydande avsättning på hemmamarknaden.

Förutom framställningen av terpentin och tallsåpa, vilka för närvarande äro de viktigaste förädlingsprodukterna, finnas på detta område möjligheter till en mångsidig förädlingsproduktion. Ur terpentinen kan framställas bl. a. de för kemisk industri värdefulla substanserna cymol, toluol och kamfer. De terpentinen åtföljande terpenalkoholerna ha utgjort en välkommen ersättning för importerade flotationsolja. Ur flytande harts framställas för närvarande förutom tallolja även hartssyror och beck; dessa ämnen kunna i sin tur förädlas och försök pågå rörande förädlingsprodukternas användning som bl. a. linoljeersättning, mjukningsmedel, lacker, kabelimpregneringsmedel, trycksvarta, smörjoljeersättning m. m.

Många av de nämnda förädlingsprocesserna äro tills vidare att betrakta

som kristidsföreteelser; ingående forskningsarbeten och därpå grundad utveckling av förädlingstekniken torde erfordras, innan kan komma fram till förfaranden, som kunna väntas bliva ekonomiskt bärkraftiga under fredsförhållanden. Man synes dock kunna förvänta, att den intensifiering av forskningen, som nu kommit till stånd, skall ge åtskilliga resultat av bestående värde. Undersökningar rörande terpentin och flytande harts borde under alla förhållanden intaga en framskjuten plats inom svensk träforskning.

11. En nödvändig förutsättning för sulfatprocessens ekonomi är, att det dyrbara alkali återvinnes ur svartluten. Denna återvinning sker under samtidig *förbränning av lutens organiska substans*. På senare tid ha dessa metoder undergått väsentliga förbättringar, i synnerhet ur värmeteknisk synpunkt, och man kan numera säga, att återvinningsprocessen innebär icke blott ett långtgående tillvaratagande av lutens alkali utan även medför ett effektivt och för fabriken värmeeekonomi betydelsefullt utnyttjande av den utlösta vedsubstansen som bränsle. Emellertid gäller i detta fall lika väl som vid sulfitmassetillverkningen, att en direkt förbränning av den organiska substansen under normala förhållanden måste betraktas som en jämförelsevis lågvärdig användning, varför ett utnyttjande — helt eller delvis — av luts substansen genom kemisk förädling allt framgent förblir ett aktuellt problem även för sulfatindustrien.

Vid användning av moderna återvinningsssystem kunna i runt tal 70 % av den utlösta organiska substansens värmevärde nyttiggöras i form av ångproduktion. Av den så utvunna värmemängden tages c:a en femtedel i anspråk för lutens indunstning i samband med förbränningsprocessen, medan återstoden står till förfogande för täckande av själva massafabrikens värmebehov. Härvid kan icke blott fullständig värmeförsörjning uppnås utan dessutom även, om ångan ledes genom mottrycksturbin, åstadkommas en täckning av fabriken kraftbehov. Detta gäller även under förutsättning att luts substansens värmerikaste del, nämligen det flytande hartset, undan drages förbränningsprocessen.

De moderna återvinningsystemen medföra alltså, att sulfatfabrikerna bli självförsörjande i fråga om bränsle och kraft. Detta är långt ifrån fallet vid de ännu brukliga äldre systemen. Införande av fullt självförsörjande metoder vid samtliga svenska sulfatfabriker kan beräknas medföra en bränslebesparing av c:a 200 000 ton stenkolkol pr år.

Särskilt i nuvarande situation är det givetvis av utomordentligt värde, att sulfatlutens lignin i den utsträckning som skett, kunnat inträda som ersättare för importerat stenkolkol. Den fortsatta utvecklingen på området torde medföra, att de moderna återvinningsystemen bli allt allmänare accepterade och samtidigt undergå ytterligare tekniska förbättringar. Vad värmeekonomien beträffar, torde emellertid på grund av den fulländning, som redan uppnåtts, icke mycket mera kunna vinnas.

12. De vid cellulosatillverkning använda kemikalierna giva, i den mån de icke återvinnas och på nytt användas i fabrikationen, upphov till *organiska avfallsprodukter*, av vilka de viktigaste äro kisaska vid sulfatfabri-

kerna och mesa vid sulfatfabrikerna. Dessa ämnen utfalla i stora kvantiteter — vid de norrländska cellulosafabrikerna erhållas under normala förhållanden årligen c:a 450 000 m³ mesa (300 000 ton beräknad som torr) och 100 000 ton kisaska — och deras lagring innebär ofta ett besvärligt problem. Redan ur denna synpunkt vore det alltså önskvärt, att någon utväg kunde finnas för deras nyttiga användning.

Mesan, som huvudsakligen består av kalciumkarbonat (kalksten), användes allmänt vid sulfatfabrikerna för neutralisering av sulfatluten före spritframställningen. På detta sätt förbrukas emellertid blott en mindre del av den vid sulfatfabrikerna utfallande mesakvantiteten. Även andra möjligheter finnas för mesans nyttiggörande vid cellulosafabrikerna, nämligen dels (efter ombränning) vid kausticeringsprocessen i sulfatfabrikerna och dels vid syraberedningen i sulfatfabrikerna. I bägge fallen skulle mesan ersätta kalksten, som nu utifrån tillföres fabrikerna. Hittills ha emellertid ingen av dessa utvägar kommit att i större omfattning beträdas i vårt land. Mot besparingen i kalksten måste vägas i förra fallet ökade utgifter för bränsle samt i bägge fallen de svårigheter, som kunna uppstå på grund av mesans föroreningar.

Bland förslag, som taga sikte på mesans nyttiggörande *utanför* massafabriken, må nämnas användningen som jordbrukskalk, varav gynnsamma erfarenheter vunnits utomlands, men som i vårt land blott förekommit i ringa omfattning.

Kisaska, som vid förbränning av anrikad kis håller 60—68 % järn, har i viss utsträckning använts som järnmalm vid tackjärnstillverkning (även för export). Ett användningsområde, som förefaller mera anpassat till kisaskans speciella egenskaper och som därför vore värt att närmare undersökas, är dess utnyttjande som råmaterial för elektrolytisk framställning av rent järn eller för framställning av järnsalter av olika slag.

Några betydelsefulla forskningsuppgifter på angränsande områden

1. Under de senaste årtiondena har cellulosa fått en mycket betydande och alltjämt snabbt tillväxande användning som *råmaterial för framställning av konstämnen* av olika slag såsom konstsilke, cellull, folier, filmer, lacker, plastiska massor o. s. v. Med undantag för tillverkningen av viskosilke och viskosull har för dylika kemiska processer ursprungligen blott kunnat användas den rena bomullscellulosa. Emellertid har träcellulosa, i samma mån som bleknings- och reningsmetoderna utvecklats, vunnit ökad terräng på detta område. Strävandena att frambringa en allt mera högförädlad cellulosa för kemiska ändamål torde framdeles mer än hittills komma att sätta sin prägel på cellulosaindustriens tekniska inriktning, icke blott vad beträffar själva blekningsprocessen utan även i fråga om ford-

ringarna på och behandlingen av vedråmaterialet, kokningens utförande etc. Det är givet, att denna utveckling även kan komma att indirekt påverka förutsättningarna för tillvaratagande av mindervärdig ved samt utvinning av biprodukter.

Bland de näst efter viskosframställningen viktigaste kemiska användningsområdena må nämnas tillverkning av *cellulosaacetat* och *cellulosa-nitrat*, det förra för användning till konstsilke, cellull, folier och plastiska massor, det senare för film, lacker, konstläder, celluloid, sprängämnen m. m. I bägge dessa fall användes numera i betydande omfattning en med speciella metoder renad träcellulosa som utgångsmaterial. Däremot har man vid framställning av *kopparcellulosa* (för konstsilke) ännu icke lyckats av träcellulosa erhålla ett fullt acceptabelt och med bomull jämförbart utgångsmaterial. Vid framställning av cellulosaetrar såsom *metyl-, etyl- och benzylcellulosa* (lösningsmedel, konstmassor m. m.) torde återigen träcellulosa utan större svårighet kunna användas.

Konstämnesindustriens mycket snabba utveckling har försiggått under hård konkurrens dels med de äldre »naturliga» materialen, dels inbördes mellan ett stort antal olika typer av konstmaterial. De på cellulosa byggda konstämnen ha hittills väl kunnat hävda sin position. Därest tillverkningen av dessa i större utsträckning än nu sker kunde baseras på fullgod och — i jämförelse med bomull — relativt billig träcellulosa, borde konkurrensmöjligheterna och därmed förutsättningarna för en fortsatt utveckling av cellulosa-konstämnesindustrien ytterligare förbättras. Vid bedömning av framtidsutsikterna ur den svenska träförädlingsindustriens synpunkt måste hänsyn även tagas till konkurrensen mellan de olika cellulosa-haltiga råmaterial, som här kunna ifrågakomma; förutom barrved även lövträd, halm, vass, gräs m. m. En fortsatt utveckling av metoderna för sulfit- och sulfatmassans rening och högförädling kan därför betecknas som en av de viktigaste uppgifterna för den grundläggande träforskningen i vårt land.

2. Förutom de sedan gammalt tillämpade alkohol- och ättiksyrejäsningsarna ha på senare år i de stora industriländerna ett flertal *jäsningss-processer* fått betydelse för framställning i stor skala av organiskt-kemiska ämnen av olika slag. Dessa processer baseras i regel på kolhydrater (socker, stärkelse) som utgångsmaterial och en väsentlig förutsättning för deras ekonomiska genomförande är att dylika ämnen stå till förfogande till billigt pris. Då de lutar, som erhållas vid sulfitkokning eller vid direkt träförsockring, innehålla ett jämförelsevis mycket billigt socker, uppställer sig frågan, om man icke med utgångspunkt från detta skulle kunna införa ifrågavarande biokemiska industrier även i vårt land. För att kunna överföra träsockret eller sulfitlutsockret i en för dessa ändamål lämplig form fordras emellertid klarläggandet av ett flertal komplicerade spörsmål rörande förekomsten och avlägsnandet av jäsningshämmande ämnen, tillförande av olika näringsfaktorer och överhuvud taget en sådan förbehandling av lutarna, att dessa i varje särskilt fall medgiva optimala jäsningsförhållanden.

Bland de jäsningsprocesser, som härvid skulle kunna komma i fråga, må nämnas framställning av *citronsyra* (för läskedrycker o. dyl., storindustri i U. S. A.), *glykonsyra* (vars kalciumsalter ha vidsträckt farmaceutisk användning), *fumarsyra* samt *butanol* och *aceton* (viktiga lösningsmedel). Beträffande sistnämnda båda produkter, som i stor skala produceras i U. S. A. och England genom jäsning av stärkelsehaltigt växtmaterial, har genom utförda försök (i U. S. A. och Tyskland) demonstrerats, att framställning ur sulfitlut är tekniskt möjlig även om utbytena ännu så länge torde få betecknas som låga (av sulfitlut med en total sockerhalt av 2,3 % erhöles vid de amerikanska försöken omkr. 5 kg butanol-acetonblandning pr m³ lut).

Under de senaste åren ha sådana framsteg gjorts i fråga om jäsning av alkohol till *ättiksyra*, att det torde vara värt att undersöka, om icke på denna väg skulle kunna framställas ättiksyra för industriellt bruk, i konkurrens med nu gängse syntetiska metoder. Då spritpriset är av avgörande betydelse har frågan närmast intresse för sulfitfabrikerna, där den under normala förhållanden jämförelsevis mycket billiga sulfitspriten står till förfogande.

Av intresse i detta sammanhang äro slutligen de jäsningsprocesser, varigenom *cellulosa* direkt angripes och omvandlas till enkla organiska ämnen, i främsta rummet ättiksyra, etylalkohol, smörsyra och mjölksyra samt gaser, såsom kolsyra, metan och vätgas. Dessa processer torde hittills ha fått teknisk betydelse blott vid biologisk vattenrening i större reningsverk, där de genom cellulosajäsning uppkommande brännbara gaserna i många fall tillvaratagas. Emellertid ha omfattande forskningar, särskilt i Ryssland och U. S. A., ägnats frågan, huruvida det icke skulle löna sig att förjåsa cellulosa i direkt syfte att utvinna kemiska produkter. Vid s. k. termofil jäsning har man härvid lyckats att på en tid av 5—7 dygn omsätta 80—95 % av cellulosan, varvid utbytet av organiska syror (huvudsakligen ättiksyra) utgjorde 50—55 % av den nedbrutna cellulosan och alkoholutbytet 5—25 %. För det fall att man utgår från vedcellulosa, måste denna vara fri från hartser och lignin. Ännu erfordras dock mycken grundläggande forskning, innan de synnerligen komplicerade reaktioner, som här uppträda, äro så klarlagda, att de tekniska möjligheterna kunna ens i stora drag överblickas. Spörsmålet synes dock vara av sådant intresse för ökande av kunskapen om cellulosans egenskaper och användningsmöjligheter, att intensiv forskning på området kunde vara väl motiverad även i vårt land.

3. Inom alla områden av träförädlingstekniken regleras produktionsprocessernas tekniska utformning ytterst av å ena sidan råvarans egenskaper och å andra sidan konsumenternas krav på färdigprodukterna. Tidigare har råvarans — virkets — egenskaper betraktats som i huvudsak givna och oföränderliga, men denna uppfattning har efter hand måst helt revideras, då man allt tydligare kunnat påvisa möjligheterna att genom åtgärder i skogen förändra det producerade virkets egenskaper i på förhand bestämd riktning. Härigenom har ett nytt moment införts i träförädlingstekniken, som på lång sikt kan komma att bli av genomgripande betydelse,

antingen det gäller fortsatt förädling av huvudprodukterna på mekanisk respektive kemisk väg eller nyttiggörande av vedavfall och biprodukter.

Bland de metoder den moderna skogsvetenskapen förfogar över intressera i detta sammanhang främst de, som avse en *rasförädling av skogsträden* och vilka tagits i arv från växtförädlingen inom jordbruket, där de prövats med allmänt bekant framgång. Tillämpade i samband med andra, tidigare utövade och alltjämt utomordentligt betydelsefulla skogsvårdsåtgärder, synas dessa metoder giva ökade möjligheter icke blott för en kvantitativ stegring av trädens tillväxtförmåga utan även för en reglering av de viktigaste tekniska egenskaperna — hållfasthet, motstånd mot röta, kemisk sammansättning o. s. v. — på sätt som ur förädlingssynpunkt framstår som önskvärt. I första hand söker man härvid ur den stora mångfalden i våra skogar förekommande trädraser urskilja de tekniskt värdefullaste och renodla dessa. Man har emellertid även möjlighet att t. ex. genom korsningar eller medelst kemisk behandling (colchicinmetoden) förändra arvsmassan i olika riktningar och på så sätt »syntetisera» helt nya trädraser.

Undersökningar på detta område bedrivs i vårt land sedan några år tillbaka vid ett centralt institut, med finansiellt stöd bl. a. från de större träförädlingsföretagen. Det är givet, att för arbeten av detta slag även fordras stöd i form av ett intimt *tekniskt* samarbete från träförädlingsindustrin, som har att precisera de fordringar och önskemål rörande verkets egenskaper, som skola bli målsättande för rasförädlingsarbetet. Skogsträdsförädlingens nära samband med de fabrikstekniska spörsmålen torde i sin mån bidra till att för framtiden fastare knyta samman den skogliga och den industriella sektorn inom träförädlingsindustrin till ett enda, i grunden enhetligt och odelbart produktionsförlopp.