

SKOG FÖR NUTID OCH FRAMTID



Ekonomiska Forskningsinstitutet vid Handelshögskolan i Stockholm
Adress: Sveavägen 65, Box 6501, 113 83 Stockholm. Tel. 08-736 01 20

grundades år 1929

är en vetenskaplig forskningsinstitution vid Handelshögskolan i Stockholm

bedriver teoretisk och empirisk forskning inom företagsekonomin och samhällsekonomin olika områden och ger i samband därmed avancerad utbildning

söker välja forskningsobjekt efter forskningsområdenas behov av teoretisk och praktisk vidareutveckling, projektens metodologiska intresse samt problemställningarnas generalitet

offentliggör alla sina forskningsresultat: detta sker i institutets skriftserier samt ofta också i artikelform

består av ett 80-tal forskare, främst ekonomer men också psykologer, sociologer och statistiker

har organiserat sin forskningsverksamhet i följande sektioner och fristående program

- | | |
|-----|---|
| A | Arbetslivs- och Personalfrågor |
| B | Redovisning och finansiering |
| C | Kostnadsintäktsanalys och administrativ ekonomi |
| D | Distributionsekonomi, strukturekonomi och marknadspolitik |
| F | Förvaltningsekonomi |
| G | Ekonomisk geografi |
| I | Ekonomisk informationsbehandling |
| P | Ekonomisk psykologi |
| S | Samhällsekonomi |
| PMO | Programmet för medinflytande och organisationsutveckling |
| AFT | Avdelningen för forskningstillämpning |
-

Ytterligare information om EFI:s pågående forskning och publicerade forskningsrapporter återfinns i institutets projektkatalog, som kan rekvideras direkt från EFI.

SKOG FÖR NUTID OCH FRAMTID

– en samhällsekonomisk analys
av det lämpliga virkesuttaget

Lars Hultkrantz



Akademisk avhandling för erhållande av
ekonomie doktorsexamen vid Handelshögskolan
i Stockholm

Stockholm 1982

© EFI

UDK 330.524 (485)

630 (485)

Omslag Margareta Hafstad

ISBN 91-7258-142-5

GOTAB, Stockholm 1982

SUMMARY

In recent years forest harvests in Sweden have been considerably smaller than the wood and timber consumption capacity of the forest-based industry. A most significant but highly controversial question is whether this problem has been caused by a too small supply or by a too much enlarged industrial capacity. The purpose of this study is to give an answer to this question. The main aspects considered are the age distribution of the forests and the short-run demand and supply relations on the wood markets.

The theory on the optimal management of forest resources is complicated by the long production time of trees. Since growth rates are age-dependent, optimal utilization programmes have to take age-distribution into account.

The optimal lifetimes of trees are usually estimated with the so-called Faustmann formula. This formula, however, ignores the age-distribution aspects. In Chapter 2 it is shown that the Faustmann formula is incorrect even in a steady state frame unless forest land is supplied with perfect elasticity. The steady state formula when land is constrained gives a shorter optimal rotation length than the Faustmann formula.

A partial equilibrium problem with age-dependent growth is stated in Chapter 2. This is applied empirically in Chapter 3 as a linear programming problem. To keep the linearity, the market equilibrium equation is replaced by adjustment costs, proportional to increases or decreases in harvest volumes from one period to another. It is demonstrated that high adjustment

costs are required to make a constant harvesting volume optimal when an uneven age-distribution, typical of the Swedish forests, is assumed.

Some alternative long-term forest production programmes have been calculated with the Swedish Forest Board's detailed forest growth model. A comparison is made with the constant harvesting programme on which the Government's forest policy is based. It is shown that it is possible to increase harvests during the 1980's considerably above the level of this programme without reducing harvests under that level later on.

A short and medium-term analysis is made in Chapters 4 and 5. In this analysis the long run harvesting programme is assumed to be independent of the short and medium-run solutions. Optimal wood market solutions are computed with linear programming models. Capacity-constrained supply activities describe the short run supply relation. Production activities, containing input requirements for different commodities, describe the wood demand relation, for given prices. The production activities are special for each single plant, in some models for separate production lines within a certain plant, of the pulp and paper industry. Three types of models are used, a short-run "1979"-model, a medium-run (with investment activities) "1984"-model and a medium-run three-period "1979-1993"-model.

The optimal short and medium-run wood market solutions are determined with these models. The costs of unoptimal solutions are estimated from the reduction of the sum of producers' and consumers' surpluses (forest-owners' and industry-owners' quasi-rents), compared to the optimal solution. This is made for solutions corresponding to different long-run programmes, solutions when the actual supply curve is assumed to lie above the short run marginal cost curve and solutions when some plants are assumed to be Government subsidized.

FÖRORD

Denna avhandling avslutar det delprojekt om skog och skogsindustri som jag har bedrivit sedan 1977 vid Ekonomiska Forskningsinstitutet inom ramen för projektet "Sambandet mellan naturresurser, ekonomisk tillväxt och kapitalbildning". Den studie som redovisas här är huvudsakligen utförd under andra hälften av 1980 och under 1981. Projektet har t.o.m. juni 1980 finansierats av Riksbankens Jubileumsfond och därefter av Jacob Wallenbergs Forskningsstiftelse.

Jag har många att tacka för hjälp. Överst på listan står Karl Jungenfelt. Jag vill tacka honom för en stimulerande och infallsrik handledning, med ett lagom inslag av obegripligheter så att jag har tvingats tänka lite själv.

I tacksamhetsskuld står jag även till Stefan Lundgren och Lars Heikensten som jag i olika sammanhang arbetat tillsammans med och därför lärt mycket av. Andra vars hjälpsamhet jag har utnyttjat är Karl-Göran Mäler, Mats Persson, Peter Englund och Lars Bergman. Stefan och Peter, som råkade särskilt illa ut i slutomgången, förtjänar ett hedersomnämnannde för sin fördragssamhet med mig.

Arbetet med att samla in data ur Industristatistiken har utförts av Lars Ronnås, Anders Vredin och Lisa Rutström. Utskriften av olika upplagor av manuskriptet har gjorts av Kerstin Niklasson, Monica Peijne, Margareta Blomberg, Britt-Marie Dehn och Birgitta Mossberg.

Utanför EFI vill jag tacka Carl Kempe, MoDo, Göran Johansson och Leif Johnsson på Domänverket, Sten Westerling på Skogsstyrelsens prognosavdelning samt SJs alla lokförare som pendlat mig till Stockholm.

Slutligen tack till min fru, Margareta Hafstad, som stått ut med att jag inte har haft något "riktigt jobb", Nisse och Tomas. Margareta har gjort omslagsbilden.

Östersund i februari 1982

Lars Hultkrantz

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	sid
SUMMARY	i
FÖRORD	iii
1 INLEDNING	1
2 SKOGENS UTNYTTJANDE PÅ KORT OCH LÅNG SIKT	6
2.1 INLEDNING	6
2.2 INTERTEMPORAL MARKNADSJÄMVIKT FÖR EN NATURRESURS	6
2.2.1 Inledning	6
2.2.2 Marknadssjämvikten för en resurs med enkelt specificerad tillväxt	8
2.3 INTERTEMPORAL ANALYS AV VIRKESMARKNADEN	15
2.3.1 Produktion av träd	15
2.3.2 Faustmanns problem	15
2.3.3 Omloppstiden vid jämnt virkesflöde	18
2.3.4 Jämförelse mellan Faustmanns problem och steady state	22
2.3.5 Skogskapitalet i Faustmanns problem och i steady state	23
2.3.6 Avverkning utanför steady state	27
2.3.7 Anpassningen till steady state	30

	sid
2.4 KOSTNADEN FÖR EN INOPTIMAL JÄMVIKT PÅ VIRKESMARKNADEN	33
2.4.1 Inledning	33
2.4.2 Den långa sikten	33
2.4.3 Den "kort-korta" sikten	34
2.4.4 Den "lång-korta" sikten	36
2.4.5 Den empiriska studiens disposition	40
3 LÅNGSIKTIGA AVVERKNINGSPROGRAM	41
3.1 INLEDNING	41
3.2 OPTIMALA AVVERKNINGSFÖRLOPP	43
3.2.1 En optimeringsmodell	43
3.2.2 Data	52
3.2.3 Resultat	57
3.3 ALTERNATIVA PRODUKTIONSPROGRAM	63
3.3.1 Inledning	63
3.3.2 Skogsutredningens program samt ett alternativ till detta	63
3.3.3 Två reviderade versioner av Skogsutredningens program	67
3.3.4 Konklusion	69
4 MODELLER FÖR KORT- OCH MEDELFRISTIG ANALYS	70
4.1 INLEDNING	70
4.2 MODELLERNAS ALLMÄNNA UPPLÄGGNING	73
4.2.1 Inledning	73
4.2.2 Några allmänna egenskaper hos modellerna	74
4.2.3 Jämförelse med två andra modeller	81
4.2.4 Optimala lösningar och faktiska marknadsjämvikter	83
4.2.5 Matematisk formulering av modellerna	85
4.2.6 En not om lösningstekniken	101
4.3 MODELLERNAS DATA	102
4.3.1 Inledning	102
4.3.2 Avgränsningar av virkesmarknaden	103

	sid
4.3.3 Härledning av utbudet	113
4.3.4 Härledning av efterfrågan	124
5 RESULTAT AV DEN KORT- OCH MEDELFRISTIGA ANALYSEN	133
5.1 INLEDNING	133
5.2 HISTORISKA DATA	139
5.2.1 Region 1	139
5.2.2 Region 2	143
5.2.3 Region 3	144
5.3 KORTFRISTIG MODELLANALYS	145
5.3.1 Region 1	145
5.3.2 Region 2	155
5.3.3 Region 3	157
5.4 MEDELFRISTIG ANALYS I REGION 1, "1984"	159
5.5 MEDELFRISTIG ANALYS I REGION 1, "1979-1993"	164
6 SAMMANFATTNING	174
6.1 OPTIMAL VIRKESFÖRBRUKNING	174
6.2 KOSTNAD FÖR ETT FÖR LITET VIRKESUTBUD	178
APPENDIX 1 KOMPLETTERANDE DISKUSSION AV MODELLDATA	183
A.1.1 Regionindelningen	183
A.1.2 Härledning av utbudet	184
A.1.3 Härledning av efterfrågan	194
APPENDIX 2 KOMPLETTERANDE RESULTATREDOVISNING	214
A.2.1 Bruttovinst, sysselsättning och saluvärde i "1979"-modellen	214
A.2.2 Bruttovinst och sysselsättning i "1984"-modellen	216
A.2.3 Resultat från treperiodsmodellen	217
LITTERATURFÖRTECKNING	227

1 INLEDNING

Den lämpliga storleken på uttaget ur Sveriges skogar är ett kärt nationalekonomiskt trätoämne, som snarare har sekel- än decenniegamla traditioner. Trots att Bertil Ohlin¹ slöt en tvist 1921 genom att ange det korrekta kriteriet för den optimala omloppstiden för ett träd, så var därmed knappast natten förvandlad till dag - även fränsett svårigheterna att få regeln accepterad.

Ett träd skall avverkas, visade Ohlin, när dess årliga värdetillväxt motsvarar "räntan å dess avverkningsvärde och å värdet av den genom avverkningen frigjorda marken".

Redan att tillämpa denna regel på ett enskilt bestånd vid givna virkespriser kan vara förenat med svårigheter i form av osäkerhet beträffande den framtida beståndsutvecklingen, markvärdets bestämning m.m. När det emellertid gäller att bestämma virkesuttaget i en hel region eller ett land är det inte möjligt att förutsätta att virkespriserna är fixa. Problemet övergår till att bestämma en lämplig jämviktspunkt för virkesmarknaden ur ett komplicerat samspel mellan efterfrågan på skogsindustriprodukter och skogsindustrins respektive skogsbrukets produktionsförutsättningar.

¹ Ohlin (1921, 1979).

Det är naturligtvis inte självklart att den jämviktslösning som virkesmarknaden faktiskt genererar är den ur samhällsekonomisk synpunkt bästa. Förvaltning av skogstillgångar rymmer långsiktiga avvägningsproblem mellan generationer där samhället kan ha en annan utgångspunkt än den enskilde skogsägaren. Den enskilde skogsägaren kan ha en annan riskbild än den som möter samhället i sin helhet. Stående skog har positiva externa effekter (på friluftsliv, produktion av bär, svamp, viltkött, etc., grundvatten, klimat m.m.) som skogsägaren inte alltid beaktar. Virkesmarknaden kan kännetecknas av kartellbildningar etc.

Skogsbruket är därför av tradition kringgärdat av en omfattande statlig regleringsverksamhet. I Sverige är denna uppbyggd kring Skogsvårdslagen, den centrala Skogsstyrelsen och de regionala Skogsvårdsstyrelserna. Regleringssystemet ger skogsägaren detaljerade anvisningar och förpliktelser kring vissa aspekter av hur han skall sköta sin mark. Skogsbruket är vidare belagt med vissa avgifter samtidigt som bidrag utgår till olika typer av åtgärder.

Den direkta skogspolitiken är inte den enda, och kanske inte ens den viktigaste, formen för statens påverkan på virkesutbudet. Andra betydelsefulla effekter emanerar ur jordbrukspolitiken, skattepolitiken, regionalpolitiken och den allmänna ekonomiska politiken.

Det är givetvis heller inte självklart att resultatet av dessa statliga ingripanden blir ett optimalt virkesutbud. Vissa åtgärder har ett helt annat syfte, t.ex. jordbrukspolitiken, i andra fall förslår inte medlen, som t.ex. i fråga om inflationsbekämpningen. Den direkta skogspolitiken kan vara, av en eller annan anledning, felaktig.

Under hela 1970-talet har avverkningsnivån i landet varit underlagd en livlig diskussion. Två statliga utredningar kring

detta ämne presenterades (Skogspolitiska utredningen (1973) och 1973 års skogsutredning (1978)), och följdes av en tredje 1981 (Virkesförsörjningsutredningen). Av allt att döma kommer debatten att fortgå med oförminskad styrka länge än. I denna diskussion är denna studie ett inlägg.

Studien har två syften. Det ena är att söka fastställa vad som är en samhällsekonomiskt optimal avverkningsnivå/virkesförbrukning under 1980-talet. Det andra är att beräkna kostnaderna för att virkesutbudet av något skäl blir mindre än det optimala. Avsikten är således att studera några av de frågor som har betydelse för skogspolitikens inriktning.

Utgångspunkten för analysen är att avsättningen av skogsindustriprodukter huvudsakligen sker på en världsmarknad där Sverige inte är prisledande. Världsmarknadens efterfrågan överförs till en efterfrågan på industrikapacitet och virkestillgångar och kommer att bestämma priserna för och utnyttjandet av dessa. I denna bestämning är tidsaspekten betydelsefull.

Anpassningen av resursutbudet till en ändrad efterfrågan kan inte ske omedelbart. Industrikapaciteten begränsas av tiden för till- och ombyggnader samt av kostnaden för investeringar. Skogen är en förnyelsebar resurs. På kort sikt begränsas utbudet av den tillgängliga stocken, på lång sikt begränsas det av flödet, d.v.s. tillväxten. De kortsiktiga restriktionerna sätts av tillgången till i legal eller teknisk/ekonomisk mening avverkningsbar skog och av tillgången till olika produktionsfaktorer inom skogsbruket. På längre sikt är de avgörande begränsningarna i stället markens produktionsförmåga, skogsvårdens omfattning och inriktning, samt, utom i den mycket långa sikten, skogens åldersfördelning initialt.

Bestämningen av pris och kvantitet på virkesmarknaden på olika lång sikt studeras här med hjälp av ett antal matematiska optimeringsmodeller (linjär programmering). Modellerna

kan ges en normativ innebörd som ansluter sig till det välfärdsekonomiska betraktelsesättet.

Analysen utförs med tre stora begränsningar. För det första inskränks synfältet när det gäller skogens utnyttjande helt till virkesanvändningen. T.ex. miljöaspekter beaktas ej. För det andra förutsätts skogsvårdens omfattning och inriktning vara given. För det tredje beaktas ej de problem som är förknippade med osäkerhet. Dess avgränsningar är gjorda endast för att begränsa studiens omfång.

Avhandlingen har följande uppläggning: I nästa kapitel presenteras något av vad den ekonomiska teorin för naturresurser kan belysa när det gäller skogsutnyttjande. I anslutning till detta visas att en vanlig uppfattning om Bertil Ohlins regel för avverkningstidpunkten behöver modifieras. I detta kapitel urskiljs vidare ett antal tidssikter och för var och en av dessa definieras optimal avverkningsnivå och kostnaden för avvikelser från denna.

I kapitel 3 studeras långsiktiga avverkningsprogram. I en enkel modellstudie beräknas optimala avverkningsprogram under förutsättning av en viss åldersfördelning för skogsbestånden. Därefter redovisas det mer omsorgsfullt beräknade avverkningsprogram som skogspolitiken baseras på samt några alternativ till detta. En slutsats i detta kapitel är att det förra programmet innebär en alltför låg avverkningsnivå under 1980-talet.

Ett långsiktigt program föreskriver en viss ransonering av virkestillgångarna och sätter därmed en övre gräns för avverkningsnivån i den enskilda perioden. I kapitel 4 och 5 studeras den optimala virkesförbrukningen under de närmaste åren givet olika långsiktiga program. Samtidigt skattas kostnaderna för avvikelser från en optimal lösning.

I kapitel 4 presenteras de modeller som utnyttjas i analysen. Modellerna beräknar en optimal resursallokering på virkesmarknaden givet vissa utbudssamband för virke och olika anläggningars betalningsförmåga. I en första typ av modeller studeras en kortfristig allokering till 1979 års industrikapacitet. Dessa modeller täcker hela landet, med uppdelning på tre regioner. För norra Sverige studeras även lösningar där investeringsmöjligheter beaktas i dels en enperiodisk och dels en treperiodisk modell. Resultaten av simuleringarna med dessa modeller redovisas i detalj i kapitel 5.

I kapitel 6 slutligen sammanfattas resultaten. Den läsare som i första hand är intresserad av dessa startar lämpligen i detta kapitel och bläddrar sedan genom övriga.

2 SKOGENS UTNYTTJANDE PÅ KORT OCH LÅNG SIKT

2.1 INLEDNING

En självklar utgångspunkt för analysen är den ekonomiska teorin för naturresurser. Inledningsvis i detta kapitel härleds villkoren för den intertemporala (partiella) marknadsjämvikten i en modell för en förnyelsebar resurs med en enkelt specificerad tillväxtfunktion. Motsvarande problem för skog formuleras och villkoret för en optimal steady-state lösning härleds.

I nästa avsnitt särskiljs skogens respektive skogsindustriens korta och långa sikt. För de olika tidsperspektiven definieras från en välfärdsekonomisk utgångspunkt kostnaden för en icke optimal marknadsjämvikt.

2.2 INTERTEMPORAL MARKNADSJÄMVIKT FÖR EN NATURRESURS

2.2.1 Inledning

En grundläggande distinktion i den ekonomiska teorin för naturresurser är den mellan förnyelsebara och icke förnyelsebara resurser. Som så ofta är gränsdragningen lätt att göra i teorin, men svårare i verkligheten. Hur den konkret skall göras beror på den aktuella problemställningen. Kol och olja t.ex. betraktas vanligen som icke förnyelsebara eftersom tillväxten sker långsamt. Jordens tillgångar på järnmalm är konstanta, men den praktiska analysen ägnas ofta de kända reserverna, vilket är en växande storhet. Omvänt kan det i vissa fall vara rimligt att betrakta tillgången på gammal skog som en icke förnyelsebar resurs.

För en resurs utan tillväxt kan för en ideal konkurrensmarknad härledas en allmän egenskap hos den intertemporala jämviktslösningen, "Hotellings princip".

Antag att det i varje tidpunkt råder likhet mellan uttaget av resursen och den efterfrågade kvantiteten vid gällande pris. Då måste vid varje tidpunkt t följande ekvation mellan resurspriset¹ $p(t)$ och diskonteringsräntan ρ vara uppfylld:

$$\frac{\frac{dp(t)}{dt}}{p(t)} = \rho$$

Resurspriset måste öka i samma takt som räntesatsen. Om detta villkor inte är uppfyllt är det inte möjligt att motivera resursägarna till att upprätthålla ett fortlöpande uttag.

Den enskilde resursägarens problem är att maximera nuvärdet² av sin resurs. Om resursens volym är R kan nuvärdet skrivas

$$\pi = e^{-\rho t} p(t) R$$

där ρ är skogsägarens diskonteringssats.

Om resursägaren är pristagare och känner prisutvecklingen bör han avyttra hela resursen vid den tidpunkt som är bestämd av

$$\frac{d\pi}{dt} = 0.$$

Deriveringen visar att detta är den tidpunkt vid vilken den relativa prisstegringen är lika stor som diskonteringssatsen.³ I en marknadsjämvikt som innebär ett fortlöpande uttag måste denna likhet gälla i alla tidpunkter. Om priset ökar

¹ Resursen antages sakna utvinningsskostnader och vara homogen, d.v.s. alla kvaliteter har samma pris.

² Här och fortsättningsvis används ett nuvärde som maximand. Resursägaren (som i detta fall) eller samhället (som i några kommande fall) antages sålunda vara riskneutral och kunna bortse från likviditetsaspekten.

³ Villkoret kan även härledas ur resursägarens val för sin kapitalplacering, mellan att ha kapitalet bundet i resursen eller i bästa alternativa placering som ger räntan ρ .

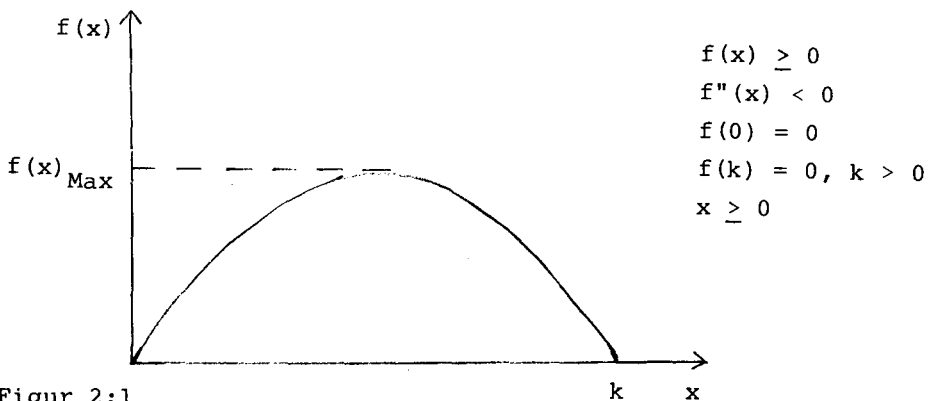
långsammare kommer alla resursägare att utbjuda sina tillgångar omedelbart, om det ökar snabbare kommer alla att uppskjuta uttaget.

Med utgångspunkt från Hotellings princip kan marknadssjämvikten bestämmas för varje tidpunkt, givet efterfrågesambandet, den initiala tillgången till resursen och den tidslängd under vilken resursen skall utnyttjas.

2.2.2 Marknadssjämvikten för en resurs med enkelt specificerad tillväxt

Detta resultat är i princip även överförbart till den första perioden av utnyttjande av en icke tidigare exploaterad förnyelsebar resurs (som t.ex. när skogarna i Norrlands inland började avverkas i mitten av 1800-talet). Skillnaden mellan den förnyelsebara och den icke förnyelsebara resursen är att den första exploateringsfasen efterträds av en andra fas anpassad till resursens tillväxt. Detta kan visas i ett fall¹ med en enkelt specificerad tillväxtfunktion.

Antag att naturresursens volymtillväxt $f(x)$ är en enkel funktion av den totala biomassan och att denna funktion är två gånger differentierbar och har en form av den typ som visas i figur 2:1.



¹ Framställningen av detta bygger på Berck (1976) s. 17 ff. Se även Berck (198

Utan någon biomassa, d.v.s. $x = 0$, finns ingen tillväxt. Det finns en viss högsta biomassa, $x = k$. Vid denna nivå är trängseleffekter etc. så stora att fortsatt nettotillväxt är omöjlig. Mellan $x = 0$ och $x = k$ ökar först tillväxten för att sedan avta. Tillväxten har därför ett maximum i $f(x)_{\max}$.

Om resursuttaget betecknas med $c(t)$ är reproduktionslagen för beståndet

$$\frac{dx(t)}{dt} = f(x(t)) - c(t).$$

Denna specificering kan ges empirisk relevans för vissa enkla biologiska tillväxtprocesser, t.ex. bakteriekulturers reproduktion. För skogliga ändamål har den vissa väsentliga brister. Det framgår inte att skogsbestånd med samma biomassa men med olika ålder har skilda tillväxttakter. Vidare anger den att tillväxten i ett bestånd med stor volym kan ökas genom avverkning av en del av beståndet. I skogsbruket är detta sant i gallringsskedet då biomassan är liten men inte (nödvändigtvis) i slutavverkningsskedet då biomassan är stor. Tills vidare skall vi emellertid bortse från de komplikationer som skogens tillväxtsätt innebär.

Vilken tidsprofil kommer, med denna rörelseekvation för biomassan, (den partiella) jämviktslösningen på resursmarknaden att följa? Vi skall här härleda en lösningsbana som är optimal i den meningen att den maximerar nuvärdet av summan av producent- och konsumentöverskottet vid marknadsjämvikt.

Antag att marknaden har en efterfrågefunktion som är oförändrad över tiden. Antag vidare att detta är en monotont fallande, två gånger kontinuerligt differentierbar, funktion av resurspriset.¹

$$D(t) = n(p(t))$$

¹ Liksom tidigare förutsattes resursen vara homogen och sakna utvinningskostnader.

För att undvika hörnlösningar förbjuder vi nolluttag vilket antages inte vara förenligt med ett ändligt pris, d.v.s.

$$\lim_{p(t) \rightarrow \infty} \eta(p(t)) = 0$$

och

$$d(t) > 0.$$

Vidare antar vi att resursen alltid är knapp, d.v.s.

$$\lim_{p(t) \rightarrow 0} \eta(p(t)) = \infty$$

och

$$p(t) > 0$$

Vi söker nu en marknadssjämviktslösning, d.v.s. en lösning där

$$c(t) = D(t)$$

alltid är uppfyllt, som maximerar nuvärdet av producent- och konsumentöverskottet givet resursens reproduktionslag. Efter-
som vi enligt implicita funktionssatsen kan skriva

$$p(t) = \varphi(D(t))$$

kan optimeringsproblemet formuleras på följande sätt

$$\max_{t=0}^{\infty} \int_{y(t)=0}^{D(t)} e^{-\rho t} \varphi(y(t)) dy(t) dt$$

$$\text{u.b. } \frac{dx}{dt} = f(x(t)) - c(t)$$

$$x(t) \geq 0$$

$$c(t) \geq 0$$

där $y(t)$ är en kontinuerlig variabel som löper från noll till $D(t)$.

Enligt den allmänna jämviktsteorins ekvivalensteorem sammanfaller lösningen till ett sådant optimeringsproblem med den marknadsjämvikt som, under vissa betingelser, frambringas under ren konkurrens. I detta fall kan lösningen även härledas genom att lösa optimeringsproblemet för en representativ resursägare som är pristagare och har rationella förväntningar, d.v.s. som med fullständig säkerhet känner efterfrågesambandet och använder det till att förutsäga framtida priser.¹ Här skall vi emellertid endast använda den ovanstående formuleringen.

Detta problem kan lösas med Pontryagins maximumprincip. Hamiltonianen kan skrivas

$$H = \int_{y(t)=0}^{D(t)} e^{-\rho t} \varphi(y(t)) dy(t) + \lambda(t) \left[f(x(t)) - D(t) \right]$$

Eftersom Hamiltonianen är en konkav funktion i x , givet p och t , är det ett tillräckligt villkor för maximum att följande tre nödvändiga villkor

$$(1) \quad \frac{dx}{dt} = \frac{\partial H}{\partial \lambda} = f(x(t)) - D(t)$$

$$(2) \quad \frac{d\lambda}{dt} = - \frac{\partial H}{\partial x} = - f'(x) \lambda(t)$$

$$(3) \quad \frac{\partial H}{\partial D(t)} = e^{-\rho t} p(t) - \lambda(t) = 0$$

samt transversalitetsvillkoret

$$(4) \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \lambda(t) x(t) = 0$$

är uppfyllda.²

¹ P. Berck (1981).

² K.J. Arrow, M. Kurz (1972), s. 49.

På grund av specificeringen av efterfrågefunktionen kan de hörnlösningar där $D(t)$ är noll eller oändligt uteslutas och maximumvillkoret (3) måste alltid vara uppfyllt. Om ekvation (3) deriveras med avseende på t och substitueras in i ekvation (2) erhålles:

$$(5) \quad \dot{p} = [\rho - f'(x(t))]p(t)$$

Villkoret för jämvikt på virkesmarknaden ger tillsammans med ekvation (1):

$$(6) \quad \dot{x} = f(x(t)) - \eta(p(t))$$

Eftersom ekvationerna (5) och (6) beskriver ett system av differentialekvationer som är kontinuerligt beroende av sina variabler, så finns det en lösning till detta på varje reell punkt i den positiva kvadranten.

Under förutsättning att räntekravet inte är för högt, d.v.s.

$$\rho < f'(0)$$

så existerar ekvationen

$$\dot{p} = 0$$

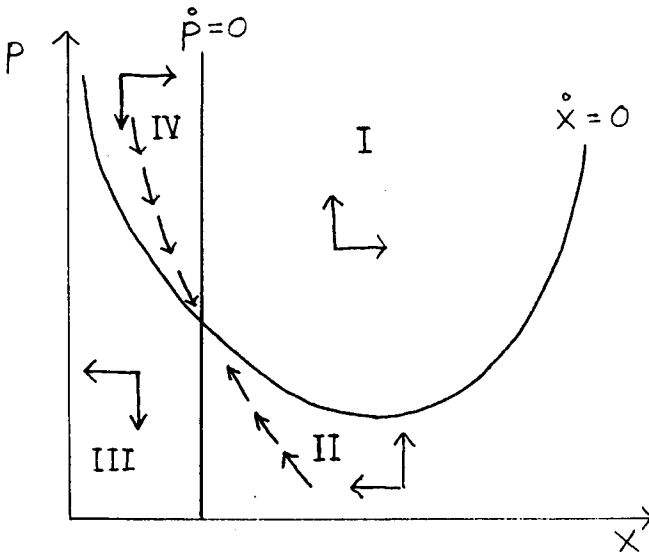
Av våra tidigare antaganden följer att det alltid existerar ett pris p^0 sådant att

$$\eta(p^0) = f(x)$$

och därför existerar ekvationen

$$\dot{x} = 0$$

Figur 2:2 visar det principiella utseendet av dessa två funktioner.



Figur 2:2

Systemet har en skärningspunkt. Denna stationära punkt är unik.¹

I en sådan punkt, för vilken $\lim_{t \rightarrow \infty} p$ och $\lim_{t \rightarrow \infty} x$ är konstanta, är transversalitetetsvillkoret

$$(4') \quad \lim_{t \rightarrow \infty} e^{-\rho t} p(t)x(t) = 0$$

uppfyllt. En lösning som konvergerar mot skärningspunkten är följaktligen optimal.

¹ Eftersom $f''(x) > 0$ är lösningen x^* entydigt definierad av

$$(7) \quad f'(x) = \rho$$

Finns det två roten p_1^* och p_2^* som båda ger lösningen x^* till ekvation (6)? Nej, ty x^* definierar ett entydigt värde $f(x^*)$. Därmed är $\eta^*(p)$ entydigt definierat av ekvation (6) och, eftersom $\eta(p)$ är monotont fallande, finns det bara ett p^* .

Vidare gäller att endast lösningar som konvergerar mot denna punkt uppfyller transversalitetstvillkoret.

För att visa detta, antag att en initial lösning finns i område I. Som riktningspilarna visar kommer både x och p att stiga. Lösningen kan inte passera in i område IV, varför x och p stiger utan gräns. Eftersom $f'(x)$ blir noll och därefter negativt vid ett tillräckligt stort x kommer p på lång sikt att öka lika snabbt som/snabbare än räntan. Uttrycket $\exp(-\rho t)px$ ökar således utan gräns, vilket strider mot transversalitetstvillkoret.

En initial lösning i område III går mot noll för både p och x , vilket inte är tillåtet enligt de antaganden som gjorts om efterfrågefunktionen.

Lösningar på någon av de båda kurvorna, utom i skärningspunkten, kommer, som riktningspilarna visar, omedelbart att hamna i område I eller III. En optimal lösning i område II och IV får inte passera kurvorna och måste således gå mot skärningspunkten.

På grund av de antaganden som gjorts om tillväxt- och efterfrågefunktionerna så finns det en och endast en lösning som passerar genom den stationära punkten.¹ För varje given initial resursvolym finns det således ett pris som ger den optimala lösningen. Oavsett utgångsläge finns det ett stationärt tillstånd mot vilket denna optimala lösning tenderar.

Det stationära tillståndet utmärkes av att resursuttaget c^* är oförändrat över tiden (ty $c^* = f(x^*)$) liksom resursstocken x^* och resurspriset p^* . Om utgångsläget är ett stort x (t.ex. en icke tidigare utnyttjad resurs) kommer resurstillgången successivt att minskas och priset successivt att ökas tills x^* , p^* nås. Den relativa ökningen i priset ges av

$$\frac{\frac{dp(t)}{dt}}{p(t)} = \rho - f'(x(t)),$$

¹ K.J. Arrow, M. Kurz (1972), s. 70.

d.v.s. priset kommer att stiga i en takt som är snabbare (högre) än räntesatsen om x är större än vad som motsvarar maximal tillväxt $f(x)_{\max}$, lika med räntesatsen vid $f(x)_{\max}$, och långsammare (lägre) än räntesatsen vid ett ännu mindre x . Precis som i fallet med den icke förnyelsebara resursen måste priset stiga över tiden för att förmå resursägarna att inte omedelbart utbjuda alltför mycket. Om priset vore oförändrat skulle resursägarna ha två incitament att öka sitt omedelbara utbud - dels kan en högre avkastning vinnas genom en annan placering av resurskapitalet, dels ökas tillväxten på det kvarvarande beståndet. Detta motiverar ekvationen för resursprisets förändring.

2.3 INTERTEMPORAL ANALYS AV VIRKESMARKNADEN

2.3.1 Produktion av träd

Resultaten i föregående avsnitt baseras på en beskrivning av naturresursens reproduktionsteknologi som inte är adekvat för skog. För skog är det nämligen inte möjligt att bortse från produktionsperiodens längd. Virkesförrådet på en ytenhet mark är en stigande funktion av trädens ålder och förrådet på all mark är således beroende av beståndens åldersfördelning. Det finns därför inte något enkelt samband mellan totalstockens volym och dess tillväxt.

Denna aspekt innebär att analysen kompliceras avsevärt. I litteraturen har uppmärksamheten därför koncentrerats till ett förenklat problem, "Faustmanns problem".¹ Detta skall här redovisas inledningsvis.

2.3.2 Faustmanns problem

I Faustmanns problem förutsättes att det enskilda beståndets tillväxtsamband är känt och att rotnettot per kubikmeter är känt och konstant över tiden. Eftersom detta rotnetto är oberoende av den avverkade volymen kan problemet ses som en representativ pristagande virkesproducents problem. Jag skall här

¹ M. Faustmann (1849, 1965).

även antaga att rotnettot per enhet är oberoende av det avverkade virkets ålder samt att skogen föryngras genom självsådd så att investeringskostnaden för skogsproduktion är noll.¹

Utgångspunkten i Faustmanns problem är ett jämnårigt skogsbestånd. Detta är beläget på mark vars bästa alternativa användning är skogsproduktion. Värdet av en ytenhet nysådd mark är följaktligen nuvärdet av alla framtida avverkningar enligt följande uttryck:

$$\begin{aligned}\pi_F &= p \cdot g(\theta) \cdot \left[e^{-\rho\theta} + e^{-\rho 2\theta} + e^{-\rho 3\theta} + \dots \right] = \\ &= \sum_{k=1}^{\infty} e^{-k\rho\theta} \cdot p \cdot g(\theta) = \frac{p \cdot g(\theta)}{e^{\rho\theta} - 1}\end{aligned}$$

p är rotnettot per volymenhet virke, $g(\theta)$ är virkesvolymen per ytenhet mark för ett bestånd som avverkas vid åldern θ . Avverkningsåldern θ , omloppstiden, är alltid lika lång eftersom avverkningsproblemet är detsamma i alla produktionsperioder.

Den optimala omloppstiden är den som maximerar ovanstående uttryck. Det nödvändiga villkoret för maximum ges av nedanstående villkor

$$(8) \quad \frac{g'(\theta)}{g(\theta)} = \frac{\rho}{1 - e^{-\rho\theta}}$$

Detta villkor är bestämt genom maximering av en oändlig tidsserie. Omloppstiden kan bestämmas på ett alternativt sätt, nämligen som den ålder vid vilken skogsägaren erhåller samma värdetillväxt i skogen som den förräntning han kan erhålla vid en alternativ placering av det kapital han kan realisera genom

¹ En planteringskostnad k innebär att $p \cdot g(\theta)$ i det nedanstående uttrycket skall ersättas av $\{p \cdot g(\theta) - e^{\rho\theta} k\}$. Detta ger delvis andra resultat.

att avverka skogen och sälja skogsmarken. Ett optimalt portföljval förutsätter att dessa värden är lika.¹

Skogskapitalets värde vid avverkningstidpunkten är virkesvärdet plus kalmarksvärdet, d.v.s.

$$(9) \quad M_F = p \cdot g(\theta) + \frac{p \cdot g(\theta)}{e^{\rho\theta} - 1} = p \cdot g(\theta) \frac{1}{1 - e^{-\rho\theta}}$$

Virkesvärdets tillväxt i en given tidpunkt är $p \cdot g'(\theta)$. Ett optimalt portföljval mellan skog och en alternativ kapitalplacering kräver

$$p \cdot g'(\theta) = \rho \left[p \cdot g(\theta) + \frac{p \cdot g(\theta)}{e^{\rho\theta} - 1} \right]$$

d.v.s.

$$\frac{g'(\theta)}{g(\theta)} = \frac{\rho}{1 - e^{-\rho\theta}}$$

vilket är samma villkor som ekvation (8).²

Faustmanns problem och formel är den standardmässiga utgångspunkten i den skogsekonomiska litteraturen.³ Denna problemformulering bygger emellertid på ett specialfall med stränga implicita förutsättningar.

Det faustmannska problemet utgår från ett jämnårigt bestånd. Självfallet är det föga realistiskt att förutsätta att all skogsmark täcks av träd med samma ålder. Den i litteraturen⁴ vanliga uppfattningen är emellertid att Faustmanns formel gäller oavsett vilket krav som finns på en särskild åldersfördelning. Detta är emellertid, som kommer att visas, sant endast under mycket speciella omständigheter.

¹ Givet fullständig säkerhet för båda placeringsalternativen och perfekt substituerbarhet i övrigt.

² Detta visades första gången av Bertil Ohlin (1921, 1979).

³ Se t.ex. P. Samuelson (1976), C.W. Clark (1976).

⁴ Se t.ex. P. Samuelson (1976). Samuelson formulerar bl.a. ett steady-state problem med begränsad tillgång till skogsmark där omloppstiden bestäms av Faustmanns villkor.

2.3.3 Omloppstiden vid jämnt virkesflöde

Faustmanns problem renodlar skogsägarens maximeringsproblem utan att beakta om jämvikt etableras på virkesmarknaden. Marknadsjämvikten kommer uppenbarligen att påverkas av skogens ålderssammansättning. Omvänt kommer, om efterfrågan är priskänslig, marknadsjämvikten att påverka ålderssammansättningen.

Ett generellt marknadsproblem kommer att redovisas senare. Till en början skall vi emellertid se på ett specialfall.

Antag att det finns ett krav att skogsmarken skall leverera ett jämnt virkesflöde. Ett uppenbart skäl till att införa denna förutsättning kan vara att den avsevärt underlättar analysen av virkesmarknaden. Ett annat motiv kan vara en önskan att undvika de kostnader som följer med variationer i uttaget, i form av prisförändringar, förkortad livslängd för industrins och skogsbrukets produktionsmedel, ökad arbetslöshet etc. Till denna fråga återkommer jag i avsnitt 2.3.6.

Ett tillstånd där den avverkade volymen och den avverkade arealen, och följaktligen¹ även det stående virkesförrådet, är konstant över tiden, definierar jag som steady state.²

Om den totala skogsmarksarealen är F , en konstant, och om åldersfördelningen beskrivs av funktionen $f(a,t)$, där a är ålder och t är tidpunkt, gäller för ett steady state med omloppstiden θ :

$$\int_{a=0}^{\theta} f(a,t) da = f \cdot \theta = F,$$

$$\text{d.v.s. } f = F \cdot \theta^{-1}.$$

Täthetsfunktionen blir i steady state entydigt bestämd av den totala markarealen och åldern på äldsta stående träd. Översatt, för ett ögonblick, till en värld med diskreta åldersklasser, ser vi att varje åldersklass täcker en lika stor areal

¹ Om alla träd har samma tillväxtfunktion.

² Detta är givetvis endast en av ett flertal möjliga definitioner av steady state. Faustmanns problem kan uppfattas som ett problem för en kvasi-steady state där trädens livslängd är oförändrade över tiden. Det innehåller dock inte det jämnhetskrav för virkesflödet som här ställs på steady state.

och denna beror av dels den totala skogsmarksarealens storlek, dels antalet åldersklasser. Om omloppstiden skall förlängas måste antalet åldersklasser ökas och följaktligen minskar markarealen för varje enskild åldersklass. Skulle varje åldersklass behålla en lika stor markareal är det inte möjligt att upprätthålla ett jämnt virkesflöde,¹ d.v.s. steady state.

Observera att Faustmanns problem bortser från denna komplikation, eftersom det inte tar hänsyn till att den huggna ytan påverkas av omloppstidens längd. Faustmanns problem är således endast konsistent med ett steady state om tillgången till skogsmark är obegränsad.

Nuvärdet av strömmen av rotnetton i en steady state där F/θ kvadratmeter avverkas vid varje tidpunkt är

$$(10) \quad \pi_0 = \int_{t=0}^{\infty} e^{-\rho t} \cdot p \cdot g(\theta) \cdot F \cdot \theta^{-1} dt = \frac{p \cdot g(\theta)}{\rho \cdot \theta} \cdot F$$

π_0 representerar det totala skogskapitalet i steady state. Detta består dels av värdet av stående träd, dels av markvärdet. På grund av steady state kravet måste alla träd avverkas vid samma ålder, d.v.s. t.ex. omedelbar avverkning av alla bestånd får inte ske. Värdet av de stående träden, π_H , är därför

$$(11) \quad \begin{aligned} \pi_H &= \int_{\tau=0}^{\theta} e^{-\rho(\theta-\tau)} \cdot p \cdot g(\theta) \cdot F \cdot \theta^{-1} d\tau = \\ &= \int_{t=0}^{\theta} e^{-\rho t} \cdot p \cdot g(\theta) \cdot F \cdot \theta^{-1} dt \end{aligned}$$

Skogsmarken ger vid varje tidpunkt en nettointäkt som består av rotnettot från avverkningar minus kapitalkostnaden för att hålla stående skog. Nuvärdet av denna nettointäkt är markvärdet

$$\pi = \pi_0 - \pi_H, \text{ d.v.s.}$$

¹ Avverkningarna blir noll under en period i varje omloppscykel.

$$\begin{aligned}
 (12) \quad \pi &= \int_{t=0}^{\infty} e^{-\rho t} \cdot p \cdot g(\theta) \cdot F \cdot \theta^{-1} dt - \\
 &\quad - \int_{t=0}^{\theta} e^{-\rho t} \cdot p \cdot g(\theta) \cdot F \cdot \theta^{-1} dt = \\
 &= e^{-\rho \theta} \int_{t=\theta}^{\infty} e^{-\rho t} \cdot p \cdot g(\theta) \cdot F \cdot \theta^{-1} dt = \\
 &= e^{-\rho \theta} \cdot \rho^{-1} \cdot p \cdot g(\theta) \cdot F \cdot \theta^{-1}
 \end{aligned}$$

Således är $\pi = e^{-\rho \theta} \pi_0$.

Den optimala omloppstiden är den som maximerar π . Detta problem kan även härledas ur Faustmanns problem under hänsynstagande till steady-state kravet. I Faustmanns problem maximeras kalmarkvärdet per ytenhet för ett bestånd, π_F . Nuvärdet av inkomstströmmen från ett bestånd på arealen F/θ är

$$F \cdot \theta^{-1} \cdot \pi_F = \frac{p \cdot g(\theta)}{e^{\rho \theta} - 1} \cdot F \cdot \theta^{-1}$$

För en synkroniserad skogsmark kan vi aggregera till

$$\begin{aligned}
 \pi &= \int_{t=0}^{\theta} e^{-\rho t} \frac{p \cdot g(\theta)}{e^{\rho \theta} - 1} \cdot F \cdot \theta^{-1} dt = (1 - e^{-\rho \theta}) \rho^{-1} \frac{p \cdot g(\theta)}{e^{\rho \theta} - 1} \cdot F \cdot \theta^{-1} = \\
 &= e^{-\rho \theta} \cdot \rho^{-1} \cdot p \cdot g(\theta) \cdot F \cdot \theta^{-1}
 \end{aligned}$$

vilket just är den tidigare formulerade målfunktionen

Det nödvändiga villkoret för maximum¹ är

$$(13) \quad \frac{g'(\theta)}{g(\theta)} = \rho + \theta^{-1}$$

¹ Detta är även ett tillräckligt villkor för lokalt maximum, givet att $g(\theta) > 0$ och $g''(\theta) < 0$.

Under förutsättning att det nödvändiga villkoret är uppfyllt, kan det tillräckliga villkoret skrivas

$$\theta^{-2} g(\theta) - (\rho + \theta^{-1}) g'(\theta) + g''(\theta) = -(\rho^2 + 2\rho\theta^{-1}) g(\theta) + g'' < 0$$

Båda termerna i mellanledet är negativa.

Precis som i Faustmanns problem kan detta villkor även härledas som ett villkor för en optimal fördelning mellan placering av kapital i skog och i bästa alternativa placeringsobjekt.¹

¹ Detta kan göras på två sätt, med utgångspunkt i antingen flöden, skogsägarens inkomstström under en väntetid, eller med utgångspunkt i stockar, förändringen i kapitalvärden under en väntetid.

Den representativa skogsägaren har att välja mellan att avyttra sitt skogskapital (med behållen omloppstid) vid tidpunkten t_1 eller att behålla skogskapitalet men uppskjuta avverkningen fram till tidpunkten t_2 (för att därigenom förlänga omloppstiden). Detta är steady-state problemets motsvarighet till problemet att vänta eller inte vänta med avverkningen av ett enskilt bestånd i Faustmanns problem.

Vi skall först studera *flödesproblemet*. Genom att avyttra skogsmarken kan skogsägaren skaffa sig den ränteinkomst som skogskapitalet ger i bästa alternativa placering under perioden $\Delta t = t_2 - t_1$. För en kvadratmeter mark är denna inkomst

$$(14) \quad \rho \cdot \frac{p \cdot g(\theta)}{\rho \cdot \theta} \Delta t$$

Genom att förlänga omloppstiden ökar värdet av de träd som avverkas i t_2 i stället för t_1 . Denna inkomst är

$$(15) \quad p \cdot g(\theta + \Delta t) - p \cdot g(\theta)$$

Under väntetiden uppskjuter emellertid skogsägaren avverkningen av inte enbart äldsta stående träd utan även av dem som stod i tur därefter att avverkas. Han förlorar därför ränteinkomsten

$$(16) \quad \int_{z=0}^{\Delta t} \rho \cdot p \cdot g(\theta + z) dz$$

Om omloppstiden θ är optimal skall värdet av (14) motsvara skillnaden mellan (15) och (16), d.v.s., efter division med p ,

$$(17) \quad g(\theta + \Delta t) - g(\theta) - \int_{z=0}^{\Delta t} \rho \cdot g(\theta + z) dz = \rho \frac{g(\theta)}{\rho \cdot \theta} \Delta t$$

$\lim \Delta t \rightarrow 0$ ger

$$g'(\theta) - \rho \cdot g(\theta) = g(\theta) \cdot \theta^{-1}$$

d.v.s.

$$\frac{g'(\theta)}{g(\theta)} = \rho + \theta^{-1}$$

I *stockproblemet* skall den kapitaliserade vinsten av att förlänga alla omloppstider motsvara räntan på skogskapitalet under den tid som åtgår för att förlänga omloppstiden. Följande likhet skall gälla för en kvadratmeter mark

$$(18) \quad \rho^{-1} \left[g(\theta + \Delta t) - g(\theta) - \int_{z=0}^{\Delta t} g(\theta + z) (\theta + z)^{-1} dz \right] p \cdot \theta^{-1} = \rho \frac{p \cdot g(\theta)}{\rho \cdot \theta} \Delta t$$

Högerledet är ränteinkomsten vid en alternativ placering. Summan av de första två termerna i vänsterledet ger inkomstökningen p.g.a. trädens tillväxt. Den tredje termen ger förlusten av produktion i varje åldersklass till följd av att arealen för varje åldersklass minskas. Genom division med räntan kapitaliseras nettot av dessa effekter över oändlig tid.

När $\lim \Delta t \rightarrow 0$ ger denna ekvation samma villkor för den optimala omloppstiden som tidigare.

2.3.4 Jämförelse mellan Faustmanns problem och steady state

Det villkor som härletts för steady state innebär en jämfört med Faustmanns problem kortare eller högst lika lång optimal omloppstid. Likheten gäller endast om räntesatsen är noll och i det triviala fallet att båda villkoren implicerar omloppstiden noll. Detta visas i det följande.

Vi definierar funktionerna

$$k(\theta) = \theta$$

$$m(\theta) = \frac{e^{\rho\theta} - 1}{\rho}$$

Båda funktionerna startar i origo, d.v.s.

$$k(0) = m(0) = 0$$

Vidare gäller

$$k'(\theta) \leq m'(\theta)$$

ty detta kan skrivas

$$(19) \quad 1 \leq e^{\rho\theta}$$

vilket är uppfyllt för alla icke negativa ρ och θ . Likhet gäller endast när ρ eller θ är noll.

Följaktligen gäller att

$$k(\theta) \leq m(\theta)$$

d.v.s.

$$\theta \leq \frac{e^{\rho\theta} - 1}{\rho}$$

d.v.s.

$$\rho + \theta^{-1} \geq \frac{\rho}{1 - e^{-\rho\theta}}$$

Dessa båda uttryck känns igen från villkoren för optimal omloppstid i steady state respektive i Faustmanns problem. De skall vara lika med $g'(\theta)/g(\theta)$, vilket, då denna kvot minskar med ökad omloppstid, innebär att steady state-villkoret ger en högst lika lång omloppstid som Faustmanns formel - vilket skulle bevisas.

För steady state-villkoret gäller följande när ρ går mot noll:

$$\lim_{\rho \rightarrow 0} \frac{g'(\theta)}{g(\theta)} = \theta^{-1}$$

eller

$$p \cdot g'(\theta) = p \cdot g(\theta) \cdot \theta^{-1}$$

Detta (MRP = ARP) är villkoret för maximering av den årliga värdeproduktionen. Vid räntesatsen noll är den optimala omloppstiden således den som ger "maximum sustainable yield". Detta resultat gäller även för Faustmanns problem.¹

2.3.5 Skogskapitalet i Faustmanns problem och i steady state

Det totala skogskapitalet i steady state är definierat av π_0 (ekvation (10)) och är konstant över tiden. I Faustmanns problem ökar detta från kalmarksvärdet strax efter avverkningen till värdet av mark med ett avverkningsmoget bestånd strax före avverkning. Kapitalvärdena jämförs därför här mellan ett steady state, med den för steady state optimala omloppstiden, och ett steady state med den enligt Faustmanns problem optimala omloppstiden. Skillnaden i totalt värde för en kvadratmeter mark är

$$(20) \quad K_F - K_S = \frac{p \cdot g(\theta_F)}{\rho \cdot \theta_F} - \frac{p \cdot g(\theta_S)}{\rho \cdot \theta_S} = \frac{p}{\rho} \left[\frac{g(\theta_F)}{\theta_F} - \frac{g(\theta_S)}{\theta_S} \right]$$

där θ_F och θ_S är de optimala omloppstiderna i Faustmanns problem respektive i steady state.

¹ För steady state-villkoret framgår detta av en händelse direkt av villkoret, trots att det inte är definierat för $\rho = 0$. För Faustmanns formel kan motsvarande resultat visas med hjälp av l'Hôpitals regel.

Uppenbarligen är skillnaden noll om $\theta_F = \theta_S$. Som visades i föregående avsnitt förutsätter detta att ρ eller $\theta = \theta_F = \theta_S$ är noll. I dessa fall är kapitalvärdena inte definierade. Skillnaden är också noll om rotnettot p är noll, då även kapitalvärdena är noll.¹

Eftersom skillnaden i totalt skogskapital är noll om $\theta_F = \theta_S$ är den även noll om

$$\frac{\frac{g(\theta_F) - g(\theta_S)}{g(\theta_S)}}{\frac{\theta_F - \theta_S}{\theta_S}} = 1$$

d.v.s. om den relativa skillnaden i omloppstid är lika stor som den relativa skillnaden i virkesvolym (virkesvärde).

$\lim(\theta_F - \theta_S) \rightarrow 0$ ger

$$\frac{g'(\theta_S) \cdot \theta_S}{g(\theta_S)} = 1$$

d.v.s.

$$\frac{g'(\theta_S)}{g(\theta_S)} = \theta_S^{-1}$$

Emellertid gäller

$$\frac{g'(\theta_S)}{g(\theta_S)} = \theta_S^{-1} + \rho$$

Om $\rho > 0$ är således den ovanstående elasticiteten större än 1 och följaktligen är $K_F > K_S$

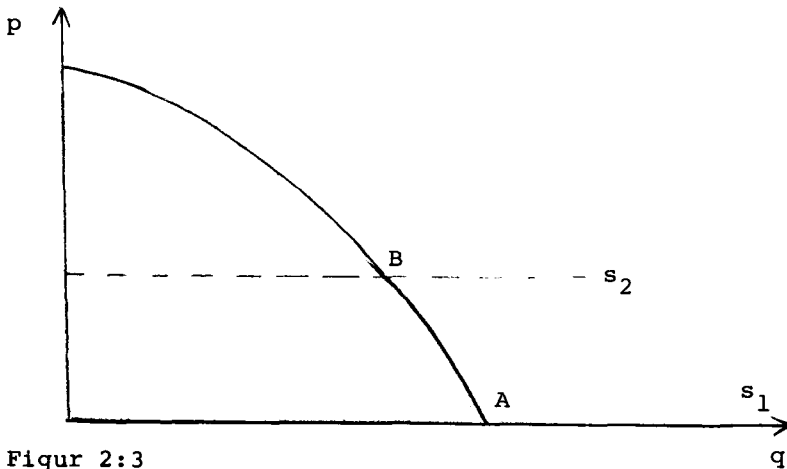
Vi kan konkludera att det totala skogskapitalet i en steady state med Faustmanns omloppstid aldrig är mindre än kapitalvärdet med den för en steady state optimala omloppstiden. Likheter erhålls endast då kapitalvärdena är noll eller ej definierade

¹ Det förtjänar att understrykas att planterings- och andra skogsvårdskostnader har antagits vara noll. Finns sådana kostnader är markvärdet noll vid ett positivt rotnetto. Detta får återverkningar på de slutsatser som dras nedan.

(om ρ går mot noll går skillnaden mot noll och kapitalvärdena mot oändligheten).

Skillnaden i totalt kapitalvärde beror på att omloppstiden θ_F kräver en större kapitalstock av stående träd än omloppstiden θ_S . Markvärdet, definierat som det totala skogskapitalet minus värdet av de stående träden, är maximalt vid omloppstiden θ_S .

Markvärdet(-ena) kan användas för att bestämma en efterfrågekurva på marknaden för skogsmark. Figur 2:3 visar utbud och efterfrågan på skogsmark i steady state. I denna figur har förutsatts att det finns olika marktyper med t.ex. olika avstånd till virkesanvändarna och därmed skilda transportkostnader,¹ så att efterfrågekurvan för skogsmark är sjunkande.



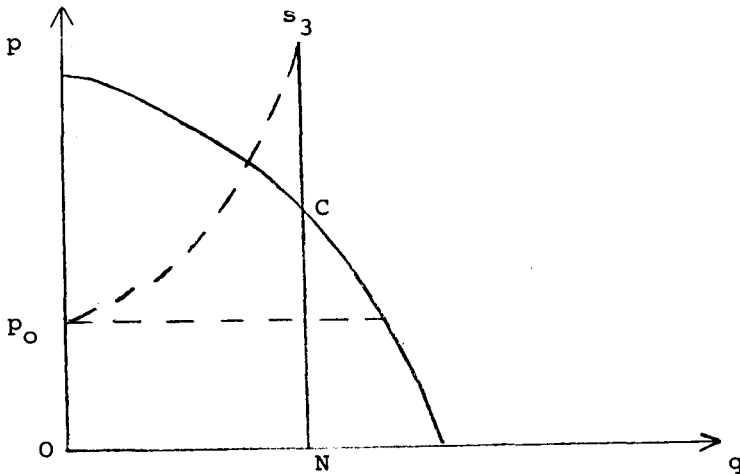
Figur 2:3

För att Faustmanns formel skall gälla i steady state måste utbudet av mark vara helt elastiskt (eftersom tillgången på mark för varje åldersklass inte påverkas av omloppstidens längd, d.v.s. i steady state antalet åldersklasser).

¹ Villkoret för optimal omloppstid blir i detta fall mer komplicerat.

Det ovanstående innebär att utbudskurvan s_2 inte kan ge en jämviktspunkt B som motsvarar jämvikten i steady state. För att Faustmanns formel, i den enkla form den här har framställts, skall gälla för en steady state krävs att utbudskurvan för skogsmark s_1 sammanfaller med kvantitetsaxeln så att jämvikten A etableras, d.v.s. i en punkt där markvärdet och det totala skogskapitalets värde är noll.

Det villkor för omloppstiden i steady state som har härletts förutsätter att utbudet av skogsmark är helt oelastiskt. Det är därmed förenligt med att marken har alternativa användningar, så länge dessa inte ger högre markvärde än skogsmark. Detta illustreras i figur 2:4, där marktillgången är s_3 och markvärdet i bästa alternativa avkastning är p_0 .



Figur 2:4

I figuren antyds att det härledda steady state villkoret är ett specialfall. I en generell formulering kan utbudssambandet t.ex. se ut som kurvan $p_0 - s_3$. Detta problem kommer emellertid inte att utvecklas närmare här. I stället skall vi se på den initiala åldersfördelningens betydelse för avverkningsbeslutet.

2.3.6 Avverkning utanför steady state

Steady state problemet förutsätter att en viss, nämligen en jämn, åldersfördelning upprätthålls. Faustmanns problem innebär att åldersfördelningen inte tillmätts någon betydelse.

Antag att skogsmarken är konstant och att sådd eller plantering görs efter avverkning. Åldersfördelningen i en viss tidpunkt är därför bestämd av tidigare perioders avverkningar. Ett generellt problem för att bestämma det optimala avverkningsförloppet över tiden kan då formuleras som nedan.^{1,2}

Målfunktion

$$(21) \quad \max \pi = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} p(t) \left[\int_{a=0}^{\bar{\theta}} c(a, t) g(a) da \right] dt$$

$c(a, t)$ är arealen av avverkad mark med åldersklass a i tidpunkt t . $\bar{\theta}$ är åldern på äldsta stående träd. $g(a)$ är virkesvolymen på en markenhet skog med åldern a . Följaktligen är integralen

$$\int_{a=0}^{\bar{\theta}} c(a, t) g(a) da$$

den totalt avverkade virkesvolymen i tidpunkten t . Genom multiplikation med rotnettot och diskonteringsfaktorn och genom integrering över all tid erhålles nuvärdet av det optimala avverkningsprogrammet.

Bivillkor:

Skogens åldrande

$$(22) \quad f(a, t) = f(a-z, t-z) - \int_{y=0}^z c(a-y, t-y) dy$$

där z är ett tal, $z \leq a$, och $a > 0$.

¹ I denna formulering bortses från gallringar. Rotnettot p kan avse nettot efter kostnader för avverkning och kostnader för återplantering.

² Detta problem har tidigare formulerats av Karl Jungenfelt (1976) och Peter Berck (1976).

$f(a, t)$ är markarealen med skog av åldern a i tidpunkten t . $f(a-z, t-z)$ är markarealen med z tidsenheter yngre skog vid en z tidsenheter tidigare tidpunkt. Integralen

$$\int_{y=0}^z c(a-y, t-y) dy$$

är arealen av den mark som har avverkats mellan tidpunkten $t-z$ och tidpunkten t .

Om inga avverkningar sker gäller likhet mellan $f(a, t)$ och $f(a-z, t-z)$. Innebörden av denna restriktion är således enkel. Med tiden blir skogen äldre och övergår i nästa åldersklass eller avverkas.

Aterplantering

$$(23) \quad f(0, t) = \int_{a=0}^{\bar{\theta}} c(a, t) da$$

Denna restriktion anger att avverkad skogsmark omedelbart övergår i nollårig skogsmark.

Initialvillkor

$$(24) \quad f(a, 0) = f_0(a)$$

Denna restriktion stipulerar en viss initial åldersfördelning $f_0(a)$.

Jämviktsvillkor

$$(25) \quad \int_{a=0}^{\bar{\theta}} c(a, t) g(a) da = D(p(t))$$

(Partiell) jämvikt på virkesmarknaden förutsätter likhet mellan virkesutbud och efterfrågan. Efterfrågan $D(p)$ är beroende av virkespriset - rotnettot.

Icke negativitet

$$p(t) \geq 0$$

$$f(a,t) \geq 0$$

$$c(a,t) \geq 0$$

$$a \geq 0$$

$$t \geq 0$$

$$z \geq 0$$

Problemet är således att givet en viss initial åldersfördelning välja ett avverkningsförlopp som maximerar nuvärdet av virkesuttaget.

Detta problem kan ses som en modifiering av det problem som formulerades i avsnitt 2.2.2 för en resurs med enkelt specificerad tillväxt. Införandet av åldersaspekten innebär emellertid att problemet kräver lösningsmetoder utanför den standardmässiga matematikens.¹ Det har, såvitt mig bekant är, inte visats huruvida detta problem har eller inte har en lösning som liknar den som erhöles i avsnitt 2.2.2.²

Det finns emellertid skäl att anta att vissa egenskaper hos lösningen är av samma typ. Speciellt gäller detta att lösningen på sikt konvergerar mot ett stationärt tillstånd. Detta är en egenskap som i första hand har sin grund i virkesmarknadens beteende.

Antag att avverkningsförloppet bestäms som i Faustmanns problem. Det innebär att virkesflödet vid varje tidpunkt kommer att vara beroende av den initiala åldersfördelningen. Om t.ex. all skog är nollårig vid initialtidpunkten så kommer all mark alltid att avverkas vid en och samma tidpunkt. Endast om den initiala åldersfördelningen är jämn och åldern på äldsta stående

¹ "The mind boggles", konstaterar Peter Berck (1976), s. 53.

² Läroboken förefaller att instämma: "Indeed the problem of the optimal harvesting of age-distributed populations remains unsolved" (C.W. Clark (1976), s. 256).

träd är densamma som den optimala omloppstiden så kommer virkesflödet att bli jämnt över tiden.

Det är uppenbart att följande villkor för efterfrågefunktionen¹

$$D(0) = \infty \quad \text{och} \quad D(\infty) = 0$$

är tillräckliga för att förhindra att ett Faustmannprogram strikt följs i det fall att detta innebär att virkesuttaget vid någon tidpunkt blir noll. Om så skulle ske kan en skogsägare eller en arbitragör på virkesmarknaden göra en oändligt stor vinst genom att ej avverka/köpa virke vid en tidpunkt för att sälja vid en senare tidpunkt.

Med en fallande efterfrågefunktion kommer varje ökning i virkesuttaget att ge en minskning av rotnettot och varje minskning i uttaget att ge en ökning av rotnettot. Det faktiska virkesuttaget kommer därför att vara en kompromiss mellan den initiala åldersfördelningen och de stabiliserande prisvariationerna. När all skogsmark avverkats kommer därför bestånden att ha en mindre ojämn åldersfördelning än den som gällde initialt. Givet denna nya åldersfördelning, uppstår en ny kompromiss som producerar en ännu mindre ojämn åldersfördelning etc.

Variationerna i virkesflödet kommer uppenbarligen att vara begränsade. Eventuellt¹ konvergerar lösningen mot en steady state-lösning med helt jämn åldersfördelning. Egenskaperna hos denna lösning har redan visats. Jag skall fortsättningsvis anta att lösningen konvergerar mot steady state.

2.3.7 Anpassningen till steady state

Tyvärr kan inte mycket sägas, utan en lösning till det allmänna dynamiska problemet (8)-(11), om vägen till den optimala steady state-lösningen.

¹ Troligen i vissa fall, beroende på efterfrågefunktionens specifikation m.m.

Om yngre träd inte avverkas före äldre, är en nödvändig och en tillräcklig förutsättning för att steady-state lösningen θ^* skall vara möjlig, att den omedelbart föregås av en anpassningsperiod, med samma längd som omloppstiden θ^* , med konstant yt-avverkning, d.v.s.

$$\int_{a=0}^{\bar{\theta}} c(a,t) da = \int_{a=t}^{\bar{\theta}} c(a,t) da = \frac{F}{\theta^*}, \quad t_0 \leq t \leq t_0 + \theta^*$$

Om den initiala åldersfördelningen är en annan än den som motsvarar den optimala steady-state lösningen, kan det finnas ett avverkningsprogram som ger en högre diskonterad inkomstström under perioden $(t_0, t_0 + \theta^*)$ än ovanstående program. Det är alltså inte självklart att anpassningen skall inledas omedelbart. Att skjuta fram denna torde emellertid ha en kostnad i form av en lägre inkomstström under den framtida period då anpassningen kunde varit genomförd men inte är det. Under förutsättning av att en initial lösning verkligen konvergerar mot steady-state lösningen, så kommer anpassningsperioden att inledas när den omedelbara vinsten av en alternativ avverkningsintensitet balanseras av den framtida förlusten. En låg räntesats kan således tänkas främja ett snabbt närmande till steady-state lösningen.

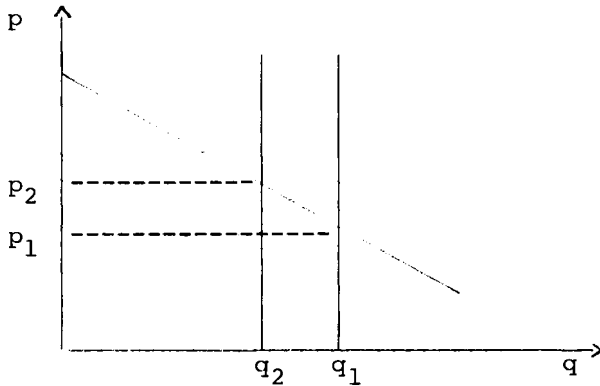
Steady state-lösningen är emellertid oberoende av rotnettot (så länge detta är positivt).¹ Rotnettot bestäms av ekvationen för marknadsjämvikt, d.v.s.

$$D(p) = g(\theta) \cdot F \cdot \theta^{-1}$$

Den nedanstående figuren illustrerar denna jämvikt. Antag att räntan höjs så att den utbudna steady state-kvantiteten skiftar från q_1 till q_2 . Som framgår av figuren kommer den nya jämvikten att innebära ett högre rotnetto. Antag att anpassningen från q_1 till q_2 sker så snabbt som möjligt, d.v.s. över en omloppsperiod. För att nå den lägre omloppstiden fordras under

¹ Detta gäller endast under förutsättning av att planteringskostnader saknas.

anpassningsperioden ett högre årligt utbud än q_1 . Rotnettot kommer således, paradoxalt, att först sjunka och sedan stiga.



Figur 2:5

I brist på en lösning till det allmänna dynamiska problemet är det nödvändigt att förenkla problemet för att kunna studera optimal avverkning utanför steady state. Denna förenkling kan göras på flera sätt.

Jungenfelt (1973) härleder en planeringsmodell för slutavverkning av en uppsättning heterogena bestånd (d.v.s. bestånd på mark av olika bonitet). I denna maximeras nuvärdet av inkomster från avverkat virke och kalmarksvärde. Rotnettot antas vara negativt korrelerat med avverkningsvolymens relativa ökning. På ej avverkad mark sker en åldersberoende tillväxt. Tillväxten på avverkad mark beskrivs däremot ej i modellen. I stället tilldelas denna ett exogent bestämt kalmarksvärde.

Denna modell har således en relativt kort planeringshorisont. Modellen är formulerad som ett konventionellt kontrollproblem med avverkningsintensiteten och åldern på äldsta bestånd

som tillståndsvariabler och accelerationen (retardationen) i äldsta existerande bestånd som kontrollvariabel.¹

Diskreta modeller kan formuleras med flerperiodisk linjär programmering. Sådana modeller kan utformas för både korta och långa planeringshorisonter och alltså omfatta ett eller flera omlopp för skogsmark. Olika villkor eller värden kan åsättas marken i slutperioden. I kapitel 3 presenteras en enkel sådan modell.

2.4 KOSTNADEN FÖR EN INOPTIMAL JÄMVIKT PÅ VIRKESMARKNADEN

2.4.1 Inledning

En marknadsjämvikt under ren konkurrens är, vid avsaknad av externa effekter, kollektiva varor och skalfördelar, en samhälls-ekonomiskt effektiv, Pareto-optimal, lösning. En annan jämvikts-lösning ger samhället en totalt lägre nytta² och innebär därför en kostnad för samhället. Trots att nytta inte är ett mätbart begrepp, kan denna kostnad operationaliseras till fullt mätbara värden. Som vid all ekonomisk analys är kostnadsdefinitionen avhängig av vilken tidssikt som tillämpas i analysen. I det följande skall därför kostnaden för ett marknadsmisslyckande diskuteras på tre olika tidssikter, nämligen skogens långa sikt, skogsindustrins "kort-korta" sikt, d.v.s. när dess kapitalstock är given, samt skogsindustrins "lång-korta" sikt, d.v.s. när hela eller delar av kapitalstocken kan förnyas.

2.4.2 Den långa sikten

Det långsiktiga avverkningsproblemet är det generella problem som formulerades i avsnitt 2.3.6. Kännetecknande för detta är att det optimala programmet är beroende av den initiala åldersfördelningen. En avvikelse från det optimala programmet vid en tid-

¹ Denna formulering förutsätter att äldre träd alltid avverkas före yngre. Detta är dock inte alltid självfallet i en modell med variabla rotnetton. Att avverka ett yngre bestånd före ett äldre innebär att man minskar avverkningarna i en tidpunkt för att öka dem i en senare. Vid en förhållandevis stor ökning av rotnettot kan detta vara optimalt. Denna "perversitet" kan även inträffa om tillväxtfunktion $g(t)$ har en annan form än den konventionella. Se närmare P. Berck (1976), s. 62 ff.

² Om denna är oberoende av inkomstfördelningen

punkt innebär därför att det därefter optimala programmet ändras. Om avverkningsintensiteten vid en tidpunkt är för låg kan därför två fall urskiljas. I det första lämnas de träd som ej avverkats att dö en naturlig död. Kostnaden för detta är 1) bortfallet av rotnetto för de träd som lämnats, 2) räntekostnaden för den förlängda väntan på följande generationer träd på den ej avverkade skogsmarken och 3) indirekta effekter via prisbestämningen på virkesmarknaden på inkomsterna från övriga avverkade bestånd. I det andra fallet avverkas beståndet vid en senare tidpunkt. Punkt 1) reduceras därmed till en räntekostnad (netto beståndets värdetillväxt). Om avverkningsintensiteten är för hög vid en tidpunkt blir kostnaden 1) bortfallet av beståndets värdetillväxt minus 2) räntevinsten för den förkortade väntan på följande generationer plus 3) kostnaden för indirekta effekter.

Kostnaden för en avvikelse från ett optimalt program måste alltså bestämmas genom en jämförelse mellan nuvärdet av det optimala programmet och nuvärdet av hela det alternativa programmet. Detta kan uppenbarligen bli mycket komplicerat. I den konkreta analysen är det nödvändigt att på ett eller annat sätt göra förenklade antaganden. I de följande två avsnitten utvecklas två sådana fall. Gemensamt för dessa är att det finns ett bestämt långsiktigt avverkningsprogram som utgör en restriktion för lösningarna på den kortare, "kort-korta" eller "lång-korta", sikten. I den "kort-korta" eller "lång-korta" analysen kan värdet i en enskild tidpunkt eller period av ett givet långsiktigt program bestämmas. Däremot bortses från de effekter den kortsiktiga lösningen har på den långsiktiga.

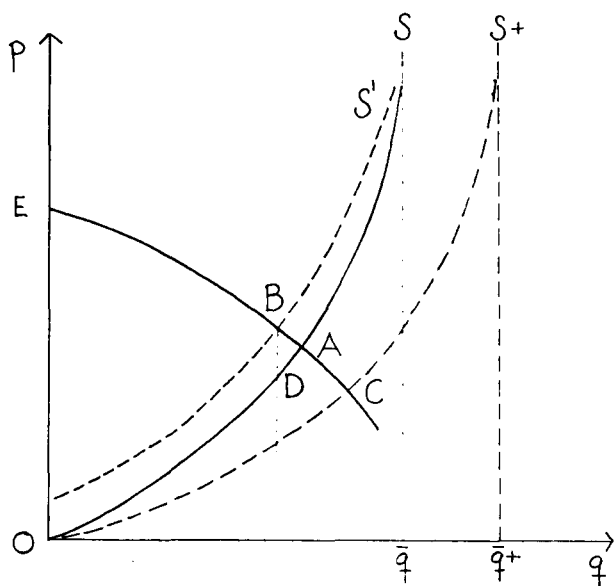
2.4.3 Den "kort-korta" sikten

I den "kort-korta" sikten är skogsindustrin och övriga virkesanvändare bundna till den befintliga produktionsapparaten. Den enskilda anläggningens betalningsförmåga för virket bestäms av en bidragskalkyl. Eftersom betalningsförmågan i ett givet ögonblick är olika för anläggningar med olika produktionsprogram och effektivitet är branschens kortsiktiga efterfrågekurva fallande.

Detta gäller således även om företagen på sina avsättningsmarknader möter världsmarknadspriser som är oberoende av det egna utbudet.

I denna analys antages det långsiktiga avverkningsprogrammet vara givet. Detta program begränsar virkesutbudet till en viss högsta virkesvolym. Av de bestånd som i enlighet med det långsiktiga programmet är definierade som avverkningsbara skall emellertid endast de exploateras som på den "kort-korta" sikten ger ett positivt rotnetto. Endast de kvantiteter för vilka användarnas marginella betalningsförmåga är större än den marginella kostnaden för avverkning och leverans kommer att tas ut.

Den kortsiktiga jämvikten illustreras i nedanstående figur för tre olika fall.



Figur 2:6

Med utbudskurvan S bildas jämvikten i punkt A . Det kortsiktiga värdet av den totalt avverkningsbara kvantiteten $\bar{q}$ är summan av konsument- och producentöverskottet, d.v.s. summan av skogsindustrins virkesbetalningsförmåga (täckningsbidrag till

virke och kapacitet) och skogsägarnas rotnetton. I figuren motsvaras detta värde, skogsnäringens bruttovinst, av arean O-A-E.

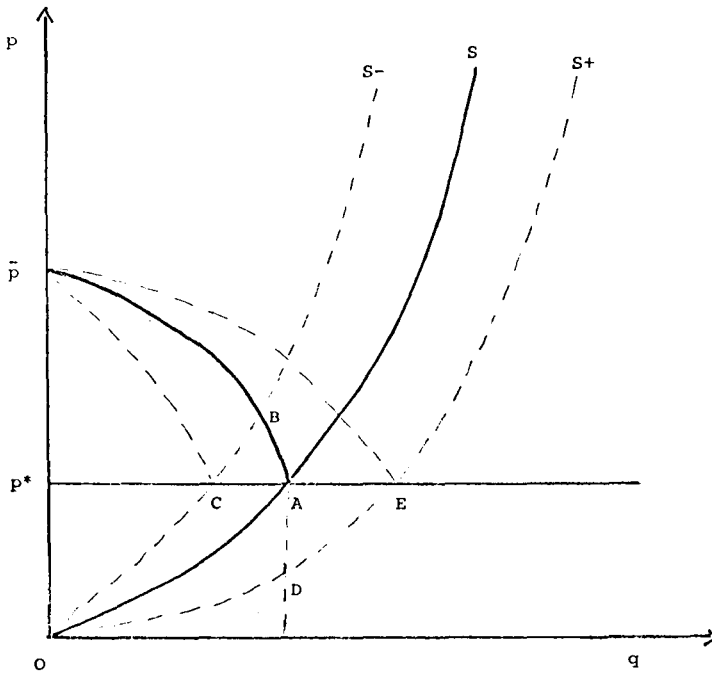
Med ett annat långsiktigt avverkningsprogram är den totalt tillgängliga volymen $\bar{q}+$. Värdet av denna motsvaras av arean O-C-E. Skillnaden i kortsiktigt värde är således arealen O-C-A.

Utbudskurvan S' illustrerar en annan situation. Den tillgängliga virkesvolymen är $\bar{q}$ men den compensation som krävs för att få fram ett visst utbud är större än samhällets marginalkostnad S. En kortsiktig inoptimal jämvikt upprättas vid punkten B. Det kortsiktiga värdet av den tillgängliga kvantiteten $\bar{q}$ minskar till arean O-D-B-E. Kostnaden för den kortsiktiga inoptimala jämvikten motsvarar således arean D-A-B.

Det oberoende mellan det långsiktiga programmet och den kortsiktiga lösningen som här förutsätts innebär att analysen endast kan ge en approximation av det optimala uttaget vid en tidpunkt. Bl.a. bortses från att gallringar och slutavverkningar av "skräpskog", som typiskt sett ger låga rotnetton, möjliggör ett högre framtida rotnetto.

2.4.4 Den "lång-korta" sikten

På längre sikt är skogsindustrins kostnader helt rörliga. En sådan tidssikt, t.ex. 10-20 år, är dock fortfarande kortsiktig ur den svenska skogsproduktionens perspektiv. Figur 2:7 illustrerar virkesmarknaden på denna sikt.



Figur 2:7

O-S är periodens utbudskurva. $\bar{p}$ -A är den kortsiktiga efterfrågekurvan. Marknaden befinner sig i långsiktig jämvikt i punkten A vid det långsiktiga jämviktspriset p^* . Betalningsförmågan för virke i den minst effektiva anläggningen i drift är lika stor som betalningsförmågan i en marginell ny anläggning netto kapitalkostnaden för nyinvesteringen.

Skogsnäringens kortsiktiga bruttovinst motsvarar i utgångsläget arean O-A- $\bar{p}$. På lång sikt minskar den till skogsägarnas rotnetto, arean O-A- p^* .

Antag att utbudskurvan skiftar till S-. En ny kortsiktig jämvikt uppstår i B. Den kortsiktiga bruttovinsten är i detta fall endast arean O-B- $\bar{p}$. På lång sikt krymper branschen ytterligare eftersom det högre virkespriset minskar lönsamheten för nyinvesteringar. Den långsiktiga bruttovinsten reduceras till arean O-C- p^* .

Om utbudskurvan i stället skiftar utåt till S^+ förskjuts jämvikten på motsvarande sätt från A till E över D. Trots att virkesförbrukningen inte ökar i den nya kortsiktiga jämvikten, ökar skogsnäringens bruttovinst.

En implikation av denna figur är att ett jämnt virkesuttag över tiden inte nödvändigtvis är en optimal politik om industrins kapacitet i utgångsläget inte motsvarar storleken på detta jämna uttag.

Antag att industrins kortsiktiga efterfrågan beskrivs av $\bar{p}$ -E. Två alternativa avverkningsprogram finns. Det ena innebär att S-kurvans utbud kommer att gälla för all framtid. Det andra innebär att S^+ -kurvan gäller i 10 år, S^- -kurvan i ytterligare tio år och därefter den mitt emellan liggande S-kurvan.

Om kritstreckket mellan industrins korta och långa sikt går vid 10 år kan värdet av de två olika programmen utläsas ur figuren. Även om diskonteringssatsen noll skulle användas är alternativet med ett varierande utbud att föredraga. Detta innebär nämligen en ökning av bruttovinsten under den första tioårsperioden med arean O-E- $\bar{p}$ -A-O och en minskning av bruttovinsten under den andra perioden med endast arean O-A-C. Den varierande avverkningen har en fördel i att den medger ett längre utnyttjande av den befintliga kapitalstocken, d.v.s. en jämnare tidsprofil för kapitalvarornas livslängd.

Det är således av betydelse för värderingen av ett visst avverkningsprogram med vilken takt branschens kapacitet anpassas till långsiktig jämvikt. Anpassningsförloppet kan till yttermera visso ha en komplex natur. Olika typer av tidsfördröjningar vid anpassningen kan ge upphov till oscillerande förlopp.¹

¹ Se nästa sida.

¹ (från föregående sida)

Detta kan illustreras med en enkel modell för skogsindustrins anpassning. I modellen tänkes en ökad virkesefterfrågan leda till en virkesprisökning och därmed en sänkning av industrins vinstmarginal. Denna minskning leder med en viss tidsfördröjning till en minskning av industrins kapacitet och virkesförbrukning. Vice versa leder en minskad virkesefterfrågan till en kapacitetsutbyggnad.

Följande beteckningar användes:

P_t = virkespriset i period t

π_t = vinstmarginal för nyinvesteringar i period t

Q_t = virkesefterfrågan i period t

I_t = förändring i virkesefterfrågan mellan perioderna t och $t+1$

a, b, c = positiva konstanter

Modellen har följande fyra ekvationer:

$$(26) \quad P_t = P_o + a(Q_t - Q_o)$$

$$(27) \quad \pi_t = \pi_o - b P_t$$

$$(28) \quad I_t = c[\pi_{t-1} - \pi_{t-2}]$$

$$(29) \quad Q_t = Q_{t-1} + I_{t-1}$$

Genom substitution av ekvationerna (1), (2) och (3) i ekvation (4) erhålles följande enkla differensekvation:

$$Q_t - (1-abc)Q_{t-1} - abcQ_{t-2} = 0$$

Lösningen till denna ges av:

$$Q_t = Q_o + A(-abc)^t,$$

där A är en konstant.

Produkten abc är positiv och lösningen Q_t följaktligen oscillerande. Lösningen konvergerar om $abc < 1$.

Vi kan skriva

$$abc = \frac{P_t - P_o}{Q_t - Q_o} \cdot \frac{\pi_t - \pi_o}{P_t} \cdot \frac{I_t}{\pi_{t-1} - \pi_{t-2}} = \frac{P_t - P_o}{P_t} \cdot \frac{\pi_t - \pi_o}{\pi_{t-1} - \pi_{t-2}} \cdot \frac{I_t}{Q_t - Q_o}$$

Det första bråket är uppenbarligen mindre än ett om $P_o > 0$. Om π_o och Q_o normeras till noll kan de två andra bråken skrivas som en elasticitet:

$$e = \frac{\frac{Q_{t+1} - Q_t}{Q_t}}{\frac{\pi_{t-1} - \pi_{t-2}}{\pi_t}}$$

Lösningen Q_t är således stabil om en relativ ökning av vinstmarginalen leder till en högst lika stor relativ ökning av virkesförbrukningen.

2.4.5 Den empiriska studiens disposition

Av detta kapitel, som ändå inte behandlar en rad väsentliga komplikationer som gallringar, skogsvårdskostnader, osäkerhet m.m., torde framgå att det är svårt att entydigt fastställa vad som är optimal avverkningsnivå under en viss period, och ännu svårare att bestämma kostnaderna för en avvikelse från denna nivå. Så snart problemet inte är begränsat till jämförelser mellan skilda steady state-banor blir analysen mycket komplicerad.

Förenklingar är således av nöden. Den väg den fortsatta analysen kommer att följa har redan skisserats genom uppdelningen i de olika tidssikterna.

I kapitel 3 studeras långsiktiga avverkningsprogram. Där redovisas resultat från dels en enkel optimeringsmodell, dels en utförligare modell för framskrivning av skogstillståndet. De skilda avverkningsalternativen som redovisas jämförs med det program som utgör riktpunkt för skogspolitiken.

Med utgångspunkt från denna "grovsortering" studeras mer ingående virkesutnyttjandet på skogsindustrins korta och medelfristiga sikt. Den kortfristiga analysen motsvarar det som här benämnts den "kort-korta" sikten, medan den medelfristiga analysen representerar mellanfall mellan den "kort-korta" och den "lång-korta" sikten, d.v.s. den tidssikt då industrin endast delvis är bunden till den befintliga produktionsutrustningen. Gemensamt för den kort- och den medelfristiga analysen är att den utförs givet ett visst långsiktigt avverkningsprogram.

De modeller som utnyttjas i den kort- och medelfristiga analysen redovisas i kapitel 4. Resultaten återges i kapitel 5 och sammanfattas i kapitel 6.

3 LÅNGSIKTIGA AVVERKNINGS-PROGRAM

3.1 INLEDNING

I debatten under 1970-talet kring den svenska skogens utnyttjande i ett långsiktigt perspektiv har två problem stått i förgrunden. Det ena är skogens ojämna åldersfördelning, det andra är vilka kostnader och risker som bör tas för att höja återväxten.

En stor del av skogsmarken upptas idag av bestånd med hög ålder medan tillgången till medelgammal skog är förhållandevis svag. Detta är resultatet av dels att avverkningarna länge understigit tillväxten, dels att en stor del av avverkningarna under en period från 1920-talet till 1950-talet utfördes på ett sätt som inte gynnade återväxten. Följden av ojämnheten i åldersstrukturen är att en "virkessvacka" kommer att inträda i början av nästa sekel om inte avverkningarna av gammal skog ransoneras under de kommande decennierna.

Valet av metoder för att höja återväxten och intensiteten i användningen av dessa är ett komplext problem som inte närmare skall behandlas här. Skogsvården förutsätts följa ambitionerna i 1979 års skogspolitiska beslut. Det bör dock påpekas att återväxtprogrammet påverkar även det kortsiktiga virkesuttaget. En omfattande plantering av Contortatall, t.ex., ökar mängden avverkningsbar skog under "virkessvackan" och minskar således behovet av ransonerings idag.

Under 1970-talet publicerades två statliga utredningar med starkt skiljaktig syn på ransoneringsproblemet. Skogspolitiska utredningen (1973) ansåg att skogsbrukets virkeskapital var onödigt stort och överårigt och förordade en relativt snabb neddragning av detta. De avverkningsprogram som föreslogs av 1973 års skogsutredning (1978a) innebär emellertid en relativt långsam och mer blygsam neddragning och förutsätter således en kraftigare ransonering under perioden fram till virkessvackan.

Skogsutredningen kunde till skillnad från Skogspolitiska utredningen presentera detaljerade långsiktiga produktionsprogram. Dessa utarbetades med en särskild prognosmodell.¹ Modellen utgår från en beskrivning av skogstillståndet på ett stort antal beräkningsområden. Med hjälp av olika tillväxtfunktioner och för varje prognos särskilt specificerade parametervärden för avverkning, gallring, olika skogsvårdsinsatser m.m. gör modellen en tioårig framskrivning av skogstillståndet. Genom att upprepa beräkningen kan ett visst produktionsprogram följas under lång tid.

De program Skogsutredningen presenterade innebär med två undantag en successiv minskning av virkesförrådet mellan 1970 och 2020 på maximalt 10 procent. Därefter ökar åter förrådet för att kring år 2070 ligga på 1970 års nivå. I ett delbetänkande² redovisades två program som innebär en neddragning av virkesförrådet till år 2010 med 40 respektive närmare 50 procent. Däremot genomförde utredningen ingen analys som motsvarade Skogspolitiska utredningens föreslagna, mindre drastiska, engångsnedskärning under en å två decennier.

Ett av Skogsutredningens program (SU alt. 1), som förutsatte en i stora drag oförändrad ambitionsnivå för skogsvården, lades till grund för riksdagens skogspolitiska beslut 1979. Denna bindning av skogspolitiken är dock uttalat löslig.

¹ Modellen beskrivs i 1973 års skogsutredning (1978b).

² 1973 års skogsutredning (1975).

Skogsutredningens program är här en självklar utgångspunkt för den (från industrisynpunkt) kort- och medelfristiga analysen i kapitel 4 och 5, men inte den enda. I avsnitt 3.3 presenteras några alternativa program, med samma insatsnivå i skogsvården, som har framräknats efter att Skogsutredningen lade fram sin rapport. Dessförinnan diskuterar jag *optimala* avverkningsförlopp i avsnitt 3.2 med hjälp av en enkel optimeringsmodell. För att i någon mån göra det enkla produktionssamband som denna modell baseras på trovärdigt, inskränker sig denna analys till skogsmarken i en enda kommun. Resultaten jämförs med en beräkning med Skogsutredningens modell för denna kommun. Avsikten är att denna analys skall ge en viss vägledning vid bedömningen av de nationella produktionsprogrammen.

3.2 OPTIMALA AVVERKNINGSFÖRLOPP

3.2.1 En optimeringsmodell

Det optimeringsproblem som formulerades i kapitel 2 kan för en ändlig planeringsperiod i diskret tid formuleras som ett flerperiodiskt linjärt programmeringsproblem.¹ Problemet kan betraktas som ett problem att i varje period allokera skogsmarken till mark som ej avverkas, d.v.s. förs över till nästa åldersklass, och mark som avverkas, d.v.s. förs över till den första åldersklassen. Skogsmark som når den högsta åldersklassen kvarstannar i denna.

I nedanstående problemformulering erhålles virke dels som gallringsvirke, dels som slutavverkningsvirke. Alla bestånd följer samma tillväxtprofil (som kan ändras exogent över tiden) och har samma gallringsuttag. Problemet är därför att bestämma slutavverkningarna givet det gallringsuttag som följer av den åldersfördelning som uppstår. Rotnettot per kubikmeter är beroende av avverkningsstyp, ålder och tidpunkt.

¹ För en introduktion till linjär programmering, se t.ex. W.J. Baumol (1972), kap. 5 och 6.

För att upprätthålla modellens linjäritet har rotnettona antagits vara oberoende av det totala virkesutbudet. Istället antages variationer i avverkningsuttaget ge en anpassningskostnad som är proportionell mot förändringen i uttaget. På detta förenklade sätt efterliknas prisbestämningen på virkesmarknaden.

Skogsbestånden antages vara indelade i tjugoföråriga åldersklasser. Sju sådana klasser användes, d.v.s. den högsta åldern har satts till 140 år. Antalet tidsperioder, T , kan varieras. Planeringen omfattar således $T \times 20$ år.

Gallringar och slutavverkningar antages ske endast en gång i varje period, nämligen i dess mitt.

Nuvärdet av skogskapitalet i period T antages motsvara nuvärdet av de intäkter som erhålles om varje åldersklass behålles och gallras till 120 år och sedan slutavverkas. Markvärdet efter denna slutavverkning är således noll.

Variabellista

Endogena variabler

$X_v(t)$ = areal skogsmark med bestånd av åldern v i period t

$C_v(t)$ = areal slutavverkad skogsmark med bestånd av åldern v i period t

$D^+(t)$ = ökning av virkesutbudet mellan period $t-1$ och period t

$D^-(t)$ = minskning av virkesutbudet mellan period $t-1$ och period t

Exogena variabler

$p_{gv}(t)$ = rotnetto per kubikmeter vid gallringsuttag i bestånd av åldern v i period t

$p_{fv}(t)$ = rotnetto per kubikmeter vid slutavverkning av bestånd av åldern v i period t

$g_v(t)$ = kubikmeter gallringsvirke per hektar mark med bestånd av ålder v i period t

$f_v(t)$ = kubikmeter virke per hektar mark vid slutavverkning av bestånd med ålder v i period t

ρ = diskonteringssats

k^+ = anpassningskostnad per kubikmeter vid ökning av virkesuttaget

k^- = anpassningskostnad per kubikmeter vid minskning av virkesuttaget

$F(t)$ = kapacitetstak för virkesuttaget under period t

$R_v(T)$ = nuvärdet av ett bestånd av åldern v i slutperioden T

Primalt problem

Målfunktion

$$\begin{aligned} \max \Pi = & \sum_{t=1}^{T-1} (1+\rho)^{-20(t-1)-10} \left\{ \sum_{v=1}^7 \left[p_{gv}(t) g_v(t) x_v(t) + \right. \right. \\ & \left. \left. + p_{fv}(t) f_v(t) c_v(t) \right] - k^+ D^+(t) - k^- D^-(t) \right\} + \\ & + \sum_{v=1}^7 R_v(T) \cdot x_v(T) \end{aligned}$$

Denna maximand uttrycker nuvärdet av gallringsavverkningar, slutavverkningar minus nuvärdet av anpassningskostnader plus beståndens nuvärde vid sluttidpunkten.

Markvärde i slutperioden

$$R_7(T) = (1+\rho)^{-20T} \cdot p_{f7}(T) \cdot f_7(T)$$

$$R_6(T) = (1+\rho)^{-20T} \cdot p_{f6}(T) \cdot f_6(T)$$

$$R_5(T) = (1+\rho)^{-20(T+1)} p_{f6}(T) \cdot f_6(T) + (1+\rho)^{-20T} \cdot p_{g5}(T) \cdot g_5(T)$$

$$R_4(T) = (1+\rho)^{-20(T+2)} p_{f6}(T) \cdot f_6(T) + \\ + \sum_{i=0}^1 (1+\rho)^{-20(T+i)} \cdot p_{g(4+i)}(T) \cdot g_{(4+i)}(T)$$

$$R_3(T) = (1+\rho)^{-20(T+3)} \cdot p_{f6}(T) \cdot f_6(T) + \\ + \sum_{i=0}^2 (1+\rho)^{-20(T+i)} \cdot p_{g(3+i)}(T) \cdot g_{(3+i)}(T)$$

$$R_2(T) = (1+\rho)^{-20(T+4)} \cdot p_{f6}(T) \cdot f_6(T) + \\ + \sum_{i=0}^3 (1+\rho)^{-20(T+i)} \cdot p_{g(2+i)}(T) \cdot g_{(2+i)}(T)$$

$$R_1(T) = (1+\rho)^{-20(T+5)} \cdot p_{f6}(T) \cdot f_6(T) + \\ + \sum_{i=0}^4 (1+\rho)^{-20(T+i)} \cdot p_{g(1+i)}(T) \cdot g_{(1+i)}(T)$$

Skogsmarksrestriktioner

$$x_v(t) + c_v(t) - x_{v-1}(t-1) \leq 0 ; v = 1, 2, \dots, 6 ; t = 2, 3, \dots, T \\ \text{och} \\ v = 1, 2, \dots, 7 ; t = 1$$

Denna restriktion föreskriver att skogen övergår till nästa åldersklass eller avverkas. Den svarar mot restriktion (22) i kapitel 2. För $t = 1$ anger restriktionen den initiala åldersfördelningen, motsvarande restriktion (24) i kapitel 2.

$$X_7(t) + C_7(t) - X_6(t-1) - X_7(t-1) \leq 0 ; t = 2, 3, \dots, T$$

Denna restriktion föreskriver att skog som uppnår den högsta åldersklassen förblir i denna. Denna restriktion är en följd av att antalet åldersklasser är begränsat.

$$C_v(T) = 0 ; v = 1, 2, \dots, 7$$

Denna restriktion förbjuder avverkningar i slutperioden.

$$X_1(t) - \sum_{v=1}^7 C_v(t-1) \leq 0 ; t = 1, 2, \dots, T$$

Denna restriktion föreskriver att avverkad mark omedelbart återplanteras. Den svarar mot restriktion (23) i kapitel 2.

Ändring av virkesuttaget

$$\begin{aligned} \sum_{v=1}^7 f_v(t)C_v(t) + \sum_{v=1}^7 g_v(t)X_v(t) - \sum_{v=1}^7 f_v(t)C_v(t-1) - \\ - \sum_{v=1}^7 g_v(t)X_v(t-1) - D^+(t) + D^-(t) = 0 \end{aligned}$$

$D^+(t)$ och $D^-(t)$ är släckvariabler. Om virkesuttaget har ökat i förhållande till föregående period blir $D^+(t)$ lika stort som ökningen (medan $D^-(t)$ är noll). Om uttaget har minskat blir istället $D^-(t)$ lika stort som minskningen (medan $D^+(t)$ är noll).

Kapacitetsrestriktioner

$$\sum_{v=1}^7 f_v(t)C_v(t) + \sum_{v=1}^7 g_v(t)X_v(t) \leq F(t); t = 1, 2, \dots, T-1$$

$F(t)$ sätter en övre gräns för virkesuttaget under en period. Genom att vända på olikhetstecknet kan istället en undre gräns sättas. Denna restriktion har i de här redovisade modelltillämpningarna endast använts för att virkesuttaget i

varje period direkt skall kunna utläsas (via restriktionens slackvariabel). $F(t)$ har alltså satts så högt att restriktionen (med ett undantag) blivit ineffektiv.

Icke-negativitetsrestriktioner

$$x_v(t) \geq 0 \quad ; \quad v = 1, 2, \dots, 7 \quad , \quad t = 1, 2, \dots, T$$

$$C_v(t) \geq 0 \quad ; \quad v = 1, 2, \dots, 7 \quad , \quad t = 1, 2, \dots, T$$

$$D^+(t) \geq 0 \quad ; \quad t = 1, 2, \dots, T$$

$$D^-(t) \geq 0 \quad ; \quad t = 1, 2, \dots, T$$

Dualt problem

Nedanstående är det duala problemet till ovanstående problem utan kapacitetsrestriktioner.

Dualvariabler

$\lambda_v(t)$ = nuvärdet av ersättningen till skogsmark med bestånd i åldersklass v i period t

$\mu^+(t)$ = nuvärdet av ersättning per kubikmeter för ökning av virkesuttaget i period t

$\mu^-(t)$ = dito vid minskning

Diskonteringsfaktor

$$\phi(t) = (1 + \rho)^{-20(t-1)-10}$$

ProblemMålfunktion

$$(1) \quad \text{Min } D = \sum_{v=1}^7 \lambda_v(0) X_v(0)$$

u.b.

Ersättning till initialt skogskapital

$$(2) \quad \lambda_v(0) - \lambda_v(1) \geq 0 ; \quad v = 1, 2, \dots, 7$$

Ersättning vid gallring

Period 1

åldersklass 1-6

$$(3aa) \quad \lambda_v(1) - \lambda_{v+1}(2) - (\mu^+(2) - \mu^-(2))g_v(1) \geq \phi(1)p_{gv}(1)g_v(1) ; \\ v = 1, 2, \dots, 6$$

åldersklass 7

$$(3ab) \quad \lambda_7(1) - \lambda_7(2) - (\mu^+(2) - \mu^-(2))g_7(1) \geq \phi(1)p_{g7}(1)g_7(1)$$

Period T-1

åldersklass 1-6

$$(3ba) \quad \lambda_v(T-1) - \lambda_{v+1}(T) + (\mu^+(T-1) - \mu^-(T-1))g_v(T-1) \geq \\ \geq \phi(T-1)p_{gv}(T-1)g_v(T-1) ; \\ v = 1, 2, \dots, 6$$

åldersklass 7

$$(3bb) \quad \lambda_7(T-1) - \lambda_7(T) + (\mu^+(T-1) - \mu^-(T-1))g_7(T-1) \geq \\ \geq \phi(T-1)p_{g7}(T-1)g_7(T-1)$$

Mellanliggande perioder

åldersklass 1-6

$$(3ca) \quad \lambda_v(t) - \lambda_{v+1}(t+1) + (\mu^+(t) - \mu^-(t))g_v(t) - (\mu^+(t+1) - \mu^-(t+1)) \cdot \\ \cdot g_v(t+1) \geq \phi(t)p_{gv}(t)g_v(t) ; \\ t=2, 3, \dots, T-2, \quad v = 1, 2, \dots, 6$$

åldersklass 7

$$(3cb) \quad \lambda_7(t) - \lambda_7(t+1) + (\mu^+(t) - \mu^-(t))g_7(t) - (\mu^+(t+1) - \mu^-(t+1)) \cdot \\ \cdot g_7(t+1) \geq \phi(t)p_{g7}(t)g_7(t) ; \\ t = 2, 3, \dots, T-2$$

Ersättning vid slutavverkning

Period 1

$$(4a) \quad \lambda_v(1) - \lambda_1(2) - (\mu^+(2) - \mu^-(2)) f_v(1) \geq \phi(1) p_{fv}(1) f_v(1);$$

$$v = 1, 2, \dots, 7$$

Period T-1

$$(4b) \quad \lambda_v(T-1) - \lambda_1(T) + (\mu^+(T-1) - \mu^-(T-1)) f_v(T-1) \geq$$

$$\geq \phi(T-1) p_{fv}(T-1) f_v(T-1);$$

$$v = 1, 2, \dots, 7$$

Mellanliggande perioder

$$(4c) \quad \lambda_v(t) - \lambda_1(t+1) + (\mu^+(t) - \mu^-(t)) f_v(t) - (\mu^+(t+1) - \mu^-(t+1)) \cdot$$

$$\cdot f_v(t+1) \geq \phi(t) p_{fv}(g) f_v(t);$$

$$v = 1, 2, \dots, 7$$

Ersättning i slutperioden

$$(5) \quad \lambda_v(T) \geq R_v(T) ; \quad v = 1, 2, \dots, 7$$

Ersättning för förändring i uttag

$$(6a) \quad -\mu_t^+ \geq -\phi(t) k^+ ; \quad t = 2, 3, \dots, T-1$$

$$(6b) \quad -\mu_t^- \geq -\phi(t) k^- ; \quad t = 2, 3, \dots, T-1$$

Icke negativitet

$$(7a) \quad \lambda_v(t) \geq 0 ; \quad v = 1, 2, \dots, 7, \quad t = 1, 2, \dots, T$$

$$(7b) \quad \mu(t) \geq 0 ; \quad t = 2, 3, \dots, T-1$$

Tolkning av dualproblemet

Det duala problemet minimerar skogsmarkens värde givet att den fullständigt ersätts för nuvärdet av de inkomster den kan generera.

Om man bortser från förändringskostnaderna är det duala problemet rekursivt.

Markens värde i slutperioden T bestäms av restriktion (5).

I den föregående perioden $T-1$ finns för varje åldersklass två alternativ. För åldersklasserna 1 till 6 (jag bortser fortsättningsvis från åldersklass 7) gäller om åldersklassen slutavverkas

$$(4') \lambda_v(T-1) = \phi(T-1)p_{fv}(T-1)f_v(T-1) + R_1$$

Värdet av ett bestånd som slutavverkas är summan av virkesvärdet och värdet av mark med ungskog i slutperioden.

Om åldersklassen ej slutavverkas gäller i stället

$$(3') \lambda_v(T-1) = \phi(T-1)p_{gv}(T-1)g_v(T-1) + R_{v+1}$$

Beståndets värde är nu summan av gallringsvirkets värde och värdet av mark med en åldersklass äldre skog i slutperioden.

Vilken av ekvationerna (3') och (4') som kommer att gälla bestäms av vilken som ger högst värde för $\lambda_v(T-1)$. Beståndet kommer således att slutavverkas om

$$(8a) \phi(T-1)p_{fv}(T-1)f_v(T-1) + R_1 \geq \phi(T-1)p_{gv}(T-1)g_v(T-1) + R_{v+1}$$

annars slutavverkas det ej.

Med utgångspunkt från ersättningen till åldersklasserna i slutperioden är det således möjligt att bestämma ersättningen till åldersklasserna i föregående period, $T-1$. Med hjälp av ersättningsarna i period $T-1$ kan nu ersättningsarna i period $T-2$ bestämmas o.s.v. I en godtycklig period $0 < t < T$ gäller att en åldersklass slutavverkas om

$$(8b) \phi(t)p_{fv}(t)f_v(t) + \lambda_1(t+1) \geq \phi(t)p_{gv}(t)g_v(t) + \lambda_{v+1}(t+1)$$

Detta problem, utan förändringskostnader, är Faustmanns problem (se kapitel 2), modifierat med hänsyn till en ändlig planeringshorisont och diskreta åldersklasser. Olikheten (8b) implicerar en viktig egenskap hos lösningen till detta problem. Så snart olikheten gäller strängt kommer hela åldersklassens

areal att avverkas. Endast om vänsterledet och högerledet skulle bli precis lika är det inte givet att så skall ske. Med undantag för ett sådant fall och för det fall att fler än en åldersklass avverkas en period så kommer markarealerna för de olika åldersklasserna i varje period att vara bestämda av markarealerna initialt.

När förändringskostnaderna förs in kompliceras problemet. Restriktionerna (6) sätter övre gränser för ersättningen för förändring

$$(6'a) \quad \mu^+(t) \leq \phi(t)k^+$$

$$(6'b) \quad \mu^-(t) \leq \phi(t)k^-$$

Vilka värden $\mu^+(t)$ och $\mu^-(t)$ antar under dessa gränser bestäms av restriktionerna (3) och (4). Denna bestämning kan emellertid inte ske rekursivt. Den enda information som finns om värdet på $\mu^+(T-1)$ och $\mu^-(T-1)$ framgår av en omskrivning av t.ex. restriktion (3ba)

$$\begin{aligned} - (\mu^+(T-1) - \mu^-(T-1))g_v(T-1) &\geq \phi(T-2)p_{gv}(T-2)g_v(T-2) - \\ &- \lambda_v(T-2) + \lambda_{v+1}(T-1) - \\ &- (\mu^+(T-2) - \mu^-(T-2))g_v(T-2) \end{aligned}$$

Ersättningen för förändring i en period kan således inte bestämmas oberoende av lösningen för föregående perioder. Problemet måste därför lösas simultant för alla perioder.

Införandet av förändringskostnaden innebär vidare att i varje period blir slutavverkning av endast en del av en åldersklass areal regel (med undantag) i stället för undantag. Markfördelningen kommer således att ändras över tiden.

3.2.2 Data

Den kommun som utvalts för modelltillämpningen är Bräcke kommun i Jämtland. Skälet till detta är dels att åldersfördelningen är markerat ojäm, dels att data är speciellt lättillgängliga.¹

¹ T. Lahi, R. Körlén (1981).

De data som måste specificeras i modellen är produktionskoefficienterna $f_v(t)$ och $g_v(t)$, rotnettona $p_{fv}(t)$ och $p_{gv}(t)$, den initiala åldersfördelningen $X_v(0)$, anpassningskostnaderna $k^+(t)$ och $k^-(t)$, de periodvisa kapaciteterna $F(t)$ samt räntesatsen ρ .

Värdena för $k^+(t)$, $k^-(t)$, $F(t)$ och ρ redovisas samtidigt med resultaten i nästa avsnitt. Följande traditionen i skogliga sammanhang används en relativt låg räntesats. Huvudskälet till detta är att den kvalitativa slutsats som analysen mynnar ut i ej skall framstå som resultatet av en alltför hög räntesats. Det bör emellertid observeras att kalkylen är en realkalkyl och räntesatsen därför en realränta.

Produktionskoefficienten och rotnettona kommer att antas, med undantag för den första perioden, vara oförändrade över tiden.

Den biologiska medeltillväxten, d.v.s. volymen per åldersår, kulminerar i Bräcke genomsnittligt vid 120 år. Vidare är skogsmarkens medelbonitet 3,6 Jonsonbonitet, vilket innebär att ett hundraårigt bestånd har en virkesvolym som motsvarar $3,6 \text{ m}^3$ skog per hektar. Med ledning av dessa två uppgifter och en "produktionsmall" kan åldersberoende produktionskoefficienter beräknas för Bräcke.

En produktionsmall är ett typschema som anger produktions, d.v.s. virkesförråd plus gallringsuttag, utveckling över tiden. En sådan, normerad för totalproduktionen 1 m^3 sk vid kulminationstidpunkten, har utarbetats av Nilsson (1978). Denna bygger på följande funktion för totalproduktionens beroende av beståndets relativa ålder (ålder i procent av kulminationsåldern):

$$\text{Totalproduktion} = 164,16 \left(1 - 6,3582^{-\text{rel.ålder}/100} \right)^{2,8967}$$

Denna funktion innebär att den relativa volymtillväxten är drygt 3 respektive drygt 1 procent vid relativa åldern 50 respektive 90.

Totalproduktionen uppdelas i gallring/virkesförråd med antaganden om dels gallringsuttagets fördelning över tiden, dels det totala gallringsuttagets andel av totalproduktionen vid kulminationstidpunkten. I nedanstående tabell redovisas de värden för f_v och g_v som kan beräknas med Nilssons produktionsmall för gallringsuttagen 20 respektive 50 procent, kulminationens ålder 120 år och boniteten 3,6. I tabellen anges även det faktiska virkesförrådet per hektar i Bräcke, fördelat på åldersklasser. Det förefaller som om det verkliga gallringsuttaget rätt väl har följt de förutsättningar som har gjorts i 50-procentfallet. Undantag från detta utgör, inte oväntat, de två äldsta åldersklasserna som skattats mer.

Tabell 3:1 Virkesförråd (f_v) och gallringsuttag (g_v)
m³ sk/ha

Åldersklass	f_v (20%)	g_v (20%)	f_v (50%)	g_v (50%)	f_v (verklig)
1	16		16		10
2	72	8	60	19	42
3	146	20	105	49	77
4	218	30	131	76	128
5	287	27	160	68	169
6	365	6	228	16	175
7	433		296		156

I modelltillämpningarna används produktionskoefficienterna för 50-procentigt gallringsuttag. I första perioden antages dock förrådet i åldersklass 6 och 7 motsvara det aktuella förrådet.

Någon statistik över rotnettots variation över beståndsåldrar har inte varit tillgänglig. De uppgifter som kunnat erhållas är dels rotnetto (virkesvärde minus drivningskostnad) 1979 i mellersta Sverige för olika dimensioner enligt en enkät utförd av Stiftelsen Skogsarbeten (Rådström 1980), dels "kalkyl-nettots" (virkesvärde minus drivnings- och återplanteringskostnad) spridning 1979 i Domänverkets skogar i Bräcke kommun.¹ Dessa uppgifter redovisas nedan.

¹ Domänverkets skogar omfattar 7 procent av skogsmarkarealen i kommunen.

Tabell 3:2 Rotnetto och kalkylnetto. Kr/m³ sk.

Dimension (cm Dbh)	Rotnetto	
	<u>Gallring. Slutavverkning</u>	
10	-57	
12	-21	
14	0	
16	17	
18	34	67
21		81
24		93

Kalkylnetto	Procent av virkesvolymen	
	<u>Totalt</u>	<u>Gallring</u> (18 % av totalvolymen)
- -40	2	9
-40 - -20	1	6
-20 - 0	5	15
0 - 20	12	37
20 - 40	18	25
40 - 60	26	8
60 - 80	18	
80 -	18	

Följande rotnetton har begagnats i modelltillämpningarna.

Tabell 3:3 Kr/m³ sk

Aldersklass	Gallring	Slutavverkning
1	0	
2	0	
3	0	
4	17	
5	34	67
6		81
7		93

Dimensionsfördelningen har således ganska godtyckligt översatts till en åldersfördelning. Ett avsteg har gjorts för de första två gallringsklasserna eftersom andelen förlustbringande gallringar skulle bli mycket stor - vilket inte Domänverkets data ger belägg för. För gallring ger de antagna värdena vid jämn åldersfördelning ett genomsnitt kring 7 kr/m^3 sk, vilket ungefär motsvarar Domänverkets kalkylnettosnitt. Domänverkets genomsnitt för slutavverkning är ungefär 60 kr/m^3 sk. Detta motsvarar ett rotnetto kring $70\text{--}80 \text{ kr/m}^3$ sk. Domänverket räknar med att dess bestånd i norra Sverige ger ett kalkylnetto som är $10\text{--}20 \text{ kr/m}^3$ sk lägre än för övrig mark.¹ De antagna värdena är därför någorlunda konsistenta med Domänverkets data. Rätteligen borde planteringskostnader etc. dras av från rotnettona. Att detta inte görs torde inte spela någon större roll för modellkalkylerna, då dessa huvudsakligen påverkas av de relativa förändringarna i virkesvärde mellan slutavverkningsklasserna.

Den nuvarande åldersfördelningen i Bräckeskogarna är, som tabell 3:4 visar, ojämn. Speciellt är tillgången till bestånd i åldersklass 2 och 3, d.v.s. i åldrarna 20 till 60 år, svag. Detta är resultatet av den under en period förhärskande, men idag övergivna, politiken att avverka enskilda träd, men ej hela bestånd.² Tabellen antyder också att arealen gammal skog är hög, 28 procent av den totala arealen i åldersklass 6 och 7 mot 17 procent i en skog med jämn åldersfördelning som slutavverkas vid 120 år. I själva verket har hela 36 procent av skogsmarksarealen i Bräcke i riksskogtaxeringen klassificerats i huggningsklass D3 och E och således bedömts som mogen för avverkning.

Tabell 3:4 Åldersfördelning

Åldersklass	1000 ha
1	63
2	18
3	15
4	51
5	69
6	36
7	48

¹ Balansutredning för norra Sverige (1979).

² Dess misslyckande framgår av det låga virkesförrådet i åldersklass 6 och 7 (se tabell 3:1).

3.2.3 Resultat

Prognos med Skogsutredningens modell

Som referenspunkt vid granskningen av de resultat som har erhållits från optimeringsmodellen kan användas resultatet från en prognos som Skogsvårdsstyrelsen i Jämtlands län beräknat för Bräcke med hjälp av Skogsutredningens/Skogsstyrelsens modell. Förutsättningarna överensstämmer i huvudsak med det av riksdagen godtagna programmets (SU alt. 1).

Tabell 3:5 Prognos för Bräcke kommun

	(S = slutavverkning) (G = gallring)				Slutavverknings- areal per år		Tillväxt per år under perioden
	Uttag per år			total		av total	
Period	S Milj m ³	G sk	Summa	G %	Totalt 1000 ha	areal %	milj m ³ sk
1970-1990	0,77	0,14	0,91	15	4,1	1,4	0,78
1990-2010	0,70	0,21	0,91	23	2,4	0,8	0,86
2010-2030	0,65	0,26	0,91	29	2,0	0,7	0,90
2030-2050	0,53	0,38	0,91	42	1,7	0,6	0,97
2050-2070	0,50	0,43	0,93	46	1,8	0,6	0,99
Medeltal							
1970-2070	0,63	0,28	0,91	31	2,4	0,8	0,90
Virkesförråd år							
	1970	1990	2010	2030	2050	2070	
Milj m ³ sk	34,3	31,1	30,2	30,1	31,3	32,4	

Uttaget ligger i detta program på en konstant nivå. Slutavverkningsandelen är hög inledningsvis och sjunker sedan successivt. Virkesförrådet når ett minimum under planeringsperiodens mitt.

Resultat av optimeringsmodellen

Som förut nämnts är de två äldsta åldersklasserna i Bräcke hårdare skattade än vad som motsvarar det 50-procentiga gallringsuttag som förutsätts i tillämpningarna med optimeringsmodellen. Skillnaderna är så stora att det är nödvändigt att ta speciell hänsyn till det lägre utbyte som avverkningarna av dessa bestånd ger.

Ett sätt att göra detta (metod 1) är att åsätta särskilda volymkoefficienter för slutavverkningar av dessa båda åldersklasser i period 1 (och eventuellt även för åldersklass 7 period 2). Detta kan emellertid med modellens uppläggning leda till en oegentlighet, nämligen att avverkningarna av dessa klasser skjuts upp till period 2 (eller 3) då den högsta åldersklassen ger ett betydligt högre virkesutbyte. För att förhindra detta kan t.ex. rotnettot för klasserna 6 och 7 höjas i period 1. Att på detta sätt överdriva lönsamheten under period 1 innebär emellertid att avverkningsnivån under den första perioden blir mer en förutsättning för analysen än ett resultat av densamma - vilket naturligtvis är olyckligt.

Ett annat angreppssätt (metod 2) är att låta volymkoefficienterna vara lika för alla perioder och i efterhand justera avverkningssiffrorna. Om det finns anpassningskostnader skapar detta emellertid ett nytt problem. Den höga avverkningsvolymen i period 1 (den vid diskontering viktigaste perioden) driver upp avverkningsnivån i period 2 och eventuellt även i senare perioder. Denna metod ger alltså inte en korrekt lösning, men kan å andra sidan användas för att studera storleken av det fel som eventuellt göras med metod 1.

För att få en någorlunda riktig bild av det optimala avverkningsförloppet är det alltså nödvändigt att jämföra resultaten av modellkörningar med båda metoderna. Detta kan göras med de kalkylresultat som redovisas i tabell 3:6. Tabellen visar de beräknade optimala avverkningsförloppen vid räntesatsen 0,03 och olika värden på parametrarna för anpassningskostnad.¹

¹ Anpassningskostnaden, k^+ och k^- , har antagits vara lika stor vid ökning som minskning av avverkningsvolymen, d.v.s. $k^+ = k^-$, och lika (före diskontering) över tiden.

Resultaten på raderna A-C bygger på modellkörningar där virkesförrådet i klass 6 och 7 första perioden förutsatts uppgå till det verkliga förrådet (metod 1). Rotnettot för dessa båda klasser har dubblerats i period 1. Raderna D-G visar modellresultat där den första periodens virkesförråd motsvarar den stiliserade produktionsfunktionens volymer vid olika åldrar (metod 2). Inom hakparentes anges för respektive period den i efterhand justerade avverkningssiffran. I metod 2 förutsätts att period 1 har samma rotnetton som övriga perioder.

Tabell 3:6 Optimala avverkningsförlopp vid kalkylräntan 3 procent. Milj m^3 sk

Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<u>Metod 1</u>										
A $k^+, k^- = 0$	1,75	0,66	0,28	0,51	1,17	0,73	2,50	0,92	0,45	1,16
B $k^+, k^- = 13,4 \text{ kr/m}^3 \text{ sk}$	1,22	1,22	0,92	0,87	0,87	(0,87)	(0,87)	(0,89)	(1,06)	(1,06)
C $k^+, k^- = 10^5 \text{ kr/m}^3 \text{ sk}$	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	(1,07)	(1,07)	(1,07)	(1,07)	(1,07)
<u>Metod 2</u>										
D $k^+, k^- = 10 \text{ kr/m}^3 \text{ sk}$	1,63	1,30	0,86	0,67	0,98	(0,98)	(0,98)	(1,39)	(1,29)	(1,39)
	[1,20]									
E $k^+, k^- = 20 \text{ kr/m}^3 \text{ sk}$	1,48	1,48	0,92	0,84	0,84	(0,84)	(0,84)	(1,11)	(1,11)	(1,11)
	[1,08][1,45]									
F $k^+, k^- = 50 \text{ kr/m}^3 \text{ sk}$	1,35	1,35	1,35	0,82	0,82	(0,82)	(0,82)	(0,82)	(0,82)	(0,82)
	[0,99][1,28]									
G $k^+, k^- = 100 \text{ kr/m}^3 \text{ sk}$	1,22	1,22	1,22	1,21	1,01	(1,01)	(1,01)	(1,01)	(1,01)	(1,01)
	[0,88][1,12]									

Anmärkningar

Vissa "skönhetsfel" i resultaten har fått stå eftersom de inte motiverar de beräkningskostnader som krävts för omkörningar.

1. Olika värden för anpassningskostnaderna har använts i metod 1 respektive metod 2.
2. Skalan för priser och kostnader har satts så lågt att, genom diskonteringen, nivån för datorns precisionsgrad nås i de sista perioderna. De resultat som inte är helt tillförlitliga har satts inom (böjd) parentes.

Efter period 6 har modellen i vissa fall slutavverkat ungskog eller utnyttjat slackvariabler för skogsmarken. Detta är delvis en följd av detta problem, men uppkommer även när precisionen höjs och beror då på anpassningskostnader för höjning av avverkningsnivån. Om precisionen höjs och k^+ sätts till noll kan således vissa av talen inom parentes *höjas*.

3. Högsta tillåtna avverkningsvolym under någon period är 2,50 milj m^3 sk. Förloppet på rad A slår i detta tak period 7.

Rad A i tabellen visar det optimala förloppet vid avsaknad av anpassningskostnader. I period 1 slutavverkas åldersklasserna 5, 6 och 7 varför avverkningsvolymen blir mycket hög. Därefter sker slutavverkningarna i åldersklass 5 eller 6. Under period 2 till 4 inträder en tydlig virkessvacka. I period 5 avverkas dagens ungskog och i period 7 den skog som avverkats/planterats under period 1. Därefter återkommer virkessvackan.

Rad C visar förloppet vid en mycket hög anpassningskostnad. Resultatet är ett jämnt uttag på $1,07 \text{ milj m}^3 \text{ sk per år}$. Fr.o.m. period 6 måste modellen slutavverka bestånd yngre än åldersklass 5, nämligen bestånd i åldersklass 2, för att undvika att avverkningarna ökar.

Den jämna avverkningsnivån $1,07 \text{ milj m}^3 \text{ sk}$ på rad C är nästan 20 procent högre än den jämna nivå som har beräknats med prognosmodellen i föregående avsnitt. En möjlig förklaring till denna skillnad är att den mycket enkla beskrivningen av tillväxtsambanden i optimeringsmodellen överskattar skogsproduktionen. En annan förklaring kan vara att prognosmodellen inte givit ett tekniskt effektivt förlopp, d.v.s. den högsta avverkningsnivån för ett jämnt avverkningsförlopp. Förmodligen står orsaken att finna i en kombination av dessa förklaringar.

Rad B visar förloppet då anpassningskostnaden är $13,4 \text{ kr /m}^3 \text{ sk}$, d.v.s. 20 procent av rotnettot vid slutavverkning i åldersklass 5. I detta förlopp avverkas $1,2 \text{ milj m}^3 \text{ sk}$ de första två perioderna och därefter avverkas under sex perioder cirka $0,9 \text{ milj m}^3 \text{ sk}$. Modellen väljer att avverka åldersklass 6 och 7 i period 1 men uppskjuter en del av avverkningen av åldersklass 5 till period 2 för att möjliggöra en utjämnning mellan dessa perioder. Trots detta ligger avverkningsnivån under den första perioden 14 procent över nivån i det jämna förloppet på rad C.

Raderna D-G visar modellresultat, med metod 2 via anpassningskostnaderna 10, 20, 50 respektive 100 kr/m³ sk. Även i dessa fall är avverkningsvolymen hög under den första perioden. Som de justerade siffrorna visar sparas endast en mindre del av åldersklass 6 och 7¹ till period 2. Detta gäller även när anpassningskostnaden blir så hög som 100 kr/m³ sk. Detta visar att metod 1 givit tillförlitliga resultat, d v s den optimala avverkningsnivån under period 1 överskattas endast obetydligt. Resultaten på raderna A-C ger således de korrekta optimala avverkningsförloppen vid respektive anpassningskostnad.

Förrådsutvecklingen i förloppen på raderna A-C kan studeras i tabell 3:7. Utan anpassningskostnad blir variationerna i det stående virkesförrådet stora. Under de första tjugo åren halveras skogens virkesvolym för att sedan öka så att den framåt år 2100 blir betydligt större än idag.

Med en "måttlig" anpassningskostnad sker en successiv neddragning av virkesförrådet fram till period 5. Reduktionen under den första perioden är knappt 10 procent.

Tabell 3:7 Virkesförråd i början av₃ respektive period. Metod 1 och räntesatsen 3 procent. Milj m³ sk

Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A k ⁺ , k ⁻ = 0	35,2	18,2	21,4	30,5	36,7	34,7	50,5	25,5	25,6	33,5
B k ⁺ , k ⁻ = 13,4 kr/m ³ sk	35,2	32,3	29,3	28,5	26,1	28,4	-	-	-	-
C k ⁺ , k ⁻ = 10 ⁵ kr/m ³ sk	35,2	36,9	41,0	36,3	32,3	31,2	-	-	-	-

I fallet med en mycket hög anpassningskostnad sker en viss ökning under den första och andra perioden. Detta är dock ett missvisande resultat som beror på att en del av de två äldsta åldersklasserna i period 1 sparas och får betydligt bättre volymkoefficienter.

Vid högre räntesats än 3 procent accentueras avverknings toppen under period 1 ytterligare. Vid räntesatsen noll erhålles utan anpassningskostnad (metod 1) det resultat som redovisas i tabell 3:8. I detta fall blir omloppstiden närmare

¹ Närmare bestämt en del av åldersklass 6

7 perioder. Virkessvackan skjuts därför fram från period 2 och 3 till period 5,6 och 7. Eftersom analysen av detta fall inte har gjorts enligt metod 2 går det inte att utläsa om avverkningstoppen i period 1 verkligen bör ligga där eller i period 2. Det är emellertid värt att observera att räntesatsen noll inte implicerar ett jämnt avverkningsförlopp.

Tabell 3:8 Optimalt avverkningsförlopp vid räntan noll utan anpassningskostnad. Metod 1. Milj m^3 sk

Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1,22	1,02	1,02	0,56	0,56	0,77	1,86	1,86	1,99	0,07

Precisionen i denna analys är inte stor. Beskrivningen av skogens tillväxt är grov, rotnettot för olika åldersklasser är tillhäftat och endast ett tidsförlopp för rotnettonivån, nämligen en konstant nivå, har studerats. De slutsatser som kan dras är därför kvalitativa och inte kvantitativa.

Analysen visar att ett optimalt avverkningsförlopp innebär en relativt stor avverkningsvolym under de närmaste åren, i modellen fram till cirka år 2000. Detta gäller åtminstone om rotnettot inte förväntas bli högre under efterföljande perioder. Ju högre man bedömer anpassningskostnaderna för förändringar i avverkningsvolymen, desto mer bör sparas av det äldre virkesförrådet. Även med en i förhållande till rotnettonivån hög anpassningskostnad (t.ex. 50 kr/ m^3 sk) innebär emellertid det optimala programmet en hög avverkning under den första perioden. I nästa avsnitt studeras sådana avverkningsförlopp i en modell med betydligt högre precision.

3.3 ALTERNATIVA PRODUKTIONSPROGRAM

3.3.1 Inledning

Den ovanstående analysen antyder, i all sin enkelhet, att det optimala avverkningsförloppet innebär en omedelbar neddragning av virkesförrådet. Det återstår emellertid att visa att detta kan gälla för landet som helhet och inte endast i den studerade kommunen. För detta ändamål har jag låtit utföra en körning (alt. 1H) med Skogsutredningens modell för en annan avverkningsprofil än i SU alt. 1, men med i övrigt samma förutsättningar.

Skogsutredningens analys baserades på skogstillståndet 1970 enligt riksskogtaxeringen 1968-72. Den första tioårsperiodens framskrivning baserades på en prognos över 1970-talets avverkningar. Denna prognos har visat sig innebära en betydande överskattning. Bruttoavverkningen på skogsmark uppskattades bli 71 milj. m³ sk medan det verkliga utfallet blev cirka 62 milj. m³ sk. För att följa det ursprungliga programmet krävs således en viss kompensering av ökning av avverkningarna under de närmaste åren. En sådan ökning står dock naturligtvis i strid med den princip om konstant avverkningsnivå som präglar Skogsutredningens alternativ.

Nedan redovisas först det ursprungliga SU alt. 1 jämte "alt. 1 H", med en alternativ avverkningsprofil. Därefter redovisas två reviderade versioner av SU alt. 1 som baseras på faktisk avverkning under 1970-talet. I det ena, "alt. 1'", ställs samma jämnhetskrav på alla perioders avverkningar, medan i "alt. 1+" en något högre avverkning accepteras under 1980-talet. De två senare programmen har framställts av Skogsstyrelsen på uppdrag av Virkesförsöjningsutredningen.

3.3.2 Skogsutredningens program samt ett alternativ till detta

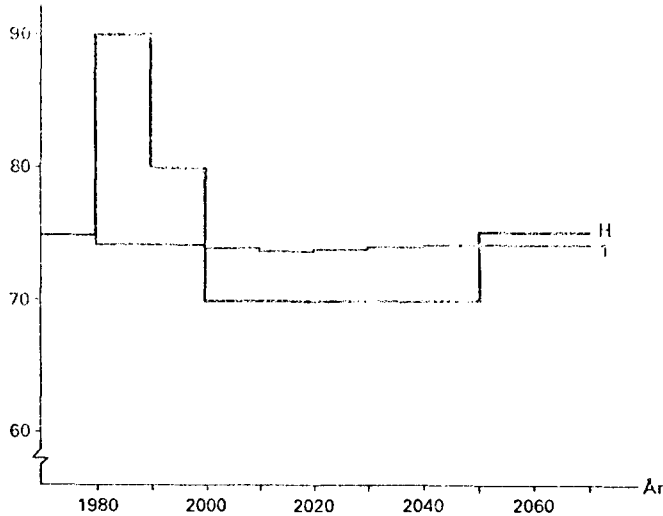
I figur 3:1 visas avverkningsförloppet i SU alt. 1 och det förlopp som antagits i alt. 1 H.¹ I jämförelse med alt. 1:s

¹ Uppgifterna avser all avverkning och inkluderar ett tillägg på 4 milj. m³ sk per år utöver den virkesvolym som framräknas i modellen.

jämna profil kring 74-75 milj. m³ sk innebär alt. 1 H ett större årligt uttag under 1980- och 1990-talen och ett lägre under nästa sekels första hälft. De exakta nivåerna och dateringarna är givetvis rätt godtyckligt valda men de följer det principiella förlopp som diskuterades av Skogspolitiska utredningen.

Figur 3:1

Total bruttoavverknings per år,
miljoner m³ sk



Källa: Skog för framtid 1978b, s 79--176 och Skogsstyrelsens prognosavdelning.

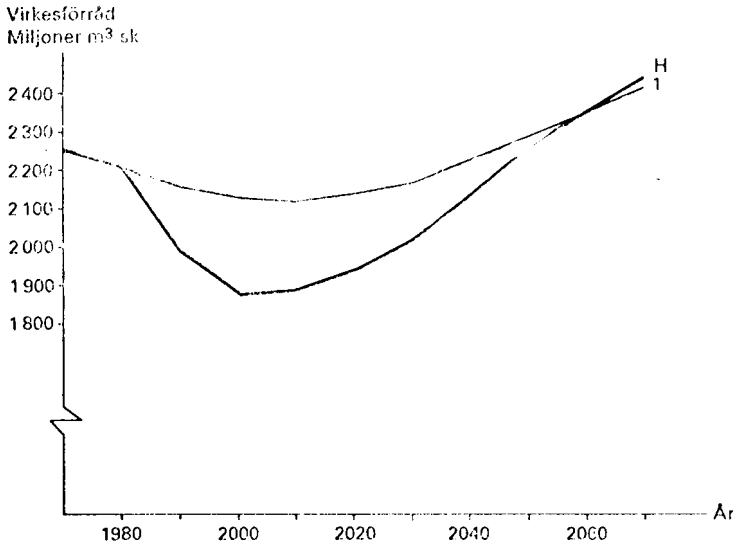
Den virkesförrådutveckling som erhålles¹ för dessa två avverkningsprogram redovisas i figur 3:2.

¹ Av kostnadsskäl var det inte möjligt att köra modellen i full skala. Som tidigare nämnts görs emellertid modellberäkningarna för en mängd delområden. Dessa aggregeras till 16 stycken redovisningsområden. För två av dessa, som vid tidigare försök visat sig vara representativa, gjordes en komplett körning. Resultatet från dessa uppräknades därefter proportionellt till riksnivå.

Med denna metod blir resultatet mer osäkert än när hela modellen används. Eventuella fel i tillväxtfunktionerna kan komma att slå igenom kraftigare eftersom sannolikheten är lägre att de skall kompenseras av varandra. Eftersom det inte finns några beräkningar av hur stora felmarginalerna är för hela beräkningsmodellen går det inte att avgöra hur mycket osäkerheten förändras.

Produktionsprogrammen i Skogsutredningen är resultatet av upprepade körningar med prognosmodellen där de specifika antagandena för olika delperioder har avstämts och finslipats. Det är alltså troligt att de resultat som framkommit ur denna körning skulle kunna förbättras något genom sådana justeringar.

Figur 3:2



Källa: Skog för framtid 1978b, s 79--176 och Skogsstyrelsens prognosavdelning.

Som figuren visar ger alt. 1 H en större nerskärning av virkesförrådet än Skogsutredningens alternativ. Minskningen är 15 procent jämfört med 5 procent i Skogsutredningens alternativ. Den snabbare avvecklingen av det äldre virkesförrådet leder dock till en betydande höjning av tillväxttakten varför virkesförrådet vid prognosperiodens slut överträffar det som lämnas i alt. 1.

Slutavverkningsarealerna i de båda fallen återges i tabell 3:9. Den enda mer betydande skillnaden uppkommer under 1980-talet. Under detta decennium slutavverkas totalt 2 procent mer av skogsmarken än i alternativ 1.¹

¹ Slutavverkningsarealen har pendlat kring ett årligt genomsnitt 1955-1965 på cirka 250.000 ha och 1967-1975 närmare 300.000 ha.

Tabell 3:9 Slutavverkningsareal 1000 ha/år

	alt. 1	alt. 1 H
1970-	340 ¹	340 ¹
1980-	255	307
1990-	232	274
2000-	235	219
2010-	195	214
2020-	196	211
2030-	195	194
2040-	194	203
2050-	195	184
2060-	198	208

¹ Arealen är av beräkningstekniska skäl överskattad. I verkligheten sker en utjämning mellan perioderna 1 och 2.

Aldersfördelningen vid olika tidpunkter redovisas i tabell 3:10. En jämförelse mellan de två alternativen visar en, bortsett från den yngsta åldersklassens andel 1990 och 2000, hög samstämmighet.¹ Sammansättningen vid sluttidpunkten är nästan helt lika.

Alternativ 1 H lämnar ett större virkesförråd vid sluttidpunkten än Skogsutredningens alternativ. Det ger en något större volym virke. Eftersom det ger en större volym under de närmaste decennierna medger det ett längre utnyttjande av kapitalstocken i den befintliga industrin.

1 H-alternativet ger, om rotnettot antages vara lika mellan alternativen och oförändrat över tiden, vid 3 procents ränta ett 5 procent högre nuvärde och vid 5 procents ränta ett 8 procent högre nuvärde.

För att de två alternativen skall ge samma nuvärde krävs vid 3 procents ränta att virkespriserna är 315 procent högre efter sekelskiftet än före. Vid 5 procents ränta är motsvarande krav 565 procent.

¹ Att åldersklassen 160+ försvinner helt efter 1980 i alt. 1 H beror på att denna klass saknas i de studerade regionerna FGH och ACK.

Tabell 3:10 Procentuell åldersklassammansättningAlt. 1

Åldersklass	1970	1980	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070
-20	15	23	26	25	22	21	21	19	19	19	20
-40	15	19	15	19	23	22	19	19	19	16	16
-60	12	9	15	19	15	19	23	22	19	19	19
-80	15	12	12	8	15	18	15	19	23	22	18
-100	16	14	11	11	9	5	12	14	11	15	17
-120	10	10	9	8	7	7	5	2	7	7	7
-160	15	13	9	8	7	7	6	5	3	1	3
160+	2	2	2	3	1	1	0	1	0	0	0

Alt. 1 H

Åldersklass	1970	1980	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070
-20	15	23	29	31	24	21	22	19	20	19	20
-40	15	19	16	20	25	27	20	19	20	17	16
-60	12	9	16	19	15	19	26	27	20	19	20
-80	15	12	13	8	15	18	15	19	25	26	19
-100	16	14	10	11	8	5	11	12	8	13	17
-120	10	10	9	6	7	6	3	1	6	5	6
-160	15	13	8	4	6	5	4	3	1	0	2
160+	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3.3.3 Två reviderade versioner av Skogsutredningens program

På basis av den faktiskt konstaterade avverkningsnivån under 1970-talet har Skogsstyrelsen omarbetat modellkalkylerna för alt. 1. Beräkningarna har utförts under två olika förutsättningar. I huvudalternativet, alt. 1', har samma krav på jämnhet i avverkningsförloppet över tiden ställts som i Skogsutredningens ursprungliga alternativ. I det andra alternativet, 1+, har huvuddelen av 1970-talets "underavverkning" tagits ut genom en höjd avverkning under 1980-talet. Denna senare beräkning har enbart utförts för det enskilt ägda skogsbruket.

De två reviderade alternativen¹ kan i tabell 3:11 jämföras med Skogsutredningens ursprungliga program.

Alt. 1' skiljer sig endast obetydligt från det ursprungliga alternativet. P.g.a. de valda värdena för styrparametrarna är avverkningarna t.o.m. mindre under de första perioderna.

Alt. 1+ däremot tillåter 10 procents större uttag under 1980-talet. Därefter blir avverkningarna något lägre. Det skall emellertid observeras att virkesförrådet även 1990 är större än i det ursprungliga programmet. Denna skillnad är drygt 40 procent av skillnaden 1980 (42 milj. m³ sk jämfört med 101 milj. m³ sk). Skillnaden ökar dessutom successivt. Det torde därför inte erbjuda någon svårighet att med vissa smärre justeringar av modellens styrparametrar konstruera ett program som följer det ursprungliga alternativets avverkningsbana efter 1990 och som inte ger ett virkesförråd som understiger detta.

Tabell 3:11 Milj. m³ sk

Bruttoavverkning ¹	1980- 1990	1990- 2000	2000- 2010	2010- 2020	2020- 2030	2030- 2040	2040- 2050	2050- 2060	2060- 2070	
Alt. 1	70,2	70,1	69,9	69,6	69,8	70,0	70,1	70,1	70,1	
Alt. 1'	69,6	69,6	69,8	69,5	70,1	70,5	70,7	71,1	71,5	
Alt. 1+	77,0	68,1	68,3	68,1	68,8	69,3	69,6	70,0	70,4	
Virkesförråd	1980	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070
Alt. 1	2208	2163	2130	2118	2135	2172	2226	2287	2353	2418
Alt. 1'	2309	2286	2267	2263	2280	2312	2353	2402	2447	2488
Alt. 1+	2309	2205	2193	2202	2236	2285	2346	2414	2476	2532

¹ Exkl. Gotland m.m.

¹ Alt. 1+ skiljer sig från alt. 1' endast för den enskilt ägda skogsmarken.

3.3.4 Konklusion

De resultat som har redovisats för alt. 1 H visar att den optimala bruttoavverkningen under 1980-talet kan vara i storleksordningen 90 milj. m³ sk. De resultat som har erhållits med de justerade ingångsvärdena för 1980 visar att en optimal avverkningsnivå är åtminstone 81¹ milj. m³ fub.

Givet att Skogsutredningens avverkningsförlopp skall följas efter 1990 är den senare slutsatsen mycket stark. Den gäller oberoende av den förväntade utvecklingen av virkesvärdet och av vilken (ej negativa) räntesats som används för att diskontera programmets värde.

Ur analysteknisk synpunkt är detta ett tilltalande resultat. Den kort- och medelfristiga analysen i kapitel 4 och 5 kommer att utföras med utgångspunkt från att alt. 1+ definierar den optimala bruttoavverkningsnivån under 1980-talet, medan alt. 1' definierar den lägre nivå som motsvarar en eventuell av statsmakten påbjuden alltför stor ransonering av gamla bestånd. Eftersom båda alternativen är förenliga med ungefär samma avverkningsförlopp efter 1990 motsvarar de skillnader i värde mellan alternativen som framkommer i den medelfristiga analysen också den totala skillnaden mellan de båda programmen.

Denna kort- och medelfristiga utvärdering redovisas i kapitel 5. Dessförinnan, i nästa kapitel, presenteras den beräknings-tekniska apparat som därvid utnyttjas.

¹ 77 + 4, se not i avsnitt 3.3.2.

4 MODELLER FÖR KORT- OCH MEDELFRISTIG ANALYS

4.1 INLEDNING

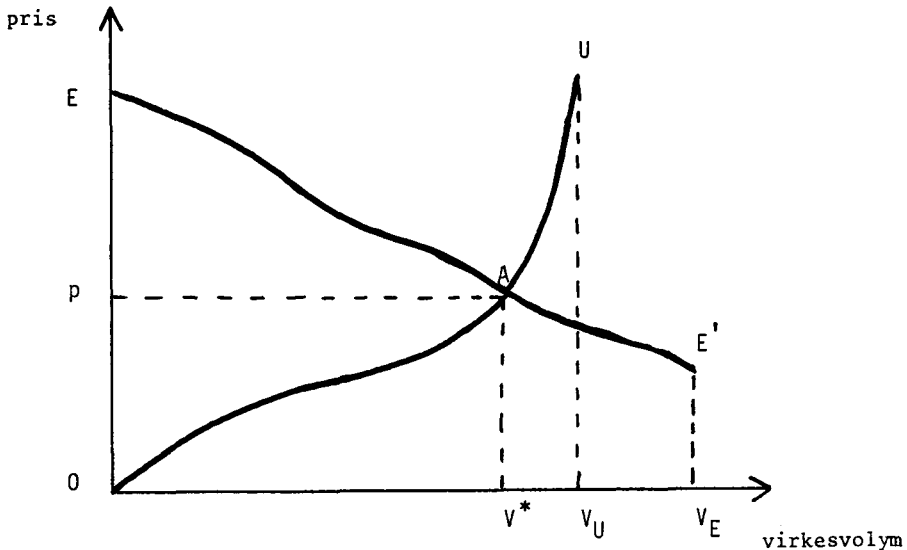
I detta kapitel redovisas några modeller för att studera optimal kort- och medelfristig allokering på virkesmarknaden och kostnaderna för avvikelser därifrån. Utgångspunkten för denna analys är att det långsiktiga avverkningsprogrammet kan betraktas som en på förhand given restriktion för kort- och medelfristiga lösningar.

Den kort- eller medelfristiga tidssikten kännetecknas av att industrin helt eller delvis är bunden till den existerande produktionsapparaten.¹ Virkesmarknaden kan därför, som konstaterades i kapitel 2, illustreras med utbuds- och efterfrågesamband av den typ som visas i figur 4:1.

Utbudskurvan visar avverknings- och transportkostnaderna för olika volymer. Dessa stiger i takt med att allt mer svåravverkad skog på allt längre avstånd från fabrikerna måste tas i anspråk. Det maximala utbudet V_U är bestämt av statens ransonerings av skogsbestånden i enlighet med ett långsiktigt avverkningsprogram. Efterfrågekurvan rangordnar industrins anläggningar efter betalningsförmåga för virke. Om tekniken är kapitalbunden kommer det i kortsiktig jämvikt att finnas en skillnad i betalningsförmåga mellan mest och minst effektiva

¹ Den korta tidssikten här motsvarar således den "kort-korta" tidssikten i kapitel 2. Den medelfristiga tidssikten är ett mellanfall mellan den "kort-korta" och den "kort-långa" sikten.

produktionsenhet som motsvarar kapitalkostnaden för att investera i bästa teknik.¹



Figur 4:1.

I skärningspunkten A är utbud och efterfrågan lika stora, motsvarande virkesvolymen V^* , vid samma pris, p . A är alltså en jämviktspunkt för virkesmarknaden. I figuren krävs en relativt stor höjning av virkespriset, d.v.s. av industriens marginella betalningsförmåga, för att jämviktsvolymen skall bli lika stor som det maximala utbudet V_U .

De kort- och medelfristiga modellerna efterliknar denna bestämning av pris och kvantitet på virkesmarknaden. Modellutformningen baseras på att virkesmarknadens uppgift är att allokera en knapp resurs bland flera användare. Denna allokering gör modellerna med optimeringstekniken linjär programmering (LP).

¹ Se W.E.G. Salter (1969).

Med utgångspunkt från ett utbudssamband för virket väljer modellerna de virkesanvändande anläggningar/investeringsprojekt som bör vara i drift/igångsättas. Principen för detta val är att anläggningen/projektet minst skall kunna betala det virkespris som uppkommer när även den är i drift. Den lösning som på detta sätt uppstår är den som ger det högsta möjliga värdet för skogsnäringens samlade bruttovinst, d v s summan av rotnetton i skogsbruket och driftsöverskott i industrin.

En av den ekonomiska teorins grundläggande satser är att en marknadssjämvikt i ren konkurrens, under vissa villkor, innebär en optimal resursallokering och omvänt att en optimal resursallokering ger samma lösning som konkurrensjämvikten. Den formulering som LP-modellerna har givits innebär att deras lösningar även kan tolkas som marknadssjämvikter vid ren konkurrens.

I analysen i kapitel 5 utnyttjas tre olika modellversioner, alla med sina särskilda förtjänster och begränsningar. Den främsta skillnaden mellan modellerna är tidssikten. Den första modelltypen, "1979"-modellerna, är statisk och renodlat kortsiktig. Den andra modellen, "1984", är statisk men medelfristig. Den inbegriper bland virkesanvändarna inte enbart befintliga anläggningar utan även vissa investeringsprojekt. Den tredje modellen, "1979-1993", innehåller tre tidsperioder. I den andra och tredje perioden finns investeringsmöjligheter.

"1979"-modellerna har två huvudsakliga förtjänster. Dels ger de direkta möjligheter till jämförelser mellan modelllösningar och den faktiska marknadssjämvikten. Dels kräver de minst data och har därför kunnat användas för en rikstäckande studie, medan den medelfristiga analysen har begränsats till norra Sverige, norr om Hälsingland och Härjedalen.

Tyngdpunkten i analysen ligger vid "1984"-modellen. Detta är den mest informationskrävande modellversionen och samtidigt den modell som ger de utförligaste och mest precisa resultaten.

"1979-1993"-modellens förtjänst ligger givetvis i dess flerperiodicitet. Medaljens baksida är en lägre detaljeringsgrad.

Modellernas allmänna struktur redovisas i avsnitt 4.2. I avsnitt 4.3 behandlas modellernas data och de överväganden som ligger bakom utformningen av dessa. Till detta kapitel hör appendix 1. I detta redovisas vissa data och härledningar av dessa mera utförligt.

4.2 MODELLERNAS ALLMÄNNA UPPLÄGGNING

4.2.1 Inledning

I en linjär representation av virkesmarknaden måste efterfråge- respektive utbudssambanden beskrivas av trappstegsformigt sjunkande eller stigande funktioner. Höjden på ett trappsteg på efterfrågekurvan visar en anläggnings (del av en anläggnings) betalningsförmåga för virket medan stegets längd visar anläggningens (eller anläggningsdelens) kapacitet. På motsvarande sätt visar steghöjden på utbudskurvan kostnaden för att avverka ett visst bestånd och leverera virket till användaren, medan steglängden anger virkesvolymen i beståndet.

Varje avsats på efterfråge- och utbudstrapporna representeras i LP-problemet av en aktivitet som tillför en viss intäkt till skogsnäringen eller medför en viss kostnad för denna. Utnyttjandet (aktivitetsnivån) av aktiviteterna begränsas av vissa exogent givna anläggningskapaciteter och/eller virkestillgångar. Problemet består i att välja sådana aktivitetsnivåer för efterfråge- respektive utbudsaktiviteterna givet kapacitets- och virkesrestriktionerna att skogsnäringens bruttovinst maximeras.

Inom ramen för denna formulering kan analysen göras mer eller mindre sofistikerad, genom införande av investeringsmöjligheter och skilda tidsperioder, genom särskilda aktiviteter för olika produktionslinjer inom en anläggning, genom att restriktionssystemet byggs ut med ett antal varubalanser, m.m.

Som tidigare nämnts används här flera modellversioner. De främsta skillnaderna mellan modelltyperna framgår av nedanstående sammanställning.

Modell	Antal perioder	Särskiljs anläggningar?	Särskiljs produktionslinjer?	Finns inves- teringsmöjligheter?	Särskiljs andra råva- ror och halvfab- rikat än virke?	Tillämpnings- område
"1979A"	1	Ja	Nej	Nej	Nej	Hela landet
"1979B"	1	Ja	Ja	Nej	Ja	Norra Sveri
"1984"	1	Ja	Ja	Ja	Ja	Norra Sveri
"1979-1993"	3	Nej	Ja	Ja	Ja	Norra Sveri

I det följande avsnittet ges en överblick över modeller-
nas egenskaper och möjlighet att ge relevanta svar på
de frågor som här studeras. I avsnitt 4.2.2 diskuteras
några av de begränsningar som modelltypen sätter för möjlighe-
ten att beskriva de relevanta kostnads- och intäktssammanhangen.
Dessa begränsningar avgör, tillsammans med valet av data och den
specifika modellutformningen, hur väl modellerna är lämpade att
bestämma den optimala allokeringen på virkesmarknaden. I anslut-
ning till denna diskussion jämförs i avsnitt 4.2.3 översiktligt
modellerna med två andra liknande modeller.

Även om modellerna ger ett korrekt besked om vad som är
en optimal lösning innebär inte detta att de korrekt beskriver
virkesmarknaden. För detta krävs att denna liknar en ideal kon-
kurrensmarknad. I avsnitt 4.2.4 diskuteras några av de avvikel-
ser som kan uppkomma och vad de innebär för modellernas använd-
barhet.

I avsnitt 4.2.5, slutligen, redovisas modellernas formella
struktur.

4.2.2 Några allmänna egenskaper hos modellerna

a) Optimeringsmodell

Modellerna ger svar på vilken den optimala lösningen är givet
den målfunktion och de restriktioner som har specificerats.
Flera skogsindustristudier har utförts med simuleringsmodeller
som beräknar konsekvenserna av olika beslut.¹ Optimeringsupplägg-
ningen gör det möjligt att ange vilka de i en viss mening bästa
besluten är. Detta utesluter naturligtvis inte att modellerna

¹ Se t.ex. Lönnstedt, Randers (1979)

kan, och är ämnade att, användas för simuleringar av konsekvenserna av olika beslut och beslutsstrategier.

Utmärkande för modellerna är vidare att de ger lösningar som sammanfaller med de marknadsjämvikter som genereras av en ekonomi i ren konkurrens eller av en planeekonomi som styrs så att samma resultat erhålles som i ren konkurrens. Modellerna beskriver således en virkesmarknad utan några oligopolistiska eller oligopsonistiska inslag.

b) Frånvaro av koncerndimension

Modellerna optimerar produktion och investeringar för hela branschen utan hänsynstagande, med undantag för vissa tekniska kopplingar, till de ägandesamband som finns mellan vissa anläggningar. Givetvis finns det en rad företagsspecifika faktorer som bör beaktas i en samhällsekonomisk kalkyl, t.ex. skickligheten hos respektive företagsledning. Frånvaron av koncerndimension torde dock ha större betydelse för modellernas prognosförmåga än för förmågan att finna optimala lösningar. Vissa skillnader mellan företagen kommer dessutom till uttryck i modellerna. Urvalet av investeringsalternativ och begränsningarna av dessa återspeglar sålunda bl.a. försäljningsorganisationernas kompetens för olika produktslag.

c) Tiden

De enperiodiska modellerna har ingen tidsdimension. Periodlängden har ingen annan betydelse för resultaten än att den bestämmer produktionsvolymernas skala. I den flerperiodiska modellen har tiden införts, men endast på ett begränsat sätt. De tre perioderna följer på varandra i den bemärkelsen att kapacitetsutnyttjande och investeringar i en period bestämmer kapaciteten i efterföljande period. Alla beslut tas emellertid vid en tidpunkt, vid den första periodens början.

Modellerna är deterministiska, d.v.s. de baseras på fullständig säkerhet.¹

d) Partiell jämvikt

Den jämvikt som etableras i modellerna är endast partiell. För att etablera en allmän jämvikt krävs en modell som tar hänsyn till alla de interdependenser som finns mellan virkesmarknaden och den övriga ekonomin.

Modellernas partiella natur är en begränsning eftersom skogsnäringen är en dominerande agent på flera av de marknader på vilka den opererar. Eftersom utbudet av primära produktionsfaktorer, med undantag för ved, och efterfrågan på skogsindustriprodukter antages vara perfekt elastisk, ger modellerna ingen mekanism för en växelverkan mellan skogsnäringen och den övriga ekonomin.²

¹ Antagandet om fullständig säkerhet kan ersättas med antagande om risk där förväntningsvärdena är kända. Räntekravet kan sättas så att en viss riskkompensation ges.

Denna tolkning är rimlig för de två medelfristiga modellerna. Den leder dock till en paradox för den flerperiodiska modellen. Finns det någon form av osäkerhet kan det inte vara optimalt att, som i denna modell, fastställa produktion och investeringar för samtliga perioder på en och samma gång. När investeringsbeslutet skall tas är det emellertid nödvändigt att göra sig en bild av vilka beslut om investeringar och produktion som kommer att fattas vid senare tidpunkter. Betraktad som en modell för att bestämma investeringarna i den första period dessa kan påverkas givet i modellen bestämda förväntningar om senare perioders investeringar, är treperiodsmodellen konsistent med antagandet om risk.

² Det finns flera sätt att utvidga analysen så att samspelet med övriga delar av det ekonomiska systemet beaktas.

En metod är att göra liknande konstruktioner som för vedutbudet, d.v.s. trappstegsformiga utbuds- eller efterfrågesamband, även för andra varor. Detta ställer dock stora krav på beräkningskapacitet och på tillgång till elasticitetsdata. En andra möjlighet är att lösa modellen tillsammans med en allmän jämviktsmodell för hela ekonomin (se t.ex. flersektormodellen i L. Bergman, A. Por (1979)). Kopplingen kan antingen göras genom iterativa simuleringar eller genom att LP-modellen för skogsnäringen löses för varierande prisförutsättningar och på basis av dessa resultat en produktions- eller kostnadsfunktion estimeras som införs i den allmänna jämviktsmodellens ekvationssystem. Se J. Griffin (1977). Ett tredje sätt, slutligen, är att med vanlig känslighetsanalys studera modellens rimlighet.

De variationer i skogsindustrins storlek som kommer att göras här är dock relativt små, varför antagandet om perfekt elasticitet förefaller acceptabelt.¹

e) Linjäritet

Modellerna är linjära i sina endogena variabler (aktivitetsnivåerna). Den enskilda aktivitetens åtgångs- och produktions- tal påverkas inte av den omfattning i vilken aktiviteten utnyttjas. Det innebär att skalfördelar och odelbarheter inte förekommer i intervallet under en kapacitetsrestriktion.² Där- emot kan aktiviteter som producerar samma slutprodukt (eller t.ex. levererar samma vedråvara) ha olika åtgångstal som avspeglar skalskillnader vid fullt kapacitetsutnyttjande av respektive aktivitet (respektive skillnader i avverknings- och transport- kostnader vid olika utbudsvolym).

¹ För en diskussion av antagandet om helt elastisk efterfrågan på skogs- industrins slutprodukter, se appendix 1.

² Avsaknaden av skalfördelar och odelbarheter ger upphov till tre slags problem:

För det första kan investeringar genomföras som är betydligt mindre än den optimala skalan för en anläggning trots att åtgångstalen motsvarar en sådan. Om investeringen blir något mindre eller större än vad som mot- svaras av ett helt antal optimala anläggningar är detta ett mindre problem eftersom skalfördelar respektive nackdelar troligen är små i intervall nära den optimala nivån.

Det andra problemet är att aktiviteter som endast delvis utnyttjar en ka- pacitet kommer att ha samma styckkostnader som aktiviteter med fullt ka- pacitetsutnyttjande. Detta drabbar emellertid endast ett fåtal aktiviteter. Det minskar dock precisionen i modellresultaten något, eftersom den eller de marginella produktionslinjer som endast delvis utnyttjas eventuellt bör betraktas som helt nedlagd och i vart fall har belastats med för låga fasta kostnader.

Det tredje problemet är av en delvis annan karaktär. Olika produktions- linjer inom en anläggning har gemensamma kostnader. Om en produktlinje inte utnyttjas faller en större del av samkostnaderna på de linjer inom anläggningen som förblir i drift. För att i görligaste mån minska detta problem har vissa speciellt utsatta aktiviteter, t.ex. för torkning av massa i ett integrerat pappersbruk, endast belastats med sina särkostna- der. I ett fall utnyttjas flera uppsättningar aktiviteter för alternativ med olika produktionssammansättning.

f) Beskrivningen av strukturomvandlingsförloppet

Modellernas produktionsaktiviteter är (med undantag för den flerperiodiska modellen) specifika för enskilda anläggningar. På detta sätt kommer effektivitetsspridningen mellan anläggningar till uttryck.

Investeringar görs om saluvärdet överstiger de rörliga kostnaderna plus investeringskostnaden. Existerande anläggningar tas ur drift först när de rörliga kostnaderna per producerad enhet överstiger saluvärdet. Det är alltså endast undantagsvis optimalt att enbart utnyttja den mest effektiva tekniken.

Priserna på branschens slutprodukter är exogent givna. Företagen antages operera på en världsmarknad där den är pristagare. Introduktionen av teknik med en totalkostnad som understiger färdigvarupriset kommer därför inte att leda till prissänkningar utan till att kvasiräntor skapas eller ökas för resurser som är begränsade. Hela vinsten av effektivitetsförbättringen övervältras alltså "bakåt" mot resursägarna.¹

Tekniken beskrivs av fixa produktionskoefficienter. I de båda medelfristiga modellerna finns dock vissa substitutionsmöjligheter inom, och inte enbart mellan, anläggningarna. Inom en anläggning kan utnyttjandet förändras eller utbyggnad ske av enskilda produktionslinjer. I vissa fall är det möjligt att välja mellan olika produktionsaktiviteter som utnyttjar samma produktionskapacitet, d.v.s. olika sätt att använda samma produktionsutrustning. Det krävs inte nyanläggning av ett helt integrerat pappersbruk för att introducera en ny fibersammansättning i produktionen av en viss papperstyp. I stället kan befintliga pappersbruk ändra sina inköp av massa från andra bruk, och/eller minska/öka produktionen vid egna massalinjer.

I en studie² av den svenska industrin uppskattas vardagsrationaliseringar, d.v.s. mindre stegvisa produkt- och process-

¹ I detta avseende skiljer sig denna beskrivning av strukturomvandlingen från Saltermodellens (W.E.G. Salter (1969)). I Saltermodellen pressas priset på slutprodukten ner i nivå med den totala styckkostnaden i en ny anläggning.

² B. Carlsson, E. Dahmén, A. Grufman, M. Josefsson, J. Örtengren (1979), s. 135-186.

förbättringar ha bidragit med 70 procent av den s.k. teknikfaktorn 1965-1974. Det är givetvis inte möjligt att representera alla sådana rationaliseringsmöjligheter enskilt i aktivitetsform. Det skulle kräva en modell och en informationsbas av astronomisk storlek. Däremot kan exogena förändringar göras i aktiviteter som representerar framtida produktion. Detta har gjorts i begränsad utsträckning i modellerna (vissa vedåtgångstal m.m.).

Frånvaron av framtida teknisk utveckling och begränsningen av antalet substitutionsmöjligheter innebär en underskattning av det täckningsbidrag till virkesråvara och kapacitet som branschen förmår generera. Det innebär också en underskattning av anläggningarnas livslängd, eftersom en fabrik har fler möjligheter än vad som ges i modellerna att förändra produktionen och därmed uppskjuta en nedläggning.

De tekniska förändringarna ändrar emellertid täckningsbidraget endast i den utsträckning som de leder till en annan kostnadsutveckling än för utländsk prisledande industri. En kostnadssänkning som motsvaras av en lika stor prissänkning leder till ett oförändrat täckningsbidrag. Det kan därför vara rimligt att koncentrera analysen till större strukturförändringar som kan förmodas ge större spelrum för att påverka lönsamheten.

Utrymmet för att anpassa en anläggning till ändrade förhållanden synes heller inte vara så stort att inte den relativa effektiviteten ett år skulle ha ett förklaringsvärde för att avgöra vilka anläggningar som kommer att läggas ned under en följande period. Detta framgår av den nedanstående tabellen.

De fristående massaenheterna 1965 och 1976 har grupperats i nedlagda respektive icke nedlagda vid en viss tidpunkt.¹

¹ För 1965 års enheter nedlagda (14 stycken) respektive ej nedlagda (45 stycken) före 1972. För 1976 års enheter nedlagda eller nedläggningsbeslutade (11 stycken) respektive ej nedlagda (30 stycken) i oktober 1978. Data har inhämtats ur Industristatistikens primärmaterial 1965, 1972 och 1976. Endast ett fåtal enheter lades ned högkonjunkturåren 1973-1975, vilket är orsaken till att materialet från 1972 ej har utnyttjats.

Medelvärde och standardavvikelse för driftskostnadernas andel av saluvärdet har beräknats för respektive grupp. Dessa värden återges i tabellen.

Tabell 4:1 Driftskostnadernas andel av saluvärdet. Medelvärden och standardavvikelser.

	<u>I drift</u>		<u>Nedlagda</u>	
	Medelv.	Stand.avv.	Medelv.	Stand.avv.
1965	0,82	0,11	0,91	0,14
1976	0,75	0,09	0,89	0,22

De anläggningar som senare kom att läggas ned hade i genomsnitt lägre relativ effektivitet än de fabriker som var kvar i drift. Spridningen är dock förhållandevis stor, speciellt vad gäller nedlagda enheter. De fabriker som var i drift i oktober 1978 hade genomgående haft hög effektivitet 1976, medan de fabriker som var nedlagda eller nedläggningsbeslutade härrörde från ett brett intervall på den relativa effektivitetsskalan.¹ Med

¹ 1965 tycks den relativa effektiviteten för de nedlagda anläggningarna ha varit exceptionellt hög, att döma av en studie av Carl-Gustaf Ivarsson och Birgitta Juås (1972). I denna har driftsöverskottens andel av saluvärdet enligt Industristatistikens primärmaterial studerats för fristående sulfitbruk (vilket var den dominerande kategorin bland nedlagda fabriker 1966-1971). I studien redovisas följande data för de sulfitenheter som lades ned under 1960-talet:

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
Antal anläggningar:							
Över medianen för alla sulfitbruk	3	2	1	0	2	5	1
Under medianen för alla sulfitbruk	5	6	6	7	5	2	3

En majoritet av de nedlagda anläggningarna låg alltså under medianen samtliga år utom 1965. Enligt Ivarsson och Juås beror detta på att effektivitetsspridningen mellan de nedlagda anläggningarna detta år var liten och koncentrerad nära medianen.

den relativa effektiviteten 1976 var det således möjligt att utmönstra en del av de anläggningar som skulle komma att läggas ned. För att utmönstra *alla* hade krävts en analys som gick utöver driftsöverskottsdata.

Sammanfattande bedömning

Den ovanstående genomgången visar att modelltypen har flera svagheter som begränsar möjligheterna att återge de relevanta ekonomiska sambanden som gäller för virkesmarknaden. Den främsta begränsningen torde vara linjäritetsförutsättningen.

Samtidigt har modelltypen väsentliga förtjänster. Som tidigare nämnts möjliggör den enkla ekonomiska tolkningar. Vidare möjliggör den användandet av en mängd olika typer av data, allt efter önskad detaljeringsgrad, och kan därför också ge informationsrika resultat. Som i någon mån framkommer ovan kan betydelsen av de begränsningar modelltypen har reduceras på olika sätt. Det som i första hand begränsar modellresultatens giltighet och tillförlitlighet, när det gäller optimal allokering på virkesmarknaden, torde därför inte vara modelltypen utan data.

4.2.3 Jämförelse med två andra modeller

Den svenska skogsnäringen har penetrerats i många studier. I flera av dessa har linjär programmeringsteknik utnyttjats. Två modeller har redovisats offentligt, nämligen Statens Industriverks (SINDs) sågverksmodell¹ och Skogshögskolans (Sten Nilssons) modell.²

Dessa modeller och mina modeller har både släktdrag och särdrag. I nedanstående uppställning belyses några av de skillnader som finns mellan modellerna. Det bör påpekas att sammanställningen, som tar fasta på ett fåtal aspekter, inte gör någon av modellerna full rättvisa.

¹ Statens Industriverk (1977), P.-Å. Wendenius, L. Hansson

² S. Nilsson (1980), S. Nilsson (1981), S. Nilsson (odat.).

	<u>SIND</u>	<u>Skogshögskolan</u>	<u>Hultkrantz</u>
Antal regioner	1	16	3
Perioder	1	1 (3 genom iterativa simuleringar)	1-3
Virkesutbud (i norra och mellersta Sverige)	Oelastiskt	Trappstegsformat utbudssamband (3 steg)	Trappstegsformat utbudssamband (5 steg)
Beskrivning av vedefterfrågan	Fåtal aktiviteter	Anläggningar och produktionslinjer, "ingenjördata"	Anläggningar och produktionslinjer, Industristatistikens data
Beskrivning av sågtimmer-efterfrågan	Särskild "postningsmodell" för att beräkna betalningsförmåga för olika dimensioner, kvalitet och träslag	Skilda efterfrågeaktiviteter för tall och gran	Sågverkens nettoförbrukning av träråvara är exogen avdragspost från virkesutbudet
Modellstorlek	?	60 CPU ¹⁾	1-5 CPU ¹⁾

1) Tidsenhet för behandlingstid i centralt datorminne.

Skogshögskolans modell är den mest omfattande. Denna modell ger mycket informationsrika resultat. Nackdelen med detta är ett stort krav på maskinell behandlingstid. Den ekonomiska tolkningen av resultaten är något mer komplicerad än för övriga modeller beroende på dels ett självförsörjningskrav, dels restriktioner som begränsar avsättningen av skogsindustriprodukter.

SIND-modellens förtjänst ligger framför allt i den utförliga beskrivningen av efterfrågan på olika typer av sågtimmer.

Mina modeller är avsedda att ge relativt precisa bestämningar av vedförbrukningen till en så låg lösningskostnad att det är möjligt att göra ett stort antal körningar med varierade förutsättningar.

4.2.4 Optimala lösningar och faktiska marknadsjämvikter

För att modellerna skall avbilda verkliga marknadslösningar krävs inte endast att de samhällsekonomiskt relevanta kostnads- och intäktssambanden är beskrivna i modellerna utan även att virkesmarknaden genererar samhällsekonomiskt effektiva lösningar. Om så är fallet ger de medelfristiga modellerna betingade prognoser för virkesmarknaden.

Det finns emellertid åtskilliga skäl till att den svenska virkesmarknaden kan tänkas ge inoptimala lösningar.

På utbudssidan kan det av en rad orsaker uppkomma diskrepanser mellan den privatekonomiska och samhällsekonomiska lönsamheten att avverka ett visst bestånd. Inflation, skattesystemets utformning, detta i kombination med ogynnsamma ägandeförhållanden (skog ägd av löntagare, dödsbon m.m.), kartellbildning på ägarsidan, beredskap för eventuella ändringar i skogspolitiken är några tänkbara anledningar.¹

Å andra sidan kommer en del av de bestånd som inte avverkas enligt en modellösning ändå att avhuggas, eftersom vissa skogsägare väljer att använda överskott från bättre bestånd till att täcka kostnaderna för att avverka icke lönsamma bestånd. Särskilt betydelsefullt är att Domänverket, av uttalade regionalpolitiska skäl, enligt sin plan för 1980-1984² räknar med att fortsätta att avverka så mycket underskottsskog att verkets två nordligaste regioner (Luleå och Umeå) totalt kommer att redovisa underskott. Domänverkets årliga uttag i norra Sverige planeras till knappt 4 miljoner m³ fub, varför detta kan innebära att kanske 0,5-1 miljon m³ fub underskottsskog varje år avverkas, d.v.s. en betydande kvantitet.

Även på efterfrågesidan finns faktorer som kan bidra till samhällsekonomiskt inoptimala lösningar. Antalet köpare är få och samarbetet dem emellan är ofta betydande. Enligt teorin

¹ För en diskussion av dessa problem, se Virkesförsörjningsutredningen (1981).

² Domänkoncernens femårsplan 1980-1984 (1979). Se även Skogsstyrelsens remissvar (1980) och Domänverkets svar på detta (1980).

för monopsonistiska marknader¹ kan detta leda till en lägre avverkningsvolym än vid ren konkurrens och/eller till ett lägre genomsnittspris än marginalkostnaden/marginalpriset.

I den inbördes konkurrensen/spelet mellan olika skogsindustri-företag och mellan dessa och andra intressenter, t.ex. staten, kan företagen välja strategier som inte är samhällsekoniskt optimala. Ett exempel är det beteende som kan följa på den reglering av skogsindustrins utbyggnader enligt byggnadslagens paragraf 136a. Den praktiska tillämpningen av denna är att branschen ålagts en virkesrestriktion på företagsnivå. Det kan därför t.ex. finnas anledning för ett företag att driva en anläggning vidare några år trots att den ger driftsunderskott. Ett annat möjligt exempel är att ett företag som vill avyttra en lönsam anläggning inte finner köpare, eftersom en nedläggning av fabriken skulle innebära lägre vedpris och därmed högre lönsamhet för konkurrentföretagen (detta är en variant av monopsonistens lägre virkesförbrukning).

Vanligen förekommer på marknaden för massaved inte ett enda pris utan ett prisspektrum.² Marknaden är segmenterad i delmarknader som köpare och säljare opererar på samtidigt. En sådan prisspridning kan t.ex. uppkomma därför att säljaren värdesätter en jämn avverkningstakt medan köparen värdesätter flexibilitet i vedleveranserna. Denna prisfördelning kan vara optimal även ur samhällsekonomisk synpunkt. Segmenteringen kan också vara en följd av att köparen är stark nog att genom prisdiskriminering exploatera hela eller delar av rotnettot. Även detta kan vara förenligt med samhällsekonomiskt optimal marknadsjämvikt.

Slutsatsen av det ovanstående är att modellernas resultat inte utan vidare kan användas för förutsägelser. Modellernas förtjänst ligger i stället i deras normativa karaktär, i att de gör det möjligt att bestämma vad som är samhällsekonomiskt effektiva lösningar. Jämförelser mellan modellresultat och verkligt utfall blir inte mindre intressanta än för en prognosmodell, men får en delvis annan innebörd.

¹ En utförlig diskussion av detta återfinns i L. Wohlin (1970), s. 132 ff.

² Detta fenomen och dess orsaker diskuteras av K. Jungenfelt (1980), s. 22 ff.

4.2.5 Matematisk formulering av modellerna¹

Nedan presenteras den allmänna uppläggningsen av modellerna i enperiods- respektive treperiodsfallet. Formuleringen i enperiodsfallet är tillämplig på såväl de enklare som de mer sofistikerade enperiodiska modellversionerna.

Maximeringsproblemet

Det finns fyra typer av aktiviteter i modellerna: produktion, tillförsel till branschen (av olika produktionsfaktorer), utbud av ved samt investeringar. Varje aktivitet består av en varuvektor. Positiva element i en sådan betecknar tillförsel/produktion av olika varor när aktiviteten utnyttjas på enhetsnivå och negativa element motsvarande förbrukning. Tillförselaktiviteterna är gemensamma för hela branschen. En enskild produktions- eller investeringsaktivitet kan beskriva en hel anläggning, en del av en sådan ("produktionslinje") eller, i treperiodsmodellen, alla produktionslinjer av samma typ i branschen. Det kan finnas flera produktionsaktiviteter som betecknar olika sätt att utnyttja samma anläggning/produktionslinje.

Modellerna har fyra typer av varor - primära produktionsfaktorer (råvaror, arbetskraft m.m.), anläggningsspecifika halvfabrikat (som inte kan transporteras från en anläggning), övriga halvfabrikat (som kan levereras till andra anläggningar i branschen och eventuellt även "exporteras" från regionen) och slutprodukter (som enbart går på "export").

¹ För en enkel introduktion till LP, dualitet, Simplexmetoden och den ekonomiska tolkningen, se t.ex. W.J. Baumol (1972), kapitel 5 och 6.

Tillförseln av primära produktionsfaktorer ombesörjes av tillförselaktiviteterna. Dessa levererar, när de utnyttjas på enhetsnivå, en enhet av respektive produktionsfaktor till ett enhetspris. För varje sådan vara utom för vedråvara finns endast en tillförselaktivitet, vilket innebär att utbudet är fullständigt elastiskt med avseende på priset. För vedvara¹ finns flera aktiviteter med olika enhetspriser som dessutom var och en är kapacitetsbegränsade. Inom ett kapacitetsintervall är virkesutbudet fullständigt priselastiskt men över flera intervall är elasticiteten begränsad. Utbudskurvan är alltså trappstegsformigt stigande.

Halvfabrikaten och slutprodukterna produceras av produktionsaktiviteterna. Varje produktionsaktivitet kan förknippas med produktion av ett eller flera halvfabrikat och/eller en slutprodukt.

Utnyttjandet av aktiviteterna begränsas av varubalanskrav och kapacitetsrestriktioner. Med investeringsaktiviteterna kan de kapaciteter som begränsar produktionsaktiviteterna ökas.

I det flerperiodiska fallet kopplas perioderna till varandra via särskilda kapacitetslänkar. Dessa för vidare den del av en kapacitet som utnyttjas under en period till nästa.

Periodlängden är i enperiodsfallet ett år. I treperiodsmodellen är perioderna fem år långa.

¹ Modellerna har flera vedvaror; dessa levereras av vedutbudsaktiviteterna i fixa kombinationer.

Givet restriktionssystemet maximerar modellerna nuvärdet av skogsnäringens bruttovinst, d.v.s. produktsumman av aktivitetsnivåerna och en prisvektor.

Nedan formuleras först det primala och därefter det duala problemet. Dualvariablerna anges i det primala problemet inom parentes för de restriktioner de motsvarar.

Variabellista

Index

Perioder (i tre-periodsmodellerna)	$t = 1, 2, 3$
Produktionsaktiviteter	$j = 1, 2, \dots, J$
Tillförselaktiviteter	
a) vedutbudsaktiviteter	$r = 1, 2, \dots, R_1$
b) övriga	$r = R_1+1, R_1+2, \dots, R$
Varor	$i = 1, 2, \dots, I$
Produktionskapaciteter	$s = 1, 2, \dots, S$

Endogena variabler

$X_j(t)$ = nivå för produktionsaktivitet j i period t

$M_r(t)$ = nivå för tillförselaktivitet r i period t

$Y_s(t)$ = nivå för investeringsaktivitet s i period t

Exogena variabler

K_s = initial produktionskapacitet av typ s

$E_r(t)$ = kapacitet för vedutbudsaktivitet r i period t

$\bar{Y}_s(t)$ = maximal utökning av kapacitet s i period t

$P_j(t)$ = saluvärde i period t när produktionsaktivitet j utnyttjas på enhetsnivå

$W_r(t)$ = kostnad i period t när tillförselaktivitet r utnyttjas på enhetsnivå

$C_s(t)$ = annuitetskostnad när investeringsaktivitet s utnyttjas på enhetsnivå

- U_s = investeringsutgift när investeringsaktivitet s utnyttjas på enhetsnivå
 $a_{ij}(t)$ = produktion respektive åtgång av vara i i period t när produktionsaktivitet j utnyttjas på enhetsnivå (positiva element betecknar produktion, negativa förbrukning)
 $m_{ir}(t)$ = tillförsel av vara i när tillförselaktivitet r utnyttjas på enhetsnivå
 $g_{sj}(t)$ = utnyttjande av kapacitet s när produktionsaktivitet j utnyttjas på enhetsnivå¹
 ρ = räntesats
 θ = antagen livslängd för investeringar vid annuitetsberäkning

Enperiodsmodell

Målfunktion:

$$\text{Max } \pi = \sum_{j=1}^J p_j X_j - \sum_{r=1}^R W_r M_r - \sum_{s=1}^S C_s Y_s$$

där

$$C_s = U_s \left[\frac{\rho}{1 - (1+\rho)^{-\theta}} \right]$$

¹ Flera aktiviteter kan alltså använda samma kapacitet. För de aktiviteter som utnyttjar en viss kapacitet antar g_{sj} ofta värdet ett, men kan i vissa fall anta andra värden (d.v.s. om aktiviteterna representerar utnyttjandealternativ med olika produktionsskala).

Maximanden är en vinstfunktion. Priset på slutprodukten är specifikt för varje produktionsaktivitet, vilket gör det möjligt att använda olika priser för liknande produkter som är tillverkade i olika fabriker. Kostnaderna inbegriper kostnader för avverkning och transport av skogsråvaran, andra driftskostnader än virkeskostnader och kapitalkostnad - annuitet - för nya investeringar. Vinsten är således definierad som bidraget till skogsägare och industrikapacitet, d.v.s. rotnetton plus driftöverskott.

Varubalanser

$$-\sum_{j=1}^J a_{ij}X_j - \sum_{r=1}^R m_{ir}M_r \leq 0 \quad \forall i \quad (\alpha_i)$$

Förbrukningen av en vara (negativa a_{ij}) får inte överstiga produktionen (positiva a_{ij}) och /eller externa inköp.¹

Kapacitets- och investeringsrestriktioner:

$$\sum_{j=1}^J g_{sj}X_j - K_s - Y_s \leq 0 \quad \forall s \quad (k_s)$$

$$Y_s \leq \bar{Y}_s \quad \forall s \quad (y_s)$$

¹ $m_{ir} = 1$ för den aktivitet som levererar en vara som kan köpas externt, utom för vedvaror. En vedutbudsaktivitet kan leverera en "korg" av olika vedvaror, t.ex. barrved (vara 1) och lövved (vara 2). I detta fall gäller att $m_{1r} + m_{2r} = 1$, när r är en vedutbudsaktivitet.

Produktionsaktiviteterna begränsas av de initiala kapacitetstillgångarna och/eller av tillgängliga utbyggnadsmöjligheter.

Virkestillgångsrestriktioner:

$$M_r \leq E_r \quad \forall r = 1, 2, \dots, R, \quad (e_r)$$

Till skillnad från slutprodukter och övriga inputs antages virkesutbudet ej vara perfekt elastiskt. Virkesutbudskurvan byggs upp av ett antal kapacitetsbegränsade tillförselaktiviteter.

Icke negativitet:

$$X_j \geq 0 \quad \forall j$$

$$M_r \geq 0 \quad \forall r$$

$$Y_s \geq 0 \quad \forall s$$

Treperiodsmodell:

Målfunktion

$$\begin{aligned} \text{Max } \pi(3) = & \sum_{t=1}^3 \phi(t) \left\{ \sum_{j=1}^J P_j(t) X_j(t) - \sum_{r=1}^R W_r(t) M_r(t) \right\} - \\ & - \sum_{t=2}^3 \psi(t) \sum_{s=1}^S U_s(t) Y_s(t) \end{aligned}$$

där

$$\phi(t) = (1+\rho)^{-5(t-1)} \sum_{\tau=1}^5 (1+\rho)^{-(\tau-1)}$$

$$\psi(2) = (1+\rho)^{-5}$$

$$\psi(3) = (1+\rho)^{-10} \frac{(1+\rho)^{-10}}{(1+\rho)^{-10} + (1+\rho)^{-15}}$$

Maximanden är nu en diskonterad vinstfunktion. Var och en av de tre perioderna är fem år lång. Investeringar antages kunna göras i början av den andra och tredje perioden och har en maximal livslängd på tio år. Diskonteringsfaktorn för period 3 korrigeras för att kompensera den kortare livslängden för investeringar i denna period.¹

1

För perioden t' , $0 \leq t' \leq T$, $T > 1$, gäller:

$$k_s(t') = \sum_{t=t'}^T (1+\rho)^{-5(t-1)} \left[\sum_{\tau=1}^5 (1+\rho)^{-(\tau-1)} \right] R_s(t)$$

där $R_s(t)$ är den marginella årliga betalningsförmågan för kapaciteten s i period t och $k_s(t')$ är nuvärdet därav i början av period t' vid räntesatsen ρ .

Nuvärdet av investeringsutgiften $C_s(t)$ för att utnyttja en investeringsaktivitet $Y_s(t)$ på enhetsnivå^s beskrivs av

$$Q_s(t) = (1+\rho)^{-5(t-1)} C_s(t)$$

För den marginella investeringen i period t' gäller att

$$Q_s(t') = k_s(t')$$

d.v.s.

$$(1+\rho)^{-5(t'-1)} C_s(t') = \sum_{t=t'}^T (1+\rho)^{-5(t-1)} \left[\sum_{\tau=1}^5 (1+\rho)^{-(\tau-1)} \right] R_s(t)$$

Antag att den förväntade livslängden för en nyinvestering är $T-1$ perioder. Antag vidare att den sista planeringsperioden T följs av ett antal fem år långa perioder som alla ger samma årliga bidrag till kapaciteterna, $R_s(T)$. I detta fall gäller för den marginella investeringen i period t att

$$\begin{aligned} (1+\rho)^{-5(t'-1)} C_s(t') &= \sum_{t=t'}^T (1+\rho)^{-5(t-1)} \left[\sum_{\tau=1}^5 (1+\rho)^{-(\tau-1)} \right] R_s(t) + \\ &+ \sum_{t=T+1}^{T+t'-1} (1+\rho)^{-5(t-1)} \left[\sum_{\tau=1}^5 (1+\rho)^{-(\tau-1)} \right] R_s(T) \end{aligned}$$

Forts. nästa sida

Forts. not 1

Nuvärdet av bidraget under den återstående livslängden efter planeringshorisonten tillkommer som den andra termen i högerledet. Det är med denna term som nuvärdet av investeringsutgiften skall reduceras i en modell utan extra perioder efter planeringshorisonten.

Ett problem är att korrigeringstermen innehåller den årliga ersättningen till kapaciteten i slutperioden, $R(T)$. Denna ersättning är beroende av vilka aktiviteter och vilken nivå för dessa som utnyttjas i slutperioden, vilken i sin tur bl.a. beror av vilka investeringar som genomförs i denna och tidigare perioder. Korrigeringstermen kan alltså inte bestämmas oberoende av den modellösning för vilken termen är indata.

I treperiodsfallet kan emellertid detta problem undvikas. I detta fall är det endast slutperiodens investeringar som missgynnas av den ändliga planeringshorisonten.

För den marginella investeringen i slutperioden gäller vid korrektion:

$$(1+\rho)^{-10} C_s(3) = (1+\rho)^{-10} \left[\sum_{\tau=1}^5 (1+\rho)^{-(\tau-1)} \right] R(3) + \\ + (1+\rho)^{-15} \left[\sum_{\tau=1}^5 (1+\rho)^{-(\tau-1)} \right] R(3)$$

d. v. s.

$$\frac{(1+\rho)^{-10}}{(1+\rho)^{-10} + (1+\rho)^{-15}} C_s(3) = \left[\sum_{\tau=1}^5 (1+\rho)^{-(\tau-1)} \right] R(3)$$

d. v. s.

$$\frac{(1+\rho)^{-10}}{(1+\rho)^{-10} + (1+\rho)^{-15}} \cdot (1+\rho)^{-10} C_s(3) = (1+\rho)^{-10} \left[\sum_{\tau=1}^5 (1+\rho)^{-(\tau-1)} \right] R(3)$$

Investeringsutgiften i period 3 skall således multipliceras med faktorn

$$\frac{(1+\rho)^{-10}}{(1+\rho)^{-10} + (1+\rho)^{-15}}$$

för att den kortare livslängden i jämförelse med en investering i period 2 skall kompenseras.

Varubalanser:

$$- \sum_{j=1}^J a_{ij}(t) X_j(t) - \sum_{r=1}^R m_{ir} M_r(t) \leq 0 \quad \forall i; t \quad \{a_i(t)\}$$

Kapacitetsrestriktioner:

$$\sum_{j=1}^J g_{sj}(t) X_j(t) - \sum_{j=1}^J g_{sj}(t-1) X_j(t-1) - Y_s(t) \leq 0 \quad \forall s; t \quad \{k_s(t)\}$$

$$\sum_{j=1}^J g_{sj}(0) X_j(0) = K_s$$

Investeringsrestriktioner:

$$Y_s(1) = 0 \quad \forall s$$

$$Y_s(t) \leq \bar{Y}_s(t) \quad \forall s; t = 2, 3 \quad \{y_s(t)\}$$

Virkestillgångsrestriktioner:

$$M_r(t) \leq E_r(t) \quad \forall r = 1, 2, \dots, R_1; t \quad \{e_r(t)\}$$

Icke negativitet:

$$X_j(t) \geq 0 \quad \forall j, t$$

$$M_r(t) \geq 0 \quad \forall r, t$$

$$Y_s(t) \geq 0 \quad \forall s, t$$

Blockschema över restriktionsmatrisen

För att ge en översikt över modellens struktur visas nedan blockscheman över restriktionsmatrisen i enperiods- respektive treperiodsfallet.

För tydlighetens skull har matrisen med åtgångstal a_{ij} delats upp i fyra delmatriser som visas i nedanstående figur.

	kapacitetsbundna produktions- aktiviteter	icke kapacitets- bundna produktions- aktiviteter
åtgångstal allmänt	A	B
vedåtgångs- tal	VA	VB

Även matrisen med tillförseltal i inköpsaktiviteterna, m_{ir} , har delats upp:

ej ved- tillförsel	M	
ved- tillförsel		MV

I betecknar nedan en enhetsmatris med ettor i diagonalen och nollor i övriga positioner. $-I$ är en negativ enhetsmatris (minus ett i diagonalen). K_0 är en vektor med de initiala kapaciteterna $K_s(0)$, E en vektor med vedutbudskapaciteterna E_r och $\bar{Y}$ en vektor med de maximala investeringsmöjligheterna $\bar{Y}_s$. För att öka överskådligheten har matrisen med elementen g_{sj} antagits vara en enhetsmatris.

Enperiodsfallet

Varubalanser utan ved	A	B	M			≤ 0
Vedbalanser	VA	VB		MV		≤ 0
Vedtillgång				I		$\leq E$
Kapacitet	I				$-I$	$\leq K_0$
Investeringskapacitet					I	$\leq \bar{Y}$

Förteckning över dualvariabler:

$\alpha_i(t)$ = nuvärdet av den ersättning som erlägges respektive erhålles för den marginellt förbrukade respektive producerade enheten av varan i period t

$k_s(t)$ = nuvärdet av betalningsförmåga för (ersättningen till) den marginella enheten kapacitet s i period t "ärvd" från period $t-1$

$e_r(t)$ = nuvärdet av betalningsförmåga för (ersättningen till) den marginella kapacitetsenheten för vedutbudsaktivitet r i period t

$y_s(t)$ = nuvärdet av betalningsförmåga för den marginella enheten investeringskapacitet s i period t

Enperiodsproblemet

$$\text{Min } D(1) = \sum_{r=1}^{R_1} e_r E_r + \sum_{s=1}^S \left| k_s K_s(0) + y_s \bar{Y}_s \right|$$

u.b.

$$(1) \quad - \sum_{i=1}^I a_{ij} \alpha_i + \sum_{s=1}^S g_{sj} k_s \geq P_j \quad \forall j$$

$$(2) \quad - \sum_{i=1}^I m_{ir} \alpha_i + e_r \geq -W_r \quad \forall r$$

$$(3) \quad y_s - k_s \geq -C_s \quad \forall s$$

$$\alpha_i \geq 0 \quad \forall i$$

$$e_r \geq 0 \quad \forall r$$

$$k_s \geq 0 \quad \forall s$$

$$y_s \geq 0 \quad \forall s$$

Treperiodsproblemet

$$\text{Min } D(3) = \sum_{t=1}^3 \sum_{r=1}^{R_1} e_r(t) E_r(t) + \sum_{s=1}^S \left[k_s(1) K_s(0) + \sum_{t=2}^3 y_s(t) \bar{Y}_s(t) \right]$$

u.b.

$$(1') \quad - \sum_{i=1}^I a_{ij} \alpha_i(t) + \sum_{s=1}^S g_{sj} \left[k_s(t) - k_s(t+1) \right] \geq \phi(t) P_j(t) \quad \forall j, t$$

$$k_s(4) = 0$$

$$(2') \quad - \sum_{r=1}^R m_{ir} \alpha_i(t) + e_r(t) \geq -\phi(t) W_r(t) \quad \forall r, t$$

$$(3') \quad y_s - k_s \geq -\psi(t) C_s(t) \quad \forall s, t$$

$$\alpha_i(t) \geq 0 \quad \forall i, t$$

$$k_s(t) \geq 0 \quad \forall s, t$$

$$e_r(t) \geq 0 \quad \forall r, t$$

$$y_s(t) \geq 0 \quad \forall s, t$$

Tolkning

Det duala problemet minimerar ersättningarna till de exogena resurstillgångarna, d.v.s. tillgångarna av ved, initial produktionskapacitet och investeringskapacitet, givet att dessa ger fullständig kompensation, d.v.s. att ersättningarna motsvarar betalningsförmågan.

Restriktionerna (1) i enperiodsfallet kan skrivas

$$\sum_{s=1}^S g_{sj} k_s \geq P_j + \sum_{i=1}^I a_{ij} \alpha_i \quad \forall j$$

Om g_{sj} är element i en enhetsmatris kan vi skriva

$$k_j \geq P_j + \sum_{i=1}^I a_{ij} \alpha_i$$

Den marginella ersättningen till kapacitet j får alltså inte underskrida den marginella nettointäkten från aktiviteten j (d.v.s. priset på huvudprodukten plus de marginella intäkterna från halvfabrikat (positiva $a_{ij}\alpha_i$) minus de marginella kostnaderna för inputs (negativa $a_{ij}\alpha_i$)).

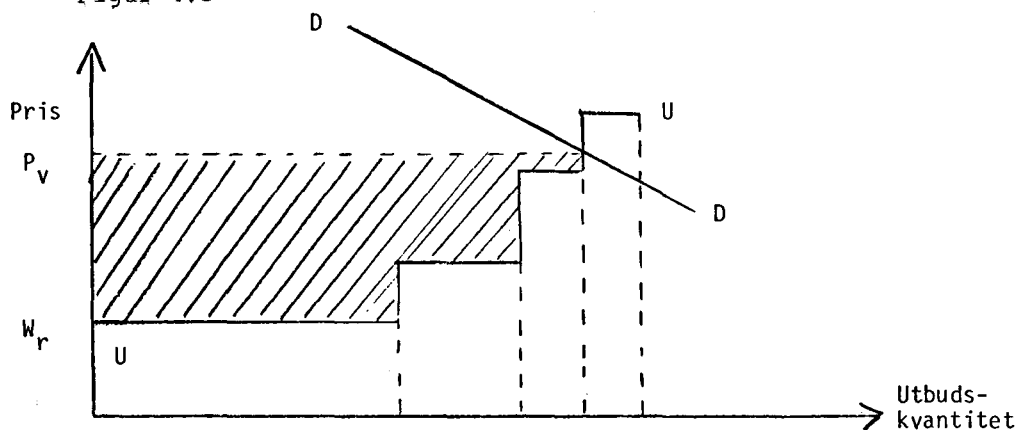
Så snart kapaciteterna för vedutbudsaktiviteterna blir begränsade får dessa en ersättning. Om vara 1 och 2 är vedvarorna kan vi skriva

$$e_r \geq \sum_{i=1}^2 m_{ir}\alpha_i - w_r$$

Den marginella ersättningen till vedutbudsaktivitet r får inte underskrida skillnaden mellan industrins betalningsförmåga för det vedsortiment som bjuds ut och utbudskostnaden.

Industrins betalningsförmåga är oberoende av utbudskostnaden. Differensen däremellan, dvs ersättningen till vedutbudskapaciteterna, minskar därmed för varje utbudsaktivitet omvänt mot avverknings- och transportkostnaderna. Detta illustreras av den nedanstående figuren.

Figur 4:2



Kurvan U-U representerar utbudssambandet och D-D industrins betalningsförmåga för ved. I skärningspunkten upprättas modellens jämviktslösning. Denna innebär ett vägt vedpris

$$P_v = \sum_{i=1}^2 \alpha_i(t) m_{ir}$$

Låt oss slutligen betrakta restriktionerna (3) i enperiodsfallet. Om inga begränsningar funnes för investeringsaktiviteterna så kan industrin omedelbart anpassas till den medelfristiga jämvikt som motiveras av den befintliga branschstrukturen, de tillgängliga investeringsalternativen och det rådande prissystemet. Vi kan då skriva

$$k_s \leq C_s \quad \forall s$$

d.v.s. ersättningarna till varje kapacitet kommer högst att uppgå till kostnaden att utöka kapaciteten. Om betalningsförmågan till en kapacitet, givet av restriktionerna (1), är högre än så kommer kapaciteten att utökas till dess att marginalkostnaderna ökat så mycket att den marginella betalningsförmågan för kapaciteten är just lika stor som investeringskostnaden. Det inses lätt att det i ett system med linjärt representerade samband finns risk för orimligt stora utökningar av vissa kapaciteter. I modellen kan därför övre gränser för expansionen av varje kapacitet specificeras. När dessa begränsningar är effektiva behandlas de som övriga knappa resurser, d.v.s. de tilldelas en ersättning. Olikheten (3) ger:

$$y_s \geq k_s - C_s \quad \forall s$$

d.v.s. ersättningarna till varje investeringsbegränsning skall minst uppgå till skillnaden mellan betalningsförmågan för den marginella kapacitetsenheten och investeringskostnaden.¹

Det som sagts ovan gäller på motsvarande sätt även för det flerperiodiska fallet, med samtliga priser och ersättningar definierade som nuvärden. Restriktionen (1) har dock en extra term.

Om g_{sj} antas vara element i en enhetsmatris kan vi skriva:

$$k_j(t') \geq \phi(t') P_j(t') + \sum_{i=1}^I a_{ij} \alpha_i(t') + k_j(t'+1)$$

Den marginella betalningsförmågan för kapacitet j i period t' är summan av värdet av att använda aktivitet j ytterligare en enhet period t och den marginella betalningsförmågan för kapaciteten i period $t'+1$. Genom att upprepa resonemanget för period $t'+1$ osv erhålles

$$k_j(t') \geq \sum_{t=t'}^T \left[\phi(t) P_j(t) + \sum_{i=1}^T a_{ij} \alpha_i(t) \right]$$

¹ Införandet av investeringsbegränsningar kan leda till svårigheter i den ekonomiska tolkningen av resultaten och de bör därför vara väl grundade. För "1984"-modellen och treperiodmodellens andra period baseras dessa restriktioner på tillgången på färdiga projekt (se avsnitt 4.3.3). De ersättningar till investeringsbegränsningar som kan uppstå kan i dessa fall ses som kompensation för det innehav av industrimark, försäljningsorganisation etc. som möjliggör ett projekt. I period tre i treperiodsmodellen kan en liknande tolkning ges, men denna är mindre välgrundad.

Enligt en av de s k dualitetssatserna har det duala problemet samma optimala värde som det primala problemet. Sammanfattningsvis kan således den vinst som maximeras i det primala problemet tolkas som bidraget till de exogena resurstillgångarna, d v s nuvärdet av summan av industrins driftsöverskott, minus investeringskostnaderna för kapacitetsutökningar, och skogsägarnas rotnetto (definierat som skillnaden mellan virkespris och avverknings- och transportkostnader för varje bestånd).

4.2.6 En not om lösningstekniken

Det program för LP-lösningen som har utnyttjats är NAGs¹ HØIADF (reviderad Simplex) och körningarna har gjorts på Handelshögskolans Prime 400, vilket är en förhållandevis liten dator. Eftersom beräkningstiden och kravet på minnesutrymme ökar snabbt med tilltagande problemstorlek har den flerperiodiska modellens detaljeringsnivå fått begränsas starkt.^{2,3}

¹ Numerical Algorithm Group, Oxford.

² Speciella lösningstekniker för denna typ av flerperiodiska LP-problem har börjat utarbetas. Dessa medför väsentliga reduktioner av lösningskostnaderna. Se A. Propoi, V. Krivonozhko (1978).

³ Treperiodmodellen uppställdes ursprungligen utan begränsningar för investeringsaktiviteterna. Lösningrutinen kunde då inte hantera problemet och i den mån lösningar erhöles var dessa inte korrekta. Orsaken till detta är oklar, trots att NAGs specialister har konsulterats. Problemet visade sig emellertid försvinna när restriktioner sattes för investeringsaktiviteterna (inte nödvändigtvis för samtliga).

4.3 MODELLERNAS DATA

4.3.1 Inledning

Modellerna kräver en rad data för att härleda utbuds- respektive efterfrågesambanden. På utbudssidan måste tillgången till virke i olika kostnadsklasser specificeras. På efterfrågesidan krävs specificering av kapacitetstal, priser på slutprodukter samt åtgångstal och priser för olika inputs. Därutöver måste en räntesats väljas.

Beskrivningen av utbudssambandet baseras huvudsakligen på Domänverkets ekonomiska statistik över den egna skogsmarken. I denna kan man hämta mycket detaljerade uppgifter över kostnaderna för avverkning och leverans av olika bestånd. På grundval av detta har utbudssamband skattats för all skogsmark.

Huvudkälla för industridata är det anläggningsvisa enkätunderlaget till SCB:s industristatistik 1979. Detta har, för norra Sverige, kompletterats med bl.a. kalkylmaterial för investeringar och intervjuer med berörda företag.

För att kunna specificera modellerna krävs att avgränsningar görs av virkesmarknaden. Detta ämne behandlas nedan i avsnitt 4.3.2. Där görs en första viktig avgränsning till marknaden för massaved. Sågverkens timmerförbrukning, eller snarare deras nettoförbrukning av skogsråvara, blir en parameter i modellanalysen. Vidare delas landet in i tre regioner, vilka studeras separat. Områdesindelningen ansluter sig till den gängse i virkesbalansanalys. Slutligen urskiljs tre tidssikter, "1979", "1984", och "1979-1993".

I avsnitt 4.3.3 härleds utbudssambandet. Först bestäms den totalt avverkningsbara kvantiteten, därefter spridningen på olika kostnadsklasser och slutligen görs en uppdelning av virket i varje kostnadsklass på olika typer av råvara.

I avsnitt 4.3.4 härleds efterfrågan. Inledningsvis redovisas de varor som förekommer i modellerna. Därefter redovisas hur data för åtgångstal, priser, kapacitetstal och investeringar har inhämtats och beräknats.

4.3.2 Avgränsningar av virkesmarknaden

Primära/sekundära användare

Träråvara har många olika typer av användningar. Detta framgår av figur 4.3 som visar flödet av industrivirke och brännved 1977. Man ser av figuren att rundvirket fördelas på två huvudsakliga användare, sågverken respektive massa- och pappersindustrin. Nästan hälften av sågtimrets råvaruinnehåll går vidare till massaindustrin, träfiberskive- (wallboard-)industrin och spånskiveindustrin. Vissa mindre kvantiteter rundvirke går direkt till trämöbelvaru- och träförpackningsindustrierna, byggnadssnickeri m.m., men detta är huvudsakligen en statistisk villa. Denna beror på att det finns sågverk i anslutning till vissa produktionsställen i dessa branscher som inte särredovisas. Fanér- och plywoodindustrin är en ytterligare användargrupp. Dess efterfrågan är inriktad mot vissa typer av sågtimmer. Härutöver förekommer en viss vedeldning (som har ökat under senare år), export och import (redovisas inte i figuren).

Skogsindustrins primära förädlingsled kan definieras som de anläggningar som förädlar timmer (d.v.s. sågverk, hyvlerier, fanér- och plywoodindustri) eller vedråvara - i form av rundved, flis eller spån (dvs massaindustrin, träfiberskiveindustrin och spånskiveindustrin^{1,2}). Till massaindustrin får då föras även de pappersbruk som är produktionsmässigt på samma ort integrerade med massatillverkning.³

¹ De två senare benämns fortsättningsvis skivindustrin.

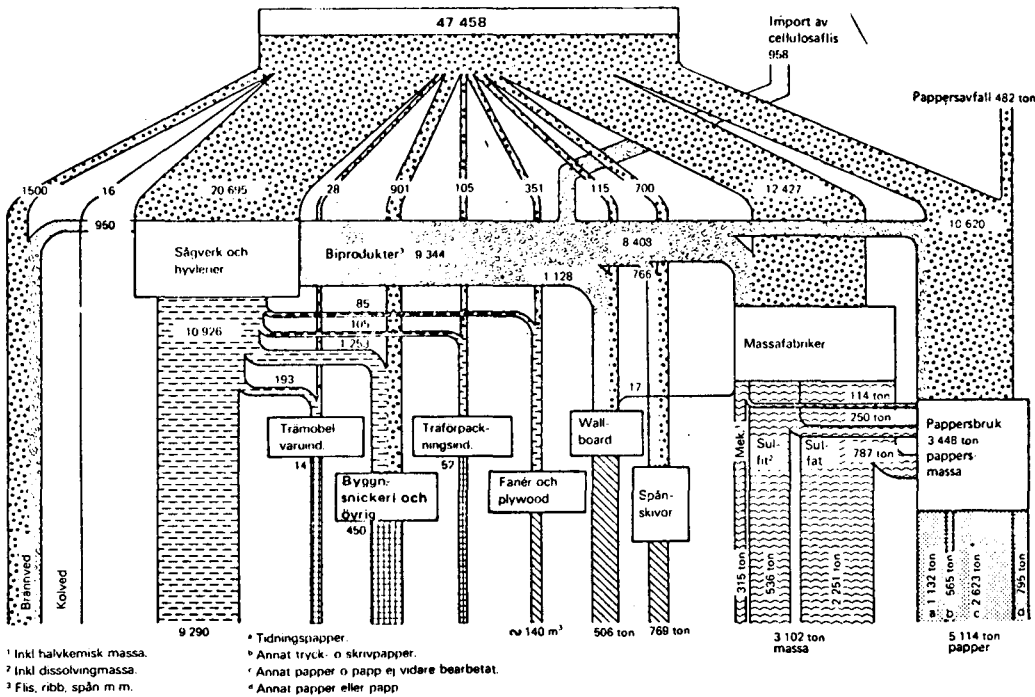
² Användarna av ved, d.v.s. massa- och skivindustrin samt vedeldning, benämns fortsättningsvis ibland massaindustrin m.fl..

³ Denna definition inbegriper vissa enheter som i Industristatistiken redovisas som fristående, t.ex. Karlsborgs, Husums och Holmens pappersbruk.

Figur 4:3

Schematisk bild över förbrukningen av industrivirke och brännved samt produktionsflödet från den svenska skogsindustrin 1977 (1000-tal enheter m^3 f där ej annat anges.)

A schematic figure over the consumption of industrial wood and fuel wood and also the production flow from Sweden's wood industry in 1977 (1000 units m^3 f if not otherwise stated.)



Det sekundära produktionsledet omfattar de enheter som utnyttjar den primära skogsindustrins produkter. För dessa gäller dels att vedkostnadsinnehållet i produktionsvärdet ofta är lågt, dels att de produkter som köps från den svenska primära skogsindustrin utan avsevärd merkostnad även kan köpas från skogsindustri i andra länder.¹ Förändringar på virkesmarknaden får alltså troligen endast begränsad betydelse för det sekundära förädlingsledet och omvänt har detta led endast begränsat inflytande på virkesmarknaden. Den fortsatta analysen är därför avgränsad till skogsindustrins primära förädlingsled.

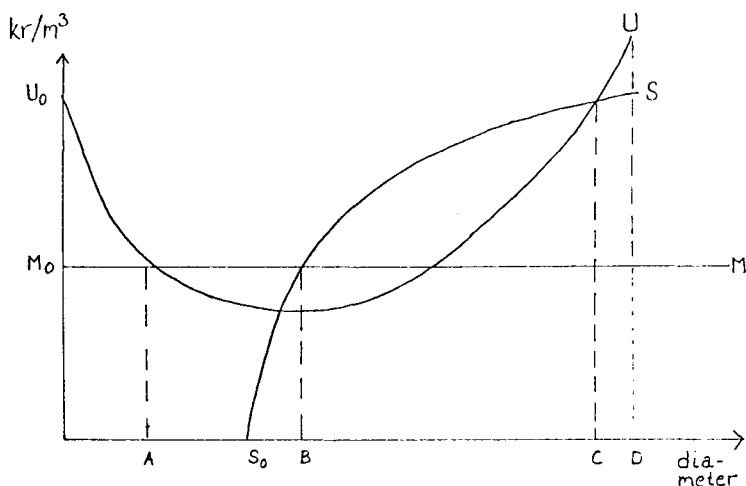
Sågtimmer/massaved

Det finns två huvudsakliga former av skogsråvara, sågtimmer och massaved. Massaved är en förhållandevis homogen vara. Vedpriset är inombreda kvalitets- och dimensionintervall endast beroende av trädslaget. För sågtimmer däremot är priset starkt avhängigt kvalitet och dimension. Beskrivningen av utbud och efterfrågan för sågtimmer ställer därför stora krav på såväl data som modell. Jag har bedömt att nackdelarna med en omfattande modell är så stora och tillförlitligheten i de resultat som kan erhållas är så låg att det är bättre att behandla sågverkens förbrukning av träråvara som en förutsättning för analysen än att bestämma denna endogent.

Denna avgränsning är naturligtvis problematisk eftersom interdependensen mellan marknaden för massaved och marknaden för sågtimmer är stor. Det något paradoxala är emellertid att just eftersom sambandet är så starkt mellan dessa båda marknader, kan massavedmarknaden studeras för sig, ceteris paribus den andra marknaden, utan att felet torde bli så stort. Detta argument utvecklas i det följande.

Skillnaden mellan sågtimmer och massaved kan beskrivas med den nedanstående schematiska figuren över prisbildningen på en marknad för rundvirke av specifikt trädslag och kvalitet.

¹ Lars Wohlin (1970), kap. 1, diskuterar detta närmare.



Figur 4:4

Massaindustrins (m.fl.) betalningsförmåga M_0 - M är i princip oberoende av råvarans dimension. För sågverken finns ett positivt samband S_0 - S .¹

Virkesutbudet U_0 - U beskrivs av en U-formad kurva. För klenta dimensioner är avverknings- och transportkostnaderna höga, för grova dimensioner tillkommer en allt högre kapitalkostnad (väntan).

Sågtimmervolymen i teknisk mening representeras av sträckan S_0 - D . Detta är de dimensioner som sågverken kan använda. Den utnyttjade timmervolymen är dock mindre. Dels har massaindustrin m.fl. en högre betalningsförmåga än sågverken för klenta dimensioner, dels är produktionskostnaden för de grövsta dimensionerna för hög. Sågtimmervolymen i ekonomisk mening utgörs i långsiktig jämvikt därför av avståndet B - C . På motsvarande sätt tillfaller A - B massaindustrin.

¹ Efterfrågesambanden antas vara exogent givna av färdigvarupriser som är satta på en världsmarknad med begränsad möjlighet till inträde. Som framgår av figuren uppstår "övertvinster" på alla intramarginella dimensioner. Slutsatserna i det följande resonemanget ändras inte om fritt marknadsinträde antas.

Om massaindustrins betalningsförmåga höjs minskar sågtimmervolymen. Effekten blir emellertid mindre än vad figuren antyder. När massavedspriset stiger ökar de intäkter sågverken erhåller för de biprodukter de levererar till massaindustrin. Därigenom förskjuts även kurvan för sågverkens betalningsförmåga, S_0 -S, uppåt.

Eftersom sågverken är en betydande producent av träråvara för massaindustrin är denna dämpande effekt stor. Om flis- och spånutbytet är 50 procent leder en liten förändring av massavedspriset till en förändring i nettoefterfrågan med endast 25 procent av förändringen i bruttoefterfrågan vid givet produktpris.

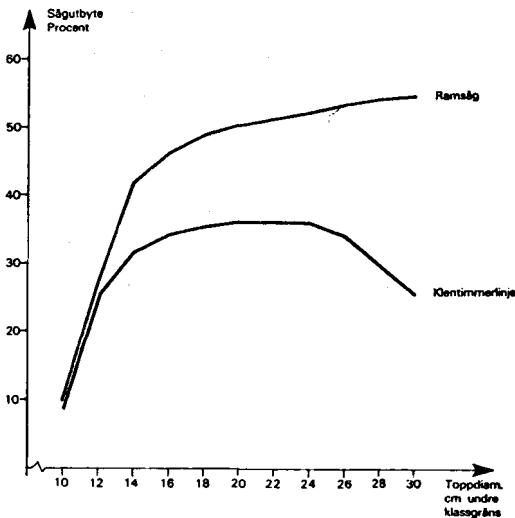
Ett visst underlag för bedömningen av konkurrensförhållandet mellan massaved och sågtimmer finns i den empiriska studie av sågverksindustrin som utförts av Statens Industriverk (1977). I denna har optimala postningar av stockar (d.v.s. sammansättningar av de produkter som kan erhållas) beräknats för fem typsågverk vid ett visst prissystem med hjälp av en särskild optimeringsmodell.¹ Dessa beräkningar har utförts för 34 olika sortimentsklasser. Timmerklasserna, i givna tillgångar, har sedan fördelats på sågverken med en LP-modell. Det sågverk som redovisat högsta betalningsförmåga för ett visst sortiment har tilldelats detta, om inte dess kapacitet redan varit fullt utnyttjad (av andra sortiment för vilket det har ännu högre betalningsförmåga), då timmerklassen i stället tilldelats sågverket med näst högst betalningsförmåga o.s.v. LP-modellen omfattade även aktiviteter för massa- och skivindustrierna samt balanser för icke sågbar barr- och lövved, flis och två typer av spån.

Tyvärr redovisade Industriverkets utredning inte några modellresultat där massavedsprisets betydelse för sågverksindustri-

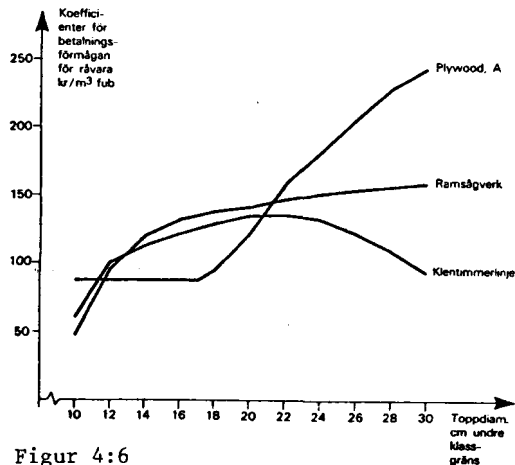
¹ Modellen ägs av en privat konsultfirma (SIKOB) och dess utformning har inte redovisats offentligt. En liknande modell har även utvecklats vid Svenska Träforskningsinstitutet, se L.-G. Johansson (1978).

rin har studerats särskilt. I en körning har visserligen massa-industrins kapacitet utökats, motsvarande 12 respektive 4 procent av den totala tillgången på rundvirke (inklusive timmer) av barr- respektive lövträd. Trots detta ökar emellertid massapriset endast obetydligt. Detta är en följd av att modellens beskrivning av massaindustrin är summarisk.¹

Utredningen redovisar emellertid några intressanta exempel på resultat från postningsmodellen. Dessa återges i de två nedanstående figurerna. Dessa visar det beräknade sågutbytet, d.v.s. andelen sågat virke av sågtimret, för olika dimensioner samt betalningsförmågan för olika dimensioner i två typsågverk och i plywoodindustri. Sågutbytestalen gäller för V-timmer (man skiljer mellan kvaliteterna O/S, V och VI) och betalningsförmågan för gran V. Sågutbytestalen uppges vara typiska för sidobrädesuttagande teknik (ramsågning)² respektive ej sidobrädesuttagande teknik (kientimmerlinje). För O/S-timmer erhålles något lägre utbyten och för VI-timmer något högre, enligt utredningen.



Figur 4:5

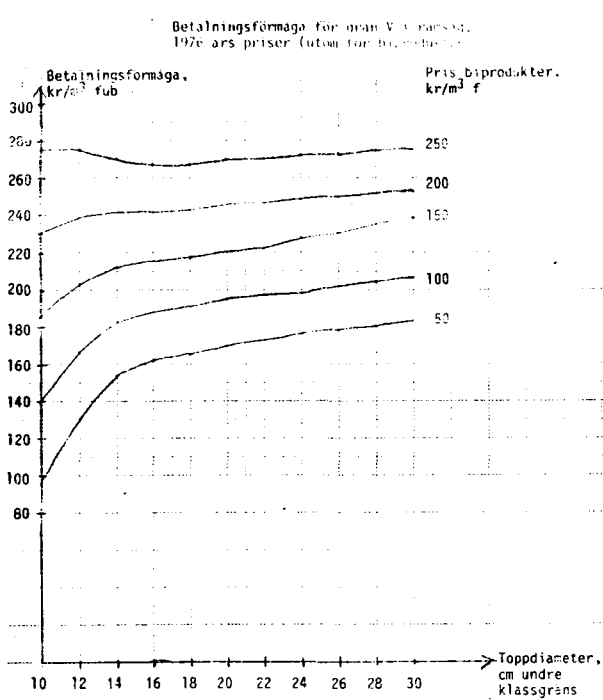


Figur 4:6

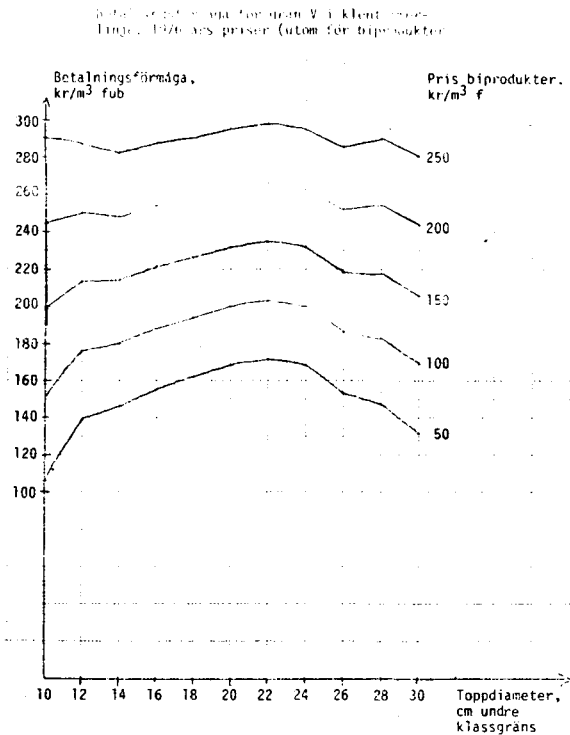
¹ Sulfit- och sulfatindustrierna beskrivs av vardera två aktiviteter. Kapacitetstillskotten leder till att kapacitet 2 i sulfitindustrin, som tidigare bestämt barrvedspriset, slås ur, liksom en stor del av sulfatkapacitet 2, som blir bestämmande för det nya priset. Vedpriset är alltså okänsligt för vedtillgången i mycket stora intervall.

² Ramsågning är den vanligaste tekniken inom sågverksindustrin.

De postningar som ger de redovisade sågutbytena är beräknade för givna förutsättningar beträffande spån- och flispriser. Den angivna betalningsförmågan är emellertid exklusive intäkter från biprodukter. På grundval av de två figurerna är det alltså möjligt att beräkna den totala betalningsförmågan för varje dimension vid olika prisnivå för sågverkens biprodukter. Detta har jag gjort och resultatet återfinns i figurerna 4:7 och 4:8



Figur 4:7



Figur 4:8

Figurerna visar att, inom det breda intervall för priset på biprodukterna vilket kalkylerna är utförda, betalningsförmågan aldrig understiger priset på biprodukterna (först vid ett pris på 300 kr/m³ f understiger ramsågens betalningsförmåga detta pris något för vissa dimensioner).¹ Sågtimmerpriserna flyr massavedspriserna som en skata gäcker en katt!

¹ I en analys där postningarna utförs för respektive nivå på biproduktpriser, och inte som här för en enda nivå, kan den totala betalningsförmågan endast bli högre, inte lägre.

De data som har redovisats har mer karaktär av räkneexempel än av beskrivning av hela sågverksbranschens betalningsförmåga.¹ Här har heller inte gjorts någon bedömning av hur relevanta relativpriserna på olika typer av sågat virke 1976 är för en analys som sträcker sig in på 1980-talet. Jag tar ändå resultatet av dessa kalkyler till intäkt för att göra antagandet att sågverkens timmerefterfrågan är relativt okänslig för massavedspriset. Jag antar således att en kortfristig studie av marknadslösningen för sågtimmer eller för massaved kan göras ceteris paribus jämvikten på den andra marknaden.

Rumsliga delmarknader²

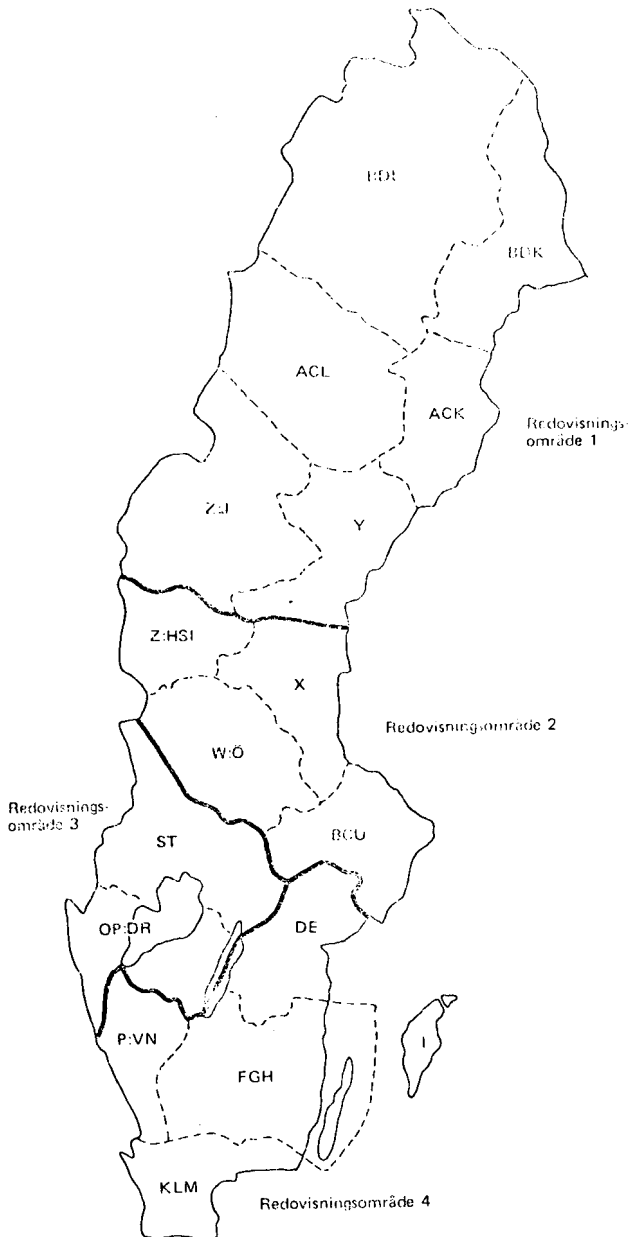
Transportkostnaderna för skogsråvara är betydelsefulla. Trots detta förekommer stadigvarande transporter från den ena ändan av landet till den andra, t.ex. överföringar av massaved från syd- och mellansverige till MoDos anläggningar i Örnsköldsvik. Dessa är emellertid inte mer omfattande än att det är möjligt att dela upp landet i flera regionala delmarknader. Genom att studera dessa separat kan modellomfånget minskas samtidigt som regionala skillnader framhävs.

1973 års skogsutredning begagnade sig av en indelning av landet i tre, i vissa fall fyra, regioner - "redovisnings-" eller "balansområden". Indelningen framgår av vidstående kartbild. Denna visar fyra delområden. Jag kommer här huvudsakligen att utgå från en indelning i tre regioner, där kartans redovisningsområdet 3 och 4 slagits samman till ett enda område 3.

Denna regionindelning har bl.a. den fördelen att den skiljer mellan den del av Sverige där massaindustrin uteslutande är lokaliserad till kusten, d.v.s. där vedtransporterna går i östlig riktning, region 1, och den del av Sverige där massaindustrin är förhållandevis jämnt utspridd över landet, d.v.s. region 3 och 4.

¹ Det ramsågverk för vilket beräkningarna har utförts är ett genomsnittligt sågverk och inte ett i effektivitetshänseende marginalt sågverk. Med tanke på sågverksindustrins förhållandevis plana Salterkurva bör dock den grupp som har en markant sämre effektivitet vara liten (jämför not 1 sid 32).

² Ytterligare synpunkter på regionindelningen ges i appendix 1.



Figur 4:9 Landets indelning i beräkningsområden och redovisningsområden

Tid

Skogsindustrins strukturomvandling är snabb. Få investeringsprojekt har en livslängd på mer än tjugo år, ofta är den betydligt kortare. En analys av branschen blir fort inaktuell. Det är därför viktigt att klargöra dels vilken tidpunkt eller period som studeras, dels när denna tidpunkt eller period studeras. Det senare har betydelse för bl.a. vad som skall betraktas som fasta kostnader. I en analys av den framtida virkesmarknaden får ett nyss beslutat och påbörjat investeringsprojekt en betydligt högre betalningsförmåga för sin råvara än ett likadant projekt som ett företag just står i begrepp att fatta beslut om, eftersom bidragskalkylen är relevant i det förra men inte i det senare fallet.

Den kortsiktiga analysen här baseras på 1979, det senaste år för vilket data ur Industristatistiken har varit tillgängliga.¹ Detta år är av samma anledning basår i analysen, d.v.s. alla priser är om inte annat särskilt anges uttryckta i 1979 års prisnivå.

Den statistiska medelfristiga analysen är inriktad på det framtida år vid vilket de investeringsprojekt som var aktuella för beslut hösten 1980 - våren 1981 kan tas i drift. Alla projekt har naturligtvis inte samma byggnadstid etc., varför denna definition ger utrymme för ett visst godtycke. 1984 kan emellertid sättas som en bortre gräns för när samtliga projekt skulle kunna vara i drift, varför detta år har fått stå som riktpunkt.

Den flerperiodiska analysen utnyttjar tre femåriga perioder med början 1979. Perioderna är alltså 1979-1983, 1984-1988 och 1989-1993. Under den första perioden accepteras ej nya kapacitetsutvidgningar, vilket betyder att industrins struktur kan ändras tidigast från 1984.

¹ Företagen har att lämna sina enkätuppgifter senast den första mars efter redovisningsåret.

4.3.3 Härledning av utbudet¹

Inledning

Utbudssambandet visar hur marginalkostnaden för att förse ved-användarna med råvara varierar med den totalt utbudna volymen. Detta samband bestäms här i tre steg. Utgångspunkten tas i det långsiktiga avverkningsprogrammet. Detta bestämmer den totalt avverkningsbara virkeskvantiteten. Som framgick av kapitel 3 kommer två alternativ att beaktas. Det ena, alternativ V, motsvarar avverkningsnivån under 1980-talet i 1973 års Skogsutrednings alternativ 1. Det andra, alternativ V+, motsvarar avverkningsnivån i det alternativ 1+ som redovisades i kapitel 3.

I nästa steg fördelas det totalt tillgängliga virket på olika kostnadsklasser. I det tredje steget uppskattas tillgången till massaved av lövträd respektive barrträd i respektive kostnadsklass.

Möjliga avverkningskvantiteter

I tabell 4:2 har jag beräknat den netto tillgängliga virkeskvantiten vid de två alternativa bruttoavverkningsnivåerna.

¹ Ytterligare diskussion av detta återfinns i appendix 1.

Tabell 4:3. Möjliga avverkningskvantiteter under 1980-talet i region 1-3.
Miljoner m³ sk och f ub.

	Region 1		Region 2		Region 3	
	V	V+	V	V+	V	V+
Bruttoavverkning, sk	22,650	24,250 ¹⁾	16,700	18,600 ²⁾	30,300	34,300 ³⁾
Reduktioner						
- skog ovan						
- skogsodlingsgrän-	-1,169	-1,250	-0,054	-0,060		
sen, sk						
- övriga avverkn.						
- restriktioner, sk ⁴⁾	-0,322	-0,345	-0,261	-0,291	-0,455 ⁵⁾	-0,515
- ej gagnvirkes-						
dugliga						
dimensioner, sk ⁶⁾	-0,451	-0,483	-0,322	-0,359	-0,395	-0,447
Netto, sk	20,708	22,172	16,063	17,890	29,450	33,338
Netto, f ub ⁷⁾	17,055	18,305	13,196	14,661	23,980	27,216
Tillägg						
- torrskog etc f ub ⁸⁾	0,600	0,600	0,450	0,450	1,150	1,150
Summa maximalt						
tillgängligt virke						
f ub	17,655	18,905	13,586	15,111	25,130	28,366

- 1) Avverkning enligt V plus mellanskillnaden mellan avverkningsnivån i det enskilda skogsbruket i V och V+, 1,6 milj. m³ sk.
- 2) Som not 1, 1,9 milj m³ sk.
- 3) Som not 1, 4,0 milj m³ sk.
- 4) Uppräkning i V+ i proportion till bruttoavverkningen.
- 5) 0,015 x 30,3. Andelen 0,015 är densamma som i region 2.
- 6) BNS räknar med 25 % av dimensionsklassen 0-10 cm. Den relativa dimensionsfördelningen har antagits vara densamma som i Skogsutredningens alternativ 1. Enligt uppgifter från ett norrländskt skogsföretags interna skogstaxering täcker detta avdrag väl även den reduktion som bör göras för lövvirke med en diameter under 8 cm. Det är dock tveksamt om gränsen för gagnvirket skall dras vid 8 cm eller något högre.

Forts. nästa sida

Forts. noter till tabell 4:3

- 7) Omräkningen har gjorts enligt följande formel:

$$T_N (\text{f ub}) = \frac{\frac{S}{T_B} (T_N + K)}{1,2} + \frac{\frac{G}{T_B} (T_N + K) - K}{1,3}$$

där S är slutavverkning, G gallring, T_B bruttoavverkning, T_N dito efter reduktioner och K är reduktionen för klana dimensioner. Formeln förutsätter att hela reduktionen för klana dimensioner drabbar gallringsvirket.

- 8) Dessa tillägg har antagits utgöra 4,2 miljoner m^3 sk, varav 0,3 för avverkningar på Gotland. Hälften av denna kvantitet har antagits vara gagnvirke, utom för Gotland där omvandlingsrelationen antagits vara 1:1,2. Fördelningen är gjord med hänsyn till bruttoavverkningens fördelning över regionerna.

Fördelning på kostnadsklasser

De avverkningsbara kvantiteter som beräknats ovan visar endast storleken av det maximala virkesutbudet. För att kunna bestämma den optimala kvantitet som bör avverkas är det även nödvändigt att känna utbudsfunktionen, d v s de kortsiktiga marginalkostnaderna för avverkning och transport av olika virkesbestånd.

Sådana utbudsfunktioner har, mig veterligt, endast beräknats för norra Sverige, dvs region 1 och 2. De är vidare utförda endast för rundvirke med ej närmare angiven, men varierande, sammansättning av olika typer av skogsråvara.

I södra Sverige är emellertid transportavstånden till fabrik betydligt kortare än vad de är från Norrlands inland till den kustlokaliserade industrin. Andelen svåravverkad mark är betydligt mindre. Som den fortsatta framställningen kommer att visa är redan i region 2 andelen avverkningsbara bestånd med avverknings- och transportkostnader över eller strax under rådande virkespriser låg. Det förefaller således rimligt att i denna analys förutsätta att ut-

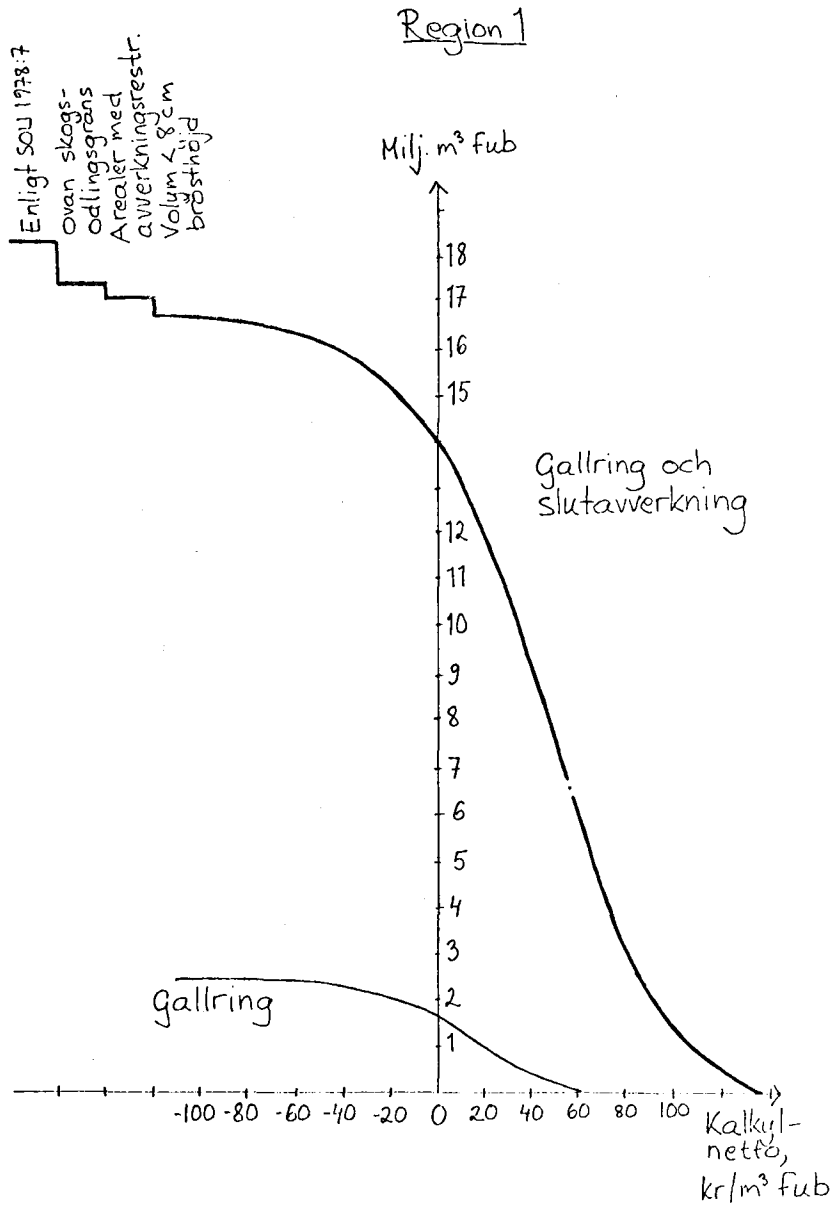
budsfunktionen i södra Sverige är helt oelastisk med avseende på priset.

Aggregeringsgraden är hög i de beräknade utbudssambanden, men som kommer att visas nedan, är det fullt möjligt att utan alltför dristiga antaganden disaggregera så att utbudsfunktioner för massaved kan erhållas.

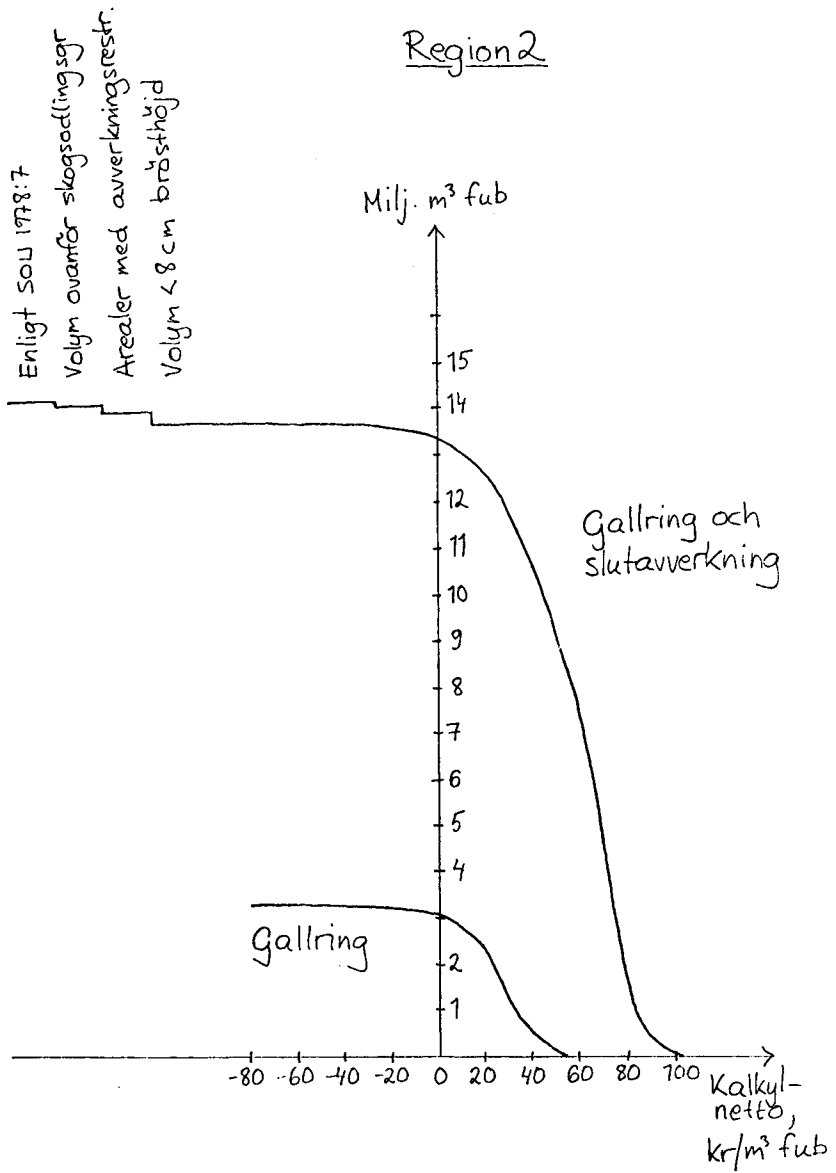
Den senaste¹ skattningen av utbudssambandet för virke i norra Sverige har utförts på uppdrag av NCB i BNS-utredningen.² Utgångspunkten för beräkningarna är Domänverkets omfattande beståndsstatistik. På grundval av denna har s.k. kalkylnetton, d.v.s. nettointäkterna efter vissa kostnader (se nedan), beräknats för verkets samtliga avverkningsmogna bestånd inom respektive region. På detta sätt har en fördelning av avverkningsbara volymer i olika kalkylnettoklasser erhållits. Denna har sedan transformerats till en fördelningsfunktion för samtliga avverkningsbara bestånd i region 1 och 2 genom antagandet att samtliga ägarkategorier, dvs Domänverket, "övriga allmänna", enskilda samt bolag, har samma fördelningsfunktion men med olika medelvärden. Avverkningarna har antagits ge i genomsnitt 10 kr/m^3 fub respektive 20 kr/m^3 fub högre kalkylnetto för bolag respektive enskilda. Genom att väga samman ägarkategoriernas fördelningsfunktioner erhålls den totala avverkningsbara volymens spridning på kalkylnettoklasser. Fördelningsfunktionerna för region 1 respektive region 2 återges i figurerna på de två följande sidorna.

¹ Lars Wohlin (1970), s. 118 redovisar en utbudsfunktion som han konstruerat på basis av data ur 1967 års Virkesbalansutredning.

² Balansutredning Norra Sverige (1980).



Figur 4:10



Figur 4:11

För att ur BNS-sambanden erhålla en traditionell utbuds-funktion är det nödvändigt att känna enhetsintäkten i respektive kalkylnettoklass. Det kommer nedan att göras troligt att större delen av virkesutbudet i klasserna med lågt eller negativt kalkylnetto utgörs av massaved. Eftersom intresset här kommer att vara inriktat mot förhållandevis marginella förändringar av den utbudna kvantiteten kan därför Domänverkets massavedpriser 1979¹ begagnas för att räkna om kalkylnettona till kostnader.

De kostnader som ligger till underlag för beräkningarna av kalkylnetton är kostnaderna för avverkning och transport samt kostnader för föryngring efter slutavverkning och plantering. Till följd av skogsvårdslagens utformning uppfattar skogsägaren den senare posten som direkt avhängig avverkningsbeslutet, varför det kan verka naturligt att ta med dessa i kalkylen. Ur samhällsekonomisk synvinkel är emellertid föryngring en fråga om investering i nya bestånd, något som bör hållas åtskilt från frågan om hur existerande skog utnyttjas. Denna kostnad uppgick 1977/78 till cirka 7,50 kronor per avverkad m³ sk för riket som helhet.²

BNS-kalkylerna utesluter vissa fasta kostnader, t ex kostnader för nybyggnad av skogsbilvägar, vägunderhåll, kostnader för byggande av verkstäder, administrationskostnader, kostnader för planering och utveckling, ränta på bundet kapital, m m. Dessa poster uppskattas av Domänverket till 30-40 kr/m³ sk avverkat virke. Detta är kostnader som,

¹ Detta var enligt uppgift från Domänverket ungefär 130 kr/m³ f ub 1979 (vägt pris barrved/lövved).

² Skogsstatistisk Årsbok 1978, tabell 14.3, s. 167.

inom vissa ramar, kortsiktigt inte påverkas av aktivitetsnivån i skogsbruket.

BNS överskattar således de kostnader som är relevanta på kort sikt men underskattar dem på lång sikt. Med den tidssikt som är aktuell här förefaller det troligt att BNS-sambanden innebär en viss överskattning av kostnaderna.

En annan typ av kritik som kan riktas mot BNS är transformationen av fördelningsfunktionerna för Domänverkets bestånd till fördelningsfunktioner för alla avverkningsbara bestånd i de två regionerna. Som nämndes ovan bygger denna på vissa schablonantaganden. För att bedöma rimligheten i dessa har jag gjort en alternativ transformation för region 1 (se appendix 1). Denna kalkyl ger inte belägg för att BNS förfarande skulle vara felaktigt.

Fördelning på olika typer av råvara

BNS-sambanden visar den avverkningsbara skogsmarkens spridning på kalkylnettoklasser.¹ De visar alltså utbudsförhållandena för en sammansatt produkt av skogsråvara. Efterfrågan är dock inte likartad för alla råvarutyper varför det är nödvändigt att disaggregera utbudet i undergrupper.

¹ Skogsmarkens relativa fördelning på kalkylnettoklasser förutsätts här vara densamma i V- och V+-fallen. Mot detta skulle kunna invändas att möjligheten till ökade avverkningsbara i V+ huvudsakligen skulle ligga på marginal skog. Mycket pekar emellertid på att 1970-talets "underavverkningar" var resultatet av en låg aktivitetsnivå även i det mer lönsamma skogsbruket. Tecken på detta är den relativt låga timmerproduktionen och att en icke föraktlig del av den totala virkesfångsten i Norrland härrörde från Domänverkets och andras avverkningsbara på förlustbringande mark. Den högre avverkningsbara i V+ ligger inte på gallring utan på slutavverkningar.

Av den tidigare framställningen framgår att BNS-sambanden är förhållandevis grovt tillyxade konstruktioner. En findelad urskiljning av olika rundvirkestyper kan uppenbarligen bli mycket godtycklig. Det är alltså inte meningsfullt att driva precisionsgraden i beskrivningen av sågverkens efterfrågan mycket långt. Som tidigare nämnts kommer denna att behandlas som ett direkt avdrag från utbudet. Inte desto mindre är det nödvändigt att göra antaganden om hur sågtimret fördelar sig på olika kalkylnettoklasser.

Massaveden måste uppdelas i barrträdsved och lövträdsved. Lövträdsveden har kortare fibrer och ger därför en massa med andra egenskaper. Även ur eldningssynpunkt är det av värde att särskilja lövved och barrved.

Egentligen finns det ur massaindustrins synpunkt väsentliga skillnader mellan olika trädslag, i första hand mellan gran och tall, som skulle kunna motivera en längre gången indelning. De olika massaprocesserna - sulfit, sulfat, mekanisk massa - är olika väl lämpade för gran respektive tall. Den dominerande tekniken, sulfatmetoden, utnyttjar dock i hög grad både gran och tall. Tallvedssulfatmassa och granvedssulfatmassa kan betraktas som likvärdiga. Denna substituerbarhet gör att det inte finns någon anledning att i denna analys behandla granved och tallved separat.

Detta är lyckligt ur modellteknisk synpunkt eftersom sammansättningen av gran och tall varierar starkt mellan olika län och delområden inom samma balansområde. En analys av den optimala fördelningen av gran- respektive tallvedsutbudet på olika sorters massafabriker skulle därför kräva en modell som detaljerat beskriver virkestransporterna mellan olika skogs- respektive industriområden.

Efter de begränsningar som här har gjorts återstår att göra distinktion mellan sågtimmer och massaved samt mellan lövträdsmassaved och barrträdsmassaved i de respektive kalkylnettoklasserna. Inget av detta redovisas i BNS-utredningen varför det är nödvändigt att göra olika antaganden.

I tabell 4:4 redovisas resultatet av den uppdelning som har gjorts. De närmare övervägandena bakom uppdelningen återfinns i appendix 1.

Tabellen visar regionvis tillgången till barrved och lövved i olika kalkylnettoklasser. Tillgången är dels beroende av den totala avverkningsbara virkeskvantiteten, V eller V+, dels av sågverkens nettoförbrukning av träråvara. I tabellen finns tre alternativ för sågverkens aktivitetsnivå:

- A Faktisk förbrukning 1979
- B Förbrukning vid fullt kapacitetsutnyttjande 1978
- C Förbrukning vid fullt utnyttjande av den teoretiska sågtimmertillgången

Samtliga tre alternativ utnyttjas i modellanalysen. Kapacitetstalen för den befintliga industrin sätter en övre gräns för den reduktion från det totala virkesutbudet som är lämplig att göra på kort sikt, den teoretiska timmertillgången sätter motsvarande gräns på lång sikt.

Tabell 4:4. Massavedutbudets fördelning på kalkylnetton. Miljoner m³ f ub.

Kalkyl- netto- klass	Region 1 ¹⁾				Region 2 ¹⁾							
	V				V+				V			
	Barrved			Lövved	Barrved			Lövved	Barrved			Lövved
	A	B	C		A	B	C		A	B	C	
≥ 0	6,96	7,66	8,06	1,33	7,50	8,40	8,80	1,41	6,07	6,47	7,57	1,30
0- 20	1,69	1,79	1,79	0,38	1,82	1,92	1,92	0,39	1,09			0,24
-20- 0	1,10	1,20	1,20	0,27	1,18	1,28	1,28	0,28	0,28			0,06
-40--20	0,60	0,70	0,70	0,15	0,64	0,74	0,74	0,15	0,08			0,01
-60--40	0,34	0,34	0,34	0,08	0,37	0,37	0,37	0,08	0,01			0,00
-80--60	0,25	0,25	0,25	0,04	0,26	0,26	0,26	0,04	-			-
Totalt	10,94	11,94	12,34	2,25	11,77	12,97	13,37	2,35	7,53	7,93	9,03	1,61

Kalkyl- netto- klass	Region 2 ¹⁾				Region 3 ²⁾							
	V+				V				V+			
	Barrved			Lövved	Barrved			Lövved	Barrved			Lövved
	A	B	C		A	B	C		A	B	C	
≥ 20	6,77	7,77	8,87	1,40								
0- 20		1,17		0,25								
-20- 0		0,31		0,06								
-40--20		0,09		0,01								
-60--40		0,01		0,00								
-80--60		-		-								
Totalt	8,35	9,35	10,45	1,72	12,24			3,79	13,82			4,28

1) Avdrag för sågverkens nettoförbrukning har gjorts enligt tre alternativ

2) Avdrag för sågverkens nettoförbrukning har endast gjorts enligt alternativet teoretisk sågtimmertillgång
Lövvirket har antagits uppgå till 3 procent av totalen.

4.3.4 Härledning av efterfrågan¹

Data som kan läggas till grund för beräkning av industrianläggningarnas betalningsförmåga för ved finns i Industristatistikens primärmaterial.² Detta är sekretessbelagt och får endast redovisas för grupper av anläggningar om minst tre enheter. För särskilda utredningsändamål har jag erhållit tillstånd av de berörda företagen att ta del av enkät-materialet.

Industristatistikens uppgifter avser produktionsstäl-len. Inom massa- och pappersindustrin redovisas vanligen integererad tillverkning av massa och papper som ett pro-duktionsställe, medan produktion av elkraft och vissa bi-produkter (t ex kemikalieproduktion) särredovisas.

På basis av materialet kan de enskilda anläggningarnas betalningsförmåga för massaved beräknas som driftsöverskott plus erlagda vedkostnader. Genom division med vedförbruk-ningen erhålls betalningsförmågan per kubikmeter ved. En rangordning av anläggningarnas respektive vedförbrukning efter sjunkande betalningsförmåga ger en första approxima-tion av efterfrågefunktionen på massavedmarknaden. Detta är med vissa modifieringar den metod som används för att här-leda efterfrågesambanden i de kortsiktiga modellerna, "1979A"-modellerna. De data som för detta ändamål har hämtats ur Indu-stristatistiken är saluvärde, lönekostnader, övriga rörliga

¹ Ytterligare diskussion av detta återfinns i appendix 1.

² Statistiska Centralbyrån, SOS.

kostnader (utom vedkostnader), vedförbrukning och produktion. För att beräkna den sysselsättning som är förenad med jämvikt på vedmarknaden har även uppgifter om antal anställda inhämtats.

Med detta enkla förfarande kommer inte den relativt utförliga Industristatistiken till sin fulla rätt. Denna redovisar produktion, förbrukning, intäkter och kostnader för ett stort antal enskilda varor. Även av andra skäl finns det anledning att förfina analysen av efterfrågesambandet. För region 1 har därför utarbetats en mer detaljerad kortsiktig modell, "1979B", och på basis av denna de medelfristiga modellerna, "1984" och "1979-1993", som särskiljer produktionen av enskilda produkter respektive förbrukningen av enskilda produktionsfaktorer och insatsvaror. På nästa sida förtecknas de varor som specificeras i dessa modeller.

Urvalet av varor är förhållandevis självfallet.¹ Det bör observeras att färdigprodukterna erhåller anläggningsvisa priser i modellerna, varför hänsyn tas till kvalitetskillnader etc mellan anläggningarna. Några av de icke anläggningsbundna halvfabrikaten har öronmärkts för en viss grupp av fabriker, t ex inom en koncern. I något fall har särskilda transportaktiviteter utformats som levererar varor från en anläggning till en annan till en viss transportkostnad. I de flesta fall (det rör sig då om förhållandevis små kvantiteter som efterfrågas av bruken inom regionen) bortses

¹ Om modellerna skall användas för att närmare studera effekterna av energiprisvariationer kan det vara lämpligt att urskilja ett antal energiintensiva kemikalier samt eventuellt specificera ångbalanser på anläggningsnivå.

VaruförteckningSlutprodukter

Tidningspapper	(ton)
Journalpapper	(ton)
Finpapper (träfritt)	(ton)
Kraftpapper (oblekt)	(ton)
Kraftpapper (blekt)	(ton)
Kraftliner (oblekt)	(ton)
Träfiberskivor	(ton)
Spånskivor	(m ²)
Värme från fliseldning	(m ³ olja)

Ej anläggningsbundna halvfabrikat

Blekt barrvedssulfat, torr	(ton 90 %)
Blekt lövvedssulfat, torr	(ton 90 %)
Oblekt lövvedssulfat, torr	(ton 90 %)
Blekt sulfit, torr	(ton 90 %)
Oblekt sulfit, torr	(ton 90 %)
Slipmassa	(ton 90 %)

Anläggningsbundna halvfabrikat

Blekt barrvedssulfat, våt	(ton 90 %)
Blekt lövvedssulfat, våt	(ton 90 %)
Oblekt barrvedssulfat (kraft), våt	(ton 90 %)
Högutbytessulfat	(ton 90 %)
Termokemisk massa	(ton 90 %)
NSSC	(ton 90 %)

Primära produktionsfaktorer

Elektricitet (nettoförbrukning)	(kWh)
Eldningsolja	(m ³)
Arbetskraft	(timmar)
Returpapper	(ton)
Barrved	(m ³ f ub)
Lövved	(m ³ f ub)
Övriga rörliga kostnader	(kr)
Investeringskostnader	(kr)

från transportkostnaderna. Arbetsåtgången anges i arbetstimmar eftersom detta underlättat uppdelningen mellan olika produktionslinjer.

Med disaggregeringen i varugrupper kan priskomponenten och den fysiska förbrukningen/produktionen för olika kostnads- och intäktsposter särskiljas och kalkyler därmed göras för t ex olika prisförutsättningar. Det blir också möjligt att studera förbrukning och produktion av olika produktionsfaktorer/varuslag i modellösningarna.

Anläggningarna har i de mer utförliga modellerna delats upp i produktionslinjer, dvs produktionen av varje enskild typ av papper eller avsalumassa specificeras i en särskild aktivitet. Ett integererat bruk som t ex torkar en del av massan och förädlar resten till papper får tre aktiviteter, en för våt massa, en för torkning av massan och en för pappersframställning.

Denna uppdelning i produktionslinjer har flera fördelar. På ett allmänt plan ökar det modellens realism och användbarhet eftersom många (de flesta) strukturbeslut gäller nedläggningar eller tillbyggnader av enskilda produktionslinjer och inte av hela anläggningar. På vedsidan minskar eller försvinner den del av komplementariteten mellan lövveds- och barrvedsefterfrågan som uppkommer konstlat i de enklaste modellerna, pga att lövvedslinjer oftast förekommer i anläggningar som också har barrvedslinje.

Uppspjälkningen av de anläggningsvisa data efter produktionslinjer ger ett visst utrymme för godtycke. Detta gäller särskilt åtgångstalen för arbetskraft eftersom en stor del av arbetskraften ofta är gemensam för flera produktionslinjer. Jag har emellertid i de flesta fall kunnat göra jämförelser med dels andra anläggningar i Industristatistiken, dels med olika typer av ingenjörs- och enkätdata (detta gäller i synnerhet energi-

balansdata där det finns en uppsjö av offentliga relativt aktuella studier).¹

Kapacitetstalen i modellerna utgår från de data som redovisas i Brusewitz (1979/80). I region 1 har vissa smärre justeringar gjorts på basis av uppgifter från de enskilda företagen.²

Investeringsaktiviteterna i "1984"-modellen är grundade på intervjuer med företagen i region 1 samt det utredningsmaterial som ingenjörsfirman Jaako Pöyry samt konsultfirman Celpap/OH-Consult framställt på uppdrag av NCB respektive den s k Hörneforsgruppen. Detta material innehåller tekniska och ekonomiska data för ett stort antal investeringsprojekt med skiftande inriktning och har därför kunnat användas för att beräkna åtgångstal även för andra projekt än NCB:s. För MoDo har denna typ av data erhållits direkt från företaget.

Uppgifter om investeringsprojekt är på planeringsstadiet ofta starkt sekretessbelagda. Det är därför svårt att förvissa sig om att den information företagen har lämnat är fullständig. Det finns emellertid anledning att anta att den bild jag har erhållit är tämligen komplett. I några fall har företagen nyligen påbörjat eller genomfört större investeringsprogram och har därför redan offentliggjort planerna för de kommande åren. I andra fall har man haft speciell anledning att utförligt redovisa vilka projekt som övervägs.

¹ Rolf Wiberg, Nils Hartler (1974), Statens Industriverk (1976), Svenska Cellulosa- och Pappersbruksföreningen (1977 a), (1977 b), (1979 a), (1979 b), Göran Bryntse, David Philipson och Lars Vallander (1979), Jaako Pöyry Ingenjörsbyrå AB (1979), Ångpanneföreningen (1979).

² Kapacitetstalen i region 1 redovisas i appendix 1.

Treperiodsmodellen

För att begränsa modellens storlek har treperiodsmodellen ingen anläggningsstruktur. Samtliga produktionslinjer av en viss typ inom branschen beskrivs av en enda aktivitet och all massa som framställs i regionen är utan transportkostnad disponibel för pappersframställning.

Produktionsaktiviteternas tekniska data bör återspegla den genomsnittliga effektiviteten i varje tidsperiod. Här har dock samma data, med vissa undantag, använts för alla perioder. Dessa återger 1979 års åtgångstal för den bättre delen av produktionslinjerna. För t ex sulfit har det varit naturligt att begagna data för den stora Domsjöanläggningen och inte för den mer småskaliga produktionen i Hörnefors, Utansjö eller Ortviken. Där det finns flera produktionslinjer av ungefär samma skala (t ex kraftliner) men med vissa skillnader i åtgångstal har genomsnittet beräknats.

För pappersproduktion har olika alternativa sätt att utnyttja kapaciteten för en viss papperstyp specificerats, dvs mällderna kan varieras.¹

¹ För tidningspapper finns fyra alternativ som kombinerar antingen oblekt sulfit eller blekt sulfat (endast period 2 och 3) med antingen slipmassa eller termomekanisk massa. För journalpapper finns tre alternativ. Två "konventionella" kombinerar blekt sulfat med antingen slipmassa eller termomekanisk massa. Den tredje beskriver tillverkning av LWC-papper på basis av blekt sulfat och termomekanisk massa. (Detta alternativ finns endast i period 2 och 3). För finpapper finns fyra alternativ, två träfria och två trähaltiga (med kompensation för prisskillnaden mellan dessa båda produkter). De träfria aktiviteterna kombinerar blekt sulfat med blekt lövsulfat eller oblekt sulfit, de trähaltiga termomekanisk massa med antingen blekt lövsulfat eller oblekt sulfit (de två senare finns endast i period 2 och 3). Kraftliner har tre alternativ, där en tredjedel av basmassan kan bytas mot antingen returfiber eller halvkemisk lövmassa. På kraftpappersmaskinerna slutligen kan både blekt och oblekt massa användas.

Recepten till mällderna är hämtade dels från Industristatistikens data för enskilda anläggningar 1979, dels från Svenska Pappers- och Cellulosaingenjörsföreningen (1977).

Modellen har i varje period 34 produktionsaktiviteter. De listas nedan. Av dessa aktiviteter är endast de tolv första kapacitetsbegränsade. Kapacitetsrestriktionerna och motsvarande restriktioner för investeringsaktiviteterna i period 2 och 3 förtecknas också nedan.

Treperiodersmodellen: aktiviteter

1. Oblekt barrvedssulfat (normal), våt
2. Blekt lövvedssulfat, våt
3. Oblekt högutbytessulfat, våt
4. Oblekt sulfit, våt
5. Slipmassa, våt
6. Termomekanisk massa, våt
7. Blekning av oblekt barrvedssulfat, våt
8. Tidningspapper
9. Journalpapper
10. Finpapper
11. Kraftliner
12. Kraftpapper
13. Torkning slipmassa
14. Torkning blekt barrvedssulfat
15. Torkning blekt lövvedssulfat
16. Blekning och torkning av oblekt sulfit
17. Barrvedseldning
18. Lövvedseldning

- 19-22. Mälder tidningspapper
- 23-24. Mälder "vanligt" journalpapper
- 25-26. Mälder träfritt finpapper
- 27-28. Mälder trähaltigt finpapper
- 29. Mäld LWC-papper
- 30-32. Mälder kraftliner
- 33. Mäld oblekt kraftpapper
- 34. Mäld blekt kraftpapper.

Tabell 4:5 Produktions- och investeringskapaciteter. Tusen årston

<u>Produktions-</u> <u>aktivitet nr</u>	<u>Initial-</u> <u>kapacitet</u>	<u>Maximal investe-</u> <u>ring, period 2</u>	<u>Maximal investe-</u> <u>ring, period 3</u>
1	981	345	400
2	410	0	400
3	816	115	400
4	485	0	400
5	699	0	400
6	55	180	400
7	538	255	400
8	400	200	200
9	65	170	200
10	247	300	200
11	965	170	200
12	336	90	200

Investeringsbegränsningarna i period 2 är avsedda att uttrycka den maximala nettoökningen av kapaciteten jämfört med 1979 års, enligt de tidigare redogjorda övervägda investeringsalternativen.¹ Begränsningarna i period 3 är, som

¹ För högutbytessulfat sänks vedåtgångstalen i period 2, varför en maximal kapacitetsutökning inte motsvarar någon höjd vedförbrukning. Större utbyggnader av Väja har antagits kunna ske först i period 3.

framgår, schablonmässiga.

Investeringskostnaderna varierar starkt mellan de projekt som finns representerade i "1984"-modellen beroende på olika förutsättningar i fråga om befintlig utrustning m m. På grundval av dessa och andra data¹ har investeringskostnaderna per kapacitetston uppskattats för större tillbyggnader av en produktionslinje. Dessa, mycket approximativa, uppskattningar återges nedan.²

Tabell 4:6 Investeringskostnader, kr/kapacitetston³

Aktivitet, nr	Period 2	Period 3
1	2 500	2 500
2	3 250	3 250
3	0 ⁴⁾	2 500
4	2 100	2 100
5	950	950
6	1 100	1 100
7	750	750
8	2 500	2 500
9	2 500	2 500
10	2 500	2 500
11	0 ⁴⁾	2 500
12	2 500	2 500

¹ Tidningsuppgifter m m.

² För pappersframställning räknar SCPF (1977 a), s. 4.15, med en investeringskostnad på 3 500 å 4 000 kronor, Industridepartementet (DsI 1980:5), s. 172, 4 000 kronor. Detta torde dock motsvara kostnaderna för papperslinjen i en helt ny anläggning. Investeringskostnaden för termomekanisk massa anges av SPCF till "inmot 1 000 kronor per ton kapacitet".

³ Tillkommer kostnader för underhållsinvesteringar.

⁴ För kraftliner och högutbytessulfat antas förbättrade metoder (lägre ved-åtgång) utöka kapaciteten för befintlig produktionsutrustning.

5 RESULTAT AV DEN KORT- OCH MEDELFRISTIGA ANALYSEN

5.1 INLEDNING

De modeller som har redovisats i kapitel 4 skall här användas för att studera två frågor. Den första är vad som är optimal virkesförbrukning/avverkningsnivå under 1980-talet. Den andra är hur stor kostnaden för samhället är av att den faktiska förbrukningen/avverkningsvolymen avviker från den optimala. I avslutning till analysen av detta kommer även att belysas hur modellerna fungerar (känsligheten för varierade förutsättningar) och i vilken mån de olika modellerna för region 1 ger samstämmiga resultat.

I den kort- och medelfristiga studien förutsätts den maximala avverkningsnivån vara definierad av ett långsiktigt produktionsprogram. I analysen bestäms hur stor del av denna avverkningsbara volym som skall tas till vara, med hänsyn till dels avverknings- och transportkostnader för olika bestånd, dels virkesanvändarnas betalningsförmåga på kort och medellång sikt.

I kapitel 3 konstaterades att den optimala bruttoavverkningsnivån under 1980-talet är åtminstone 81 milj m^3 sk och troligen, beroende på förväntad prisutveckling, bedömningen av kostnader för variationer i avverkningsnivån m , ännu högre. En ransoneri-
 nering av den äldre skogstillgången som följer den av 1973 års skogsutredning föreslagna nivå, cirka 74 milj m^3 sk under 1980-talet, innebär därför ett inkomstbortfall för samhället. Detta bortfall kommer här att uppskattas under förutsättning att den optimala maximala avverkningsnivån är 81 milj m^3 sk.

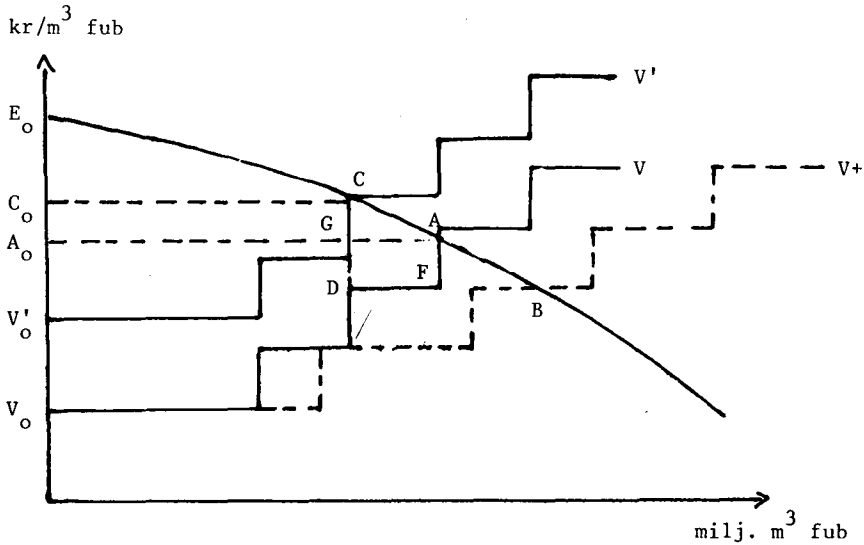
Statsmaktens reglering av virkesuttaget är inte den enda möjliga källan till avvikelse mellan faktisk och optimal avverkningsnivå. En analys av den faktiska jämvikten på virkesmarknaden i slutet av 1970-talet och speciellt 1979, visar att utbudet i den norra och mellersta regionen var mindre än vad man med ledning av de kostnadssamband som gällde hade skäl att vänta. En sådan reducering av utbudet innebär ett ytterligare inkomstbortfall vars storlek också kommer att uppskattas.

Även på efterfrågesidan kan störningar uppkomma som leder till en inoptimal marknadsjämvikt. Ett exempel är att driften upprätthålles vid vissa fabriker på basis av statliga subventioner. I detta fall är det speciellt intressant att uppskatta det därmed sammanhängande inkomstbortfallet, som då kan jämföras med de kostnader för nedläggning och arbetslöshet som subventionerna syftar till att undvika. Av värde för denna jämförelse är att modellstudien även visar vilken sysselsättningseffekt i branschen som helhet som uppnås vid subventionering av en enskild anläggning.

Skogsnäringens bruttovinst i dessa olika fall illustreras i figurerna 5.1 och 5.2. Den första, figur 5.1, beskriver tre alternativ för utbudet.

V_0 -V är den ordinarie utbudskurvan. Jämvikten A etableras i den punkt där denna kurva skär efterfrågekurvan. Om i stället V_0 -V+-sambandet gäller, upprättas jämvikten vid B. Bruttoöverskottet ökar med de streckade ytorna, vars sammanlagda storlek utgör vinsten för samhället av att tillåta V+-utbud.

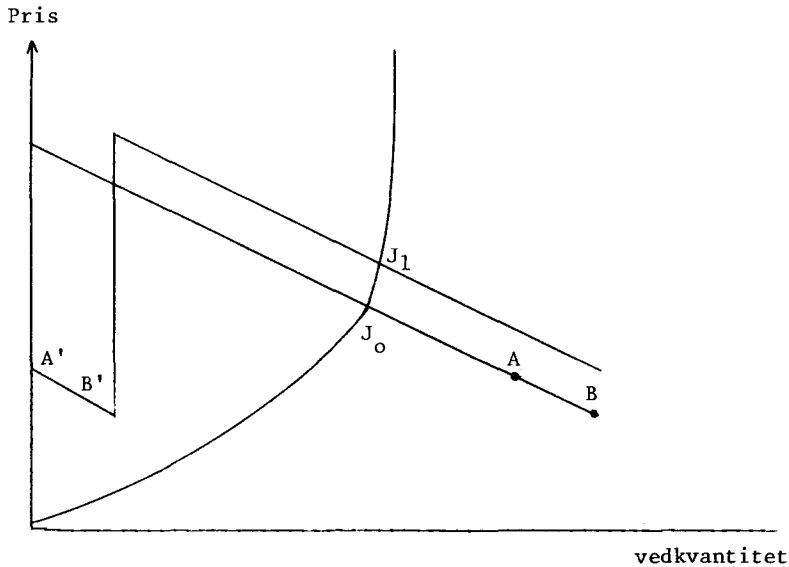
V_0 -V' visar den faktiska utbudskurvan i en situation där skogsägarna har ett intäktskrav som överstiger kostnaderna för avverkning och transport. Marknaden uppfattar detta som en höjning av kostnaderna, d.v.s. en förskjutning uppåt av utbudskurvan. En ny jämviktspunkt erhålles i C. Bruttoöverskottet, som det beräknas av modellerna, minskar. Eftersom det extra intäktskravet inte motsvarar någon verklig resursuppooffring är samhällets kostnad dock endast det fält som i figuren markerats A-C-D-F.



Figur 5:1

Även om en viss förändring endast innebär en liten ökning av skogsnäringsens totala bruttovinst kan den innebära en avsevärd omfördelning mellan skogsindustri och skogsägare. I det sistnämnda fallet t.ex. minskar skogsindustrins driftsöverskott med ytan $A_0-A-C-C_0$. Av detta är emellertid endast triangelarean $C-G-A$ en del av samhällets nettokostnad, resten, rektangelarean $A_0-G-C-C_0$ tillfaller skogsägarna som högre rotnetto.

Figur 5:2 illustrerar effekten av att en eller flera virkesanvändare som i en optimal allokering ställs utan virke tvingas in i marknadslösningen genom reglering eller subventionering. Den ursprungliga jämvikten på vedmarknaden upprättas i punkten J_0 . Genom att tvinga in de anläggningar som motsvarar sträckan $A-B$ på efterfrågekurvan förskjuts den övriga delen av kurvan utåt på det sätt figuren visar. En ny jämvikt uppstår i J_1 med högre vedförbrukning och högre vedpris. Ökningen i vedkvantiteten kommer dock generellt sett att vara mindre än den vedförbrukning som motsvarar $A-B$. Detta innebär att anläggningarna har en undanträngningseffekt, d v s vissa anläggningar som ingick i den ursprungliga marknadslösningen trängs ut. Bruttovinsten minskar alltid när en anläggning tvingas in.



Figur 5:2

Som antydde ovan kan även andra aspekter av en viss marknadssjämvikt än skogsnäringens bruttovinst behöva beaktas. Dels påverkas inkomster och kostnader utanför skogsnäringen t.ex. samhällets kostnader för arbetslöshet. Dels påverkas inkomstfördelningen mellan skogsägare och industri vilket kan ha fördelningspolitisk betydelse.

Om skogsbrukets aktivitet och produktion i skogsindustrin skärs ned från en optimal nivå uppkommer ett produktionsbortfall för samhället därigenom att de friställda produktionsfaktorerna inte omedelbart och fullständigt kommer till användning. Detta innebär att resurspriserna, i första hand lönekostnaderna, inte motsvarar den verkliga alternativkostnaden. Produktionsbortfallet uppskattas vanligen som lönekostnaden under den tid arbetskraften direkt eller indirekt ställs utan sysselsättning. Totalt minskar således samhällets resurstillgång med summan av bruttovinstminskningen och produktionsbortfallet.

Modellkalkylerna genererar direkt den bruttovinst som svarar mot en viss jämvikt. I de fall utbudssambandet har antagits avvika från det samhällsekonomiskt korrekta har bruttovinsten räknats om till den som motsvarar den verkliga resursupppoffringen för att avverka och transportera det utbudna virket. Ur modellösningarna erhålles även den beräknade sysselsättningen (i antal personer eller i antal arbetstimmar) i skogsindustrin. Med ledning av detta och en på vedförbrukningen grundad grov uppskattning av sysselsättningseffekterna i skogsbruket har för vissa lösningar storleksordningen av produktionsbortfallet beräknats. Denna beräkning är synnerligen schablonmässig och syftar endast till att ange en möjlig storleksordning.

I några fall redovisas även effekterna på fördelningen rot-netton-driftöverskott. Dessa effekter kan enkelt beräknas ur modellösningarna.

För några modellösningar i region 1 (norra Sverige) har även det totala saluvärdet beräknats. Detta ger en uppfattning om vilka skillnader i export av skogsindustriprodukter som finns mellan olika jämvikter.¹

Dispositionen av redovisningen är den följande: I nästa avsnitt, avsnitt 5.2, redovisas de faktiska marknadslösningarna i var och en av de tre regionerna under senare år. I avsnitt 5.3 återges resultaten från de olika "1979"-modellerna. Resultaten från denna modelltyp ger möjlighet till direkta jämförelser med de konstaterade marknadslösningarna. I avsnitten 5.4 och 5.5 studeras marknadsjämvikten på medellång sikt i region 1. I av-

¹ I en situation med ett stort bytesbalansunderskott kan en ökning av virkesutbudet framstå som ett verksamt medel att minska denna ojämvikt. Med undantag för främst oljekostnaderna består skogsindustrins exportvärde av inhemskt förädlingsvärde, varför en exportökning är effektivare ur balanssynpunkt än i många andra branscher.

Det är emellertid väsentligt att särskilja samhällets resurstillgång och dess resursanvändning. Oberoende av produktionsvärdets storlek sammanfaller detta ex post alltid med summan av konsumtion, investeringar och bytesbalansöverskott. Bytesbalansmålet är därför i princip alltid möjligt att uppnå vid ett visst produktionsvärde. Det vore därför en tvivelaktig politik av staten att stimulera virkesutbudet över den optimala nivån, d v s så att bruttovinsten minskar, för att därigenom erhålla ett högre exportvärde. Om i stället åtgärden bidrar till att öka resurstillgången är det dock naturligtvis en extra förtjänst att den dessutom bidrar till uppnåendet av bytesbalansmålet.

snitt 5.4 presenteras resultaten av "1984"-modellen och i avsnitt 5.5 den treperiodiska modellens resultat. För att göra framställningen något mindre tung har några av de tabeller som hör till dessa avsnitt lagts i appendix 2.

Redovisningen i detta kapitel är förhållandevis utförlig och är "modellcentrerad". Det innebär bl.a. att redovisningen görs i termer av massavedförbrukning. I nästa kapitel, kapitel 6, sammanfattas resultaten för landet som helhet och för den totala virkesförbrukningen.

5.2 HISTORISKA DATA

5.2.1 Region 1

Liksom i övriga riket låg massa- och skivindustriernas råvaruförbrukning i region 1 på en lägre nivå under andra hälften av 1970-talet än under den första. Massaindustrins genomsnittliga förbrukning 1975-1979 var endast 83 procent av årsförbrukningen 1973-1974.¹ Den främsta orsaken till detta torde 1975-1978 ha legat i en otillräcklig avsättning på skogsindustrins produkter. Från konjunkturuppgången 1978 har emellertid svårigheter-na att få fram råvara vid rådande vedpriser varit markerade.

Vedförbrukningen 1975-1979 enligt virkesrådets enkät redovisas i tabell 5:1. Den visar att en topp för perioden nåddes 1979 med en förbrukning på 13,0 milj. m³ fub. Detta var dock endast 90 procent av 1973 års nivå. Genomsnittet för perioden var knappt 12,2 milj. m³ fub.

Utbudet från avverkningar i regionen var 1979 av flera skäl lägre än förbrukningen. Ett av dessa har tidigare nämnts, nämligen nettoinflödet av lövved på knappt en halv miljon m³ fub från region 2 och 3.² Ett annat skäl är att en betydande neddragning av skogindustrins lager av massaved och flis genomfördes.^{3,4}

¹ Virkesrådet region 1 (1980) s. 6.

² Importen och exporten var förhållandevis liten. Detta skapade ett netto-utflöde av ved på cirka 0,1 miljon m³ fub. Detta gäller såväl för 1979 som för 1975-1979. Både export och import minskade under perioden. 1980 ökade dock troligen importen åter.

³ För hela landet minskade lagren från 18 milj. m³ fub första kvartalet 1978 till 8 milj. m³ fub fjärde kvartalet 1979. Tyvärr redovisas inte lagerstatistiken regionsvis. En industriman som jag varit i kontakt med bedömer att lagerreduktionen i region 1 under 1979 uppgick till närmare 2 milj. m³ fub, vilket skulle vara knappt hälften av minskningen för riket i sin helhet under detta år.

⁴ De lager som sålunda avvecklades byggdes inte upp under t.ex. 1977, då vedförbrukningen nådde sitt minimum, utan under 1975 och i någon mån under 1976. 1975 var massaindustrins råvaruförbrukning enbart 79 procent av föregående års. Trots detta ökade vedpriserna, en senkommen effekt av högkonjunkturen 1973-1974, varför avverkningen hölls uppe på en hög nivå. Avverkningarna som de har uppskattats i Skogshögskolan stubbinventeringar nådde ett historiskt maximum 1975/76. "Puckeln" är särskilt markerad i Norrland. (Skogsstatistisk Årsbok 1978, figur 6.2, sid. 81.)

Tabell 5:1 Råvaruförbrukning i massaindustri m fl region 1. Miljoner m³ fub.

	1975		1976		1977		1978		1979		Medeltal	
	<u>Totalt</u>	<u>därav lövved</u>	<u>Totalt</u>	<u>därav lövved</u>	<u>Totalt</u>	<u>därav lövved</u>	<u>Totalt</u>	<u>därav lövved</u>	<u>Totalt</u>	<u>därav lövved</u>	<u>Totalt</u>	<u>därav lövved</u>
Massaindustri	11,318	1,618	11,532	1,493	10,563	1,691	11,678	1,648	12,342	1,723	11,487	1,635
Träfiberskive-industri	0,482	0,008	0,512	0,005	0,442	0,006	0,389	0,006	0,414	0,014	0,448	0,08
Spånskiveindustri	0,187	0,018	0,226	0,019	0,261	0,028	0,286	0,022	0,286	0,023	0,249	0,022
Totalt process-industri	11,987	1,644	12,270	1,517	11,266	1,725	12,353	1,676	13,042	1,760	12,184	1,665

De tre åren 1977-1979 förefaller avverkningar plus nettoinförsel från andra regioner ha genererat ett vedutbud på årsnivån 11-11,5 milj. m³, d v s en miljon m³ fub lägre än den genomsnittliga förbrukningen 1975-1979.

Avverkningarnas omfattning är givetvis en prisfråga. I tabell 5:2 redovisas områdets massaindustris genomsnittliga enhetskostnad¹ (genomsnittligt vedpris fritt fabrik) för råvara av barr- respektive lövträd. I tabellen redovisas även standardavvikelsen för det material som inkluderar både barr- och lövved. Av denna framgår att spridningen kring medelvärdet varit förhållandevis liten. Ett visst positivt samband mellan vedpris och anläggningsstorlek kan spåras i materialet.

Koncentrationen kring medelvärdet utmärker endast barrveden. För lövveden var genomsnittspriset 1979 145 kr/m³ fub, men medianpriset var 116 kr/m³ fub. Detta avspeglar skillnaden i pris mellan lövved från regionen och lövved som har hämtats utifrån.

Prisserierna visar en betydande höjning mellan 1974 och 1976, vilket indikerar en betydande tidsfördröjning i prisbildningen (förbrukningen nådde sitt maximum 1973-74). Därefter låg priserna på en oförändrad nominell nivå till och med 1979, vilket givetvis innebar en väsentlig sänkning relativt den allmänna prisnivån.

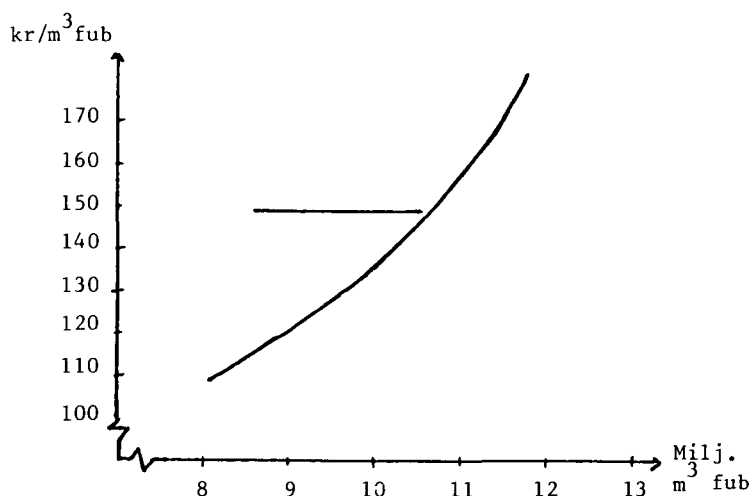
Tabell 5:2 Genomsnittliga massavedspriser i region 1, fritt fabrik. Kronor/m³ fub.

<u>År</u>	<u>Barrved</u>	<u>Lövved</u>	<u>Standardavvikelse för vägt vedpris relativt genomsnittligt vägt vedpris</u>
1965	65	55	11 %
1972	78	80	12 %
1974	98	101	13 %
1976	147	146	8 %
1978	151	133	8 %
1979	149	145	9 %

¹ Årlig vedkostnad dividerad med årlig vedförbrukning.

Den faktiska jämviktens pris och kvantitet 1979 ger en punkt på den faktiska utbudskurvan som kan jämföras med det utbudssamband som tidigare har härletts för regionen. Detta samband (Vc) har ritats upp i figur 5:3. Figuren visar endast utbudet av barrved och barrvedspriset har beräknats under förutsättning av ett lövvedspris på 116 kr/m³ fub. Den räta linjen åskådliggör det intervall inom vilket det faktiska utbudet, exklusive lagerminskning, låg. Om lagerminskningen antas ha varit noll, hamnar man vid den högra ändpunkten på den räta linjen. Den vänstra extrempunkten förutsätter en lagerminskning på två miljoner m³ fub. Det verkliga utbudet torde ha legat nära den senare punkten.

Den högra ändpunkten sammanfaller nästan med en punkt på Vc-kurvan. Om man av någon anledning kunde bortse från lagerminskningen, skulle därför den verkliga utbudskurvan sammanfalla med den beräknade. En sådan anledning skulle kunna vara att skogsbolagen tillfälligt skurit ner på avverkningarna i egna skogar och köpta rotposter för att i stället minska på inneliggande vedlager. Detta tycks emellertid inte ha varit fallet.



Figur 5:3

En mer rimlig slutsats av figuren är därför att den faktiska utbudsfunktionen ligger till vänster om/ovanför den beräknade. Om lageravvecklingen under 1979 uppgick till 1,5-2 milj. m³ fub låg marknadspriset 25-35 kronor högre än vad avverknings- och transportkostnaderna för den utbudna kvantiteten motiverade.

5.2.2 Region 2

Vedförbrukningen i region 2 1975-1979 redovisas i den nedanstående tabellen. Massaindustrins råvaruförbrukning var 1979 97 procent av förbrukningen 1973. Vedförbrukningen har således uppvisat mindre variation än i region 1.

Tabell 5:3 Vedförbrukning 1974-1979. Milj. m³ fub

	<u>1975</u>	<u>1976</u>	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>Medeltal 1975-1979</u>
Massaindustri	9,525	8,990	8,526	9,027	9,529	9,121
Träfiberskiveindustri	0,572	0,624	0,562	0,548	0,524	0,565
Spånskiveindustri	0,177	0,205	0,193	0,181	0,208	0,193
Totalt	10,274	9,819	9,281	9,756	10,252	9,879

Källa: Virkesrådet region 2 (1980).

Nettotillförseln av virke från övriga riket framgår av tabell 5:4. Mellan 1976 och 1977 ökade denna med 0,6 miljoner m³ fub och har därefter legat permanent på nivån 0,4-0,5 miljoner m³ fub.

Tabell 5:4 Nettotillförsel av virke till region 2. Milj. m³ fub

1975	1976	1977	1978	1979
-0,2	-0,2	0,4	0,4	0,5

Källa: Virkesrådet region 2 (1980).

Vedpriser för region 2 har ej beräknats.

5.2.3 Region 3

Data över vedförbrukning och nettoinförsel av virke till regionen redovisas i tabellerna 5:5 och 5:6. Till skillnad från de övriga regionerna hade regionen en nettoutförsel av virke under 1978 och 1979. Vedförbrukningen 1979 uppgick i massaindustrin till 95 procent av förbrukningen 1973.

Tabell 5:5 Vedförbrukning 1975-1979. Milj. m³ fub

	<u>1975</u>	<u>1976</u>	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>Medeltal 1975-1979</u>
Massaindustri	14,239	13,474	11,883	12,510	13,942	13,210
Träfiberskiveindustri	0,242	0,270	0,219	0,215	0,204	0,230
Spånskiveindustri	0,958	1,047	1,144	1,188	1,199	1,107
Totalt	15,439	14,791	13,246	13,913	15,345	14,547

Tabell 5:6 Virkestillförsel netto till region 3. Milj. m³ fub

1975	1976	1977	1978	1979
0,2	0	0,1	-0,3	-0,4

Källa: Virkesrådet region 3 (1980).

Inte heller för denna region har de historiska vedpriserna beräknats.

5.3 KORTFRISTIG MODELLANALYS

5.3.1 Region 1

Vedförbrukning och vedpriser

Med de kortfristiga optimeringsmodellerna 1979A (den enklare versionen med anläggningsaktiviteter och restriktioner enbart för ved och kapaciteter) och 1979B (med produktionslinjer och ett flertal varubalanser) kan den faktiska jämvikten jämföras med den under olika förutsättningar optimala jämvikten.

Den med de två modellerna under alternativa antaganden beräknade optimala vedförbrukningen redovisas¹ i tabell 5:7. I tabell 5:8 återfinns motsvarande vedpriser.

Tabellernas kolumner anger vilka förutsättningar som har gjorts vid modellkörningarna i fråga om tillgången till avverkningsbar skog (V/V+), kapacitetsutnyttjandet i de enskilda anläggningarna (100/95/90 procent) samt lövvedeldningens betalningsförmåga (116/170 kr/m³ fub), vilken i de flesta fall bestämmer lövvedspriset.

¹ Beräkningarna har skett utan någon aktivitet för införsel av lövved från andra regioner. Detta har dock ingen betydelse för resultatet. I de flesta modelllösningar utnyttjas aktiviteten för lövvedseldning (två undantag finnes). Lösningarna anger således att ett visst utbudsöverskott relativt industriförbrukningen av lövved skulle finnas i regionen. Beroende på den antagna betalningsförmågan för lövvedseldningen (eftersom detta är den marginella användaren av lövved är det denna betalningsförmåga som bestämmer jämviktspriset för lövved), och förutsättningarna i övrigt varierar detta "överskott" mellan 0,0 och 0,3 miljoner m³ fub. Eldningens betalningsförmåga har varierats mellan 116 kr/m³ fub (medianpriset) och 170 kr/m³ fub (kostnaden för lövved från andra regioner). Modellerna skulle således inte ha utnyttjat en "import"-aktivitet.

Denna avvikelse mellan modell och verklighet har tre troliga orsaker. Den första är att BNS-utredningens gräns för gagnvirke, 8 cm toppdiameter, kan vara satt någon centimeter för lågt. Lövvedsutbudet skulle således vara överskattat. En annan förklaring kan vara en mer omfattande eldning av lövved i för industriändamål dugliga dimensioner än vad modellerna resulterar i. Ett ytterligare skäl är att lövvedsanvändning kräver ett stort upptagningsområde p g a lövvedens låga andel av det totala veduttaget. Beroende på institutionella faktorer, transportmöjligheter, stordriftsfördelar etc kan det ställa sig mer förmånligt för MoDo att bogsera lövved från Sydsverige än att transportera samma mängd råvara från Norrbotten. ASSI:s nyligen genomförda utbyggnad av sin kapacitet för förädling av lövved i Piteå tyder på att denna förklaring skulle ha en viss relevans.

Tabell 5:7 Beräknad optimal vedförbrukning i region 1. Milj. m³ fub.

	<u>V, 100%</u>		<u>V+, 100%</u>		<u>V, 95%</u>		<u>V, 90%</u>		<u>V+, 90%</u>	
	<u>116</u>	<u>170</u>	<u>116</u>	<u>170</u>	<u>116</u>	<u>170</u>	<u>116</u>	<u>170</u>	<u>116</u>	<u>170</u>
1979A, Vc	13,030	13,030	13,259	13,951	12,109	12,238	11,560	11,560	12,520	12,520
1979A, Vc, 30 kr	11,560	11,560					10,802	11,430		
1979A, Vb	12,630	12,630		13,680				11,568		12,120
1979B, Vc	12,781	13,030	12,973	13,303	11,983		11,560	12,084	11,988	12,427
1979B, Vc, 30 kr	11,560 ¹	11,560 ¹					10,662 ²	10,662 ²		
1979B, Vb		12,630		13,390				12,174		12,120 ³

Referenstal

Förbrukning i processindustrin 1979 13,0
Dito minus neddragning av vedlager 11-11,5
Genomsnittlig förbrukning 1975-1979 12,2

1) Lövvedspris 207.

2) Lövvedspris 174.

3) Barrvedsförbrukning är något högre än i V-fallet. Eftersom lövvedsandelen är lägre i V+ är emellertid lövvedsförbrukningen (lövvedseldningen) lägre varför den totala vedförbrukningen är mindre än V+ än i V.

Tabell 5:8 Beräknade jämviktspriser (fritt fabrik) barrved. Kr/m³ fub.

	<u>V, 100%</u>		<u>V+, 100%</u>		<u>V, 95%</u>		<u>V, 90%</u>		<u>V+, 90%</u>	
	<u>116</u>	<u>170</u>	<u>116</u>	<u>170</u>	<u>116</u>	<u>170</u>	<u>116</u>	<u>170</u>	<u>116</u>	<u>170</u>
1979A, Vc	171	162	170	158	170	158	164	152	147	147
1979A, Vc , 30 kr	193	193					181	170		
1979A, Vb	175	171		159				158		148
1979B, Vc	170	169	170	158	167		160	158	145	134
1979B, Vc, 30	171 ¹	171 ¹					174 ²	174 ²		
1979B, Vb		171		158				158		144

Referenstal

Vedkostnad per m ³ fub 1979 i region 4	
barrved	149
Dito lövved, genomsnitt	145
Dito lövved, median	116

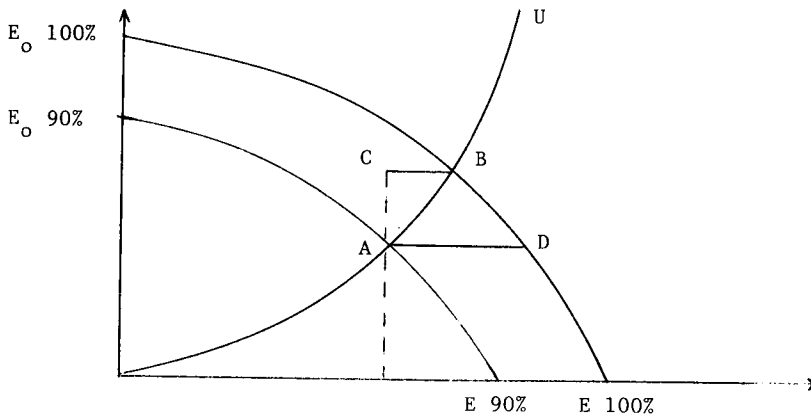
Förklaringar, se tabell 5:8

1) Lövvedspris 207

2) Lövvedspris 174

Med undantag för de fall där ingen förändring sker (p g a modellens linjäritet ökar den totala vedförbrukningen när 1) den avverkningsbara skogen ökar, 2) kapacitetsutnyttjandet i de enskilda anläggningarna ökar samt 3) lövvedspriset stiger. Effekterna vid 1) och 2) är väntade eftersom dessa fall innebär att utbuds- respektive efterfrågesambandet förskjuts utåt, åt höger, i marknadsdiagrammet. I 3)-fallet beror effekten av att den ökade ersättningen till lövved minskar ersättningskravet för att er- hålla en given mängd barrved.¹

¹ Det kan observeras att den relativa ökningen i vedanvändningen i b)-fallet är mindre än den relativa ökningen av kapacitetsutnyttjandet i de enskilda enheterna. Förklaringen till detta kan utläsas ur nedanstående figur.



Figur 5:4

A är jämviktspunkten vid 90-procentig beläggning. Om utbudet vore fullständigt priselastiskt skulle en ökning av beläggningen till 100 procent ge den nya jämviktspunkten D och en relativ ökning av vedförbrukningen med en faktor 1,11 ($\frac{100}{90}$) (här bortses från den effekt kapacitetsutnyttjandet har på styckkostnaderna). På grund av utbudets verkliga priselasticitet blir den nya jämviktspunkten emellertid B och vedförbrukningen ökar endast med avståndet C-B.

Det högre lövvedspriset eller den större mängden avverkningsbar skog innebär en förskjutning av utbudskurvan för barrved. I dessa fall sjunker barrvedspriset. Vid höjt kapacitetsutnyttjande åstadkoms emellertid den högre vedförbrukningen genom en rörelse längs en given utbudskurva, varför barrvedspriset stiger.

I tabellerna kan de tre första och de tre sista raderna jämföras. Jämförelsen visar att överensstämmelsen är stor mellan de jämvikter som har beräknats med de respektive modellerna, både i fråga om beräknad vedförbrukning och beräknade vedpriser. Trots detta finns, som senare skall framkomma, betydelsefulla skillnader i vedens användning.

Som huvudalternativ har använts de utbudssamband (V_c och V_{c+}) som utgår från sågverkens faktiska produktion och förbrukning av skogsråvara 1979. Det är möjligt att denna var inoptimal och att sågverkens kapacitet t.ex. borde ha utnyttjats fullt ut. Den minskning av massavedtillgången på 0,4 miljoner m^3 fub som detta (utbudssambandet V_b) innebär slår i vissa fall men inte i alla igenom fullt ut på vedförbrukningen. Det finns således en viss tendens till dämpning av den effekt sågverkens råvaruförbrukning har för massaindustrins optimala storlek.

Vad visar resultaten?

Vad finns efter dessa tekniska anmärkningar att säga om de beräknade jämvikterna? Ett flertal kommentarer kan göras:

För det *första* ligger den beräknade optimala vedförbrukningen med utbudssambandet V_c i nivå med den genomsnittliga förbrukningen 1975-1979. Vid 95 procents kapacitetsbeläggning i de enskilda fabrikererna är den optimala vedkvantiteten 12,1-12,2 miljoner m^3 fub, vilket precis är genomsnittet 1975-1979. Vid fullt kapacitetsutnyttjande i de enskilda anläggningarna var den optimala förbrukningen 12,8-13,0 miljoner m^3 fub, alltså knappt de 13,0 miljoner m^3 fub som faktiskt användes högkonjunkturåret 1979.

Sett ur detta perspektiv kan virkesbristen 1979 uppfattas som ett resultat av att driften upprätthölls vid alltför många anläggningar, och alltså inte som en följd av ett alltför litet utbud. Det finns emellertid två invändningar att göra mot en sådan slutsats. Den ena är att analysen endast har innefattat ett moment av industrins strukturomvandling, nämligen utslagningen av olönsamma enheter. Möjlighet till expansion, dvs investeringar, introduceras först i den medelfristiga analysen. En andra invändning är att nedgången efter avverkningstoppen 1975 inte var endast konjunkturbetingad och att det faktiska utbudssambandet under senare år förefaller att ha varit ett annat än V_c .

Tidigare har konstaterats att det faktiska utbudssambandet sannolikt skilde sig från det som motiveras av kostnaderna för avverkning och transport. Om utbudssambandet förskjuts uppåt med 30 kr/ m^3 fub, motsvarande den skillnad mellan faktiskt och potentiellt utbudssamband som framkommer ur figur 5:3, erhålles, som tabellerna visar, en förbrukning på 10,7-11,6 miljoner m^3 fub, dvs en volym i samma storleksordning som vedanvändningen exklusive lagerneddragning 1979. Det barrvedspris som då uppkommer är betydligt högre än det faktiska priset 1979.¹

¹ Detta kan t ex förklaras av att det faktiska priset bestämdes (påverkades) av den marginella betalningsförmågan hos den marginella enheten (eller nära-marginell enhet) bland de anläggningar som faktiskt var i drift 1979. (Den i förhållande till den optimala jämvikten marginella enheten har en högre betalningsförmåga än den faktiskt marginella enheten i branschen).

Med denna utgångspunkt kan det således befaras att avverkningarna är/blir för låga även om industrikapaciteten skärs ned till en optimal nivå. Den optimala jämvikten vid ett faktiskt utbudssamband som av privatekonomisk skäl på det sätt som förutsätts i modellsimuleringarna avviker från det samhällsekonomiskt optimala ger en vedförbrukning som understiger den samhällsekonomiskt önskvärda med i storleksordningen en miljon m^3 fub.

Ett *andra* konstaterande som kan göras är att ett antal anläggningar som var i drift 1979 inte är med i den optimala lösningen. Här finns vissa skillnader mellan de båda modellerna i vilken kapacitet som inte utnyttjas. Dessa är främst ett resultat av skillnaderna mellan modellerna i komplementaritet mellan olika produktionslinjer inom samma anläggning. 1979A-modellen slår t.ex. ut fabriker i Hörnefors och Köpmanholmen. I 1979B-modellens resultat "räddas" emellertid lövvedsmassalinjen i Köpmanholmen (produktionen av barrvedsmassa upphör) samt pappers-tillverkningen i Hörnefors inklusive den del av massaframställningen som är erforderlig för denna (produktionen av salumassa upphör).

För det *tredje* visar resultaten att definitionen av vad som är avverkningsbar skog har betydelse för den optimala industristorleken. Vid den 90-procentiga beläggningsnivån ökar den beräknade vedförbrukningen med cirka 0,4 miljoner m^3 fub enligt 1979B-modellen från V-fallet till V+-fallet. Totalt erhålles i båda modellerna vid lövvedspriset 116 kr/ m^3 fub, oberoende av kapacitetsutnyttjandegraden, en skillnad i vedförbrukning på 1,5 miljoner m^3 fub mellan jämviktslösningarna med det hypotetiska "privatekonomiska" utbudssambandet V_c , 30 kr och det "samhällsekonomiska" V_{c+} .

Bruttovinst, sysselsättning och saluvärde

Bruttovinst, sysselsättning och saluvärde i de beräknade jämvikterna (eller vissa av dem), redovisas i appendix 2. I tabell 5:9 jämförs de resultat som är beräknade för Vc- och Vc+-utbud samt lövvedspriset 116 kr/m³ fub.

Denna jämförelse visar en skillnad i bruttovinst på runt 50 miljoner kr per år mellan jämvikter med Vc, 30 kr-utbud och Vc+-utbud. Trots att större delen av ökningen i vedförbrukning ligger mellan Vc, 30 kr och Vc är större delen av bruttovinstökningen hänförlig till övergången från Vc till Vc+. Skillnaderna mellan modellerna är små.

Skillnaderna i sysselsättning i industrin mellan olika lösningar är betydande. 1979B-modellen genererar en skillnad mellan Vc, 30 kr och Vc+ på 11-13 procent av sysselsättningen i Vc. I antal tjänster betyder detta en skillnad på 900-1100 anställda.¹ 1979A-modellen resulterar i en nästan dubbelt så stor skillnad - vilket understryker värdet av att göra analysen på produktionslinjenivå och inte på enbart anläggningsnivå.

¹ Delningstalet 1,5 (1.500 tim/år) har använts.

Tabell 5:9 Skillnader i bruttovinst, sysselsättning och saluvärde. Lövvedpris 116 kr/m³ fub.

	<u>Vc, 30 kr</u>	<u>Vc</u>	<u>Vc+</u>	<u>Vc, 30 kr</u>	<u>Vc</u>	<u>Vc+</u>
Bruttovinst, milj kr						
1979A	- 12	0	41	- 16	0	29
1979B	- 13	0	40	- 22	0	25
Sysselsättning i industrin						
1979A, antal anställda	-1 103	0	730	- 822	0	1 130
procent	- 12,9	0	8,6	- 10,1	0	12,9
1979B, tusen timmar	-1 027	0	330	-1 008	0	640
procent	- 8,0	0	2,6	- 7,8	0	5,0
Sysselsättning i skogsbruket						
1979A, antal årsarbeten	-1 029	0	160	- 531	0	672
1979B, antal årsarbeten	- 855	0	134	- 629	0	300
Saluvärde						
1979A, milj kr	- 463	0	78	- 284	0	356
procent	- 9,1	0	1,5	- 6,3	0	7,9

Till detta kommer sysselsättningseffekterna i skogsbruket. Dessa har uppskattats i tabellen på basis av antagandet att sysselsättningen är proportionell mot vedförbrukningen och att en förändring på en miljon m³ fub motsvarar 700 årsarbeten.¹ På detta vis erhålles en skillnad mellan de två extrema alternativen på 900-1000 årsarbeten enligt 1979B-modellen och cirka 1200 årsarbeten enligt 1979A-modellen.

Skillnaden i saluvärde mellan dessa två alternativ är drygt en halv miljard kronor.

I tabell 5:10 redovisas en grov uppskattning av skillnaderna i totala samhällsekonomiska kostnader/intäkter mellan de olika alternativen.

Lars Heikensten har i en studie uppskattat produktionsbortfallet vid nedläggning av fabrikerna i Hörnefors och Köpmanholmen.^{2,3} Det totala produktionsbortfallet vid nedläggning av de två anläggningarna beräknar han till 152 miljoner kronor, vilket motsvarar cirka 210 tusen kronor per arbetstillfälle. Detta belopp är ett nuvärde⁴ och inbegriper endast effekterna under de tre

Tabell 5:10 Skillnad i produktionsvärde enligt 1979B-modellen. Miljoner kronor.

	<u>100%</u>			<u>90%</u>		
	<u>Vc, 30</u>	<u>Vc</u>	<u>Vc+</u>	<u>Vc, 30</u>	<u>Vc</u>	<u>Vc+</u>
Bruttovinst. Per år.	- 13	0	40	- 22	0	25
Produktionsbortfall i massa-, pappers- och skivindustrin.	144	0	-46	141	0	-90
Nuvärde.						
Produktionsbortfall i skogsbruket. Nu- värde.	128	0	-20	94	0	-45

¹ Jungenfelt (1980), sid 8.

² Jungenfelt (1980), kapitel 4.

³ I kalkylen har han antagit att alternativen till nedläggning är 45/45-alternativet i Hörnefors och 145- eller 190-alternativet i Köpmanholmen (se appendix 2, "Investeringar och förändringar efter 1979").

⁴ Vid kalkylräntesatsen 6 procent.

närmaste åren efter en nedläggning. Heikensten understryker att osäkerheten i uppskattningen av flera skäl är stor.

Denna kostnad per anställd har använts för att beräkna produktionsbortfallet i industrin. För skogsbruket har en något lägre siffra, 150 000 kronor per anställd antagits.¹

Denna mycket överslagsmässiga kalkyl ger vid handen att till skillnaden i bruttovinst mellan de två extremalternativen skall läggas en anpassningskostnad/utebliven anpassningskostnad i storleksordningen 340-370 miljoner kronor.

Slutligen kan konstateras att det beräknade jämviktspriset vid Vc+-utbud (i de flesta fall) är betydligt lägre än vid Vc, 30-utbud. Detta innebär att driftsöverskotten inom industrin är drygt 300 miljoner kronor högre i det förra än i det senare fallet på rotnettots "bekostnad". Fördelningseffekten är således mycket stor i förhållande till nettoeffekten för skogsnäringen som helhet.

5.3.2 Region 2

I tabell 5:11 redovisas resultaten av modellsimuleringarna för region 2. Modell och förutsättningar överensstämmer med 1979A-modellen för region 1.

¹ För ett lägre belopp talar att en nedskärning av aktiviteten i skogsbruket eventuellt har mindre spridningseffekter än vad som är fallet i skogsindustrin, samt att en del av anpassningen till en lägre avverkningsnivå redan kan vara genomförd i skogsbruket. Å andra sidan kan sysselsättningsalternativen för skogsarbetare och självverksamma skogsägare misstänkas vara färre än för industriarbetare. En neddragning av aktivitetsnivån i skogsbruket som helhet kan därför kanske leda till att en relativt stor del drabbas av arbetslöshet som sträcker sig bortom treårsstrecket.

Tabell 5:11 Modellresultat region 2

	Vedförbrukning <u>milj. m³ fub</u>	Barrvedpris, <u>kr/m³ fub^{1/}</u>	Sysselsatta <u>antal</u>	Bruttovinst, (korri- <u>gerad) milj. kr.</u>
100 % Vc	10,640	209	9.291	1.649
100 % Vc+	12,060	171	10.692	1.731
100 %, Vc, 30 kr	10,540	209	9.229	1.647
100 % Vb	9,540	209	8.648	1.551
100 % Vb+	10,960	187	9.482	1.667
100 % Vb, 30 kr	9,440	212	8.599	1.549
90 %, Vc	10,259	169	9.684	1.450
90 %, Vc+	11,215	145	10.153	1.502
90 %, Vc, 30 kr	9,607	182	9.327	1.432
90 %, Vb	9,540	202	9.141	1.379
90 %, Vb+	10,960	169	9.614	1.462
90 %, Vb, 30 kr	9,100	204	8.898	1.369

Referenstal

Vedförbrukning processindustri 1979 10,3 milj. m³ fub
 Genomsnittlig vedförbrukning 1975-79 9,9 milj. m³ fub

¹ Lövvedspris 116 kronor/m³ fub.

De enheter som slås ut är i första hand de båda skiv-industrierna och i andra hand en del av sulfatindustrin. Den beräknade optimala vedförbrukningen ligger i flera fall (100 % Vb och Vc, 90 % Vb) vid det maximala utbudet. Motsvarande ved-priser är mycket höga, 202-209 kr/m³ fub. Vedförbrukningen på-verkas i liten utsträckning av en förskjutning uppåt av ut-budssambandet med 30 kr. Däremot är effekten av en ökning av det potentiella utbudet betydande, 1-1,5 miljoner m³ fub.

Den optimala vedförbrukningen med Vc-utbud är 10,259-10,640 miljoner m³ fub, vilket kan jämföras med den faktiska förbrukningen 10,252 miljoner m³ fub 1979. Trots nettotill-förseln och den del av den totala vedlagerminskningen under 1979 som faller på denna region var den faktiska förbrukningen lägre än den optimala. Skillnaden mellan den faktiska och den potentiella utbudskurvan torde ha varit betydande, eftersom im-porten var relativt omfattande.

Som framgår av ovanstående tabell uppgår den möjliga brutto-vinstökningen till 52-116 miljoner kr per år och sysselsättnings-ökningen till 469-1401 anställda.

5.3.3 Region 3

Modellresultaten redovisas i tabell 5:12. Utbudet har i denna region antagits vara helt oelastiskt. Ingen lövvedseldnings-aktivitet har utnyttjats i körningarna varför ett betydande löv-vedsöverskott uppkommer och lövvedspriset blir noll.

Den optimala vedförbrukningen uppgår i V-fallet till 14,3-14,5 milj. m³ fub. Detta kan jämföras med den faktiska förbrukningen 1979, 15,3 milj. m³ fub. Lagerneddragningen 1979 i regionen bör åtminstone ha uppgått till en miljon m³ fub. Som tidigare nämnts resulterade virkestransporterna till och från regionen i en viss nettoutförsel. De faktiska avverkningarna låg

¹ Även om importpriset är högre än det pris som skulle krävas för att skaffa råvaran i regionen, kan importen vara motiverad för ett företag om detta därmed kan undvika en prishöjning på sin hela vedförbrukning.

således i denna region, till skillnad från de två föregående, på samma nivå som i modellen. Problemen för industrin i denna region att anskaffa tillräcklig mängd råvara synes därför inte ha berott på ett för litet utbud utan på en för stor industrikapacitet. Vid en förmånligare definition av mängden avverkningsbar skog ryms dock nästan hela industrin i den optimala jämvikten vid 90 procents beläggning. Bruttovinstökningen är i detta fall betydande, 294-367 miljoner kronor per år. Sysselsättningen är 1.400 - 2.100 personer högre än i V-fallet.

Tabell 5:12 Modellresultat region 3

	Vedförbrukning, milj. m ³ fub			Barrvedpris kr/m ³ fub	Sysselsatta, antal	Bruttovinst, milj.kr
	Barrved	Lövved	Totalt			
100 %, V	12,240	2,244	14,484	239	13.858	4.555
100 %, V+	13,820	2,327	16,147	214	15.963	4.922
90 %, V	12,240	2,082	14,322	211	13.996	4.276
90 %, V+	13,820	2,146	15,966	130	15.359	4.570

Referenstal

Vedförbrukning processindustri 1979	15,3 milj. m ³ fub
Genomsnittlig förbrukning 1975-1979	14,5 milj. m ³ fub

Tabell 5:13 Skillnader i bruttovinst och sysselsättning

	Bruttovinst, milj.kr			Sysselsatta, antal			Sysselsatta, procent		
	V, 30 kr	V	V+	V, 30 kr	V	V+	V, 30 kr	V	V+
100 %, Vc	-2	0	82	-62	0	1401	-0,7	0	15,1
100 %, Vb	-2	0	116	-49	0	834	-0,6	0	9,6
90 %, Vc	-18	0	52	-357	0	469	-3,7	0	4,8
90 %, Vb	-10	0	83	-243	0	473	-2,7	0	5,2

5.4 MEDELFRISTIG ANALYS I REGION 1, "1984"

Karaktäristik av modellen

Den kortfristiga analysen präglas av en asymmetri därigenom att strukturuomvandlingen endast beskrivs som kontraktion. I "1984"-modellen beaktas därför även den samtidiga möjligheten till expansion. Modellen inrymmer de investeringsalternativ som under hösten 1980 övervägdes (dvs var aktuella för beslut) av företagen i branschen. I de fall investeringar eller upptrimningar redan var genomförda eller beslutade har åtgångs- och kapacitetstalen ändrats i enlighet därmed från de som gäller i 1979B-modellen.

Även i andra avseenden skiljer sig modellen från 1979B. Produktionsaktiviteterna har belastats med kostnader för underhåll utöver vad som fångas av Industristatistiken. En särskild införselaktivitet för lövved finns. Denna är kapacitetsbegränsad till 0,5 miljoner m^3 fub och levererar lövved till priset 170 kr/m^3 fub. Vidare har relativpriset för olja höjts. (Se appendix 1). Eftersom det med hänsyn till sågtimmertillgången förefaller finnas utrymme för en expansion av sågverksindustrin i regionen har huvudalternativet i modellsimuleringen varit utbudssambanden, Vb och Vb+, vilka motsvarar fullt utnyttjande av sågverkens befintliga (1978) kapacitet.

Kapitalkostnaderna har beräknats som en annuitet för 10 procents ränta och tio års ekonomisk livslängd.

Beräknade jämvikter

I tabellerna 5:14 och 5:15 återges beräknad vedförbrukning och vedpriser för de modellkalkyler som har utförts.

Resultatet skiljer sig endast i begränsad utsträckning från de som erhöles i den kortfristiga analysen (jämför med 1979B, Vb). Trots att förhållandevis omfattande utbyggnader av massakapacitet genomförs ökar den totala vedförbrukningen endast med 0,2 - 0,3 miljoner m^3 fub. Lövvedsförbrukningen är högre varför 0,1 - 0,3 miljoner m^3 fub erhålles genom utnyttjande av införselaktiviteten. Lövvedspriset bestäms av kostnaden

för denna införsel, 170 kr/m³ fub. Barrvedspriset är 0 - 17 kronor högre än i det motsvarande kortfristiga fallet.

Tabell 5:14 Beräknad vedförbrukning. Miljoner m³ fub.

	<u>V, 100%</u>	<u>V+, 100%</u>	<u>V, 90%</u>	<u>V+, 90%</u>
Vb	12,949	13,680	12,342	12,291 ¹
Vb, 30 kr	12,496		11,160	
Vb, Köpmanholmen in	13,480	13,708		13,070
Vb, tre enheter in		14,570		13,423
Vb, oljepris + 25%	12,630			
Vb, lönekostnad + + 10%	12,949			
Vb, lönekostnad - - 10%	12,949			

1) Minskningen jämfört med V-fallet är hänförlig till lövvedsförbrukningen.

Tabell 5:15 Beräknade jämviktspriser. Kr/m³ fub.

	<u>V, 100%</u>		<u>V+, 100%</u>		<u>V, 90%</u>		<u>V+, 90%</u>	
	<u>Barr</u>	<u>Löv</u>	<u>Barr</u>	<u>Löv</u>	<u>Barr</u>	<u>Löv</u>	<u>Barr</u>	<u>Löv</u>
Vb	182	170	175	170	158	170	158	170
Vb, 30 kr	195	170			187	170		
Vb, Köpmanholmen in	191	170	182	170			158	170
Vb, tre enheter in			191	170			158	170
Vb, oljepris + 25%	174	170						
Vb, lönekostnad + + 10 %	182	170						
Vb, lönekostnad - - 10 %	182	170						

Införandet av investeringsmöjligheter ökar utslagningen av anläggningar. Betalningsförmågan för lövvedseldning är lägre än lövvedspriset. Denna aktivitet utnyttjas således inte. Detta gäller oberoende av om eldningsaktiviteten belastas med en kapitalkostnad eller inte.

Som tidigare konstaterats drabbas samhället av vissa kostnader vid nedläggningen av industrikapacitet. I vissa fall kan det därför vara motiverat¹ att staten, som alternativ till andra regionalpolitiska åtgärder, subventionerar anläggningar. Effekterna av sådana åtgärder har studerats i modellen genom att vissa anläggningar tvingats in i lösningarna.

De enheter som på detta sätt har förts in i lösningarna är dels fabriken i Köpmanholmen, dels denna fabrik plus spånskivebranschen och en ytterligare massaenhet. Detta motsvarar en vedförbrukning på i det första fallet drygt 0,7 miljoner m³ fub, i det andra fallet drygt 1,8 miljoner m³ fub.

Effekterna på marknadsjämvikten kan studeras i de två föregående tabellerna. Dessa visar att undanträngningseffekten är betydande. I V+-fallet ökar den totala vedförbrukningen med endast drygt hälften av den åtgång de tre enheterna svarar för. I Vb+, 90%-fallet har Köpmanholmen visserligen ingen undanträngningseffekt, men i gengäld är denna stor när de två ytterligare aktiviteterna tvingas in.

I tabellerna återfinns även resultat från några känslighetsanalyser som har utförts dels med avseende på priset på olja och arbetskraft.²

¹ Givetvis är detta en fråga där många aspekter, t.ex. risker för handelspolitiska konsekvenser, måste vägas in.

² En förändring av lönekostnaden på ± 10 procent ger inget utslag i förändrade aktivitetsnivåer. En höjning av oljepriset med 25 procent får däremot viss effekt, bl.a. i form av en lägre vedförbrukning. Oljeförbrukningen minskar från 404.000 m³ till 381.000. Detta innebär en egenpriselasticitet på -0,26 (bågelasticitet). Observera att modellen inte inbegriper andra oljesparande åtgärder än sådana som åstadkoms genom ändringar i produktionsmönstret och produktionsnivån.

Bruttovinst och sysselsättning

Bruttovinst och sysselsättning i lösningarna redovisas i appendix 2.

Bruttovinsten är drygt 400 miljoner kronor högre än i 1979B-modellens lösningar. Trots den högre vedförbrukningen är sysselsättningen markant lägre. Skillnaden motsvarar i runda tal 1.300 arbetstillfällen (15 procent). Även i de sysselsättningsmässigt mest gynnsamma alternativen innebär modellresultaten en väsentlig neddragning av sysselsättningen jämfört med den faktiska nivån 1979. Detta är effekten av dels flera starkt produktivitetshöjande ombyggnader, dels att arbetsåtgången i tillkommande kapacitet är generellt sett lägre än i den kapacitet som slås ut.

I tabell 5:16 jämförs bruttovinst och sysselsättning i olika lösningar. Skillnaderna mellan resultaten vid de olika utbudssambanden är likartade de som konstaterades i det kortfristiga fallet. Skillnaderna är större i fråga om bruttovinsten och mindre i fråga om sysselsättningen. Spännvidden mellan de två ytterlighetsfallen är cirka 60 miljoner kronor i bruttovinst per år och 230-330 miljoner kronor i nuvärde av produktionsbortfall (se tabell 5:17, beräkningar enligt samma principer som i det kortfristiga fallet). Detta kan jämföras med cirka 50 respektive 340-370 miljoner kronor i den kortfristiga analysen.

Tabell 5:16 Skillnad i bruttovinst och sysselsättning.

	<u>100%</u>			<u>90%</u>		
	<u>Vb, 30 kr</u>	<u>Vb</u>	<u>Vb+</u>	<u>Vb, 30 kr</u>	<u>Vb</u>	<u>Vb+</u>
Bruttovinst, milj kr	- 6	0	52	- 15	0	58
Sysselsättning i industrin, tusen arbetstim. procent	-151	0	651	-1 506	0	0
Sysselsättning i skogsbruket ¹⁾ årsarbeten	-317	0	512	- 827	0	-51

1) Beräknad som 700 årsarbeten per miljon m³ fub.

Tabell 5:17 Skillnad i produktionsvärde. Miljoner kronor.

	<u>100%</u>			<u>90%</u>		
	<u>Vb, 30 kr</u>	<u>Vb</u>	<u>Vb+</u>	<u>Vb, 30 kr</u>	<u>Vb</u>	<u>Vb+</u>
Bruttovinst. Per år.	- 6	0	52	- 15	0	58
Produktionsbortfall i industrin. Nuvärde	21	0	-91	211	0	0
Produktionsbortfall i skogsbruket. Nu- värde.	48	0	-77	124	0	8

Tabell 5:18, slutligen, sammanställer effekten på sysselsättning och bruttovinst av att driften vid vissa anläggningar tvångsmässigt upprätthålles. Med V+-utbud och 90-procentigt kapacitetsutnyttjande är kostnaden cirka 20 tusen kronor per arbetstillfälle och år för ett ingrepp som innebär att de tre enheterna upprätthåller driften. Denna kostnad skall ställas mot det produktionsbortfall som undviks genom den fortsatta driften.

Tabell 5:18 Effekt av och kostnad för "tvångsinförning" av anläggningar

	<u>Vb, 100%</u>	<u>Vb+, 100%</u>	<u>Vb, 90%</u>	<u>Vb+, 90%</u>
Sysselsättningseffekt i in- dustrin, antal personer ¹⁾ :				
Köpmanholmen	313	-47		439
Tre enheter		673		796
Bruttovinstbortfall per netto sysselsatt person, tusen kronor:				
Köpmanholmen	67	-2/		9
Tre enheter		58		21

¹ 1 500 årsarbetstimmar har antagits motsvara en person.

² Den totala sysselsättningen minskar.

5.5 MEDELFRISTIG ANALYS I REGION 1, "1979-1993"

Karaktäristik_av_modellen

Ovan har beskrivits jämvikter på massavedsmarknaden som är beräknade för ett enskilt år. Såväl skogspolitiken som beslut om enskilda investeringsprojekt måste emellertid baseras på förväntningar om situationen under inte bara ett utan en följd av år. Det är således önskvärt att utvidga analysen till det flerperiodiska fallet.

Den flerperiodiska modell som används här är utformad speciellt för att studera effekterna av olika förlopp för relativpriserna på branschens slutprodukter. I modellen seriekopplas flera perioder. Nackdelen med detta är att kravet på datorkapacitet ökas. Beskrivningen av skogsindustrin har därför förenklats. I modellen finns endast en produktionslinje för varje produkt. Av strukturomvandlingens två huvudsakliga aspekter - förändringar i produktionsskala och produktsammansättning samt förändringar i effektivitet vid givet produktionsmönster - inryms endast den första. Branschens storlek bestäms inte av vedbetalningsförmågans spridning mellan fabrikena utan mellan produkterna. Det skall dock observeras att skillnaden mellan dessa två betraktelsesätt inte är stor i region 1 eftersom det finns få anläggningar inom varje produktområde.

Sambandet mellan olika tidsperioder är i skogsindustrins fall dubbelt. Dels finns kapacitetskopplingen, dels finns en koppling på råvarusidan - skog som inte avverkas vid en tidpunkt kan avverkas senare. Det senare sambandet kan enkelt byggas in i modellen. Tyvärr har det visat sig att den lösningsrutin som har stått till förfogande inte kan hantera problemet om denna koppling införs. I de simuleringar som här skall presenteras är restriktionerna för vedutbudet därför specifika för varje enskild period.

Produktionsutrustningens fysiska åldrande återspeglas inte i modellen. Åtgångstalen är (med något undantag) oförändrade över tidsperioderna. Utslagning av kapacitet kommer därför i första hand att vara en följd av undanträngning på vedmarknaden till följd av att nyinvesteringar genomförs.¹ För att motverka den tendens till en alltför stor industrikapacitet som detta kan innebära har en viss höjning av relativpriserna på elkraft, arbetskraft och olja antagits ske över tiden.² Dessa priser har antagits öka med 2, knappt 2,5 respektive 1 procent per år. Följande prisförutsättningar har begagnats:³

	Period 1	Period 2	Period 3
El, kr/kWh	0,10	0,11	0,12
Olja, kr/m ³	800	900	1013
Arbetskraft, kr/h	63	66	77

Det något högre arbetskraftspriset jämfört med de tidigare modellsimuleringarna kompenserar delvis de kostnader för underhåll och reparationer som inte täcks av Industristatistiken (till skillnad från i "1984"-modellen har ingen särskild justering genomförts i den treperiodiska modellen).

För färdigvarupriserna har två scenarios prövats (se appendix 1).⁴ Prisförloppen i dessa två fall redovisas i tabell 5:19. "Sten Nilssons scenario" bygger på initierade bedömningar av experter i branschen, medan "medelvärdesscenariet" är grundat på en analys av den historiska relativprisutvecklingen. Som framgår av tabellen innebär "medelvärdesscenariet" en gynnsammare utveckling för "brunt" papper, lövmassa och sulfit och en mindre gynnsam utveckling för "vitt" papper än i Sten Nilssons scenario.

¹ I andra hand av sänkta produktpriser.

² Ett annat sätt att öka utslagningen är att exogent införa kapacitetsnedskränningar. Modelltekniskt kan detta göras genom att ersätta nollorna i högerledet i kapacitetsrestriktionerna med negativa tal.

³ Observera att kalkylerna baseras på 1979 års prisnivå.

⁴ Jämte ett referensfall med oförändrade priser. Detta har prövats i en testkörning och visat sig ge, som man kan vänta, resultat som ligger "mellan" de som ges av de två övriga alternativen. Detta scenario återfinns inte i den nedanstående redovisningen.

TABELL 5:19

PRISSCENARIOS. FÄRDIGVARUPRISER RELATIVT 1979 ÅRS PRISER KR/TON.

	<u>"Sten Nilsson scenario"</u>			<u>"Medelvärdesscenariot"</u>		
	1	2	3	1	2	3
Tidningspapper	1,00	1,00	1,00	1,00	0,87	0,87
Journalpapper	1,00	1,00	1,00	1,00	0,93	0,93
Finpapper	1,00	1,10	1,20	1,00	0,93	0,93
Kraftliner, oblekt	1,00	0,90	0,90	1,00	1,16	1,16
Kraftpapper, oblekt	1,00	0,95	0,95	1,00	1,02	1,02
Slipmassa	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Blekt barrvedssulfat	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	0,98
Blekt lövvedssulfat	1,00	0,90	0,80	1,00	1,00	1,00
Blekt sulfit	1,00	0,95	0,80	1,00	0,98	0,98

Kalkylräntan har vid modellsimuleringarna satts till 10 procent.

Vb- och Vb+-sambanden har utnyttjats som huvudalternativ för utbudssambandet. En modellkörning har även gjorts med Va-sambandet, där sågverkens råvaruförbrukning är högre (motsvarande den teoretiska timmerandelen). Simuleringar har endast utförts för 100 procents kapacitetsutnyttjande i de enskilda anläggningarna. Vid jämförelse med resultatet från de enperiodiska modellerna bör observeras att träfiberskiveindustrin inte ingår i treperiodsmodellen.

Modellresultat

Resultaten från modellkörningarna återfinns i tabell 5:20 som visar vedförbrukning, barrveds- och lövvedspriser, samt sysselsättning och nuvärdet av bruttovinst.

Aktivitetsnivåerna för de enskilda produktionsaktiviteterna och investeringsaktiviteterna redovisas i appendix 2 i form av kopior av datorutskriften.

TABELL 5:20 Resultat av simuleringar med den treperiodiska modellen.

	Vedförbrukning, milj m ³ fub			Barrvedpris, kr/m ³ fub			Lövvedpris, kr/m ³ fub			Sysselsättning, tusen tim			Nuvärde av brutto- vinst, milj kr
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
"Sten Nilsson- priser", Vb	12,731	13,117	13,480	186	186	190	152	152	152	11.400	12.623	13.057	14.453
"Medelvärdespriser, Vb	12,731	13,114	13,480	186	186	191	152	152	152	11.401	12.788	13.737	14.390
Dito, höjda input- priser, Vb	12,731	12,630	13,364	186	186	184	152	152	161	11.401	12.571	13.666	13.542
Dito, Vb+	12,624	13,008	14,014	162	162	180	152	152	161	11.401	12.788	13.853	13.778
Dito, Vb, 30 kr	12,046	12,431	12,736	199	183	199	152	220	227	11.095	11.963	12.746	13.449
Dito, Va	12,480	12,154	12,480	197	187	199	152	152	161	11.191	11.745	12.345	13.173
"1979B", Vb, 100%	12,630			171			(170)			12.545			
1984, Vb, 100%		12,949			182			170			10.916		

De två första modellkörningarna har gjorts med oförändrade inputpriser (period etts priser samtliga perioder) och de två olika förloppen för färdigvarupriserna.

Dessa två lösningar har flera gemensamma drag i fråga om produktionens sammansättning.

I båda fallen minskar avsaluproduktionen av *blekt barrvedssulfat*. Detta är en följd av ett ökat behov av denna massa inom regionens pappersindustri. Vid medelvärdesfallets måttliga prissänkning är avsaluproduktionen nära att helt raderas ut.

Även vid "Sten Nilsson-fallets" drastiska sänkning av priset på *lövvedssulfat* har denna tillräcklig betalningsförmåga för att hålla lövvedseldningen stången. Avsaluproduktionen sjunker i båda fallen från period 1 till period 2, men ökar åter till den ursprungliga nivån i period 3. Lövvedspriset bestäms av den halvkemiska lövvedsmassans konkurrensförmåga gentemot returfiber vid linertillverkning, vilken är oberoende av kraftlinerpriset.

Gemensamt för de båda lösningarna är även att *fin- och journalpappers* produktionen byggs ut maximalt. Tillverkningen av finpapper övergår till trähaltiga produkter i den takt som kapaciteten för *termomekanisk massa* kan byggas ut. Journalpappersproduktionen inriktas helt på LWC.

I "Sten Nilsson"-fallet åstadkoms en kraftig utbyggnad av *tidningspappers* industrin. Denna uteblir i den andra lösningen. I denna får istället *förpackningspapper* en mer gynnsam utveckling. Kraftpappersproduktionen skärs inte ned och linerkapaciteten utökas både period 2 och 3.

Även på massasidan finns vissa skillnader. Avsaluproduktionen av *slipmassa* minskar i "Sten Nilsson"-fallet eftersom slipmassan behövs till den ökade tidningspappersproduktionen. Trots ökningen för tidningspapper minskar tillverkning av våt oblekt *sulfit*, till följd av prissänkningen på blekt avsalusulfit.

Nettoeffekten på vedförbrukning och vedpriser av dessa skillnader i produktionsmönstrets utveckling är nästan noll. Endast i fråga om sysselsättningen kan en viss skillnad märkas, speciellt i period 3. En gynnsam utveckling för "bruna" produkter ger en något högre sysselsättning än en expansion för tidningspapper.

De fortsatta körningarna har endast genomförts för ett av dessa båda scenarios, nämligen "medelvärdesfallet". I dessa körningar har inputpriserna antagits öka på tidigare angivet sätt. De höjda inputpriserna påskyndar utslagningen av produktionen av blekt barrvedssulfat för avsalu. Referensfallet återfinns på den tredje raden i tabell 5:20. På de följande raderna redovisas resultaten vid de olika utbudssambanden Vb+, Vb 30 kr och Va. Som referens återges även två lösningar till "1979B-respektive "1984"-modellerna.

Vedförbrukningens nivå i period 1 och 2 överensstämmer väl med den som beräknades med "1979"- respektive "1984"-modellerna. Med oförändrade insatsvarupriser återkommer den smärre ökning av vedförbrukningen som konstaterades mellan "1979B"- och "1984"-resultaten. I period 3 ökar vedförbrukningen ytterligare. Denna ökning mellan period 1 och 3 återfinns även när inputpriserna höjs, men i detta fall finns en tendens till en doppling i period 2. Denna nedgång är ett resultat av att pappersproduktionen inte kan byggas ut tillräckligt snabbt för att kompensera avsalusulfatens produktionsminskning. I Va-fallet är förbrukningsnivån densamma i period 1 och 3.

Dessa resultat antyder att vedförbrukningen i långsiktig jämvikt är högre än den nivå som har beräknats med "1979"- och "1984"-modellerna.

Trots ganska stora investeringsmöjligheter resulterar modellen emellertid inte i en vedförbrukning i period 3 som motsvarar den totalt avverkningsbara kvantiteten. Den av modellen beräknade volymen, 13,4-13,5 milj m³ fub med Vb-utbud, innebär att drygt en halv milj m³ fub ej utnyttjas. Detta resultat gäller även om sågverksindustrin byggs ut till en kapacitet motsvarande

den teoretiska timmerandelen (Va-utbud). I detta fall blir ved-volymen 12,5 milj m³ fub samtidigt som sågverkens förbrukning är 1,0 milj m³ fub större än i det förra fallet.

I kapitel 2 konstaterades att skillnaden i vedförbrukning mellan de långsiktiga jämvikter som motsvarar två olika utbudssamband kan förväntas vara större än skillnaden i kortsiktig jämvikt. En sådan tendens kan utläsas vid en jämförelse mellan modellresultaten för Vb+ och de mindre förmånliga utbudssambanden -Vb,30 kr och Va. Skillnaderna i de olika perioderna redovisas i nedanstående tabell.

Tabell 5:21 Skillnad i vedförbrukning. Milj m³ fub

	Period	1	2	3
Vb+ - Vb, 30 kr		0,6	0,6	1,3
Vb+ - Va		0,1	0,9	1,5

Sysselsättningsutvecklingen i treperiodsanalysen är en helt annan än den som konstaterades vid simuleringarna med de en-periodiska modellerna. I dessa erhöles en minskning med drygt ettusen arbetstillfällen från 1979 till 1984, medan treperiodsmodellen tvärtom generar en nästan lika stor ökning mellan den första och den andra perioden. Denna skillnad har flera orsaker. Efter 1979 har genomförts/kommer att genomföras betydande produktivitetshöjningar i sulfatindustrin. Detta återspeglas i "1984"-modellen och i den treperiodiska modellen. Det är därför naturligt att treperiodsmodellens resultat för period 1 innebär en betydligt lägre sysselsättning än i "1979B"-modellen. I period 2 beror skillnaden jämfört med "1984"-modellen bl.a. på en större utbyggnad av pappersindustrin.

Eftersom åtgångstalen är desamma i alla perioder är det inte möjligt att dra några alltför specifika slutsatser av den beräknade sysselsättningsutvecklingen. Resultaten antyder dock att denna utveckling inte behöver bli lika oförmånlig under resten av 1980-talet som den varit/är i början av decenniet (nedskärningar i Östrand, NCB:s anläggningar m.m.).

Skillnaderna i sysselsättning och nuvärdet av bruttovinsten med olika utbudssamband anges i den nedanstående tabellen. Dessa skillnader är, liksom skillnaderna i vedförbrukning period 1 och 2, mindre än de som konstaterades i den enperiodiska analysen. Uppenbarligen leder frånvaron av anläggningsdimension i den treperiodiska modellen till en viss underskattning av skillnaderna mellan marknadsjämvikterna med de tre utbudsalternativen.

Tabell 5:22

Skillnader i bruttovinst och sysselsättning

	Vb, 30 kr			Vb			Vb+		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Sysselsättning, tusen timmar per år	-306	-608	-920	0	0	0	0	217	187
procent	-2,7	-4,8	-6,7	0	0	0	0	1,7	1,4
Nuvärde av bruttovinst, milj kr	- 93			0			236		

6 SAMMANFATTNING

6.1 OPTIMAL VIRKESFÖRBRUKNING

Virkesutbudet under högkonjunkturen 1979-1980 var otillräckligt för ett fullt kapacitetsutnyttjande. Detta problem har kommit att inta en central ställning i den allmänna ekonomisk-politiska debatten. Problemets karaktär, nämligen om avverkningarnas nivå varit för låg eller om skogsindustrin varit överutbyggd med hänsyn till skogarnas produktionsförmåga och kostnaderna för att framskaffa virket, har dock varit omtvistad. Denna osäkerhet innebär självfallet även en osäkerhet om hur t.ex. statsmaktens skogspolitik och skogsindustri-politik bör utformas under 1980-talet.

Den vanliga utgångspunkten vid analys av detta är de produktionsberäkningar som utfördes av 1973 års Skogsutredning och speciellt det produktionsprogram som lades till grund för riksdagens skogspolitiska beslut 1979. Denna förutsättning är emellertid inte självklar, allrahelst som riksdagens beslut inte innebär någon definitiv lösning till en speciell avverkningsnivå. Analysen i kapitel 3 visar att den ransonering av det äldre skogsbeståndet, för att undvika en framtida "virkessvacka", som förutsätts i Skogsutredningens produktionsprogram är alltför stor. Skogens åldersfördelning är sådan att ett optimalt avverkningsförlopp även vid låg räntesats och en hög värdering av kost-

naderna för en framtida neddragning av avverkningsnivån innebär ett förhållandevis högt uttag under kommande år. På grund av det stora inslaget av lågväxande skog är det t.o.m. möjligt att genomföra en viss ökning av avverkningsnivån under 1980-talet utan att uttaget därefter behöver bli lägre än i Skogsutredningens program. En simulering med Skogsutredningens prognosmodell visar att det långsiktiga produktionsprogrammet efter 1990 är förenligt med en höjning av bruttoavverkningen under 1980-talet från Skogsutredningens 74 milj. m³ fub till 81 milj. m³ fub.

En annan prognoskalkyl som förutsätter en bruttoavverkning under 1980-talet på 90 milj. m³ sk visar att ett sådant uttag kan göras utan att det krävs någon drastisk sänkning av avverkningarna nästa sekel under den nivå som ges av Skogsutredningens program. För att på ekonomisk grund motivera en lägre nivå för uttaget under kommande år krävs antaganden om betydande reala virkesprishöjningar under nästa sekel¹ och/eller betydande kostnader för framtida minskningar av virkesuttaget.

Nivån 90 milj. m³ sk under 1980-talet har redan förordats i olika sammanhang som ett mål för skogspolitiken,² dock utan synbarligt genomslag. I själva verket torde ett sådant mål förutsätta en mindre omvälvning av det förhärskande skogspolitiska synsättet.³ Den fortsatta analysen har därför försiktigtvis utförts med utgångspunkten att det enbart finns ett val mellan de två nivåerna för bruttoavverkning 74 milj. m³ sk och 81 milj. m³ sk.⁴

¹ Vid 3 procents₃kalkylränta ger Skogsutredningens program samma nuvärde som 90 milj. m³ sk-programmet om en engångshöjning av virkespriset sker vid sekelskiftet med 315 procent. Högre räntesats ställer större höjningskrav.

² Se t.ex. Långtidsutredningen (1978).

³ Se t.ex. Skogsutredningen (1978a) samt, för en kritisk diskussion, Skogspolitiska utredningen (1973) och Statens Industriverk (1978).

⁴ D.v.s. motsvarande Virkesförsörjningsutredningens (1981) alternativa produktionsprogram A och B.

För vart och ett av dessa två alternativ har närmare studerats vad som är en optimal allokering av virket. Detta har gjorts med de datorbaserade modeller över utbud och efterfrågan på massaved som redovisas i kapitel 4. Lösningarna har sökts på basis av data för utbudssambanden och de enskilda vedanvändande anläggningarnas, i vissa fall produktionslinjerna inom en anläggning, betalningsförmåga.

Denna analys ger svar på dels hur mycket av den tillåtna avverkningsvolymen som bör utnyttjas, med hänsyn till avverknings- och transportkostnaderna för virket och skogsindustrins betalningsförmåga, dels hur massaveden bör fördelas mellan de potentiella vedanvändarna.

I tabell 6:1 sammanställs några resultat gällande total virkesförbrukning från de s.k. 1979-modellerna. Dessa modeller utmärks av att vedefterfrågan motsvarar den befintliga industrikapaciteten 1979. I tabellen har vedförbrukningen i de tre regionala modellerna och sågverkens nettoförbrukning av träråvara adderats till total virkesförbrukning i hela landet. Därjämte redovisas i tabellen vissa referensdata över industrikapacitet, total virkestillgång och faktisk förbrukning.

Tabell 6:1 Virkesförbrukning, kapacitet och "1979"-modellernas resultat.¹⁾
90 procents kapacitetsutnyttjandegrad. Milj. m³ fub.

A	Kapacitet för virkesförbrukning 1980 ²⁾	57
B	Avverkningsbar volym (74 milj. m ³ sk)	56
C	Avverkningsbar volym (81 milj. m ³ sk)	62
D	Optimal förbrukning (74 milj. m ³ sk) enl. "1979"-modellerna	53
E	Optimal förbrukning (81 milj. m ³ sk) enl. "1979"-modellerna	56
F	Faktisk virkesförbrukning 1976-1980 exkl. nettoimport ³⁾	51
G	Optimal förbrukning (74 milj. m ³ sk) med faktisk utbudskurva	51

1) För region 1 "1979B"-modellen. I region 1 och 2 antas sågverkens nettoförbrukning motsvara fullt kapacitetsutnyttjande av 1978 års kapacitet ("Vb-utbud"), i region 3 motsvarande den teoretiska sågtimmertillgången.

2) Virkesrådets beräkning. Motsvarande siffra för 1979 har ej beräknats.

3) Nettoimporten var 1 milj. m³ fub.

Den avverkningsbara virkesvolymen enligt 74-milj. m^3 sk-programmet (rad B) motsvarade ungefär industrins behov vid 90 procents kapacitetsutnyttjande (rad A). "1979"-modellerna beräknar den optimala virkesförbrukningen vid 74-milj. m^3 sk-programmet och det "faktiska" utbudssambandet till 51 milj. m^3 fub (rad G). Detta är lika mycket som den faktiska förbrukningen exklusive nettoimport 1976-80 (rad F).

Så långt tyder resultaten således på att den faktiska avverkningsnivån inte skulle varit för liten, utan att i stället industrin skulle ha varit överdimensionerad.

Det "faktiska" utbudssambandet i denna modellkalkyl motsvarar emellertid inte samhällets marginalkostnader för virket. Det är en konstruktion som förutsätter att skogsägarna i region 1 och 2 (norra respektive mellersta Sverige) har ett kompensationskrav 30 kr/ m^3 sk över kostnaderna för avverkning, transport och återväxtåtgärder. Om den verkliga resursuppooffringen läggs till grund för modellkalkylerna erhålles den förbrukningsnivå som redovisas på rad D, 53 milj. m^3 sk. Denna innebär fortfarande att industrins kapacitet är för stor, närmare bestämt cirka 8 procent för stor.

Förutsättningen för detta resultat är emellertid fortfarande 74-milj. m^3 -programmet vilket uppenbarligen lägger en alltför sträng restriktion på den avverkningsbara kvantiteten. Om i stället utgångspunkten tas i volymen 81 milj. m^3 sk, erhålles resultatet på rad E, 56 milj. m^3 fub. Detta resultat är endast en milj. m^3 fub lägre än virkesanvändarnas kapacitet. Med det synsätt som har anlagts här är därför slutsatsen att virkesbristen huvudsakligen är en följd av en för låg avverkningsnivå. Denna slutsats förstärks av att modellresultatet är grundat på vad som framstår som ett minimalalternativ när det gäller den lämpliga definitionen av de avverkningsbara tillgångarna.

Denna analys har för norra Sverige (region 1) utvecklats och förfinats, i första hand genom att industrins (och flisbaserade värmeverks) investeringsmöjligheter har beaktats. När möjligheterna till utökning och ombyggnad av industrikapaciteten förs in i analysen blir den optimala virkesförbrukningen ännu större. Effekten dämpas dock av att investeringarna även leder till en ökad utslagning av äldre produktionsenheter.

Resultaten från en särskild treperiodisk modell för region 1 antyder, som man även på teoretisk grund har skäl att vänta, att skillnaden mellan den optimala virkesförbrukningen vid olika utbudsalternativ växer över tiden.

Vid bestämningen av virkestillgångarna har dessa minskats med knappt 3 milj. m³ fub över hela riket med hänsyn till klen-dimensioner och diverse avverkningsrestriktioner - förutom de som redan är förutsatta vid beräkningen av de långsiktiga avverkningsprogrammen. Utöver denna på förhand gjorda reduktion lämnar "1979"-modellerna drygt 3 milj. m³ fub av den totalt avverkningsbara kvantiteten 74 milj. m³ sk outnyttjad (rad D). Knappt hälften av detta utgör emellertid lövved i region 3 (södra Sverige). Eftersom detta lövvedsöverskott till stor del torde blir eldat, utgör den ej tillvaratagna virkesvolymen endast 2 milj. m³ fub i region 1. Om det tillgängliga skogsuttaget ökas till 81 milj. m³ sk ökar den icke utnyttjade avverkningsvolymen i region 1 med 1 milj. m³ fub till 3 milj. m³ fub.¹ Dessa resultat innebär bl.a. att en stor del av gallringsveden i norra Sverige ej är konkurrenskraftig.

6.2 KOSTNAD FÖR ETT FÖR LITET VIRKESUTBUD

Resultatet av modellanalysen tyder alltså på att virkesutbudet har legat på en åtminstone 10 procent, 5 milj. m³ fub, för låg nivå.

¹ Detta resultat är, så när som på första decimalen, detsamma vid 90 procents utnyttjandegrad i "1979B"-modellen, utan investeringar, som i "1984"-modellen, med investeringar.

Skillnaderna i bruttovinst för skogsnäringen (driftsöverskott och rotnetton) mellan "1979"-modellernas lösningar för 51 respektive 56 milj. m³-nivåerna (motsvarande rad G respektive rad E i tabell 6:1) redovisas i tabell 6:2. Trots att skillnaderna blir något större i den medelfristiga analysen (d.v.s. den som inkluderar investeringar) kan man konstatera att bortfallet av bruttovinst vid en för låg avverkningsnivå är förhållandevis litet. Nuvärdet för 1980-talet och landet som helhet torde inte överstiga 2 miljarder kronor.

Tabell 6:2 Skillnad i bruttovinst enligt "1979"-modellerna.¹⁾ Milj. kr.

<u>Region</u>	<u>Årligen</u>	<u>Nuvärde för tio år</u> ²⁾
1	47	289
2	70	430
3	(294) ³⁾	(1807) ³⁾
Riket	214 ⁴⁾	1316 ⁴⁾

- 1) I region 1 "1979B"-modellen. Skillnaden mellan lösningar med utbudssambanden Vc, 30 kr (i region 3₃V) och Vc+ vid 90 procents utnyttjandegrad och lövvedspriset 116 kr/m³ fub.
- 2) 10 procents ränta
- 3) Exklusive avverknings- och transportkostnader för ökningen i virkesvolym.
- 4) Skillnaden i bruttovinst inklusive avverknings- och transportkostnader i region 3 har beräknats med ledning av de två andra regionernas tal. Bruttovinstskillnaden har antagits stå i samma proportion mellan regionerna som virkesvolymskillnaden.

Att bortfallet inte blir större beror på att en optimal resursallokering i skogsindustrin förutsätts. I den mån trögheter i strukturanpassningen samverkar med ett för lågt virkesutbud så att branschens lönsammaste anläggningar tvingas inskränka driften blir förlusten av bruttovinst större.

Skillnaderna i sysselsättning framgår av tabell 6:3. I industrin uppgår skillnaden till drygt 3.000 sysselsatta, med en jämn spridning över landet. Detta motsvarar cirka 7 procent av massa- och pappersindustrins sysselsättning. För skogsbrukets del är skillnaden 2.500 årsarbeten. Denna siffra bör dock försees med stor osäkerhetsmarginal.

Den reduktion av sysselsättningen som lösningen 51 milj. m³ fub innebär skapar större kostnader för produktionsbortfall i samband med arbetslöshet än den andra lösningen. En möjlig storleksordning för nuvärdet av denna kostnad är en miljard.¹

Tabell 6:3 Skillnad i sysselsättning enligt "1979"-modellerna.¹⁾

<u>Region</u>	<u>Skogsindustri, 2)</u> <u>antal anställda</u>	<u>Skogsbruk, 3)</u> <u>årsarbeten</u>
1	1099	929
2	826	456
3	1363	1151
Riket	3288	2356

1) Se not 1 till tabell 6:2

2) I region 1 har arbetstimmar omvandlats till antal anställda. 1.500 timmar har antagits motsvara en tjänst.

3) En miljon m³ fub har antagits motsvara 700 årsarbeten. Detta torde vara en mycket grov uppskattning.

Ett sätt att öka sysselsättningen utan att förutsätta en större total avverkningsbar volym, kan vara att genom subventioner upprätthålla driften vid anläggningar som annars skulle ha slagits ut.

Effekterna av detta i några olika fall har studerats i modellanalysen. Resultatet blev i de flesta simuleringsalternativen att annan produktion delvis trängdes ut. I samtliga fall ökade virkesförbrukningen, men i ett fall var undanträngningseffekten så stor att nettotillskottet i sysselsättning i industrin blev negativt. De genom subventionering åstadkomna sysselsättningsökningarna gav upphov till en kostnad, i form av minskad bruttovinst för skogsnäringen, per netto extra anställd som varierade med förutsättningarna mellan 9.000 kr och 67.000 kr årligen.

¹ Med samma kläna underlag som utnyttjades vid beräkningarna i kapitel 5 blir kostnaden 1.070 milj. kr för de sysselsättningsskillnader som redovisas i tabell 6:3. Kostnaden varierar troligen mycket mellan olika regioner, vilket denna beräkning inte tar hänsyn till.

Fördelningseffekten av en förändring av utbudssambandet är jämfört med de tal för bruttovinst och produktionsbortfall som har redovisats ovan betydligt större. Med den större jämviktskvantiteten följer ett så pass mycket lägre massavedspris att skogsägarnas rotnetto minskar. I stället ökas industrins driftsöverskott. Storleken av inkomstomfördelningen framgår av tabell 6:4. För landet som helhet uppgår denna till cirka 1,4 miljarder kronor per år.

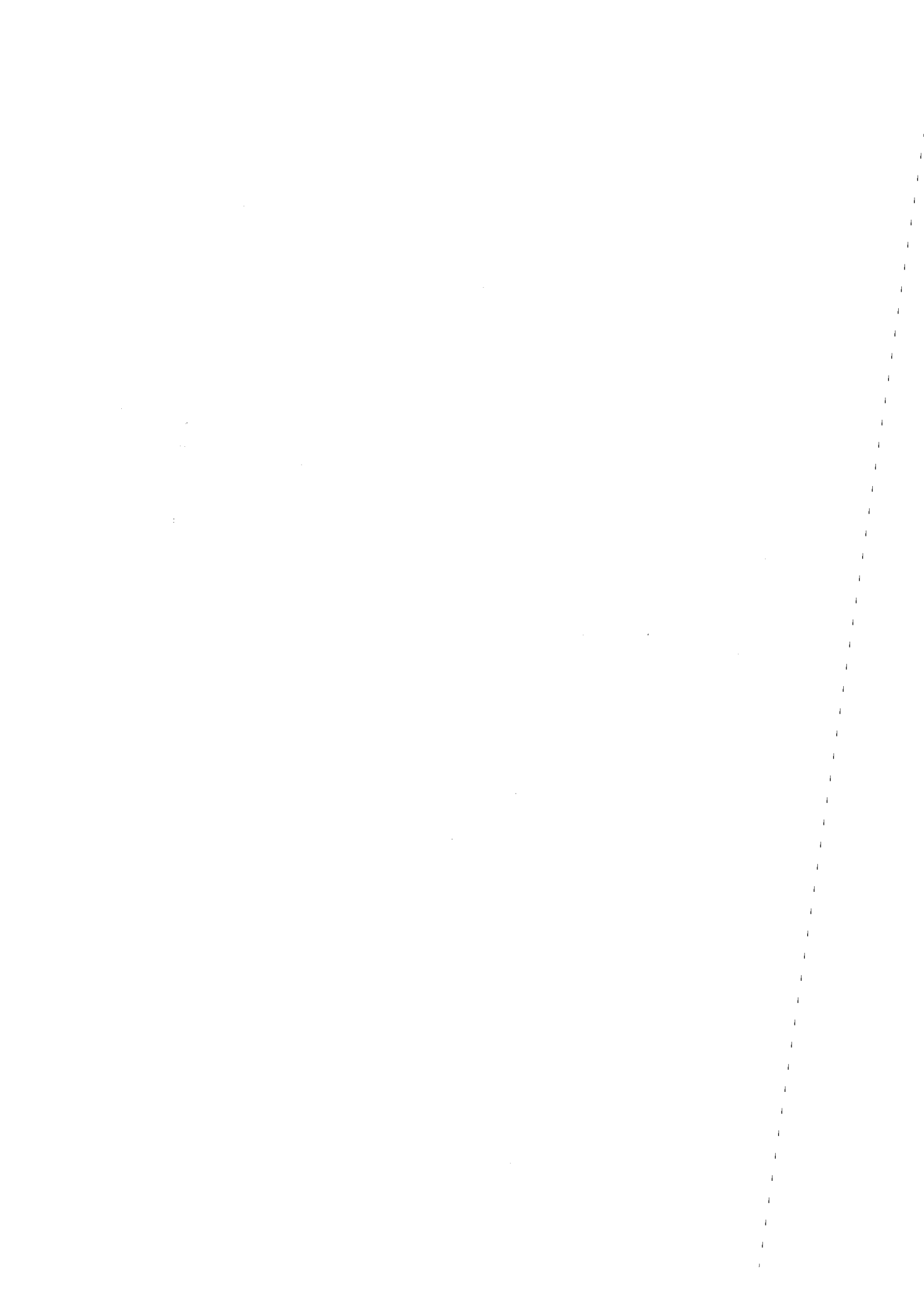
Omfördelningseffekten är av samma storleksordning per år som nuvärdet av skillnaden i skogsnäringens samlade bruttovinst under hela 1980-talet. Det finns således en stor intressekonflikt mellan skogsägarsidan och industrin ifråga om avverkningsnivån.

Tabell 6:4 Omfördelningseffekt enligt "1979"-modellerna.¹⁾ Milj. kr per år

Region	
1	232
2	259
3	786-991 ²⁾
Riket	1.277-1.482 ²⁾

1) Se not 1 tabell 6:2.

2) Den lägre siffran anger effekten givet att ökningen i virkesvolym i region 3 inte innebär några kostnader för skogsägarna. Den högre siffran förutsätter att kostnaderna är lika höga som bruttointäkten av ökningen.



APPENDIX 1 KOMPLETTERANDE DISKUSSION AV MODELldata

A1.1 Regionindelningen

Regionerna har utformats så att de nära ansluter till transportmönstret för virke. Det är emellertid inte möjligt att dra helt täta skott mellan olika regionala delmarknader. Vissa virkesleveranser förekommer mellan regionerna, vilket framgår av tabell A1:1.

Tabell A1:1. Transporter av massa- och skivindustriernas träråvara mellan regionerna 1, 2 och 3 1979. Miljoner m³ fub.

Från	<u>Region 1</u>		<u>Region 2</u>		<u>Region 3</u>		<u>Utlandet</u>	
Till	Barrved	Lövved	Barrved	Lövved	Barrved	Lövved	Barrved	Lövved
Region 1	11,025	1,264	0,026	0,088	0,135	0,385	0,096	0,023
Region 2	0,155	0,001	7,863	0,903	0,361	0,106	0,855	0,018
Region 3	0,027	-	0,377	0,046	10,984	2,545	1,231	0,135
Utlandet ¹	0,3		0,3		0,6			

- 1) Inklusive export av sågtimmer. Massaved utgjorde 1978 78 procent av landets totala export av obearbetat, barkat eller grovavjämnat virke (stat nr 44.03 SOS). Utrikeshandel. Därav var 10 procent lövved.

Källa: Virkesrådets rapporter 1980.

Mellan region 2 och 3 är vedtransporterna relativt omfattande. Som tabellen visar är dock bytet jämnt; leveransströmmarna kompenserade i stort sett varandra 1979.

Tabellen styrker att Ljungan utgör en effektiv skiljeälv mellan region 1 och 2. Virkesleveranserna mellan dessa områden var förhållandevis små. Däremot var nettoimporten till region 1 från region 3 betydande vilket avspeglar MoDos bogseringar. Nettoinflödet till regionen av lövved från de två andra regionerna uppgick till nära en halv miljon m³ fub. Inflödet av barrved var däremot i nära balans med utflödet.

Tabellen visar även en betydande nettoimport från utlandet till region 2 och 3. 1980 torde även region 1 tillfälligt ha haft en stor import.

Huvudintrycket är emellertid att regionerna i hög grad är självförsörjande. Utgångspunkten för analysen av vedmarknaderna i de tre regionerna kan därför tas i utbudet från avverkningar i respektive region. Självfallet måste dock hänsyn tas till i första hand nettoimporten samt strömmen av lövved från region 3 till region 1.

A.1.2 Härledning av utbudet

Avverkningsbar kvantitet

1979 fastställde riksdagen skogspolitikens mål. I detta beslut gavs en direkt referens till Skogsutredningens avverkningsprogram:

På kort sikt är det av flera skäl omöjligt att bortse från skogsindustrins behov. Huvudskälet härtill är att en drastisk nedskärning av industrikapaciteten skulle ge oacceptabla konsekvenser för sysselsättningen. Utgångspunkten bör därför vara att söka åstadkomma en skogsproduktion som ger åtminstone den virkesmängd som utredningen redovisar i sitt alternativ.¹ (Alternativ 1 är utredningens referensalternativ, se närmare kapitel 3).

Denna markering från riksdagen gör det rimligt att ta Skogsutredningens alternativ 1 som utgångspunkt för bestämningen av hur stora de avverkningsbara tillgångarna är. Det bör emellertid observeras att formuleringen är inriktad på skogsproduktion och inte direkt på avverkningarnas omfattning. Målsättningen bör alltså uppfattas som att tillräckliga resurser bör anslås för att referensalternativets produktion skall kunna genomföras. Om dessa resurser inte anslås, eller om den väntade effekten av andra skäl inte uppnås, så kan givetvis inte heller alternativ 1:s avverkningsprogram upprätthållas. Uttalandet nämner emellertid skogsindustrins kortsiktiga virkesbehov och förklarar att en

¹ Prop. 1974/79:110.

drastisk nedskärning av industrin är oacceptabel. Det finns således även ett inslag av målsättning för avverkningarna, men detta endast på kort sikt.

I debatten har flera kritiska synpunkter på referensalternativets giltighet framförts.

En invändning är att Skogsutredningen i sin framskrivning av skogstillståndet från 1970 till 1980 överskattade avverkningsvolymen under 1970-talets andra hälft. Detta problem diskuterades närmare i kapitel 3 där två omarbetade modellkalkyler av skogsutredningens referensalternativ redovisades. Dessa har här lagts till underlag för beräkningen av utbudssambandet.

En andra invändning mot Skogsutredningens referensalternativ är att skogsvården eftersatts i förhållande till de förutsättningar referensalternativet vilar på. Delvis sammanfaller denna kritik med den första och bortfaller gentemot de reviderade produktionsprogrammen, som tar hänsyn till 1970-talets låga gallringsaktivitet. Vad gäller frågan om tillräckliga åtgärder i form av nyplantering etc satts in eller kommer att sättas in torde detta framför allt ha betydelse för den långsiktiga beståndsutvecklingen, dvs bortom 2 000-talets "virkessvacka" och således inte ha större relevans för frågan om hur stor del av det idag vuxna beståndet som bör betraktas som avverkningsbart under 1980-talet.¹

En tredje invändning är att Skogsutredningens modell skulle ha överskattat bestockningen, dvs volyminnehållet per hektar, i de bestånd som förutsätts kunna avverkas under 1980-talet. Enligt tjänstemän vid Skogsstyrelsen är det troligt att en viss sådan överskattning görs, bl a eftersom

¹ Dvs det är inget argument för lägre avverkningar under 1980-talet, däremot kan det användas som argument för en högre avverkningsnivå för att därigenom höja tillväxten. Jfr diskussionen i kapitel 3.

ingen hänsyn tas till fröträd som kvarlämnas på hyggen, men det finns ej anledning att tro att betydande diskrepanser skall uppkomma.

En fjärde invändning, slutligen, är att modellen inkluderar vissa bestånd i beräkningarna, t ex på mark ovanför skogsodlingsgränsen, som av olika skäl inte kan avverkas, samt att vissa klendimensioner som ingår i de beräknade avverkningsvolymerna inte är gagnvirke. Denna kritik har framförts av den s k Balansutredningen för norra Sverige (BNS),¹ som även har uppskattat storleken av de reduktioner som bör göras med hänsyn till detta. Dessa reduktioner är gjorda även här.

Beräkning av utbudssamband för allt virke på basis av data för Domänverket

Domänverkets skog ligger i allmänhet på sämre mark och längre in i landet än den som tillhör bolag och enskilda. BNS-kurvan är därför beräknad som summan av tre fasförskjutna fördelningar med samma form.

Denna beräkningsmetod ger naturligtvis utrymme för ett visst godtycke. Ett mer tillfredsställande tillvägagångssätt vore att klassificera bestånden efter ett antal variabler som även är kända för den totala avverkningsbara volymen i respektive region. Utbudsfunktionen kan sedan konstrueras under antagande att varje beståndsklass ger samma kalkylnetto, oberoende av om marken tillhör Domänverket eller annan ägare.

Tyvärr skiljer sig Domänverkets kodning för bonitet och dimension från den som riksskogstaxeringen använder, varför metoden inte kan användas med dessa variabler som bas för klassifikationen. Både Domänverkets och riksskogstaxering-

¹ Balansutredningen för norra Sverige (1980).

ens material går dock att dela upp kommunvis. På denna grundval har jag beräknat en alternativ utbudskurva. Eftersom en kommunvis uppdelning av bestånden ger en mycket grov sortering kan detta alternativ bli intressant endast om dess form avsevärt skiljer sig från den som redovisas i BNS.

Domänverket har tillhandahållit uppgifter över hur avverkningsbara bestånd som tillhör verket fördelat sig på kalkylnettoklasser inom varje kommun i region 1. Dessa volymer har jag multiplicerat med kvoten mellan det totala virkesförrådet i varje kommun och kronans virkesförråd.¹ Slutligen har volymerna i varje kalkylnettoklass summerats.

Resultatet av denna beräkning redovisas i tabell A1:2. I tabellen kan man utläsa avverkningarnas procentuella fördelning på sex olika grupper av kalkylnettoklasser. Längst till vänster återges BNS resultat, längst till höger den fördelning som gäller för Domänverkets egna bestånd. I mitten återfinns den uppskattning av fördelningen för alla avverkningsbara bestånd som jag gjort på grundval av det kommunindelade materialet.

Som sig bör är andelen avverkningar i de förmånligaste klasserna större i BNS än på Domänverkets mark. Fördelningen enligt den kommunbaserade beräkningsmetoden ligger mittemellan, närmare Domänverkets fördelning än BNS.

Slutsatsen av detta är att BNS-kurvans form inte har visats vara orimlig. Om BNS-kurvan återger det verkliga sambandet korrekt bör man just kunna vänta sig att beräkningen enligt den kommunbaserade metoden ger en sämre fördelning. Detta eftersom Domänverket inom varje kommun vanligen har en högre andel sämre bestånd. Enligt BNS ger 17,66 procent av de möjliga avverkningarna ett

¹ Andelen av virkesförrådet har således använts som proxyvariabel för andelen av den avverkningsbara volymen.

negativt kalkylnetto. Detta test visar att den verkliga andelen är lägre än 20,65 procent.

Tabell A1:2. Totala avverkningars relativt fördelning på kalkylnetto-klasser enligt olika beräkningar. Procent.

<u>Kalkylnetto, kr/m³</u>	<u>BNS</u>	<u>Egen metod</u>	<u>Domänverkets bestånd</u>
≤ -81	1,49	2,06	1,90
-80 - -41	3,94	4,10	4,69
-40 - -21	4,47	5,61	6,06
-20 - 0	7,76	8,87	9,97
0 - 19	12,05	14,42	15,61
≥ 20	70,29	64,93	61,74

Uppdelning på virkestyper

Lövträdsinblandningen varierar mellan olika bestånd och därmed givetvis mellan olika slutavverkningar. Den främsta skillnaden ligger emellertid mellan avverkningar vid gallring och vid slutavverkning. Gallringarna ger ofta tre gånger så hög lövvirkesandel som slutavverkningarna. Efter-
som produktionsprogrammen redovisar lövträdsandelen för gallring respektive slutavverkning,¹ kan gallringsandelen, som redovisas av BNS, begagnas som nyckel för uppdelningen i barrvirke-lövvirke i kalkylnettoklasserna. Resultatet av denna uppdelning återges i tabell A1:3.

I tabell A1:4 redovisas data över sågverkens brutto- och nettoförbrukning av barrvirkesråvara, dels enligt en beräkning av den totala kapaciteten i början av 1978, dels enligt 1979 års sågverksinventering, dels vid en produktion motsvarande vissa teoretiska sågtimmerandelar. Av tabellen framgår att den faktiska förbrukningen, trots att 1979 var ett högkonjunkturår, väsentligt understeg såväl industrikapaciteten som den teoretiska timmertillgången.

¹ Dock endast för V-alternativet. Andelarna har förutsatts vara lika i V+.

Tabell A1:3. Rundvirkesutbudet fördelat på barrvirke, lövvirke och kalkylnettoklasser.
Miljoner m³ f ub.

Kalkyl- netto- klass	Region 1			Region 2			Region 2		
	V			V+			V		
	<u>Barrvirke</u>	<u>Lövvirke</u>	<u>Totalt</u>	<u>Barrvirke</u>	<u>Lövvirke</u>	<u>Totalt</u>	<u>Barrvirke</u>	<u>Lövvirke</u>	<u>Totalt</u>
> 20	10,26	1,33	11,59	11,00	1,41	12,41	10,47	1,33	11,80
0- 20	2,09	0,38	2,47	2,22	0,39	2,61	1,09	0,24	1,33
-20- 0	1,40	0,27	1,67	1,48	0,28	1,76	0,28	0,06	0,34
-40--20	0,80	0,15	0,95	0,84	0,15	0,99	0,08	0,01	0,09
-60--40	0,44	0,08	0,52	0,47	0,08	0,55	0,01	0,00	0,01
-80--60	0,25	0,04	0,29	0,26	0,04	0,30	-	-	-
Totalt	15,24	2,25	17,49	16,27	2,35	18,62	11,93	1,64	13,57
Kalkyl- netto- klass	Region 2			Region 3			Region 3		
	V+			V			V+		
	<u>Barrvirke</u>	<u>Lövvirke</u>	<u>Totalt</u>	<u>Barrvirke</u>	<u>Lövvirke</u>	<u>Totalt</u>	<u>Barrvirke</u>	<u>Lövvirke</u>	<u>Totalt</u>
> 20	11,77	1,43	13,20						
0- 20	1,17	0,25	1,42						
-20- 0	0,31	0,06	0,37						
-40--20	0,09	0,01	0,10						
-60--40	0,01	0,00	0,01						
-80--60									
Totalt	13,35	1,75	15,10	21,07	4,06	25,13	23,78	4,59	28,37

Tabell A1:4. Sågverkens brutto- och nettoförbrukning av barrvirkesråvara, miljoner m³ f ub.

Balans- område	Full kapacitet 1.1.1978 ¹⁾		Faktisk förbrukning ²⁾ 1979		Teoretisk såg- timmertillgång ³⁾	
	Brutto	Netto	Brutto	Netto	Brutto	Netto
1	6,2	3,4	5,4	2,9	7,8	4,3
2	7,2	4,1	5,4	3,0	7,7	4,3
3	18,3	10,6	11,3	6,7	15,2	9,1
Riket	31,7	18,1	22,1	12,6	30,7	17,7

Noter, se nästa sida.

Eftersom sågtimmer betingar ett högre pris än massaved bör det finnas en lägre andel sågtimmer på de marker som ger lägst kalkylnetto. En stor del av gallringarna ligger i dessa klasser. Om gallring antages endast ge massaved och timmerandelen är lika stor på den slutavverkade marken i alla kalkylnettoklasser erhålles den nedanstående fördelningen.

Tabell A1:5. Sågverkens nettoförbrukning av virke enligt olika alternativ i region 1 och 2. Miljoner m³ f ub.

Kalkylnetto- klass	Region 1				Region 2			
			V	V+			V	V+
	C	B	A	A	C	B	A	A
≥ 20	2,2	2,6	3,3	3,5	2,9	4,0	4,4	5,0
0- 20	0,3	0,3	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
-20- 0	0,2	0,2	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
-40--20	0,1	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
-60--40	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-
-80--60	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-
Totalt	2,9	3,4	4,3	4,6	3,0	4,1	4,5	5,0

C = Produktion 1979

B = Kapacitet 1978

A = Teoretisk timmertillgång

Noter till tabell A1:4

- 1) Enligt virkesråden AV-77. DsI:1980:5, s. 412.
- 2) Uppgifterna över den faktiska förbrukningen 1979 har baserats på 1979 års sågverksinventering. I nedanstående tabell har jag beräknat nettoförbrukningen på tre olika sätt. Nettoförbrukning I är timmerförbrukningen minus de biprodukter som fick industriell användning. I nettoförbrukning II har även biprodukter som inte fick industriell användning dragits av. Nettoförbrukning III, slutligen, har beräknats ur uppgifterna över produktionen av sågat virke, under antagande om 8 procents torkmån. Om alla uppgifter stämmer bör de två senare måtten sammanfalla. Som framgår av tabellerna är detta fallet för region 2 och 3, medan det i region 1 finns en diskrepans på 0,3 miljoner m³ f ub. Den lägre nettoförbrukningen är bäst överensstämmande med övriga data, varför nettoförbrukning I satts till 2 949 miljoner m³ f ub.

Tabell A1:6. Sågverkens brutto- respektive nettoförbrukning av skogsråvara 1979. Miljoner m³ f ub.

	<u>Region 1</u>		<u>Region 2</u>		<u>Region 3</u>	
	<u>barr</u>	<u>löv</u>	<u>barr</u>	<u>löv</u>	<u>barr</u>	<u>löv</u>
Timmerförbrukning (1)	5,363	0,005	5,421	0,032	11,257	0,339
Spån, flis, ribb och bakar till industrin (2)	2,101		2,390		4,520	
Dito ej till industrin (3)	0,166		0,162		0,480	
Nettoförbrukn.I:(1)-(2)	3,362	0,005	3,031	0,032	6,737	0,339
Nettoförbrukn.II:(1)-(2)-(3)	3,096	0,005	2,869	0,032	6,257	0,339
Produktion av sågat virke (4)	2,577	0,002	2,638	0,019	5,792	0,182
Nettoförbrukning III: 1,08 x (4)	2,783	0,002	2,849	0,021	6,255	0,197

Källa: Englund, Nylinder (1980)

- 3) Virkesråden (AV-77, DsI 1980:5, s. 414) anger följande sågtimmertillgång i miljoner m³ f ub.

1	8,4
2	7,9
3	15,6
Riket	31,9

Dessa tal är beräknade för skogsutredningens alternativ 1 period 1 (1970-talet). De har räknats om (proportionellt) med hänsyn till bruttoavverkningarna i V (period 2) efter reduktioner för diverse icke avverkningsbara kvantiteter. Nettoförbrukningstalen har erhållits genom multiplikation med de utbytestal som framkommer i sågverksinventeringen (Englund, Nylinder, 1980).

Sågverkens nettoförbrukning påverkas således i liten utsträckning av virkestillgången i de marginella klasserna.

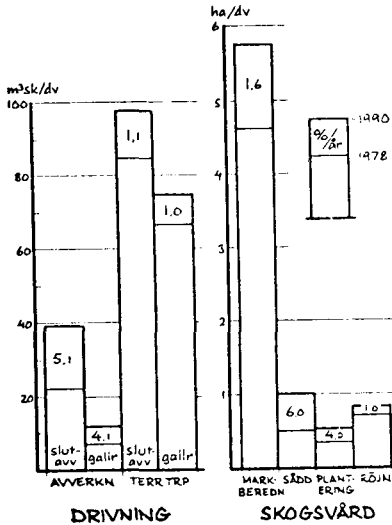
Uppgifterna om full kapacitet är alltid något godtyckliga för sågverksbranschen, eftersom kapaciteten kan "tänjas" med ändrad skiftgång, ändrat sågningssätt etc. För riket som helhet finns en god överensstämmelse mellan den angivna kapaciteten och den totala sågtimmertillgången. I norra Sverige finns emellertid ett timmeröverskott och i södra Sverige ett motsvarande underskott. Sågverksinventeringen redovisar som man därför kan vänta nord-sydliga timmerleveranser (bl a från Norrbotten till Småland!), om än av, i detta sammanhang, blygsam omfattning. I jämförelse med 1973 hade produktionen 1979 minskat med 5, 15 respektive 28 procent i område 1, 2 respektive 3. De enda län vars produktion inte minskat var Jämtland (oförändrat) och Västerbotten (plus 5 procent). Produktionen och rimligen kapaciteten förefaller således att anpassas mellan regionerna till de proportioner som anges av de teoretiska sågtimmertillgångarna.

Skogsbrukets kostnadsutveckling

De på BNS-fördelningarna baserade utbudssambanden används i oförändrad form såväl i den kort- som den medelfristiga analysen oberoende av vilka relativprisförutsättningar som görs för härledningen av efterfrågan. Detta är en förenkling som givetvis emanerar ur de svårigheter som är förenade med att beräkna utbudssamband för varierade förutsättningar.

Avverknings- och transportsystemen i det svenska skogsbruket genomgår en snabb teknisk omställning. Även under 1980-talet kan en snabb produktivitetsstegring förväntas enligt en utredning utförd av Stiftelsen Skogsarbeten.¹ I den nedanstående figuren visas den beräknade produktivitetsökningen i olika delar av skogsbruksarbetet.

¹ L. Rådström (1980).



Figur A1:1

Vid oförändrade relativpriser räknar utredningen med en genomsnittlig årlig sänkning av kostnaderna för drivning (avverkning plus transport till bilväg) på 0,7 procent per år. Det är således att märka att det antagande som görs i den följande analysen om över tiden oförändrade utbudssamband är förenligt med en viss relativprisstegring i skogsbrukets kostnader, t ex för arbetskraft, bränsle eller skogsmaskiner.

A.1.3 Härledning av efterfrågan

Åtgångs- och produktionstalen

Fasta/rörliga kostnader

En stor del av pappers- och massaindustrins insatsvaruförbrukning anses vanligen vara proportionell mot produktionsvolymen. Det gäller t ex förbrukningen av vedråvara, massa, retur-fibrer, kemikalier, elkraft, eldningsolja och emballage. Helt korrekt är inte detta. Vid t ex igångkörning efter ett driftavbrott ökar ofta oljebehovet, varför ett lågt kapacitetsutnyttjande kan innebära en högre oljeförbrukning per producerad ton massa eller papper än vid en hög beläggning.

De kostnader som brukar betraktas som fasta är i första hand lönekostnader och kostnader för underhåll och reparationer samt investeringskostnader. Inte heller detta behöver vara helt korrekt. Särskilt vid t ex pappersbruk med betydande efterbearbetning, t ex vissa finpappersbruk, förefaller sysselsättningen något variera med beläggningen. För det stora flertalet anläggningar är emellertid möjligheterna att ändra sysselsättningen små vid normala kapacitetsvariationer.

Den uppdelning på fasta och rörliga kostnader med avseende på kapacitetsutnyttjandet som gjorts här har jag följt vid beräkningen av åtgångstalen. Åtgångstalen för fast förbrukning eller fasta kostnader har beräknats genom division med anläggningens eller produktionslinjens kapacitet, medan motsvarande tal för rörliga komponenter har erhållits genom division med den faktiska produktionen.

Justeringar av industristatistiken

Industristatistiken ger inte en fullständig redovisning av alla kostnadsposter.

För större företag särredovisas personalen vid huvudkontor, medan den för mindre företag redovisas vid produktionsstället. Att fördela de centrala administrationskostnaderna

på olika anläggningar kan utan kännedom om de enskilda företagen endast göras mycket godtyckligt. Jag har därför avstått från detta. Det är emellertid rimligt att förmoda att endast en mindre del av de centrala kostnaderna i ett stort företag påverkas av driften vid en enskild enhet, medan det motsatta gäller för ett företag med endast ett produktionsställe. Den olika behandlingen av administrationskostnaderna mellan olika anläggningar är därför till stor del motiverad i den typ av kalkyl som företas här.¹ Givetvis innebär dock detta en viss överskattning av betalningsförmågan för ved i anläggningar inom koncerner.

Mervärdeskatt och arbetsgivaravgifter finns heller inte redovisade.

Den interna elproduktionen redovisas av företagen på särskilda blanketter. Då jag inte har haft tillgång till dessa har jag i stället inhämtat uppgifter från Vattenfall över elproduktionen i mottrycksturbiner 1979 i de enskilda anläggningarna. Med dessa har nettoförbrukningen av el beräknats ur bruttoförbrukningen.

Kostnaderna för underhåll och reparationer finns endast delvis inkluderade. Kostnaderna för egen personal är inräknade, men ej för inlejd personal och för material vid större reparationer och underhållsarbeten.² En viss hänsyn till detta har tagits genom att i den medelfristiga statistiska modellen lägga

¹ Se L. Wohlin (1970), s. 163.

² Kostnaderna för underhåll uppskattas i den årliga investeringsenkät som kompletterar Industristatistiken. Denna enkät vänder sig till ett urval företag och uppräknas till branschnivå enligt regulativa. Underhållskostnaderna uppgick 1977 till 1 835 miljoner kr eller 5 procent av saluvärdet i massa-, pappers- och pappersvaruindustri samt grafisk industri (SOS Sm F 1981:2.1). 1978 var motsvarande kostnad 1 508 miljoner kr. De i Industristatistiken 1978 redovisade kostnaderna för egen underhållspersonal ger inklusive lönebikostnader ett belopp på cirka 750 miljoner kr. Hälften av underhållskostnaderna, dvs 2,5 procent av saluvärdet, är således inkluderat. Denna andel överensstämmer väl med den som på basis av två olika material beräknades av Lars Wohlin för år 1964 (L. Wohlin, 1970, s. 164).

vissa angivna eller uppskattade kostnader för större underhåll och ombyggnader på produktionsaktiviteterna.

Att beräkna vedförbrukningen i en massaanläggning är förenat med en rad svårigheter. Fiberinnehållet varierar mellan olika råvarupartier beroende på densitet och torrhalt. Mätningar sker på olika sätt varför omräkningar måste göras med schablontal som kan ge upphov till systematiska avvikelser. Enligt en undersökning¹ är det vanligt att det finns skillnader mellan de vedåtgångstal företagen redovisar på basis av de inmätta vedkvantiteterna och de tal som kan beräknas teoretiskt på grundval av uppgifter över vedens beskaffenhet, förluster i olika förädlingsled etc.

Här har de av företag i Industristatistiken angivna kvantiteterna begagnats för att beräkna åtgångstalen. Skälet för detta är att det rimligtvis är dessa kvantiteter som företagens virkesbetalningar grundas på. Det material som redovisas i den ovannämnda undersökningen är så utförligt att det är möjligt att genomföra alternativa kalkyler med dess åtgångstal.² Detta har dock inte gjorts här.

Skivindustriernas åtgångstal

De från virkesförbrukningssynpunkt små fabrikerna inom träfiber- och spånskiveindustrierna har i modellerna grupperats i större regionvisa enheter. En väsentlig anledning till detta är att det insamlade datamaterialet för dessa inte är heltäckande vad gäller åren 1978 och 1979.³

¹ Svenska Pappers- och Cellulosaingenjörssföreningen (1977).

² I L. Hultkrantz (1979) har jag sammanställt dessa vedåtgångstal regionsvis för olika tidpunkter.

³ Från Industristatistiken har inhämtats uppgifter för 6 av 11 träfiberplattfabriker och 4 av 15 spånskivefabriker. För 1976 är dock materialet komplett, varför de beräknade åtgångstalen för 1979 har stämts av mot detta.

Träfiberplattfabrikerna har samlats till en enhet i respektive region. För att beräkna åtgångstalen har material från tre av de fem fabrikerna kunnat utnyttjas. Vid beräkningen av åtgångstal och kapacitetstal för 1984-modellen har Clemensnäs och Johannedal ej medtagits.

De tre anläggningarna i region 2 har givits samma åtgångstal som i region 1. För region 3 (endast två anläggningar har medtagits eftersom den tredje använder massa och inte träråvara) har åtgångstalen hämtats direkt ur Industristatistiken.

Spånskiveindustrin är koncentrerad till region 3.¹ I modellen för detta område beskrivs branschen av två enheter, medan övriga regioner endast tilldelats en anläggningsgrupp vardera.

Data för spånskivebranschen härrör från tre medelstora fabriker och en stor i region 3. De åtgångstal som har beräknats för dessa skiljer sig åt mellan de medelstora och den större anläggningen endast i fråga om lönekostnaderna, där den större fabriken som sig bör ligger lägre. Åtgångstalen för den större enheten har antagits gälla för fyra fabriker i region 3 (med en sammanlagd kapacitet på 595 tusen m²) medan åtgångstalen för de medelstora fabrikerna har använts för övriga enheter i region 3 (total kapacitet 287 tusen m²).² Dessa värden har även använts för de tre (mindre) fabrikerna i region 2 och de fyra (tre medelstora, en liten) fabrikerna i region 1.

För båda skivindustrierna har åtgångstalen för barr- och lövträråvara beräknats på basis av de regionvisa förbrukningsdata för 1979 som anges i Virkesrådets rapporter 1980.

¹ Råvaruförbrukningen i spånskiveindustrin uppgick vid fullt kapacitetsutnyttjande i januari 1978 till i region 1 0,4, i region 2 0,2 och i region 3 1,6 milj m³ fub på årsbasis (Industridepartementet (1980) s. 412).

² Brobyanläggningens kapacitet 1979 har satts till hälften av 1978 års kapacitet.

Priser

Priserna på arbetskraft, el, olja, returpapper och massaved (riktpriiset vid kalkylnetto noll) är utom i de enklaste modellerna lika för alla anläggningar. I analysen bortses därför från såväl tillfälliga skillnader i priserna på dessa inputs mellan anläggningarna som permanenta olikheter (t ex olika lön pga skillnader i skiftsystem, speciella rabatter i el-tariffer, skilda krav på bränslet etc).

Medelvärden och standardavvikelser för massaindustrins enhetskostnader för el, olja och arbetskraft 1979 i region 1 var:¹

Tabell A1:7

	El	Olja (E04-5)	Arbetskraft exkl. lönekostnadspåslag
	kr/kWh	kr/m ³	kr/h
Medelvärde, vägt med åtgång	0,10	647	43 ¹⁾
Medelvärde, lika vikter	0,10	619	43 ¹⁾
Standardavvikelse, lika vikter	0,018	95	6

¹ 59 kr inklusive lönekostnadspålägg om detta är 36,8 procent

Standardavvikelsen utgör 14-18 procent av medelvärdena, vilket visar en förhållandevis stor spridning mellan anläggningarna. För lönekostnaderna torde huvuddelen av spridningen motsvara permanenta skillnader i skiftgång. För olja gäller motsatsen. Flera stora prishöjningar genomfördes under året och de flesta bruk har stor lagringskapacitet. Prisvariationerna avspeglar uppenbarligen olika inköpstidpunkter. Elpriserna utgör ett mellanfall. Företagen har individuella avtal med olika leverantörer vilket troligen medfört

¹ Industristatistikens primärmaterial. NCB hade brutet räkenskapsår, varför redovisningen i Industristatistiken ej avser samma period för bolagets anläggningar som för övriga företags enheter. NCB-fabrikerna har därför uteslutits ur denna kalkyl.

att höjningar slagit igenom vid olika tidpunkter. Samtidigt är tarifferna olika, t ex har vissa sliperier lägre taxa.

Kalkylmodellerna medger att prisförutsättningarna enkelt kan varieras, och resultatet av några olika prisantaganden redovisas i kapitel 5. I referensfallet används för el och arbetskraft 1979 års enhetskostnader. För olja används i den medelfristiga analysen däremot priset 800 kr/m³.¹ Returpapper har åsatts priset 400 kr/ton.

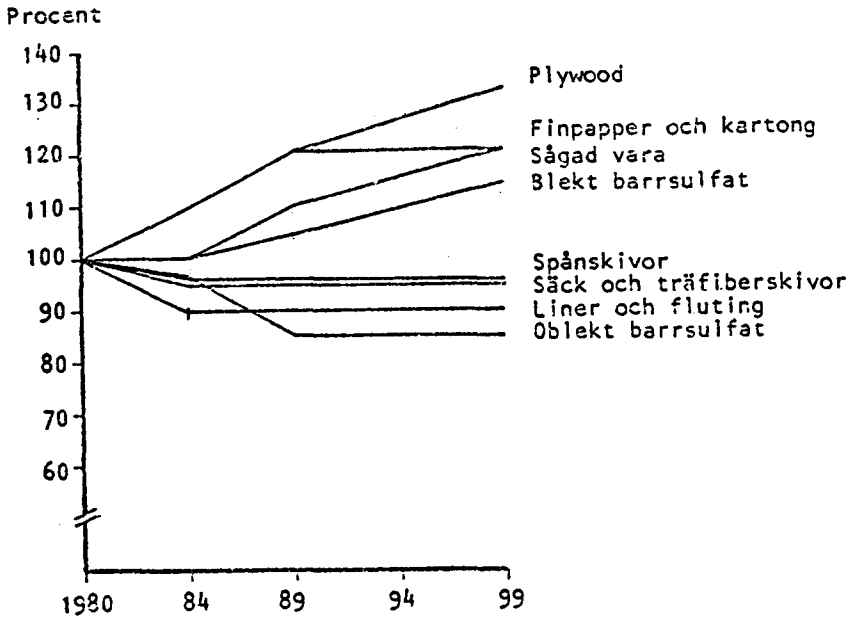
Även för outputpriserna är utgångspunkten i modellkalkylerna enhetsvärdena (genomsnittligt saluvärde per ton) enligt Industristatistiken 1979. I de enperiodiska modellerna är dessa priser anläggningsspecifika, dvs det kan finnas skillnader av permanent eller tillfälligt slag mellan de priser på en viss varutyp som olika fabriker erhåller.

Det är givetvis även möjligt att göra modellkalkyler för alternativa förutsättningar för outputpriserna. De resultat från enperiodsmodellerna som redovisas här baseras emellertid endast på 1979 års priser. Analysen av alternativa outputprisscenarios har helt koncentrerats till den flerperiodiska modellen.

Vilka prisleveranser som kan förväntas för olika produkter är en svår fråga där liten vägledning ges av offentligt tillgänglig litteratur. Frågan är om det överhuvud taget är möjligt att upprätta prisprognoser som både är consensus sapiens och tillförlitliga. I den mån prognoserna accepteras kommer de att vägleda investeringsbeslut etc och således leda till kapacitetsutökningar inom produktion med gynnsam prognos och vice versa för produkter med vikande priser. Eftersom detta bör komma att påverka priserna omvänt mot prognosen torde det således finnas en tendens att korrekta prognoser omintetgör sig själva.

¹ Oljeprishöjningar kan förväntas leda till kompenserande prishöjningar på papper och massa, eftersom dessa drabbar alla producenter. Uppjusteringen av oljepriset i referensfallet är gjord dels med tanke på de skattehöjningar som genomförts under senare tid, dels som en försiktighetsåtgärd med tanke på den stora, icke permanenta, spridningen i enhetskostnaden 1979.

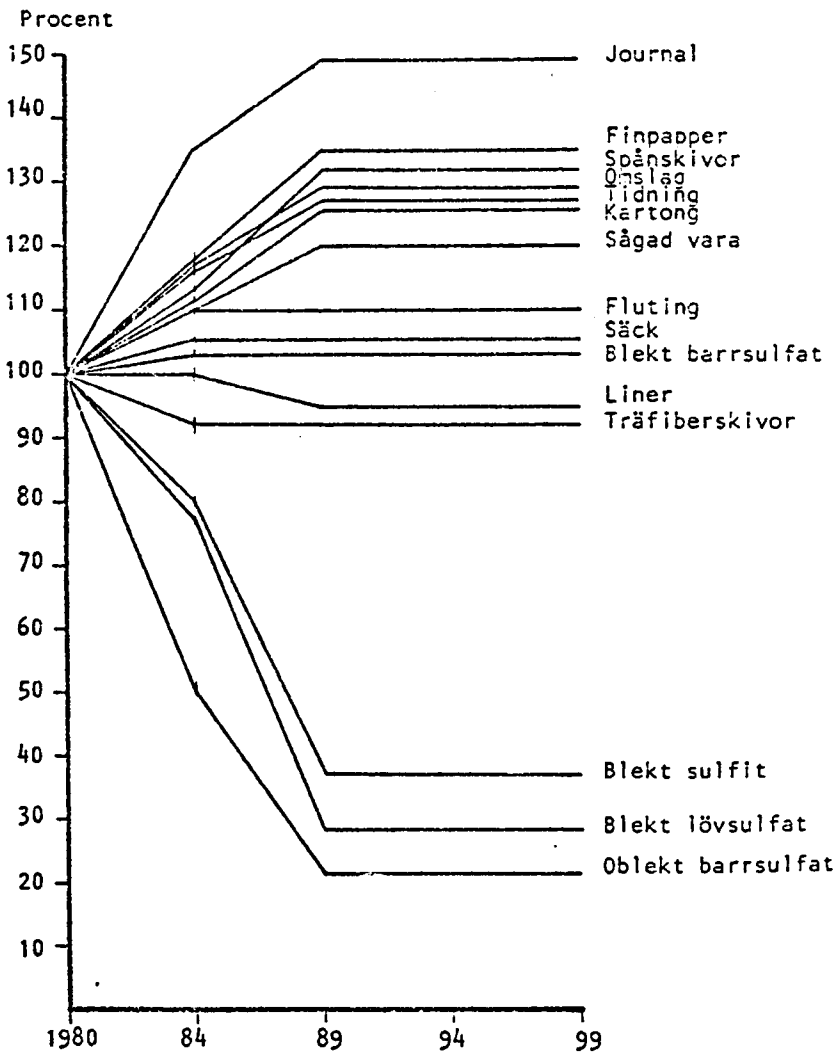
I en relativt färsk studie har Sten Nilsson¹ sammanställt bedömningar av ett antal initierade personer inom olika skogsindustriföretag om den framtida prisutvecklingen. Dessa återges i figur nedan. Endast priser som förväntas komma att bli förändrade redovisas i figuren.



Procentuell förändring av exportpriser utöver konsumentprisindex under den studerade perioden

Figur A1:2

¹ S. Nilsson (1980).



Procentuell förändring av möjliga avsättningsvolymer av svenska skogsprodukter på exportmarknaden under den studerade tidsperioden

Figur A1:3

Tolkningen av dessa prisbedömningar är problemfylld. Bedömningar har samtidigt gjorts av framtida "marknadsutrymmen" för produkterna (se figur A1:3). Både journalpapper och lövsulfat, t ex, väntas få oförändrade priser medan försäljningen väntas öka respektive minska avsevärt. Bakom dessa bedömningar kan för journalpapper t ex ligga ett antagande om en kapacitetsutbyggnad i flera länder, där Sveriges andel är den bedömda försäljningsökningen, som är precis så stor att den prishöjande tendens som ett skift i efterfrågekurvan skapar motverkas. För lövvedssulfat kan det bakomliggande antagandet vara att den svenska industrin kommer att avstå från priskonkurrens med tropiska lövvedsmassor.

Uppenbarligen uppfattar inte de initierade bedömarna efterfrågan som helt oelastisk, och i bedömningarna ligger specifika antaganden om skogsindustrins beteende på de olika delmarknaderna. Användningen av dem i en modellkalkyl är inte invändningsfri. Prisbedömningen baseras på vissa antaganden om den svenska industrins kapacitetsutbyggnad. Om modellen inte genererar just dessa utbyggnader, kan förutsättningarna vara inkonsistenta med resultatet. Den enda med säkerhet konsistenta lösningen är den som ger samma produktion som den bedömda möjliga avsattningsvolymen, och för att fastställa denna är modellen överflödig.

Detta problem kan undvikas genom en trappstegsformad representation av efterfrågesambanden för de enskilda produkterna i likhet med den som här görs för vedutbudet. Detta kräver emellertid dels en omfattande utökning av modellernas omfång, och därmed kravet på beräkningskapacitet, dels en utförlig information om priselasticiteten för de enskilda produkterna. Problemet uppstår emellertid endast i den utsträckning som efterfrågesambanden inte kan antas vara fullständigt priselastiska.

En studie av konkurrensförhållandena på den svenska pappers- och massaindustrins marknader har gjorts av Henrik Horn (1979). Utgångspunkten för denna är världshandelsstatistiken 1963-1975 för sex produkter.¹ Horn fann en hög grad av följsamhet mellan olika konkurrentländers priser på den västtyska och den brittiska marknaden. Utvecklingen av de svenska företagens produktpriser relativt de genomsnittliga priserna på de västeuropeiska marknaderna² kunde i mycket liten utsträckning förklara de svenska marknadsandelarnas utveckling. Horn kunde heller inte säkerställa något samband mellan vedprisernas utveckling i Sverige och den senare utvecklingen av de svenska företagens produktpriser.

Av dessa resultat drog Horn slutsatsen att marknaderna för de studerade produkterna "närmast låter sig beskrivas som rena konkurrensmarknader". Att den svenska industrin inte har förmått övervältra förändringar i vedkostnaderna på produktpriserna visar i vart fall att den inte är prisledande.

Den ansats som följs här är, som framgår av modellsimuleringen, att efterfrågan är fullständigt elastisk med avseende på den svenska industrins priser. Henrik Horns studie gör det rimligt att antaga att de fel som denna förutsättning kan rymma inte är stora i förhållande till den önskade precisionsgraden i analysen.

¹ Dissolving, oblekt sulfit, blekt sulfit, blekt sulfat, tidningspapper och kraftpapper. De fyra senare är jämte finpapper och kraftliner de dominerande varuslagen i pappers- och massaindustrin i region 1.

² Uppdelade i fyra marknadsgrupper.

Ett prisscenario som prövas i den treperiodiska modellen är det Sten Nilsson har använt i sin studie. För att i någon mån "renodla" förändringarna till prisförändringar har dock vissa modifieringar gjorts. Således tänkes tidnings- och journalpapper få samma prisutveckling som finpapper och kartong medan blekt sulfit och blekt lövsulfat tänks få samma prisförlopp som oblekt barrsulfat.

Prisutvecklingen (enhetsvärden i exporten) för ett urval produkter 1955-1979 har studerats av Karl Jungenfelt.¹ Förloppen för sex av dessa återges i figurerna nedan. Samtliga priser är här definierade relativt sett enhetsvärde för exporten.²

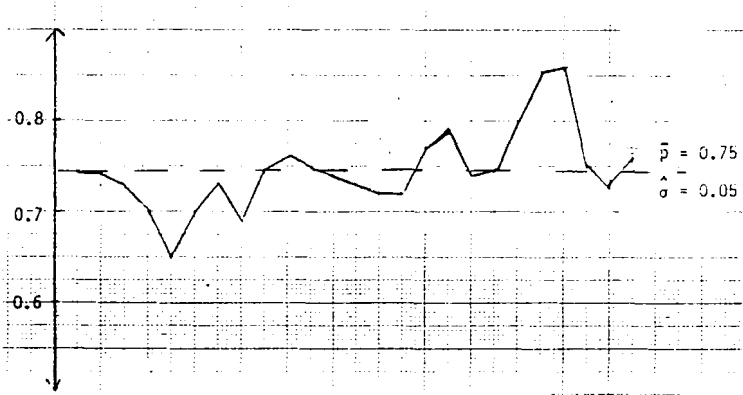
De trender som eventuellt kan spåras i materialet saknar pregnans. Det cykliska mönster som kan skönjas inbjuder däremot till tolkningen att en anpassningsprocess mellan kapacitet och efterfrågan, där det finns ett inslag av tidsfördröjning, har påverkat prisförloppet. Det innebär att förväntningarna om framtida priser skulle påverka prisförloppet. Det kan således finnas anledning att förhålla sig reserverad till den "initierade" prisprognosen.

¹ K. Jungenfelt (1980), s. 15 ff.

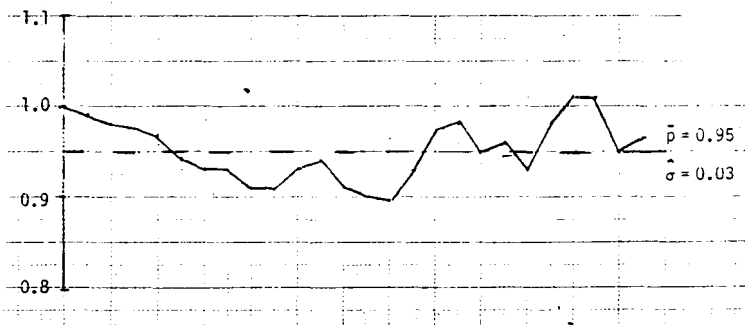
² 1970 års vikter.

Figur A1:4 Relativa enhetsvärden¹⁾ för export från pappers- och massa-industrin; olika varugrupper.

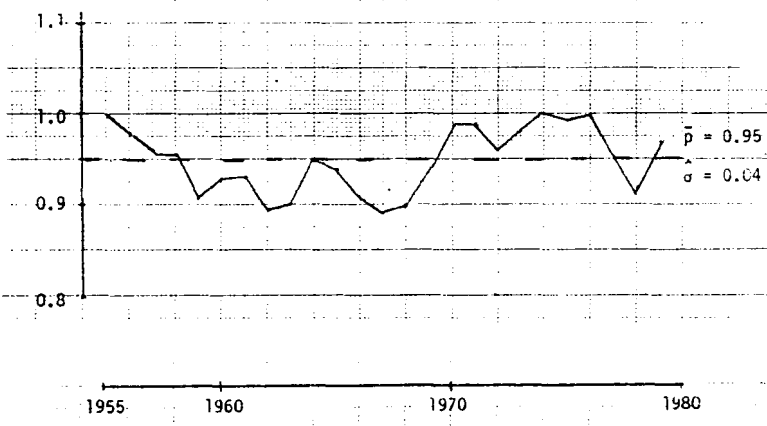
A. Oblekt sulfat



B. Blekt sulfat

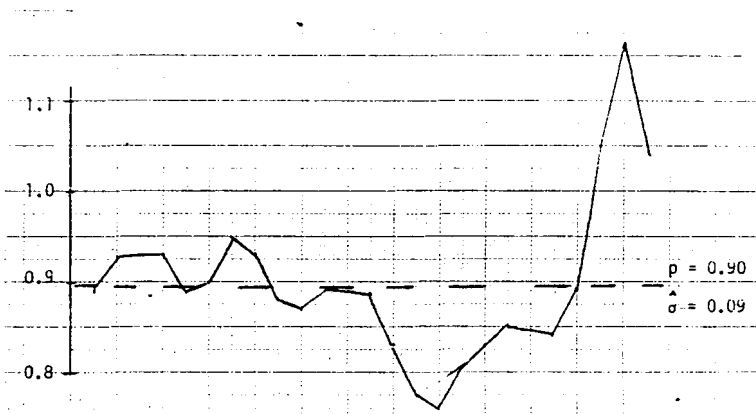


C. Blekt sulfit

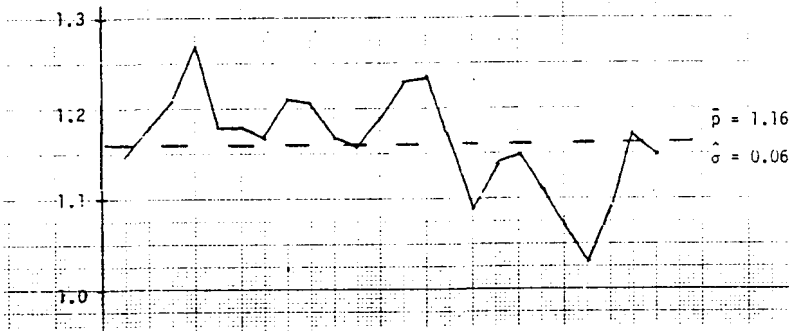
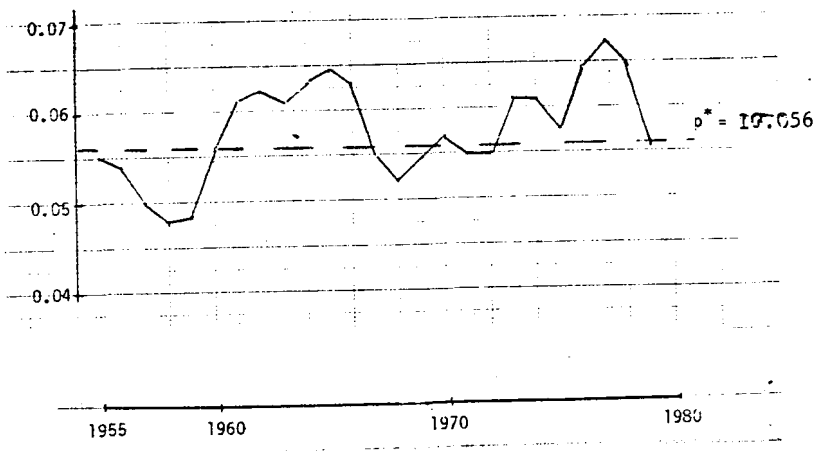


Figur A1:4 forts.

D. Tidningspapper



E. Oblekt kraftpapper

F. Relativpris¹⁾ för massaved

1) Definition framgår av texten.

Om inga trender alls finns i tidsserierna är genomsnittet för dessa en approximation av det långsiktiga jämviktsvärde kring vilket anpassningsförloppet utvecklas. Av intresse är då hur 1979 års relativpriser förhåller sig till dessa medelvärden. I den nedanstående tabellen görs denna jämförelse för de tidigare redovisade prisserierna samt för ytterligare tre serier.

Tabell A1:8. Relativa enhetsvärden: Jämförelse mellan medelvärde 1955/ 79 ($\bar{p}$) och 1979 års värde (p_{79})

	$\bar{p}$	p_{79}	$(p_{79} - \bar{p})/\bar{p}$
Obl. sulfat	0,75	0,79	0,05
Bl. sulfat	0,95	0,97	0,02
Bl. sulfit	0,95	0,97	0,02
Dissolving	1,14	1,18	0,03
Tidningspapper	0,90	1,04	0,16 ¹⁾
Obl. kraftpapper	1,16	1,14	-0,02
Obl. kraftliner	0,85	0,73	-0,14 ²⁾
Finpapper	1,58	1,48	-0,06

1) $p_{79} > \{\bar{p} + 2\sigma(\bar{p})\}$

2) $p_{79} < \{\bar{p} - 2\sigma(\bar{p})\}$

Tabellen visar att mer betydande avvikelser endast återfinns för tidningspapper och kraftliner. 1979 års priser torde således i stora drag väl återge de långsiktiga prisrelationerna.

För tidningspapper och kraftliner är implikationen av den ovanstående tolkningen rakt motsatt prognosen i Sten Nilssons studie. Tidningspapper borde således förväntas sjunka i pris, och inte stiga, medan kraftliner skulle kunna motse prishöjningar, i motsats till den pris-sänkning som förutspås av de initierade bedömarna.

Effekterna av att prisrelationerna i period 2 sammanfaller med genomsnittet för de historiska serierna studeras i tre-periodsmodeller i "medelvärdesscenariot". För perioden 1979-83 används 1979 års priser, för de två följande perioderna 1979 års priser multiplicerade med relationen mellan medelvärdet för respektive relativpris och 1979 års relativpris.

Ett undantag är finpapper och journalpapper där priserna har antagits sjunka till 93 procent av 1979 års pris. Finpapper producerades tidigare uteslutande i små maskiner. Under 1970-talet har det emellertid skett ett genombrott för storskalig produktion av finpapper som bulkprodukt. För denna produkt finns det därför skäl att antaga att ett trendbrott inträffat i prisutvecklingen. Vidare pågår för närvarande en omfattande utbyggnad av journalpappers- och finpappersindustrin i nordeuropa som med sina höga vedpriser synes ha en komparativ fördel i dessa produkter. Detta kan tala för att en prisanpassning nedåt mot kostnadsnivån i de skandinaviska länderna är att vänta. Andelen 93 procent är härledd ur en mycket överslagsmässig beräkning av drifts- och kapitalkostnaden¹ för produktion av finpapper relativt samma kostnad för blekt sulfat i Sverige, dividerat med samma relation vid femtio procent lägre vedkostnader.² För övriga produkter (slipmassa och lövsulfat) antages oförändrade priser.

¹ Annuitet av investeringsutgiften motsvarande 10 procents ränta 10 år.

² Se K. Jungenfelt (1980), s. 21.

Kapaciteter

De kapacitetstal som har begagnats är de av företagen angivna årskapaciteterna.¹

Dessa är naturligtvis ungefärliga eftersom det vid omräkning från dygnskapacitet till årskapacitet krävs antaganden om hur stor tid som bortfaller pga driftsstörningar, semester och storhelger. I vissa fall skiljer sig de angivna kapaciteterna från den produktion som motsvarar den virkesförbrukning företagen har tillstånd till enligt byggnadslagen, t ex därför att man i tillståndsansökan lämnat utrymme för en viss upptrimning av produktionsapparaten som ännu inte genomförts. En jämförelse med den faktiska produktionen 1972, 1974, 1976, 1978 och 1979 enligt Industristatistiken visar att denna endast undantagsvis når de angivna kapaciteterna (det förekommer dock fall där dessa har överträffats). En viss överskattning torde således vara vanlig, men det är naturligtvis utan särskild undersökning inte möjligt att bedöma i vilken utsträckning som trånga sektorer i produktionen varit orsak till att denna inte uppnått kapacitetstalens storlek.

För region 1 har det i flera fall varit nödvändigt att specificera kapaciteter för samtliga produktionslinjer i en anläggning. De kapacitetstal som därvid har använts återges i tabell A1:9.

¹ Brucewitz Papperskalender 1979/80 (med vissa justeringar efter konsultation med företagen i region 1). För träfiberskiveindustrin enligt tabell 1.1 i Industridepartementet (1978), s. 10 och för spånskiveindustrin enligt tabell 4.3.1 i Industridepartementet (1980), s. 302 (Broby's kapacitet har antagits vara halverad).

Tabell A1:9. Massa- och pappersindustrin i region 1 1979. Kapaciteter i tusen årtton.

Anläggning	Blekt barr- veds- sulfat	därrav avsalu	Blekt löv- veds- sulfat	därrav avsalu	Oblekt barr- veds- sulfat	därrav avsalu	Högut- bytes- sulfat (våt)	Oblekt lövveds- sulfat (torr)	Blekt sul- fit	därrav avsalu
Köpmansholmen	105	105	40	40						
Husum	210	1)	285	1)						
Vifstavarv					135		15			
Östrand	105	105+60 ²⁾	85	85	105	-		10		
Munksund						.	217			
Lövholmen							356			
Obbola							228			
Ortviken										
Matfors										
Väja					160					
Hörnefors									90	1)
Sofiehem										
Bure										
Clemensnäs										
Karlsborg	118	1)			43	-				
Utansjö										
Domsjö									250	250

1) Ingen begränsning gjord i modellen.

2) Inklusive massa från Vifstavarv.

Investeringar och förändringar efter 1979

"1984"-modellen

På grundval av intervjuer med berörda företag och utredningsmaterialet inför NCBs strukturplan 1980 har ett antal modifieringar av anläggningarnas data genomförts och vissa investeringsaktiviteter utformats.

Skivindustrins kapacitet har reducerats, bl a har Johannesdals träfibertillverkning strukits. NCBs Hörnefors och Köpmanholmens har behandlats som nedlagda, däremot finns investeringsaktiviteter för dessa båda anläggningar (som delvis utnyttjar befintlig utrustning).

Bland övriga massa- och pappersbruk har några antagits få förändrade data i jämförelse med 1979. Detta gäller: Karlsborg - ombyggnad blev färdig 1980, massaproduktionen i Vifstavarv och Östrand - ombyggnad är igångsatt, och de tre kraftlinerbruken, där vedåtgångstal och i vissa fall produktionskapaciteter ändrats eller kommer att ändras. Eftersom dessa förändringar redan är beslutade belastas de ej med kapitalkostnader i modellkalkylerna.

För NCB har data för följande investeringsprojekt beräknats:

Hörnefors	1)	27	tusen ton	papper	(ingen egen massaproduktion)
	2)	45	tusen ton	papper och 45	tusen ton massa
	3)	45	tusen ton	papper och 65	tusen ton massa
Väja	1)	170	tusen ton	papper	
	2)	190	"	"	"
	3)	250	"	"	"
Forss	1)	145	tusen ton	massa	
	2)	190	"	"	"
	3)	270	"	"	"

Övriga investeringsaktiviteter är: MoDo - en finpappersmaskin i Husum eller Domsjö (för träfritt eller trähaltigt papper), upptrimning av massakapaciteterna i Husum och Domsjö enligt olika alternativ, SCA - kraftpappersmaskin i Vifstavarv, utökad tidningspappersproduktion och utökad produktion av termomekanisk massa i Ortviken, Graninge - journalpapper i Utansjö). I flera fall har alternativ lämnats för försörjningen av vissa massaslag - egen tillverkning eller leverans från annat bruk - till pappersproduktion. Exempelvis antas tidningspappersmaskinerna i Ortviken kunna utnyttja kemisk massa från den existerande sulfitlinjen eller från sulfatbruket i Östrand.

Utöver dessa investeringar har även särskilda investeringsaktiviteter för fliseldning i värmeverk med barrved respektive lövved inkluderats i modellen. Dessa har givits följande åtgångstal:

	1	2
Värmeproduktion, ekvivalens i olja m ³	1	1
Arbetsåtgång, h	-0,23	-0,23
Barrvedsförbrukning, m ³		- 6
Lövvedsförbrukning, m ³	- 5	
Kapitalkostnad, kr (annuitet 16,3%, 10% ränta, 10 år)	-196	-196

Flertalet anläggningar har belastats med kostnader för underhållsinvesteringar 1980-1983. Dessa har uppskattats med ledning av Jaako Pöyry-materialet, direkta uppgifter från företag samt, för Västerbotten, uppgifter i Bengt Lybergs (1980) utredning.

APPENDIX 2 KOMPLETTERANDE RESULTATREDOVISNING

A2.1 Bruttovinst, sysselsättning och saluvärde i "1979"-modellen

Tabell A2:1. Beräknad (korrigerad) bruttovinst. Miljoner kr.

	<u>V, 100%</u>		<u>V+, 100%</u>		<u>V, 95%</u>		<u>V, 90%</u>		<u>V+, 90%</u>	
	<u>116</u>	<u>170</u>	<u>116</u>	<u>170</u>	<u>116</u>	<u>170</u>	<u>116</u>	<u>170</u>	<u>116</u>	<u>170</u>
1979A, Vc	1 604	1 619	1 645	1 655	1 508	1 520	1 412	1 423	1 441	1 450
1979A, Vc, 30 kr	1 592	1 596					1 396	1 421		
1979A, Vc	1 583	1 600								
1979B, Vc	1 726	1 731	1 766	1 769	1 625		1 522	1 524	1 547	1 522
1979B, Vc, 30 kr	1 713 ¹	1 713 ¹					1 500 ²	1 500 ²		
1979B, Vb		1 711		1 754				1 509		1 543

Tabell A2:2. Beräknad sysselsättning. Antal anställda (1979A) och tusen arbetstimmar (1979B).

	<u>V, 100%</u>		<u>V+, 100%</u>		<u>V, 95%</u>		<u>V, 90%</u>		<u>V+, 90%</u>	
	<u>116</u>	<u>170</u>	<u>116</u>	<u>170</u>	<u>116</u>	<u>170</u>	<u>116</u>	<u>170</u>	<u>116</u>	<u>170</u>
1979A, Vc	8 879	9 073	9 268	9 992	8 681	8 946	8 766	8 756	9 896	9 896
1979A, Vc, 30 kr	7 435	7 435					7 884	8 614		
1979A, Vb	8 357									
1979B, Vc	12 770	13 043	13 100	13 463	12 619		12 847	13 487	13 487	14 055
1979B, Vc, 30 kr	11 743 ¹	11 743 ¹					11 839 ²	11 839 ²		
1979B, Vb		12 545		13 463				13 487		13 553

Förklaringar, se tabell 5:7 (kapitel 5).

1) Lövvedspris 207.

2) Lövvedspris 174.

Tabell A2:3. Beräknat saluvärde. Miljoner kronor.

[illegible]

A2.2 Bruttovinst och sysselsättning i "1984"-modellen

Tabell A2:4. Beräknad (korrigerad) bruttovinst. Miljoner kronor.

	<u>V, 100%</u>	<u>V+, 100%</u>	<u>V, 90%</u>	<u>V+, 90%</u>
Vb	2 163	2 215	1 911	1 969
Vb, 30 kr	2 157		1 896	
Vb, Köpmanholmen in	2 142	2 202		1 965
Vb, tre enheter in		2 176		1 952
Vb, oljepris + 25%	2 084			
Vb, lönekostnad + 10%	2 097			
Vb, lönekostnad - 10%	2 228			

Tabell A2:5. Beräknad sysselsättning. Tusen timmar.

	<u>V, 100%</u>	<u>V+, 100%</u>	<u>V, 90%</u>	<u>V+, 90%</u>
Vb	10 916	11 567	11 510	11 510
Vb, 30 kr	10 765		10 004	
Vb, Köpmanholmen in	11 386	11 496		12 168
Vb, tre enheter in		12 577		12 704
Vb, oljepris + 25%	10 810			
Vb, lönekostnad + 10%	10 016			
Vb, lönekostnad - 10%	10 916			

A2.3 Resultat från treperiodsmodellen

Nyckel till resultatlistor treperiodsmodellen

Produktionsaktiviteter

Aktivitet_nr

1	39	90	Oblekt våt barrvedssulfat
2	40	91	Blekt våt lövvedssulfat
3	41	92	Högutbytessulfat
4	42	93	Oblekt våt sulfit
5	43	94	Slipmassa, våt
6	44	95	Termomekanisk massa
7	45	96	Blekt våt sulfat
8	46	97	Tidningspapper
9	47	98	Journalpapper
10	48	99	Finpapper
11	49	100	Kraftliner
12	50	101	Kraftpapper
13	51	102	Slipmassa, avsalu
14	52	103	Blekt barrvedssulfat, avsalu
15	53	104	Blekt lövvedssulfat, avsalu
16	54	105	Blekt sulfit, avsalu
17	55	106	Barrvedeldning
18	56	107	Lövvedeldning
19	57	108	Tidningspapper, slip/sulfit
20	58	109	Tidningspapper, T-massa/sulfit
21	59	110	Tidningspapper slip/sulfat
22	60	111	Tidningspapper T-massa/sulfat
23	61	112	Journalpapper slip/sulfat
24	62	113	Journalpapper T-massa/sulfat
25	63	114	Finpapper träfritt lövveds-/barrvedssulfat
26	64	115	Finpapper träfritt sulfit/barrvedssulfat
27	65	116	Finpapper trähaltigt T-massa/lövvedssulfat
28	66	117	Finpapper trähaltigt T-massa/sulfit
29	67	118	LWC
30	68	119	Kraftliner sulfat
31	69	120	Kraftliner sulfat/NSSC

32	70	121	Kraftliner sulfat/retur
33	71	122	Kraftpapper oblekt
34	72	123	Kraftpapper blekt
35	73	124	Elkraft (MWh)
36	74	125	Olja (1000 m ³)
37	75	126	Arbetskraft (1000 timmar)
38	76	127	Övr. rörl. kostnader (1000 kr)

Investeringsaktiviteter

77	128	Oblekt våt barrvedssulfat
78	129	Blekt våt lövvedssulfat
79	130	Högutbytesmassa
80	131	Oblekt våt sulfit
81	132	Slipmassa
82	133	T-massa
83	134	Blekt våt sulfat
84	135	Tidningspapper
85	136	Journalpapper
86	137	Finpapper
87	138	Kraftliner
88	139	Kraftpapper

LOESNING TREFBERJODSMODELL REGION 1 "Sten Nilsson"
Oför. inputpriser
Vb

LOESNING TREFBERJODSMODELL REGION 1
OPTIMUMVAERDE 14452.547 MILJ KRONOR
AKTIVITETSNIVÅER
PRODUKTIONSAKTIVITETER

1	581.0000	35	581.0000	50	581.0000
2	410.0000	40	410.0000	51	410.0000
3	482.5000	41	567.5000	52	567.5000
4	485.0000	42	485.0000	53	347.5105
5	699.0000	43	699.0000	54	699.0000
6	55.0000	44	235.0000	55	635.0000
7	403.7500	45	403.7500	56	403.7500
8	400.0000	46	600.0000	57	900.0000
9	65.0000	47	235.0000	58	435.0000
10	247.0000	48	547.0000	59	747.0000
11	965.0000	49	1135.0000	100	1135.0000
12	336.0000	50	293.5000	101	293.5000
13	360.0000	51	249.0000	102	123.2344
14	340.9000	52	243.1750	103	273.2500
15	303.0500	53	192.8375	104	297.9500
16	305.0000	54	335.0000	105	146.1261
17	0.0000	55	0.0000	106	0.0000
18	0.0000	56	0.0000	107	0.0000
19	400.0000	57	600.0000	108	767.6875
20	0.0000	58	0.0000	109	32.3125
21	0.0000	59	0.0000	110	0.0000
22	0.0000	60	0.0000	111	0.0000
23	65.0000	61	0.0000	112	0.0000
24	0.0000	62	0.0000	113	0.0000
25	165.3333	63	300.2500	114	0.0000
26	0.0000	64	0.0000	115	0.0000
27	91.5267	65	246.7500	116	747.0000
28	0.0000	66	0.0000	117	0.0000
29	0.0000	67	235.0000	118	435.0000
30	0.0000	68	0.0000	119	0.0000
31	510.4420	69	151.2001	120	251.4078
32	444.5599	70	543.7599	121	843.1922
33	336.0000	71	293.5000	122	293.5000
34	0.0000	72	0.0000	123	0.0000
35	2388691.4811	73	3685830.2016	124	4570728.0220
36	471.7757	74	559.2847	125	626.3407
37	1140.4850	75	12622.6037	126	13057.4783
38	641240.0512	76	216565.1775	127	1036332.7634

LÖSNING TREFÖRIGSMODELL REGION 1

"Sten Nilsson"
Oför. inputpriser
Vb

INVESTERINGSAKTIVITETER

77	0.0000	128	0.0000
78	0.0000	129	0.0000
79	95.0000	130	0.0000
80	0.0000	131	0.0000
81	0.0000	132	0.0000
82	180.0000	133	400.0000
83	0.0000	134	0.0000
84	200.0000	135	200.0000
85	170.0000	136	200.0000
86	300.0000	137	200.0000
87	170.0000	138	0.0000
88	0.0000	139	0.0000

SLACKVARIABLES

188	333.5000
192	134.2500
209	42.5000
229	0.0000
232	137.4955
242	345.0000
243	0.0000
244	30.0000
245	0.0000
246	0.0000
248	255.0000
253	90.0000
254	400.0000
255	400.0000
256	400.0000
257	400.0000
258	400.0000
260	400.0000
264	200.0000
265	200.0000
268	740.5656
271	363.3536

DUALVARIABLES

VEDPRISER

BARPVEDSPRIS

PER1	-156.2	PER2	-180.0	PER3	-150.4
------	--------	------	--------	------	--------

LÖSVEDSPRISER

PER1	-152.2	PER2	-152.2	PER3	-152.2
------	--------	------	--------	------	--------

LCESNING TPERIODSMODELL REGION 1 "Medelvärde"
Oför. inputpriser
Vb

LCESNING TPERIODSMODELL REGION 1
OPTIMUMVÄRDE 14390.000 MILJ KRONOR
AKTIVITETSNIVÅER
PRODUKTIONSAKTIVITETER

1	981.0000	35	581.0000	90	866.5114
2	410.0000	40	410.0000	91	410.0000
3	482.5000	41	567.5000	92	667.5000
4	485.0000	42	485.0000	93	485.0000
5	699.0000	43	699.0000	94	699.0000
6	55.0000	44	235.0000	95	635.0000
7	403.7500	45	361.2641	96	136.7722
8	400.0000	46	400.0000	97	400.0000
9	65.0000	47	235.0000	98	435.0000
10	247.0000	48	547.0000	99	747.0000
11	965.0000	49	1135.0000	100	1335.0000
12	336.0000	50	336.0000	101	336.0000
13	360.0000	51	399.0000	102	423.2314
14	340.9000	52	200.6804	103	6.2732
15	303.0500	53	192.8244	104	257.9560
16	385.0000	54	325.0000	105	386.6154
17	0.0000	55	0.0000	106	0.0000
18	0.0000	56	0.0000	107	0.0000
19	400.0000	57	400.0000	108	367.6915
20	0.0000	58	0.0000	109	32.3085
21	0.0000	59	0.0000	110	0.0000
22	0.0000	60	0.0000	111	0.0000
23	65.0000	61	0.0000	112	0.0000
24	0.0000	62	0.0000	113	0.0000
25	155.3333	63	300.2791	114	0.0000
26	0.0000	64	0.0000	115	0.0000
27	91.6667	65	246.7209	116	747.0000
28	0.0000	66	0.0000	117	0.0000
29	0.0000	67	235.0000	118	435.0000
30	0.0000	68	0.0000	119	0.0000
31	510.1637	69	190.4159	120	189.8453
32	454.8363	70	944.5841	121	1145.1547
33	336.0000	71	336.0000	122	336.0000
34	0.0000	72	0.0000	123	0.0000
35	2995702.5557	73	3678564.5582	124	4666697.5862
36	471.7866	74	546.3023	125	614.6279
37	11400.6551	75	12788.3828	126	13737.1617
38	641093.6677	76	810576.2268	127	957786.7174

LÖFSNING TREPERIODSMODELL REGION 1

"Medelvärde"
Oför. inputpriser
Vb

INVESTERINGSAKTIVITETER

77	0.0000	128	0.0000
78	0.0000	129	0.0000
79	85.0000	130	100.0000
80	0.0000	131	0.0000
81	0.0000	132	0.0000
82	180.0000	133	400.0000
83	0.0000	134	0.0000
84	0.0000	135	0.0000
85	170.0000	136	200.0000
86	300.0000	137	200.0000
87	170.0000	138	200.0000
88	0.0000	139	0.0000

SLACKVARIABLES

188	333.5000
192	134.2500
204	42.4713
229	174.4636
235	224.5027
242	345.0000
243	0.0000
244	30.0000
246	0.0000
248	255.0000
249	200.0000
253	90.0000
254	400.0000
255	400.0000
256	300.0000
257	400.0000
258	400.0000
260	400.0000
261	200.0000
265	200.0000
268	748.9696
271	366.2032

QUALVARIABLES

VEDPRISER

BARRVEDSPRIS

PER1	-186.0	PER2	-186.0	PER3	-190.6
------	--------	------	--------	------	--------

LÖFVEDSPRISER

PER1	-152.2	PER2	-152.2	PER3	-152.2
------	--------	------	--------	------	--------

LOESNING TREPERIODSMODELL REGION 1

"Medelvärde"

Höjda inputpriser

Vb

LOESNING TREPERIODSMODELL REGION 1

OPTIMUMVAERDE 13542.367 MILJ KRONOR

AKTIVITETSNIWAER

PRODUKTIONSAKTIVITETER

1	981.0000	39	905.9987	90	800.2500
2	410.0000	40	410.0000	91	410.0000
3	482.5000	41	567.5000	92	667.5000
4	485.0000	42	485.0000	93	485.0000
5	699.0000	43	699.0000	94	698.9976
6	55.0000	44	235.0000	95	609.1500
7	403.7500	45	286.2346	96	130.5000
8	400.0000	46	400.0000	97	400.0000
9	65.0000	47	235.0000	98	435.0000
10	247.0000	48	547.0000	99	747.0000
11	965.0000	49	1135.0000	100	1335.0000
12	336.0000	50	336.0000	101	336.0000
13	360.0000	51	399.0000	102	399.0001
14	340.9000	52	125.6503	103	0.0000
15	303.0500	53	192.8252	104	297.9500
16	385.0000	54	385.0000	105	384.9635
17	0.0000	55	0.0000	106	0.0000
18	0.0000	56	0.0000	107	20.2097
19	400.0000	57	400.0000	108	400.0000
20	0.0000	58	0.0000	109	0.0000
21	0.0000	59	0.0000	110	0.0000
22	0.0000	60	0.0000	111	0.0000
23	65.0000	61	0.0000	112	0.0000
24	0.0000	62	0.0000	113	0.0000
25	155.3333	63	300.2855	114	0.0000
26	0.0000	64	0.0000	115	0.0000
27	91.6667	65	246.7145	116	747.0000
28	0.0000	66	0.0000	117	0.0000
29	0.0000	67	235.0034	118	435.0064
30	0.0000	68	0.0000	119	0.0000
31	510.4090	69	56.9938	120	0.0000
32	454.5910	70	1078.0062	121	1335.0000
33	336.0000	71	336.0000	122	336.0000
34	0.0000	72	0.0000	123	0.0000
35	2989701.8027	73	3647709.8145	124	4609021.4888
36	471.7836	74	536.9435	125	612.2934
37	11400.6477	75	12570.7970	126	13666.0129
38	641052.9865	76	800278.9858	127	1017614.1106

INVESTERINGSAKTIVITETER

77	0.0000	128	0.0000
78	0.0000	129	0.0000
79	115.0000	130	100.0000
80	0.0000	131	0.0000
81	0.0000	132	0.0000
82	180.0000	133	374.1500
83	0.0000	134	0.0000
84	0.0000	135	0.0000
85	170.0000	136	200.0000
86	300.0000	137	200.0000
87	170.0000	138	200.0000
88	0.0000	139	0.0000

LOESNING TREPERIODSMODELL REGION 1 "Medelvärde"
 Höjda inputpriser
 Vb+

LOESNING TREPERIODSMODELL REGION 1
 OPTIMUMVAERDE 13777.508 MILJ KRONOR
 AKTIVITETSNIVAER

PRODUKTIONSAKTIVITETER

1	981.0000	39	981.0000	90	865.2920
2	410.0000	40	410.0000	91	410.0000
3	482.5000	41	567.5000	92	667.5000
4	485.0000	42	485.0000	93	485.0000
5	699.0000	43	699.0000	94	699.0000
6	55.0000	44	235.0000	95	609.1500
7	403.7500	45	361.2341	96	195.5397
8	400.0000	46	400.0000	97	400.0000
9	65.0000	47	235.0000	98	435.0000
10	247.0000	48	547.0000	99	747.0000
11	965.0000	49	1135.0000	100	1335.0000
12	336.0000	50	336.0000	101	336.0000
13	360.0000	51	399.0000	102	399.0000
14	340.9000	52	200.6493	103	65.0420
15	303.0500	53	192.8228	104	297.9500
16	385.0000	54	385.0000	105	385.0000
17	0.0000	55	0.0000	106	0.0000
18	0.0000	56	0.0000	107	14.3130
19	400.0000	57	400.0000	108	400.0000
20	0.0000	58	0.0000	109	0.0000
21	0.0000	59	0.0000	110	0.0000
22	0.0000	60	0.0000	111	0.0000
23	65.0000	61	0.0000	112	0.0000
24	0.0000	62	0.0000	113	0.0000
25	155.3333	63	300.2827	114	0.0000
26	0.0000	64	0.0000	115	0.0000
27	91.6667	65	246.7173	116	747.0000
28	0.0000	66	0.0000	117	0.0000
29	0.0000	67	235.0000	118	435.0324
30	0.0000	68	0.0000	119	0.0000
31	342.6676	69	24.8078	120	0.0000
32	622.3324	70	1110.1922	121	1335.0000
33	336.0000	71	336.0000	122	336.0000
34	0.0000	72	0.0000	123	0.0000
35	2985341.9119	73	3674243.9072	124	4632961.7873
36	471.7840	74	546.3183	125	620.4238
37	11400.6685	75	12788.2944	126	13853.4647
38	657828.3201	76	827126.4338	127	1036945.2941

INVESTERINGSAKTIVITETER

77	0.0000	128	0.0000
78	0.0000	129	0.0000
79	115.0000	130	100.0000
80	0.0000	131	0.0000
81	0.0000	132	0.0000
82	180.0000	133	374.1500
83	0.0000	134	0.0000
84	0.0000	135	0.0000
85	170.0000	136	200.0000
86	300.0000	137	200.0000
87	170.0000	138	200.0000
88	0.0000	139	0.0000

LOESNING TREPERIODSMODELL REGION 1 "Medelvärde"
 Höjda inputpriser
 Vb, 30 kr

LOESNING TREPERIODSMODELL REGION 1
 OPTIMUMVAERDE 10361.771 MILJ KRONOR
 AKTIVITETSNIVAER

PRODUKTIONSAKTIVITETER

1	875.4929	39	875.4929	90	800.2500
2	410.0000	40	410.0000	91	402.5719
3	482.5000	41	567.5000	92	667.5000
4	485.0000	42	485.0000	93	485.0000
5	699.0000	43	699.0000	94	627.2182
6	55.0000	44	235.0000	95	435.5315
7	298.2420	45	255.7097	96	130.5000
8	400.0000	46	400.0000	97	400.0000
9	65.0000	47	235.0000	98	435.0000
10	247.0000	48	247.0000	99	447.0000
11	965.0000	49	1135.0000	100	1335.0000
12	336.0000	50	336.0000	101	336.0000
13	360.0000	51	399.0000	102	327.2182
14	235.3920	52	185.1260	103	0.0000
15	303.0500	53	372.8244	104	335.5219
16	385.0000	54	385.0000	105	385.0000
17	0.0000	55	0.0000	106	0.0000
18	0.0000	56	0.0000	107	0.0000
19	400.0000	57	400.1530	108	400.0000
20	0.0000	58	0.0000	109	0.0000
21	0.0000	59	0.0000	110	0.0000
22	0.0000	60	0.0000	111	0.0000
23	65.0000	61	0.0000	112	0.0000
24	0.0000	62	0.0000	113	0.0000
25	155.3333	63	0.2791	114	0.0000
26	0.0000	64	0.0000	115	0.0000
27	91.6667	65	246.7209	116	447.0000
28	0.0000	66	0.0000	117	0.0000
29	0.0000	67	235.0000	118	435.0000
30	0.0000	68	0.0000	119	0.0000
31	314.8061	69	0.0000	120	0.0000
32	650.1939	70	1135.0000	121	1335.0000
33	336.0000	71	336.0000	122	336.0000
34	0.0000	72	0.0000	123	0.0000
35	2946106.0258	73	3431086.4078	124	3963641.4567
36	458.5952	74	502.2280	125	558.1581
37	11094.6771	75	11963.2752	126	12746.4758
38	627378.5268	76	710418.1923	127	826058.6063

INVESTERINGSAKTIVITETER

77	0.0000	128	0.0000
78	0.0000	129	0.0000
79	85.0000	130	100.0000
80	0.0000	131	0.0000
81	0.0000	132	0.0000
82	180.0000	133	190.6382
83	0.0000	134	0.0000
84	0.0000	135	0.0000
85	170.0000	136	200.0000
86	0.0000	137	200.0000
87	170.0000	138	200.0000
88	0.0000	139	0.0000

LOESNING TREPERIODSMODELL REGION 1 "Medelvärde"
 Höjda inputpriser
 "Va"

LOESNING TREPERIODSMODELL REGION 1
 OPTIMUMVAERDE 13173.160 MILJ KRONOR
 AKTIVITETSNIVAER

PRODUKTIONSAKTIVITETER

1	908.7004	39	800.2500	90	800.2500
2	410.0000	40	410.0000	91	410.0000
3	482.5000	41	567.5000	92	667.5000
4	485.0000	42	485.0000	93	485.0000
5	699.0000	43	699.0000	94	504.3552
6	55.0000	44	235.0000	95	429.1500
7	331.4508	45	180.5074	96	130.5018
8	400.0000	46	400.0000	97	400.0000
9	65.0000	47	235.0000	98	435.0000
10	247.0000	48	247.0000	99	447.0000
11	965.0000	49	1135.0000	100	1335.0000
12	336.0000	50	336.0000	101	336.0000
13	360.0000	51	399.0000	102	204.3552
14	268.6008	52	109.9269	103	0.0000
15	303.0500	53	372.8384	104	342.9500
16	385.0000	54	385.0000	105	384.9782
17	0.0000	55	0.0000	106	0.0000
18	0.0000	56	0.0000	107	24.4376
19	400.0000	57	400.0000	108	400.0000
20	0.0000	58	0.0000	109	0.0000
21	0.0000	59	0.0000	110	0.0000
22	0.0000	60	0.0000	111	0.0000
23	65.0000	61	0.0000	112	0.0000
24	0.0000	62	0.0000	113	0.0000
25	155.3333	63	0.2481	114	0.0000
26	0.0000	64	0.0000	115	0.0000
27	91.6667	65	246.7519	116	447.0000
28	0.0000	66	0.0000	117	0.0000
29	0.0000	67	235.0070	118	435.0042
30	0.0000	68	0.0000	119	0.0000
31	718.0428	69	190.6161	120	0.0000
32	246.9572	70	944.3839	121	1335.0000
33	336.0000	71	336.0000	122	336.0000
34	0.0000	72	0.0000	123	0.0000
35	2968707.1715	73	3408597.4135	124	3769504.0729
36	462.7449	74	492.8282	125	551.7148
37	11190.9247	75	11745.1504	126	12345.1106
38	597512.1171	76	667682.8867	127	827657.2537

INVESTERINGSAKTIVITETER

77	0.0000	128	0.0000
78	0.0000	129	0.0000
79	85.0000	130	100.0000
80	0.0000	131	0.0000
81	0.0000	132	0.0000
82	180.0000	133	194.1500
83	0.0000	134	0.0000
84	0.0000	135	0.0000
85	170.0000	136	200.0000
86	0.0000	137	200.0000
87	170.0000	138	200.0000
88	0.0000	139	0.0000

LITTERATURFÖRTECKNING

- ARROW, K.J. och KURZ, M., 1972, *Public Investment, The Rate of Return, and Optimal Fiscal Policy*, Johns Hopkins Press.
- BALANSUTREDNING FÖR NORRA SVERIGE 1979 (BNS), 1979, utförd i samarbete mellan Domänverket, Sveriges Skogsägares Riksförbund och NCB. Se även Rudholms diskussionsinlägg i anslutning till Rådströms artikel (se nedan).
- BAUMOL, W.J., 1972, *Economic Theory and Operations Analysis*, Prentice-Hall.
- BERCK, P., 1976, *Natural Resources in a Competitive Economy*, Massachusetts Institute of Technology.
- BERCK, P., 1979, The Economics of Timber: A Renewable Resource in the Long Run, *The Bell Journal of Economics*, Autumn, 1979.
- BERCK, P., 1981, Optimal Management of Renewable Resources with Growing Demand and Stock Externalities, *Journal of Environmental Economics and Management*, 8, s. 105-117.
- BERGMAN, L. och POR, A., 1979, A Quantitative General Equilibrium Model of the Swedish Economy, International Institute of Applied Systems Analysis, IIASA.
- BRUCEWITZ PAPPERSKALENDER, 1979/80.
- BRYNTSE, G., PHILIPSON, D. och VALLANDER, L., Massa- och pappersindustrins elförbrukning år 1990, kapitel 1.1 i DsI 1979:21.
- CHANG, J., odaterad, *An Energy Process Model for the U.S. Paper Industry*, University of Houston, Department of Industrial Engineering.
- CLARK, C.W., 1976, *Mathematical Bioeconomics*, Wiley.
- DOMÄNVERKET, 1979, Domänkoncernens flerårsplan 1980-1984.
- DOMÄNVERKET, 1980, Domänkoncernens flerårsplan 1980-1984, synpunkter på Skogsstyrelsens remissvar, skrivelse till Industri-departementet 1980-04-01.
- ENGLUND, A. och NYLINDER, M., 1980, Preliminära resultat från 1979 års sågverksinventering, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för virkeslära.
- FAUSTMANN, M., 1849, 1968, On the Determination of the Value Which Forest Land and Immature Stands Possess for Forestry, i Gane, M., *Martin Faustmann and the Evolution of Discounted Cash Flow*, Oxford Institute Paper, 42, 1968.
- GRIFFIN, J.M., 1977, Long-Run Production Modelling with Pseudo Data: Electric Power Generation, *The Bell Journal of Economics*, Spring, 1977.

- HEIKENSTEN, L., 1979, En metod att förutsäga industrinedläggningar, i Särskilda Näringspolitiska Delegationen, *Vägar till ökad välfärd*, Ds Ju 1979:2.
- HORN, H., 1978, Skogsindustrins kostnader, relativpriser och marknadsandelar - en pilotstudie, EFI.
- HULTKRANTZ, L., 1979a, Skogsindustrins anpassning till förändrade ved- och energipriser: En flerperiodisk modell och dess databas, EFI.
- HULTKRANTZ, L., 1979b, Arbetslöshet eller miljöförstöring - ett val för skogspolitiken?, *Ekonomisk Debatt* 1/1979.
- HULTKRANTZ, L., 1979c, Fliseldning - hot mot skogsindustrin?, *Ekonomisk Debatt* 8/1979.
- HULTKRANTZ, L., 1980a, Produktions- och sysselsättningsbortfallet inom skogsindustrin vid minskad tillgång till industrived, i Skogsstyrelsen, Statens Industriverk, *Ökad eldning med skogsråvara. Möjligheter och konsekvenser*, SIND PM 1980:2.
- HULTKRANTZ, L., 1980b, Skogsindustrins anpassning till relativprisförändringar. En modellanalys av norra Sveriges pappers-, massa- och boardindustri, EFI.
- HULTKRANTZ, L., 1981, Wood Supply and Demand in Sweden, i Proceedings of the Forest Industry Workshop - 7-11 January 1980, International Institute for Applied Systems Analysis, IIASA.
- INDUSTRIDEPARTEMENTET, 1978, Träfiberskiveindustrin - förslag till framtida struktur, DsI 1978:6.
- INDUSTRIDEPARTEMENTET, 1979, Skogsindustrin - nuläge och utvecklingsmöjligheter, DsI 1979:5.
- IVARSSON, C.-G. och JUÅS, B., 1972, Investeringsbeteendets långsiktiga determinanter i Sveriges Cellulosaindustri, Göteborgs universitet, nationalekonomiska institutionen, memorandum B:31.
- JOHANSSON, L.-G., 1978, Sågverksmodeller - Datorbaserade hjälpmedel för att utreda ekonomiska och tekniska problem i trävarubranschen, Svenska Träforskningsinstitutet, Meddelande B:500-502.
- JUNGENFELT, K.G., 1978, Angående optimal avverkning utanför steady state, EFI.
- JUNGENFELT, K.G., 1980, Utvecklingsalternativ för massa- och pappersbruken i Hörnefors, Köpmanholmen och Väja. En samhälls-ekonomisk bedömning, EFI, Industridepartementet.
- KALLIO, M., PROPOI, A. och SEPPÄLÄ, R., A Model for the Forest Sector, International Institute for Applied Systems Analysis, IIASA.

- LAHI, T. och KÖRLEN, R., 1981, Skogen i Bräcke. Skogstillstånd och produktionsförutsättningar, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för skogsekonomi.
- LYBERG, B., 1980, Skogsindustrin i Västerbottens län, Industri-departementet 1980-06-17.
- NILSSON, S., 1980, Svensk skogsnäring i omdaning - en strukturstudie med världsbankens analysmodell, Skogshögskolan, institutionen för skogsteknik.
- NILSSON, S., odaterad, Strategy Choice with the Aid of the World Bank Model, Skogshögskolan, institutionen för skogsteknik.
- NILSSON, S., 1981, Svensk skogsnärings struktur, *Sveriges Skogs-vårdsförbunds Tidskrift* 1-2/81.
- OHLIN, B., 1921, 1979, Till frågan om skogarnas omloppstid, *Ekonomisk Debatt* 1979/6.
- PROPOI, A. och Krivonozhko, V., 1978, The Simplex Method for Dynamic Linear Programs, International Institute for Applied Systems Analysis, IIASA.
- PÖYRY, Ingenjörfirman Jaako, 1979, Svensk skogsindustri - känslighet för prissättningen på elenergi, kapitel 1.4 i DsI 1979:21.
- RADDERS, J. och LÖNNSTEDT, L., 1979, Transition Strategies for the Forest Sector, *Futures*, June, 1979.
- RÅDSTRÖM, L., 1980, Skogsbrukets lönsamhetsutveckling 1970-1990, *Kungliga skogs- och lantbruksakademiens tidskrift* nr 3, 1980.
- SALTER, W.E.G., 1969, *Productivity and Technical Change*, Cambridge University Press.
- SAMUELSON, P., 1976, Economics of Forestry in an Evolving Society, *Economic Inquiry*, Vol. XIV, Dec., 1976.
- SKOGSPOLITISKA UTREDNINGEN, 1973, Mål och medel i Skogspolitiken, SOU 1973:14.
- SKOGSSTATISTISK ÅRSBOK 1978, Skogsstyrelsen.
- SKOGSSTYRELSEN, 1980, Domänkoncernens flerårsplan 1980-84. Remiss 1980-01-08, 3442/79. Skrivelse till Industridepartementet.
- SKOGSUTREDNING, 1973 års, 1975. Virkesbehov och virkestillgång, DsJo 1975:1.
- SKOGSUTREDNING, 1973 års, 1978a, Skog för framtid, SOU 1978:6.
- SKOGSUTREDNING, 1973 års, 1978b, Skog för framtid, bilagor, SOU 1978:7.
- STATENS INDUSTRIVERK, 1976, *Tätorternas och den tunga industrins energiförsörjning*, SIND 1976:3.

- STATENS INDUSTRIVERK, 1977, *Sågverksindustri och skivindustri*, SIND 1977:7.
- SVENSKA CELLULOSA- OCH PAPPERSBRUKSFÖRENINGEN, 1977a, Massa- och pappersindustrins energiförbrukning 1990.
- SVENSKA CELLULOSA- OCH PAPPERSBRUKSFÖRENINGEN, 1977b, PM med kommentarer till yttranden av herrar Björkman, Bryntse och Steenberg över SCPF:s utredning Massa- och pappersindustrins energiförbrukning 1990.
- SVENSKA CELLULOSA- OCH PAPPERSBRUKSFÖRENINGEN, 1979a, Massa- och pappersindustrins elkraftbehov i början av 1990-talet, kapitel 1.1 i DsI 1979:21.
- SVENSKA CELLULOSA- OCH PAPPERSBRUKSFÖRENINGEN, 1979b, Effekten på massa- och pappersindustrin av ökade elpriser, kapitel 1.3 i DsI 1979:21.
- SVENSKA PAPPERS- OCH CELLULOSAINGENIÖRSFÖRENINGEN, 1977, Ved-åtgångstal, dagsläge och prognos vid massatillverkning.
- VIRKESFÖRSÖRJNINGSGUTREDNINGEN, 1981
- VIRKESRÅDET, Region 1, 1980, Skogsindustrins råvaruförbrukning 1975-79 och produktion 1975-80 för region 1 och hela landet.
- VIRKESRÅDET, Region 2, 1980, Skogsindustrins faktiska råvaruförbrukning och produktion åren 1975-79.
- VIRKESRÅDET, Region 3, 1980, Skogsindustrins faktiska råvaruförbrukning och produktion åren 1975-79.
- VIRKESRÅDET, Region 3, 1981, Skogsindustrins faktiska råvaruförbrukning och produktion åren 1976-80.
- WENDENIUS, P.-Å. och HANSSON, L., 1977, Matematisk modell för skogsnäringens ekonomi, Svensk Industris Konstruktions- och Beräkningskontor AB, SIKOB.
- WIBERG, R. och HARTLER, N., 1973, Värme- och elkraftförbrukning vid massatillverkning, Svenska Träforskningsinstitutet, Meddelande B:210.
- WOHLIN, L., 1970, *Skogsindustrins strukturuomvandling och expansionsmöjligheter*, Industriens Utredningsinstitut.
- ÅNGPANNEFÖRENINGEN, 1979, Energitunga industrins elpriskänslighet, kapitel 4 i DsI 1979:21.

FÖRTECKNING ÖVER EFI:S PUBLIKATIONER SEDAN 1978

1978

- ASPLING, A. & LINDESTAD, L., Företagsutbildning. Reflektioner kring tre praktikfall. Stockholm: EFI/RTI 1978.
- EKMÄN, Elon V., Some dynamic economic models of the firm. A micro-economic analysis with emphasis on firms that maximize other goals than profit alone. Stockholm 1978.
- FJAESTAD, B., JULANDER, C-R., Norrköpingshandels syn på framtiden. En studie av köpmännens förväntningar rörande Linden-etableringens effekter på konsumenternas beteende. Rapport nr 6 från forskningsprogrammet "Detaljhandel i omvandling". Stockholm 1978. Stencil.
- FJAESTAD, B., JULANDER, C-R., ANELL, B., Konsumenter i Norrköpings köpcentra. En studie av reseavstånd, färdmedel, ärenden och missnöje. Rapport nr 4 från forskningsprogrammet "Detaljhandel i omvandling". Stockholm 1978. Stencil
- HEMMING, T., Multiobjective decision making under certainty. Stockholm 1978.
- HOLMLÖV, P.G., Lokalpressen och kommunalpolitiken. Stockholm 1978.
- HULTCRANTZ, G., LINDHOFF, H., VALDELIN, J., Chinese economic planning: characteristics, objectives and methods - an introduction. China's developmental strategy: 7. Stockholm 1978. Stencil.
- JULANDER, C-R., EDSTRÖM, E., Beslutsunderlag för utformning av varu-information om bostäder. En intervjuundersökning med hyresgäster i Husby/Akalla. Stockholm 1978. Stencil.
- LINDQVIST, A., JULANDER, C-R. & FJAESTAD, B., Utveckling av beteendevetenskapliga indikatorer på sparande. Rapport nr 2 från projektet "Sparande och sparbeteende". Stockholm 1978. Stencil.
- SCHWARZ, B. & SVENSSON, J-E., Transporter och transportforskning. Ett framtidsperspektiv. Stockholm: EFI 1978 (Särtrycksupplaga från Transportdelegationens publikation 1978:7).
- STJERNBERG, T., Detaljhandelsanställda i Linden. En studie av de anställdas inflytande och upplevelser i samband med etableringen av ett köpcentrum. Rapport nr 3 från forskningsprogrammet "Detaljhandel i omvandling". Stockholm 1978. Stencil.
- TELL, B., Investeringskalkylering i praktiken. Stockholm: EFI/Studentlitteratur 1978.
- Människan i organisationen. Red.: Sjöstrand, S-E., Stymme, B. & Forsblad, P., Stockholm: EFI/Liber Förlag 1978.
- Telefonen som brevlåda. En studie av 100 svenska användare av telefaksimil. Red.: Jundin, S. & Lindqvist, A., Stockholm 1978.

1979

- AHLMARK, D. & BRODIN, B., Bokbranschen i framtiden - En analys av möjliga utvecklingslinjer fram till år 2000. Stockholm 1979.
- AHLMARK, D. & BRODIN, B., Statligt litteraturstöd - En ekonomisk analys. Stockholm 1979.
- AHLMARK, D. & LJUNGKVIST, M-O., Finansiell analys och styrning av bokförlag. Studier av utveckling och beteende under 1970-talet Stockholm 1979.
- ANELL, B., När butiken försvinner. Rapport nr 5 från forskningsprogrammet "Detaljhandel i omvandling". Stockholm 1979. Stencil.
- ANELL, B., Hushållen och dagligvarudistributionen. En konsument-ekonomisk analys. Stockholm 1979.
- BERTMAR, L., et.al. Löner, lönsamhet och soliditet. Stockholm: EFI 1979. (Särtryck ur SOU 1979:10)
- BORGENHAMMAR, E., Health care budgeting, goals structure, attitudes. Stockholm 1979.
- ELVESTEDT, U., Beslutsanalys - En interaktiv ansats. Stockholm 1979.
- ENGLUND, P., Profits and market adjustment. A study in the dynamics of production, productivity and rates of return. Stockholm 1979.
- ETTLIN, F.A., LYBECK, J.A., ERIKSON, I., JOHANSSON, S. & JÄRNHÄLL, B., The STEP 1 quarterly econometric model of Sweden - the equation system. Stockholm 1979.
- FALK, T., Detaljhandeln i Norrköping. Struktur och lokalisering 1977. Rapport nr 7 från forskningsprogrammet "Detaljhandel i omvandling". Stockholm 1979. Stencil
- FALK, T., Detaljhandeln i Norrköping. Struktur och lokaliseringsförändringar 1951-1977. Rapport nr 9 från forskningsprogrammet "Detaljhandel i omvandling". Stockholm 1979. Stencil.
- HEDEBRO, G., Communication and social change in developing nations - a critical view. Stockholm: EFI/JHS 1979. Stencil.
- HOLMLÖV, P.G., FJÄSTAD, B. & JULANDER, C-R., Form och funktion i marknadsföringen. Försäljning, produktutveckling och reklamargumentation på marknaderna för vitvaror och snickerier i kök 1961-1976. Stockholm 1979. Stencil.
- JANSSON, J.O., & RYDÉN, I., Samhällsekonisk analys för hamnar. Stockholm 1979.
- JANSSON, J.O. & RYDÉN, I., Swedish seaports - economics and policy. Stockholm 1979. Stencil.
- JULANDER, C-R. & FJÄSTAD, B., Konsumenternas köpvanor i Norrköping och Söderköping. Rapport nr 8 från forskningsprogrammet "Detaljhandel i omvandling". Stockholm 1979. Stencil.
- JUNDIN, S., När barn köper. Stockholm 1979.
- MAGNUSSON, Å., PETERSOHN, E. & SVENSSON, C., Sakförsäkring och inflation. En ekonomisk analys. Stockholm 1979.
- Marknadsföring och strukturekonomi. En vänbok till Folke Kristensson. Red: Otterbeck, L., Stockholm: EFI/IIB/Studentlitteratur 1979.
- PERSSON, M., Inflationary expectations and the natural rate hypothesis. Stockholm 1979.
- von SCHIRACH-SZMIGIEL, C., Liner shipping and general cargo transport. Stockholm 1979.
- ÖSTERBERG, H., Hierarkisk begreppsanalys. Ett hjälpmedel vid undersökning av komplexa forskningsproblem. Stockholm: EFI/Norstedts 1979.

1980

- ELVESTEDT, U., Valutafrågor i svenska företag. Stockholm 1980.
- FORSBLAD, P., Företagsledares beslutsinflytande. Några försök till identifikation och beskrivning. Stockholm 1980.
- JANSSON, J.O., Transport system optimization and pricing. Stockholm 1980.
- JONSSON, E., Studies in health economics. Stockholm 1980
- LINDQVIST, A., Hushållens sparande och sparbeteende. Utveckling av beteendevetenskapliga indikatorer på sparande. Stockholm 1980.
- Shipping and ships for the 1990's. Red.: Rydén, I. och von Schirach-Szmigiel, C., Stockholm 1980.
- SJÖGREN, L., Byggherrens kostnadsstyrning, en metodstudie. Stockholm 1980.
- ÖSTMAN, L., Beteendeinriktad redovisning. Stockholm 1980.

1981

- ANELL, B., Rationell problemlösning eller organiserad anarki? En fallstudie av etableringen av ett köpcentrum i centrala Norrköping. Rapport nr 10 från forskningsprogrammet "Detaljhandel i omvandling". Stockholm 1981. Stencil.
- BARK, A., MÄHLÉN, A.K. & STJERNBERG, T., Tekniken i butiken. Stockholm: Arbetslivscentrum/EFI 1981.
- BJÖRKLUND, A., Studies in the dynamics of unemployment. Stockholm 1981.
- HEDERSTIERNA, A., Decisions under uncertainty. The usefulness of an indifference method for analysis of dominance. Stockholm 1981.
- Kina - världens största utvecklingsland. Red.: E. Berglöf, P. Richter & U. Stuart. Stockholm 1981.
- KIRSTEIN, K., JULANDER, C-R., Införandet av datakassor i dagligvaruhandeln: Hur påverkas konsumenten? Stockholm 1981.
- KLING, M., STYMNE, B., Spelet mellan facket och företagsledningen. Sociala strategier för medbestämmande. Stockholm: LiberLäromedel/EFI 1981.
- LEKSELL, L., Headquarter-subsidiary relationships in multinational corporations. Stockholm 1981.
- LINDQVIST, A., Hushållens sparande. Beteendevetenskapliga mätningar av hushållens sparbeteende. Stockholm 1981.
- RUDENGREN, J., Peasants by preference? Socio-economic and environmental aspects of rural development in Tanzania. Stockholm 1981.
- SCHWARZ, B., LEKTEUS, I., Energisystemframtider, multipla mål, ny teknik. Stockholm 1981.
- ÖSTMAN, L., Skuldsättningsgrad och finansiella kostnader. Stockholm 1981.

