



Innhold:

NATURHERLIGHETER
ELLER NATURRESSURSER

MODELL FOR
SYSSELSETTINGS- OG
BEFOLKNINGSPROGNOSER

SEKVENSERINGSTEORI —
EN OVERSIKT OVER
PROBLEM OG
LØSNINGSFORSØK

OPTIMAL OMLØPSTID
AV JORD VED
KOMPRODUKSJON —
ET TEORETISK SKJEMA

SOSIALØKONOMEN

FEBRUAR

Ansvarlige redaktører:

Erling S. Andersen

Per Steina

Age R. Sørsveen

Redaksjonsutvalg:

orsker Arne Amundsen

Universitetslektor

Gunnar Bramness

d. oecon. Johan Frøland

manuensis Kåre Gisvold

ontorsjef Eskild Jensen

nd.oecon.Kristen Knudsen

nd.oecon. Jan E. Korsæth

nd.oecon. Tore Lindholt

nd.oecon. Bjørn Tryggeset

Vit.ass. Per H. Vale

INN H O L D

in Hansen:

urherligheter eller na-
urressurser 3

ikon Hellenes:

enkel modell for sys-
elsettings- og befol-
ingsprognoser som
runnlag for utforming
g regionale utbygg-
ingsprogram 10

gnar T. Pedersen:

venseringsteori — en
versikt over problemer
og løsningsforsøk 13

I:

pporter og utredninger
1968 26

Halvor Vale:

teoretisk skjema for å
bedømme optimal
øpsted av jord ved
ornproduksjon 29

sialøkonomisk institutt,

iversitetet i Oslo. Me-

noranda og særtrykk

2. halvår 1968 36

funnsøkonomisk insti-

t, NHH:

skusjonsnotater 1968 36

SOSIALØKONOMEN

Utgitt av

osialøkonomisk Samfunn.

kommer med 10 nummer

år og sendes gratis til

foreningens medlemmer.

Postadresse:

stboks 1501, Vika, Oslo 1

Budadresse:

edre Vollgt. 11, rom 705.

Grenseveien 99, 3 etg.

bonnementspris kr. 40,—

Vekst — Velferd

Sjefsdirektør Erik Brofoss' årstale til Norges Banks representant-skap får alltid berettiget oppmerksomhet. I et land som er fattig på saklige kommentarer til den økonomiske utvikling, er det ikke særlig merkelig at Brofoss' oversiktlig og perspektivrike analyser blir sentrale i den samfunnsøkonomiske debatt vi har.

Årets tale må imidlertid i én henseende måtte karakteriseres som skuffende. Vi sikter til den sterke framheving av at den sentrale målsetting i norsk økonomisk politikk er økonomisk vekst.

Brofoss formulerer det slik: «Et viktig hovedspørsmål i norsk økonomisk politikk er derfor nå om en også i årene framover skal innstille seg på en vekstrate på 3—4 %, eller om en skal ta sikte på å komme opp i 5—6 % som i tidligere år.» I talens konklusjon heter det: «Ved inngangen til det nye året synes det å være like god grunn til å formulere hovedoppgaven slik som det ble gjort i de to foregående årstaler: å sørge for at den sterke vekst landet hittil har hatt i 1960-årene, også kan fortsette i tiden framover.»

Det er overraskende og som sagt noe skuffende at Brofoss i dagens situasjon ønsker å skyve vekstproblematikken i forgrunnen. Vi hadde trodd at man nå nærmest var ferdig med den periode der man har vært sterkt opptatt av vekstens størrelse, og da vel og merke vekst målt konvensjonelt ved økningen i produksjonen av varer og tjenester.

Det vi etter vår mening trenger er en sterk understreking av at man bør ha en økonomisk politikk som til enhver tid sikrer full sysselsetting. Men dette kan oppnås ved alternative utforminger av politikken, og vi tror det er langt fra sikkert at det er i overensstemmelse med folks ønsker å velge den politikk som alltid gir størst økonomisk vekst, slik vi nå kvantitativt måler dette.

Vi synes de debatter som vi har gående i samfunnet klart viser at folk i dag er engasjert av problemer som hvis de løses kan eller må gå på bekostning av den økonomiske vekst. Vi tenker f. eks. på diskusjonene om lavere pensjonsalder, fredning av naturressurser, økt distriktsutbygging og reduksjon av luft- og vannforurensninger.

Vi tror at folk i dag i adskillig sterkere grad enn tidligere er opptatt av de velferdsmessige aspekter ved produksjonen her i landet. Man diskuterer hva som skal produseres og innenfor hvilke rammer produksjonen skal skje langt mer enn hvor stor økningen i produksjonen skal være. Derfor tror vi også at Brofoss fokuserer oppmerksomheten mot en foreldet og tildels uinteressant problemstilling.

Velg skrivehode * - velg språk og skrift



**på én og
samme
skrivemaskin:**

IBM 72



IBM 72, den elektriske skrivemaskin med skrivehode er enestående. Fordi den er allsidig. Den så dagens lys i 1961. Siden den gang er dette kvalitetsprodukt utviklet videre. Ikke bare er IBM 72 blitt vår desiderte bestseller. Den viser også stadig nye sider av sitt talent.

IBM 72 kan skrive på flere språk med de spesialtegn og bokstaver som trengs. Bare ved å skifte hode! Teknisk/vitenskapelig hode finnes også. For norsk korrespondanse kan De velge mellom 13 forskjellige skrifttyper. Den har ingen valse som farer frem og tilbake, ingen

typearmer som «kolliderer». Derfor skriver den hurtigere enn noen annen maskin, og med færre feil. Også fordi IBM 72 har skrive-hukommelse.

Det siste nye er at vi har laget et spesielt hode for skrift som kan leses optisk for in-put i datamaskiner. Dermed er IBM 72 et av de nye bindeledd mellom tekstbehandling og databehandling.

Se IBM 72 i aksjon. Overbevis Dem om hvor lønnsomt det kan være å ha flere maskiner i én og samme maskin. Ring oss i dag. Nå!

IBM

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES A/S

* Pris pr. hode kr. 150,-

OSLO 20 54 50 • BERGEN 18 155 • TRONDHEIM 30 644 • STAVANGER 27 514 • PORSGRUNN 52 703 • SARPSBORG 52 311
FORHANDLERE: KRISTIANSAND S 25 006 • ALESUND 23 128 • MO I RANA 50 855 • LILLEHAMMER 51 288.

Naturherligheter eller naturressurser?¹⁾

AV
CAND. OECON. STEIN HANSEN,
TRANSPORTØKONOMISK INSTITUTT

1. Innledning.

I det følgende skal vi anvende økonomisk teori i forsøk på å gi en forklaring på følgende forhold:

I mange land er det et sterkt utbredt ønske om kollektive tiltak for å bevare naturherligheter og hindre forurensninger osv. samtidig med at det synes å være svært vanskelig å få vedtatt slike tiltak.

¹⁾ Jeg vil takke de andre som besvarte professor Haavelmos semesteroppgave i økonomisk teori i høst for å ha stilt sine oppgavebesvarelser til min disposisjon. Feil og svakheter i denne artikkelen står imidlertid utelukkende for min regning.

Selv om vi primært er opptatt av slike spørsmål i dag, må vi være klar over at det ikke er mer enn 12 år siden dosent H. J. A. Kreyberg skrev sin analyse av de økonomiske og sosiale grunntanker som kommer til uttrykk i kravet om en sterk aktivisering av vårt lands ressurser til produktive formål. Det kan derfor synes som om problemet er snudd helt om i løpet av disse tolv årene. Imidlertid er dette to sider ved samme sak fordi hva den ene part betrakter som en naturherlighet betrakter den andre part som en naturressurs. Dette «noe» er samtidig både en naturherlighet som vi ønsker å bevare uberørt og en naturressurs som vi ønsker å anvende til andre produktive formål.

Like fullt er det interessant å observere hvorledes den tilsynelatende relevante problemstillingen har forandret seg i løpet av de siste tolv årene. Dette kan skyldes at folks preferenser har forandret seg over tiden. Det kan imidlertid også skyldes at den absolutte etterspørselen etter tjenester fra stadig færre uberørte naturområder har økt voldsomt i denne perioden. Dette lar seg naturlig forklare ved hjelp av økningen i realinntektene, lengre ferier, kortere arbeidsuke, øket biltetthet, bedre kommunikasjoner og større befolkning. Fremtidsvisjoner om utviklingen har nå skapt en frykt hos mange mennesker om at kommende generasjoner vil «arve» et land hvor mulighetene for å nyte naturherligheter og slippe forurensninger vil være mindre enn man i dag anser ønskelig.

I det følgende skal vi forsøke å forklare hvordan en slik tilsynelatende paradoksal situasjon kan oppstå i et demokratisk samfunn som f. eks. Norge.

2. Om begrepet «en ufrivillig økonomisk handling».

Som kjent har det ingen mening å snakke om en ufrivillig økonomisk handling når man kun baserer seg på tradisjonell økonomisk teori for individenes tilpasning *under* gitte institusjonelle beskrankninger, altså *innenfor* et gitt økonomisk system. I det følgende vil begrepet «en ufrivillig økonomisk handling» utelukkende bli brukt i forbindelse med resultatet av en sammenligning av *alternative* økonomiske systemer.

Vi skal tenke oss at et system er så detalj-spesifisert at vi betrakter det som en forandring av systemet dersom f. eks. Stortinget vedtar nye skatter og avgifter foruten å endre på tidligere vedtatte slike.

Vi sier med andre ord at det har foregått et

systemskifte dersom det foretas forandringer i visse offentlige fastsatte parametre.

Anta nå at vi betrakter et samfunn som består av et visst antall enkeltmennesker. Individets funksjon qua individ består i å ta slike økonomiske avgjørelser som det synes er de best mulige når det tar i betraktning at det er visse teknologiske og institusjonelle restriksjoner til stede. Slike avgjørelser betegner vi med «individuelle valghandlinger».

I tillegg kommer de kollektive aksjonene i samfunnet. Disse består i å vedta hvilken organisasjonsform den økonomiske, politiske og kulturelle virksomhet skal ha i samfunnet. Dette er forhold som individene qua individer tar som gitt når de tilpasser seg.

Vi forutsetter nå at vi kan sammenligne alternative økonomiske systemer i den forstand at det har mening å snakke om at to ulike systemer har forskjellig eller samme kvalitet.

Når systemet og de teknologiske begrensningene er gitt, vil det som regel fremdeles være mulig for individene å treffe ulike beslutninger angående hvor mye de ønsker å yde i arbeidsinnsats og hvor mye de ønsker av de ulike varer og tjenester. Den tradisjonelle økonomiske markedslukevektsteorien viser hvordan et bestemt markedspunkt etableres når alle markedsdeltakerne hver for seg tilpasser seg best mulig som tilbydere av produksjonsfaktorer og etterspørrere etter varer og tjenester. Nå er det vanskelig å tenke seg at individene velger ett slikt markedspunkt *samtidig* som de ønsker et annet *teknisk* mulig markedspunkt. Derfor vil vi si at de individuelle økonomiske avgjørelser som leder til ett bestemt markedspunkt er frivillige innenfor det gitte detaljspesifiserte systemet. Problemstillingen i innledningen kan derfor omformes til:

«Anta en situasjon med gitte teknologiske forhold og ett gitt system S_1 , under hvilket individenes handlemåte leder til et bestemt markedspunkt X_1 . La S_2 være et alternativt system med uforandrede teknologiske forhold og la X_2 være det tilhørende markedspunktet. Anta nå at de to situasjonene (S_1, X_1) og (S_2, X_2) legges fram for de ansvarlige myndigheter til kollektiv avgjørelse. Dersom de ville velge situasjonen (S_2, X_2) og ikke (S_1, X_1) vil vi si at samfunnets medlemmer *ufrivillig* er underlagt systemet S_1 .»

Hittil har vi bare forsøkt å gi en presisering av problemstillingen. Vi har ikke gitt noen forklaring på det tilsynelatende paradoksale forholdet, nemlig: Hvordan kan det ha seg at systemet S_1 betraktes som ufrivillig når det ikke blir forkastet til fordel for det alternative systemet S_2 ?

Her er det viktig å huske på at de kollektive beslutningene er av en helt annen natur enn de individuelle beslutningene. En beslutning om å forandre systemet krever kollektiv handling. Det å foreslå systemet S_2 for kollektiv avgjørelse krever en måte å tenke på og en hand-

lingsautoritet som er helt utenfor den funksjonelle oppgave for det enkelte individ qua individ.

3. Hvorfor får man ikke ønskede systemforandringer?

Det kan være mange forhold som spiller inn når ønskede systemforandringer ikke uten videre finner sted.

Det kan tenkes at sammenhengen mellom systemet S_2 og det tilhørende markedspunktet X_2 rett og slett ikke er kjent for de ansvarlige besluttede kollektive organer.

Dermed tør man ikke gå inn for noen systemforandring fordi man rett og slett ikke vet hva konsekvensene blir. Usikkerhet angående sammenhengen mellom system og markedspunkt er med andre ord til hinder for systemskifte. Vi skal illustrere dette litt nærmere ved hjelp av en enkel modell og vi innfører følgende symboler:

A: Samlingen av alle mulige kollektive *aksjoner*, dvs. alle mulige organisatoriske systemer.

a: Et element i A, dvs. en bestemt detalj-spesifisert politikk eller om vi vil et detalj-spesifisert system.

X: Samlingen av alle mulige *resultater* som er fremkommet ved å prøve alle a i A, dvs. alle mulige markedspunkter.

x: Et element i X dvs. et detalj-spesifisert resultat eller om vi vil et markedspunkt.

Vi kan nå skrive:

$$(1) x = f(a)$$

(1) innebærer at til en bestemt politikk a svarer et bestemt resultat x.

Vi tenker oss videre at alle resultatene kan rankeres slik at vi kan stille opp en velferdsindikator

$$(2) W = W(x) = W(f(a))$$

Formålet med den kollektive økonomiske planleggingen må dermed være å velge den a i A som gir størst velferd W.

I relasjonene (1) og (2) er ikke usikkerhetsmomentet trukket inn.

Vi trekker dette inn i den makroøkonomiske planleggingen ved at vi lar planleggerne operere med et sett av aggregerte størrelser. (Vi betegner disse ved å sette en strek over våre opprinnelige symboler.) Til én bestemt detalj-spesifisert politikk vil det dermed svare én bestemt politikk på makroplanet (eller på planleggerens bord). Vi skriver dette slik

$$a \rightarrow \bar{a}$$

Spørsmålet er nå: Betyr dette at dersom vi kjenner makropolitikken $\bar{a}$, så er den detalj-spesifiserte politikken a fastlagt? Spørsmålet må besvares med nei. Vi kan åpenbart tenke oss at det til en bestemt politikk på makroplanet, $\bar{a}$, svarer en rekke detalj-spesifiserte poli-

tikker. Det neste aggregeringsproblemet oppstår ved vurderingen av resultatene. Vi kan skrive opp to ikke en-entydige sammenhenger:

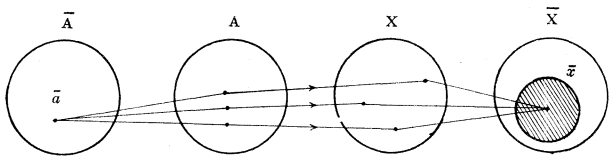
- (3) $\bar{a} = g(a)$
- (4) $\bar{x} = h(x)$

Spørsmålet er nå: Finnes det noen korrespondanse mellom makropolitikken $\bar{a}$ og makroresultatet $\bar{x}$?

Med andre ord, eksisterer sammenhengen:

- (5) $\bar{x} = F(\bar{a})$

Vi kan illustrere problemet ved en figur:



Det skraverte området rundt $\bar{x}$ illustrerer usikkerhetsområdet, eller området for mulige resultater av den valgte makropolitikk, $\bar{a}$. I praksis ønsker man å gjøre dette området minst mulig. Dernest oppstår spørsmålet om det er korrespondanse mellom W og $\bar{W}$, selv når usikkerhetsområdet rundt $\bar{x}$ er eliminert. Vi kan f.eks. tenke oss at $\bar{x}$ står for et visst nivå på samlet konsum, mens de tre punkter i X alle har samme nivå på samlet konsum, men ulik detaljspesifisering. Man kan altså tenke seg at forventet velferdsnivå vil bli høyere ved systemskifte, men spredningen omkring denne forventningsverdien kan være så stor at de ansvarlige myndigheter ikke våger å innlate seg på systemskifte. Årsaken til den usikkerheten kan være at det maskineri for kollektive tiltak som står til disposisjon i samfunnet er for lite utviklet, for uprøvet og for svakt til at det i det hele tatt kommer seg til å foreslå en drøftelse av foreliggende alternativer. Resultatet vil kanskje bli at samfunnet stadig vil befinne seg i en slik situasjon med hensyn til dets organisasjonsform at nesten alle mennesker synes at noe burde gjøres for å bedre forholdene, men ingen vil ta initiativet til de nødvendige forandringer.

Problemstillingen i innledningen antyder at det dreier seg om ett ønske som ikke blir tilfredsstillet. Imidlertid er det kanskje slik at det her dreier seg om flere ønsker fra forskjellige grupperinger av individer. Vi skal antyde hva vi tenker på ved hjelp av et konstruert tall-eksempel. Vi kan tenke oss folk inndelt i grupper etter hvordan de er innstilt til offentlig virksomhet.

- A) Folk som mener at det er alt for mye offentlig virksomhet.
- B) Folk som gjerne vil bremse litt på den offentlige virksomhet.

- C) Folk som ikke ønsker å bremse på den offentlige virksomhet.
- D) Folk som ønsker å øke den offentlige virksomhet vesentlig.

På den annen side kan vi tenke oss en gruppering av de samme menneskene etter hvordan de vil anvende de offentlige midlene når mengden av disse først er gitt.

- I) Folk som mener at en stor andel bør brukes til naturvern.
- II) Folk som mener at man ikke bør bruke noe mer til naturvern.
- III) Folk som mener at andre anvendelser av offentlige midler er mer vesentlige.
- IV) Folk som mener at anvendelse av offentlige midler til naturvern er direkte galt, «umoralsk» eller liknende.

Med utgangspunkt i disse to sett av grupperinger stiller vi opp en tabell som illustrerer hvorledes en befolkning kan tenkes prosentvis fordelt på de ulike gruppene.

	I	II	III	IV	IV Σ i = I
A	8	2	2	8	20
B	10	4	2	4	20
C	8	16	12	4	40
D	2	4	14	0	20
D Σ d = A	28	26	30	16	100

Den høyre kolonnen og den nederste linjen viser de to betingede fordelingene. Vi ser at 60 % av befolkningen hører til gruppene C og D uansett hvorledes de stiller seg til naturvern. Dvs. at 60 % er positivt innstilt til offentlig virksomhet. Videre ser vi at 54 % av befolkningen hører til gruppene I og II uansett hva de mener om nivået på den offentlige virksomhet. Dvs. at 54 % av befolkningen ønsker at offentlige midler skal brukes til naturvern. Man skulle altså vente at et forslag om offentlig finansierte naturverntiltak kunne få flertall ved en avstemning. Et konkret forslag blir ofte fremsatt slik at alternativet er ikke å gjennomføre noe, altså et enten-eller forslag. Dessuten vil forslaget ofte være slik at det medfører et tillegg til den offentlige virksomhet. Dersom det fremsatte naturvernforslaget er av en slik art, er det mulig at bare 30 % av folket i vårt konstruerte eksempel vil stemme for

(C I, C II, D I, D II).

Vi kan også tenke oss at forslaget blir fremsatt i en budsjettmessig sammenheng slik at naturverntiltaket går på bekostning av andre offentlige tiltak. Et slikt forslag ville trolig bare få 48 % av stemmene i vårt eksempel

(A I, A II, B I, B II, C I, C II).

Hittil har vi drøttet problemstillingen som om det dreier seg om noe statisk, dvs. tiden har ikke inngått på noen sentral måte i vår analyse. Vi vil imidlertid påpeke at det kan gjøre seg gjeldende en forsinkelse når samfunnet skal reagere på nye problemer. Disse kan bestå i at folks preferanser stadig forandrer seg. De kan også skyldes befolkningsøkningen og de materielle krav denne fører med seg. Dernest kan de skyldes at levestandarden har steget raskt i de siste hundre år. Dette innebærer øket realinntekt og mer fritid. Inntektselastisiteten for feriereiser og fritidssysler er meget større enn for såkalte nødvendighetsgoder. Etterspørselen etter tjenester fra naturen qua natur har således øket raskere enn forbruket totalt sett. Denne prosessen skjer gradvis. Et system som kan være foretrukket og valgt i en bestemt situasjon vil kunne være uønsket på et senere tidspunkt. Det vil imidlertid kunne ta tid før en systemforandring inntreffer. Årsakene til slike forsinkelser ligger i det eksisterende systemet eller dets forhistorie. Problemene i forbindelse med forurensninger og bevaring av naturherligheter er først i de senere år blitt av merkelig størrelsesorden. Den motsetning som problemstillingen i innledningen antyder kan således betraktes som et uttrykk for samfunnets lave reaksjonshastighet.

Det kan således være tale om at de tiltakene man ønsker kommer «for sent». Svært ofte er det tale om å hindre igangsettelse av irreversible prosesser (utbygging av vassdrag). Problemet kan derfor være at de besluttede kollektive organer har en for kort tidshorisont for sin preferansefunksjon. Hvis dette er tilfelle vil en utvikling kunne finne sted hvor man ikke kan få avverget utnyttelse av naturherligheter til andre produktive formål selv om de folkevalgte senere vil angre på det.

4. Om optimal utnyttelse av naturen.

Naturvern og forurensninger inntar en sentral plass blant de problemer som for tiden diskuteres i de organer som fatter kollektive vedtak. Dette gjør det rimelig å anta at en økonomisk modell for Norge bør inneholde en «naturvariabel» både i produktfunksjonen(e) og i de individuelle nyttefunksjonene. Vi kan tenke oss en modell hvor et fellesgode teller negativt i nyttefunksjonene. Vi taler her om et ubehagelig fellesgode. Det kalles fellesgode fordi det vanskelig eller umulig kan avgjøres hvor stor del av produksjonen som tilfaller den enkelte forbruker. Grunnen til at et slikt ubehagelig fellesgode produseres er at det er teknisk knyttet til produksjonen av et annet gode som teller positivt i de individuelle nyttefunksjonene. Det er med andre ord ikke mulig å produsere dette siste godet uten samtidig å produsere det ubehagelige fellesgodet som bivirkning. Vi skal nevne et par eksempler på dette.

(i) *Elektrisk kraft — «ødeleggelse» av vassdrag.*

Elektrisk kraft inngår med positiv effekt i de individuelle nyttefunksjonene. Dersom elektrisk kraft produseres ved hjelp av fossekraft blir det samtidig produsert et ubehagelig fellesgode. Dette består i at et eller flere vassdrag forsvinner som naturherligheter for fremtiden.

(ii) *Kvitte seg med avfall — forurensning av luft og vann.*

Det å kunne kvitte seg med avfall må avgjøres ses på som et gode med positiv nytteeffekt for den enkelte. Imidlertid medfører dette forurensningsproblemer og dermed naturødeleggelser. Dette er det ubehagelige fellesgodet.

Med utgangspunkt i den økonomiske velferdsteorien (se f. eks. i Memorandum fra Universitetet i Oslo 30-10-1950, «Økonomisk velferdsteori» av Trygve Haavelmo, se spesielt side 94) kan man stille opp et skjema med en del aktuelle kombinasjoner av modelltyper og tilpasningstyper. Skjemaet viser de muligheter som foreligger m. h. t. oppfyllelsen av de nødvendige betingelser for en samfunnsmessig optimal tilpasning. Det kan vises at optimumsbetingelsene er tilfredsstillende når vi har frikonkurranse og:

- (i) Modellen *ikke* inneholder slike bivirkninger (indirekte virkninger) som den enkelte ikke uten videre tar hensyn til i sin tilpasning.
- (ii) Modellen inneholder bivirkninger for konsumentene. Tilpasning skjer under hensyntagen til disse bivirkningene.
- (iii) Modellen inneholder bivirkninger for produsentene. Tilpasning skjer under hensyntagen til disse bivirkningene.
- (iv) Modellen inneholder bivirkninger både for konsumentene og produsentene. Tilpasning skjer under hensyntagen til bivirkningene for begge grupper markedsdeltagere.

Vi skal nå forsøke å stille opp en modell som svært forenklet skal illustrere den aktuelle situasjon på naturvernområdet i f. eks. Norge. Samtidig skal vi forsøke å simulere den markedsmekanismen som vi i hovedtrekkene tror gjelder i Norge.

Til slutt vil vi undersøke om markedsløsningen er slik at nødvendige første-ordensbetingelser for samfunnsoptimum er oppfylt. (Vi antar at annen-ordensbetingelsene er oppfylt dersom første-ordensbetingelsene er det.)

Hvis det viser seg at kombinasjonen av modell og tilpasningstype ikke tilfredsstiller de nødvendige første-ordensbetingelsene for samfunnsmessig optimum, dvs. at markedsløsningen ikke er Pareto-optimal, så kan det tenkes at vi har en situasjon hvor markeds punktet er nådd som følge av det vi foran har kalt en «ufrivillig økonomisk handling».

Vi formaliserer dette opplegget ved først å innføre en vanlig produkttransformasjonsfunksjon.

$$(4.1) F(X_1, X_2) = 0$$

hvor både X_1 og X_2 er goder som teller positivt i nyttefunksjonene. Dessuten har vi et tredje gode («fellesgodet») som står i et fast forhold til gode 2.

$$(4.2) X_3 = a \cdot X_2$$

hvor a er en positiv konstant.

Som konkret eksempel kan vi tenke oss at gode nr. 2 er tjenester fra elektrisk kraft og det ubehagelige fellesgodet er ødelagt natur. Gode nr. 1 forestiller vi oss som et uttrykk for resten av de goder som inngår i de individuelle nyttefunksjoner med positiv effekt.

(4.1) er dermed et uttrykk for hvorledes samfunnets begrensede ressurser kan anvendes.

Videre innfører vi en samfunnets velferdsfunksjon

$$(4.3) W = W(U_1, U_2)$$

hvor U_1 og U_2 er nytteene til h.h.v. individ nr. 1 og individ nr. 2, idet vi for enkelthets skyld antar at samfunnet kun består av 2 individer. De individuelle nyttefunksjoner er

$$(4.4) U_1 = U_1(X_{11}, X_{21}; (-X_3))$$

$$(4.5) U_2 = U_2(X_{12}, X_{22}; (-X_3))$$

Semikolon foran $(-X_3)$ betyr at $(-X_3)$ ikke er aksjonsparameter i nyttefunksjonene.

Ved å maksimere velferden under de gitte teknologiske forhold får vi følgende realløsning for modellen:

$$(4.6), (4.7) \quad \frac{\frac{\delta U_1}{\delta X_{11}}}{\frac{\delta U_1}{\delta X_{21}} \div a \left(\frac{\delta U_1}{\delta(\div X_3)} + \frac{\frac{\delta U_1}{\delta X_{11}}}{\frac{\delta U_2}{\delta X_{12}}} \frac{\delta U_2}{\delta(\div X_3)} \right)} = \frac{\frac{\delta U_2}{\delta X_{12}}}{\frac{\delta U_2}{\delta X_{22}} \div a \left(\frac{\delta X_{12}}{\delta U_1} \cdot \frac{\delta U_1}{\delta(\div X_3)} + \frac{\delta U_2}{\delta(\div X_3)} \right)} = \frac{\frac{\delta F}{\delta X_1}}{\frac{\delta F}{\delta X_2}}$$

$$(4.8) \quad \frac{\delta W}{\delta U_1} \frac{\delta U_1}{\delta X_{11}} = \frac{\delta W}{\delta U_2} \frac{\delta U_2}{\delta X_{12}}$$

Vi forutsetter at frikonkurranse med tilpasning uten hensyntagen til indirekte virkninger er det herskende markedssystem og at den initiale fordeling i markedet er i overensstemmelse med den sentralt bestemte velferdsfunksjon.

Dersom frikonkurranse-løsningen skal være optimal må (4.6) og (4.7) kunne settes lik P , prisforholdet $\frac{P_1}{P_2}$.

I frikonkurransemarkedets likevektsløsning vil man imidlertid ikke få med leddene

$$\div a \frac{\delta U_1}{\delta(\div X_3)} \div a \frac{\frac{\delta U_1}{\delta X_{11}}}{\frac{\delta U_2}{\delta X_{12}}} \cdot \frac{\delta U_2}{\delta(\div X_3)} \quad \text{og}$$

$$\div a \frac{\delta U_2}{\delta(\div X_3)} \div a \frac{\frac{\delta U_2}{\delta X_{12}}}{\frac{\delta U_1}{\delta X_{11}}} \frac{\delta U_1}{\delta(\div X_3)}$$

som vi finner i nevnerne i tilpasningsligningene (4.6) og (4.7). Dette betyr at frikonkurranse-systemet normalt resulterer i en for høy produksjon av gode nr. 2 (elektrisk kraft) og dermed av gode nr. 3 som er det ubehagelige fellesgodet, ødelagt natur. Frikonkurranse-systemets løsning er altså i dette tilfellet ikke optimal i Pareto-forstand og kan dermed heller ikke være velferdsoptimal.

Hvis vi anvender terminologien fra første del av denne analysen så kan vi betegne den eksisterende frikonkurransemarkedsmekanisme med S_1 og det dertil hørende markedspunkt for X_1 .

Mulighetene for å komme over i en situasjon S_2 med et velferdsoptimalt markedspunkt X_2 , vanskeliggjøres i praksis fordi de reguleringsproblemer man står overfor på de områder som kan assosieres med modellen vår er meget store.

5. Gjenspeiler kravene folks virkelige ønsker?

En viktig årsak til at ønsker om kollektive tiltak for å bevare naturherligheter ofte ikke blir tatt til følge tror jeg imidlertid er at disse ønsker kan være overdrevne. Det kan godt tenkes at folk i noen tilfelle ønsker en så sterk reduksjon i produksjonen at det ubehagelige fellesgodet X_3 at likevektsløsningen ikke blir optimal. Med dette mener jeg at velferdstapet ved redusert energiproduksjon, dvs. produksjon av X_2 , blir større enn velferdsgevinsten ved reduksjonen i naturødeleggelsene, dvs. produksjonen av X_3 , og ved økingen i produksjonen av alle andre goder representert ved X_1 .

Det virker ofte som om folk glemmer at samfunnets ressurser er begrenset, dvs. at en relasjon av typen (4.1) gjelder.

Når f. eks. en foss blir utbygget påføres en del mennesker et velferdstap fordi en naturherlighet går helt eller delvis tapt. Når folk forlanger offentlige inngrep for å bevare fossen ubørørt, kan de ha en tendens til å overse eller i hvert fall undervurdere det nyttetap som oppstår fordi energiproduksjonen ikke øker. På den annen side tar de vel heller ikke hensyn til den nyttegevinst som oppstår ved at ressurser som

ville blitt anvendt til energiproduksjon istedet anvendes til produksjon av andre varer og tjenester. Man har med andre ord en tendens til å betrakte naturherligheter som gratis goder og disse vil bli etterspurt til grensenytten av dem er lik null. Naturherligheter er imidlertid også naturressurser og dermed er det ikke riktig å betrakte dem som gratis goder. Prisen på naturherligheter er den pris de har i alternative anvendelser.

Vi kan gjennomføre et lignende resonnement i forbindelse med forurensningsproblemet. I den utstrekning folk betrakter rent badevann i sjøen som et gratis gode vil man kreve mer enn hva som er optimalt ettersom samfunnets kostnader representert ved renseanlegg ikke gjenspeiles i den prisen folk blir stilt overfor. Det det koster å ha badevann med en viss renhetsgrad må være lik det det koster å kvitte seg med kloakk og annet avfall på en alternativ måte som ikke forurenser sjøvannet.

Samtidig må man ta hensyn til nytten av de goder man kunne produsert med de ressurser som nå blir brukt til å kvitte seg med avfallet på en alternativ måte.

Eksempelene antyder at folks ønsker kan være i uoverensstemmelse med deres eget beste fordi de ikke blir stillet overfor de riktige prisene på de godene de etterspør.

6. Konklusjon.

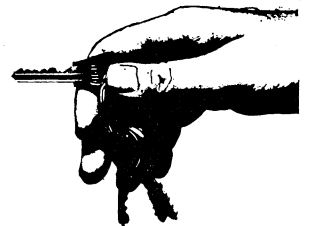
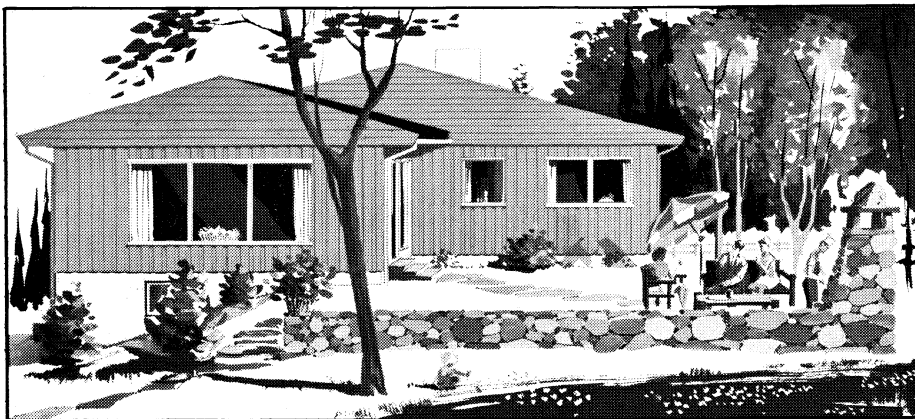
Mange lesere er sikkert skuffet når de har lest så langt uten å kunne trekke ut noen en-

tydig konklusjon i favør av enten friluftsfolket eller vassdragsingeniørene. Jeg har behandlet flere aspekter ved problemstillingen partielt. Konklusjonene i de enkelte avsnittene synes derfor å kunne stå i strid med hverandre. Denne artikkelen er således til liten hjelp når man ønsker en simultan behandling med henblikk på en entydig konklusjon. Hva jeg imidlertid håper å ha fått fram er at det ikke er slik at det er enten bare den ene eller bare den andre part som skal klandres eller roses. Imidlertid har protestene mot naturutnyttelsen en tendens til å bli for sterke fordi man ikke har riktige priser i markedet. Man mangler pris på goder som aldeles ikke kan oppfattes som frie.

Det er imidlertid mye som tyder på at selve vårt økonomiske markedssystem kan resultere i for sterk utnyttelse av naturressursene.

Disse to effektene virker altså i hver sin retning og kanskje nøytraliserer de hverandre.

Langt alvorligere er muligens kritikken mot politikernes tidshorisont og den mangelfulle kjennskapen vi har til de sammenhenger som eksisterer mellom mål og midler i økonomien. Her har sosialøkonomene en stor oppgave fordi det vil i stor utstrekning være vår jobb å klargjøre bedre sammenhengene i økonomien. Dette vil kunne muliggjøre en reduksjon i avstanden mellom folkets ønsker og politikernes vedtak i et samfunn i rask utvikling. Dette vil igjen kunne bidra til at problemstillingen i innledningen til denne artikkelen blir uinteressant, og det ville være et vesentlig skritt i positiv retning.



Sett nøkkel i eget hus

Hurtig, rimelig og fordelaktig kan vi gjøre Deres ønske til realitet. Funksjonsriktig planløsning, et praktisk system for rasjonell produksjon, utsorterte og trykkipregnerte materialer, hustyper for vårt klima og en utbygd serviceavdeling — det er noe av det TRYSIL SYSTEMHUS A/S kan tilby Dem.

Vi oppgir adressen til nærmeste Trysil Systemhus for besiktigelse.

Ved henvendelse til oss får De alle opplysninger, vår brosjyre SETT NØKKEI I EGET HUS samt adresse til nærmeste forhandler.

Trysil Systemhus A/S TRYSIL

TRYSIL SYSTEMHUS OSLO A/S
Akersgaten 63 — Tlf. 33 41 73
TRYSIL SYSTEMHUS A/S
Riddervoldsgt. 3, Fredrikstad. Tlf. 17 270
TRYSIL SYSTEMBYGG A/S
Grønnegaten 63, Hamar. Tlf. 25 743
BYGGM. ERIK BAKKE
Solvivelen 70, Asker. Tlf. 78 21 43
KNUT HARALDSEN
Tollbugaten 102, Drammen. Tlf. 83 82 65
BYGGM. KÅRE KRISTIANSEN
Lillehammer. Tlf. 52 118
BYGGM. O. HELLANDSJØ & SØN
Tordenskioldsgt. 2, Trondheim. Tlf. 27 595



KLIPP

Send meg GRATIS brosjyre over hustype påm² og alle opplysninger om TRYSIL SYSTEMHUS.

NAVN:

ADRESSE:

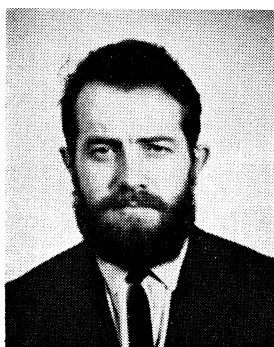
Norges Banks fond til økonomisk forskning

I samsvar med Fondets formål kan det den 14. juni utdeles bidrag til forskning, især anvendt forskning, på det økonomiske område, herunder også studier i utlandet i forbindelse med spesielle forskningsoppgaver. Det kan også ytes bidrag til dekning av utgifter i forbindelse med gjesteforedrag og -forelesninger innenfor det økonomiske fagområde.

Søknader med utførlige oppgaver over hvordan midlene aktes anvendt, sendes Fondets styre, Norges Bank, innen 1. mai 1969.

Erling Pettersen,
formann.

En enkel modell for sysselsettings- og befolkningsprognoser som grunnlag for utforming av regionale utbyggingsprogram



AV

FORSKNINGSSTIPENDIAT HAAKON HELLENES,
NORGES TEKNISKE HØGSKOLE

I. Innledning.

Når man skal utforme et regionalt (kommunalt) utbyggingsprogram, er det nødvendig å prognostisere hvorledes utbyggingsbehovene endrer seg over planleggingshorisonten. Disse behov er funksjoner av befolkningens størrelse og sammensetning på de ulike tidspunkt, av utviklingen i næringsstruktur o. l.

Figur 1 viser en skjematisk oversikt over en enkel planleggingsmodell, som fører til et utbyggingsprogram og et langtidsbudsjett. Jeg skal her ikke ta opp til nærmere drøfting mulige metoder for å nå frem til selve utbyggingsprogrammene og langtidsbudsjettet, men begrense meg til å omtale en enkel modell for å beregne sysselsettings- og befolkningsprognoser, som grunnlag for avledning av utbyggingsprogram.

Vanligvis blir befolkningsprognoser beregnet med utgangspunkt i visse flytteforutsetninger. Flyttinger på kjønn og alder blir i regelen fremskrevet på grunnlag av eksisterende tendenser uten at man eksplisitt og direkte forsøker å avlede hvilke forutsetninger som må være oppfylt når det gjelder etablering av arbeidsplasser. Det kan derfor være vanskelig å vurdere om slike tendens-fremskrevne prognoser er realistiske.

Den modell, som er vist skjematisk i fig. 1 og som jeg skal drøfte visse aspekter ved i det følgende, inneholder en kobling mellom etablering av arbeidsplasser på ulike tidspunkt og utvikling i befolkningens størrelse og sammensetning på de samme tidspunkt. Modellen er med andre ord et forsøk å etablere et årsaks-virkningsforhold mellom disse størrelser.

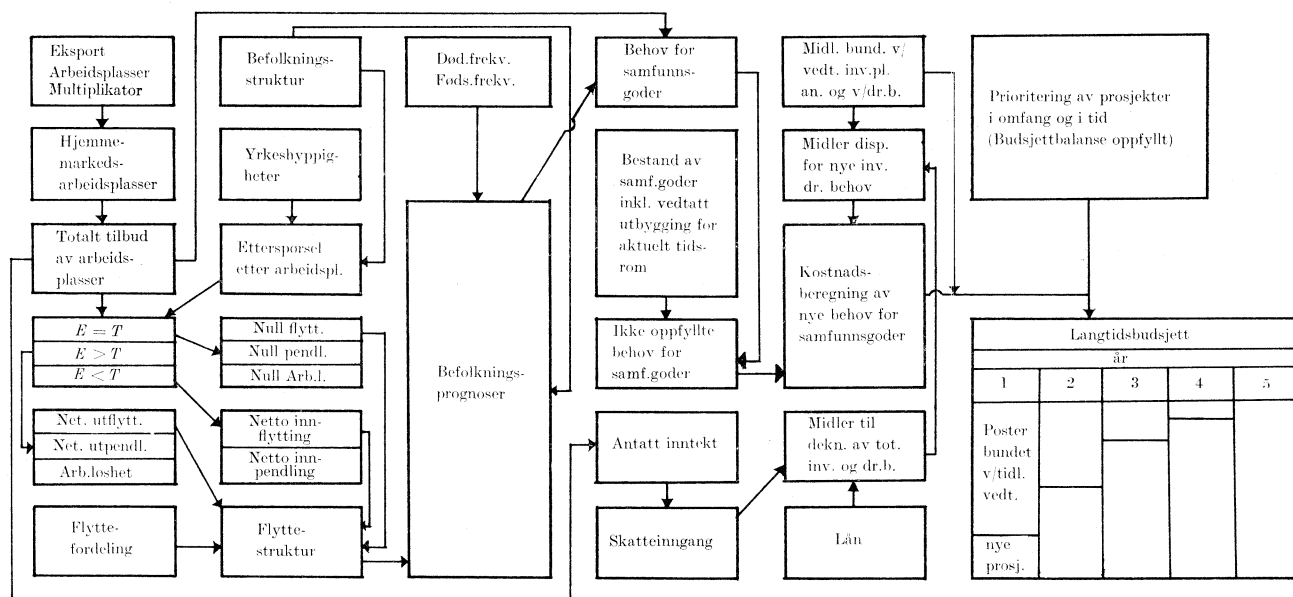
II. Sysselsettings- og befolkningsprognoser med utgangspunkt i alternative program for endring i eksportsysselsettingen.

Beregning av sysselsetting bygger i denne modellen på «economic base»-tankegangen, hvor det antas at det er eksportarbeidsplassene og utbygging av disse, som er grunnlaget for sysselsettingsekspanasjon og økonomisk vekst innenfor en region. En utbygging av eksportarbeidsplassantallet antas å medføre visse ringvirkninger på hjemmemarkedet, dels i form av eventuelle interne leveranser av investeringsvarer og driftsmidler til den utvidede eksportproduksjon, dels ved et øket konsum gjennom de nye inntekter som skapes.

Etter denne tankegang ansees således eksportsysselsettingen for å være en viktig årsaksfaktor («vekstgenerator») i vekstforløpet, og sammenhengen mellom eksportsysselsettingen og hjemmemarkedssysselsettingen kan f. eks. tenkes formulert som en lineær stokastisk funksjon av typen

$$(1) \quad N_t^H = \beta N_t^E + a + U_t$$

hvor N_t^H står for hjemmemarkedssysselsettingen på tidspunktet t og N_t^E står for eksportsysselsetting på



Figur 1

samme tidspunkt. U_t er et restledd med nærmere bestemte statistiske egenskaper.

Jeg skal ikke her omtale nærmere den teoribygning som ligger bak ovenstående relasjon, og heller ikke berøre de dataproblemer og estimeringsproblemer som er involvert. En detaljert redegjørelse for metodens innhold finnes i Kåre Gisvold: «Et forsøk på å estimere en sysselsettingsmultiplikator for Trondheimsområdet», Sosialøkonomen, nr. 3/1965.

Dersom det kan antas at relasjon (1), etter at parametrene α og β er behørig estimert, gir et rimelig godt anslag på hvorledes hjemmemarkedssysselsettingen på ulike fremtidige tidspunkt vil endre seg under gitte, eventuelt programmerte, endringer i eksportarbeidsplassantallet, kan den totale sysselsettingsutvikling anslås ved

$$(2) \quad N_t = N_t^H + N_t^E$$

for fremtidig periode t .

Anta at vi på tidspunkt $t = 0$ kjenner befolkningsstrukturen i regionen fordelt på kjønn og på aldersklasser (f. eks. ett-årige aldersklasser). Videre har vi på samme tidspunkt en fordeling av den totale sysselsettingen i eksport- og hjemmemarkedsarbeidsplasser. La oss forutsette at det finnes et sett av planer for endring av eksportarbeidsplassantallet, som kan gi anledning til alternative programmer for denne arbeidsplassstype. Av relasjon (1) og (2) kan de totale sysselsettingskonsekvenser avledes på de aktuelle, fremtidige tidspunkt.

Et sentralt punkt blir nå å anslå hvorledes denne (eventuelt de alternative) sysselsettingsutvikling(er) innvirker på befolkningens størrelse og sammensetning i de respektive, fremtidige perioder. For å løse dette, i realiteten meget kompliserte problem, skal jeg her

skissere en enkel metode, som riktignok ikke er særlig godt teoretisk begrunnet, men som ser ut til å virke noenlunde tilfredsstillende i praksis.

Av (2) har vi, under de ovenfor angitte forutsetninger, kunnet avlede det totale tilbud av arbeidsplasser innen regionen på fremtidig tidspunkt t . For å kunne avgjøre om dette tilbud av arbeidsplasser kan tilfredsstilles internt, er det nødvendig å kunne si noe om størrelsen av etterspørselen etter arbeidsplasser fra regionens innbyggere på de ulike tidspunkt. Nå må det antas at etterspørselen etter arbeidsplasser (eller tilbud av arbeidskraft) avhenger av et komplekst sett av faktorer, som gjør det vanskelig å formulere en skikkelig teori, og som medfører meget betydelige data- og estimeringsproblemer.

I denne forenklede modellen, bygger jeg på den forutsetning at ett sett av yrkesfrekvenser γ_{ij} hvor i refererer seg til kjønn og j til de aktuelle yrkesaktive aldersklasser, kan være en brukbar tilnærming for å beskrive gruppe i, j 's tilbøyelighet til å etterspørre arbeidsplasser.

Det er gitt at det kan være til dels betydelige regionale forskjeller når det gjelder yrkeshyppighet, især når det gjelder kvinners etterspørsel etter arbeidsplasser. Yrkesfrekvenser på landsbasis kan derfor være noe misvisende for en del regioner. Hvis man har data for en del år tilbake i tiden som angir total sysselsetting, flytting og pendling og arbeidsløshet, vil man kunne få en viss kontroll på om de, for de respektive år, på landsbasis beregnede yrkeshyppigheter passer for den aktuelle region.

Relasjon (3) uttrykker sammenhengen mellom befolkningen på tidspunkt t og den totale yrkesaktive befolkning

$$(3) \quad Y(t) = \sum_{i,j} \gamma_{i,j}(t) \cdot y_{i,j}(t)$$

hvor $Y(t)$ står for total etterspørsel etter arbeidsplasser på tidspunkt t og $y_{i,j}(t)$ betegner befolkningsgruppe i,j på tidspunkt t .

Nå skal

$$(4) \quad Y(t) = N(t) + F(t) + P(t) + A(t)$$

hvor F betegner total observert flytting, P total observert pendling og A total observert arbeidsløshet på tidspunkt t .

Dersom $Y(t)$ beregnet under (3) er vesensforskjellig fra høyresiden i (4) er det grunnlag for å forkaste hypotesen om at yrkesfrekvensene på landsbasis er relevant for vedkommende region, i så fall vil de aktuelle, strukturelle forhold i regionen kunne gi indikasjoner om hvilke frekvenser som i særlig grad bør endres. Omvendt kan man selvsagt ikke trekke den slutning at de landsgjennomsnittlige frekvenser er «riktige» selv om $Y(t)$ i (3) ikke for noen periode er signifikant forskjellig fra høyresiden i (4).

La oss anta at $Y(t)$ i (3) beregnet for fremtidig periode t gir et for praktiske formål tilfredsstillende uttrykk for etterspørselen etter arbeidsplasser, hvor $\gamma_{i,j}(t)$ er prognostisert enten ut fra forventet utvikling på landsbasis eller på grunnlag av særlige regionale tendenser. Av sysselsettingsforventningen på tidspunkt t og forventet etterspørsel etter arbeidsplasser på samme tidspunkt kan vi avlede

$$(5) \quad R_t = N_t - Y_t$$

hvor R_t betegner den interne forskjell mellom tilbud av og etterspørsel etter arbeidsplasser.

Selv om N_t^B er programmert realistisk, og relasjon (1) så noenlunde holder, og selv om Y_t beregnet ved (3) er akseptabel, slik at R_t gir et realistisk bilde av forskjellen mellom tilbud av og etterspørsel etter arbeidsplasser på tidspunkt t , er R_t en meget problematisk størrelse, som kan romme mange muligheter.

$R_t < 0$ innebærer at ikke alle som etterspør arbeidsplasser innenfor regionen kan få sitt ønske tilfredsstillt. For noen yrkesaktive vil da mulighetene utflytting, utpendling eller arbeidsløshet stå åpne.

Nå behøver imidlertid ikke summen av utpendlere, utflyttere og eventuelle arbeidsløse på tidspunkt t nødvendigvis være lik R_t . Selv om $R_t < 0$ kan man samtidig ha en viss innflytting og/eller innpendling. Den konkrete situasjon vil avhenge av den arbeidskraftkvalitet som arbeidsplassstilbudet forutsetter i forhold til kvaliteten på den arbeidskraft som etterspør arbeidsplasser samt av hvor favorable de internt etablerte arbeidsplasser er i forhold til eventuelle eksterne arbeidsplassmuligheter. Hvis det kan antas at forholdet mellom kvalitet av tilbudt og etterspurt arbeidskraft er noenlunde kongruent samt at intern

arbeidskraft i første rekke vil bli ansatt fremfor eventuell konkurrerende ekstern arbeidskraft, og videre at de tilbudte arbeidsplasser er mer tillokkende enn mulige eksterne arbeidsplasser, vil man kunne anta at innflytting og/eller innpendling vil være av beskjeden størrelse i alle grupper hvis $R_t < 0$.

Selv om ovennevnte forutsetninger skulle være relevante, gjenstår imidlertid to vesentlige problem: nemlig å kunne si noe om forholdet mellom utflyttere, utpendlere og eventuelle arbeidsløse samt å bestemme utflytterne på alder og kjønn. Disse spørsmål må man suksessivt kunne besvare for å kunne avlede suksessive befolkningsprognoser.

For $R_t < 0$ vil pendlingen kunne være av to prinsipielt forskjellige slag. Dersom det finnes sysselsettingsmuligheter i regionens nærområder, vil det kunne forekomme en viss dag-pendling; dvs. at enkelte av regionens innbyggere bor innenfor regionen, men arbeider utenfor denne. I omegnen av større byer vil en slik pendling kunne være av relativt permanent karakter, dersom kommunikasjonene er gode og arbeidsreisene ikke blir for tidkrevende.

Den annen type pendling består av fjernpendling, hvor pendlerne ikke daglig kan reise hjem til sin faste bopel. Pendling av denne typen vil som regel ikke kunne opprettholdes på lengre sikt, slik at storparten av denne type pendlere før eller siden vil gå over i flyttegruppen.

Når man skal forsøke å si noe om P_t 's andel av R_t for fremtidig periode t ($R_t < 0$), er det derfor nødvendig å ha en formening om sysselsettingsmulighetene i nærområdene på de ulike fremtidige tidspunkt.

Nå vil den aktuelle utvikling innen regionen over tid ganske sikkert ha en viss innflytelse på pendlernes andel av R_t . Dersom det i regionen kan påvises en viss sysselsettingsekspanasjon, slik at $|R_t|$ gradvis reduseres over tid, vil dette under ellers like omstendigheter kunne medføre at en voksende andel av R_t vil forsøke pendling fremfor flytting i påvente av beskjeftigelsesmuligheter innenfor regionen på et senere tidspunkt. Omvendt dersom $|R_t|$ vokser over tid.

A_t , arbeidsløsheten på tidspunkt t , vil for den enkelte naturligvis ikke kunne opprettholdes på lengre sikt. Nye arbeidsløse vil imidlertid kunne komme inn i bildet samtidig med at tidligere arbeidsløse finner mer eller mindre permanent beskjeftigelse. I visse regioner vil det derfor totalt sett kunne opprettholdes en betydelig arbeidsløshet over lengre tidsrom. Under ellers like omstendigheter vil A_t kunne utgjøre en voksende andel av R_t ved avtagende $|R_t|$ over tid, som uttrykk for en optimistisk vurdering av fremtiden, mens det omvendte kan antas å være tilfelle ved voksende $|R_t|$.

Fordelingen av R_t på F_t , P_t og A_t vil ellers generelt

Grossistforbundets Rasjonaliseringskontor beskjeftiger idag ti konsulenter med varehandelens problemer som spesialfelt. Vår konsulentstab skal styrkes med en

Siviløkonom — Sosialøkonom

med praksis etter eksamen. Vårt arbeidsområde omfatter administrativ organisasjon, samarbeide, markedsføring, innkjøp — innkjøpssystemer, EDB og bransjeutredninger, og konsulentens arbeidsoppgaver vil ligge innenfor ett eller flere av disse områder.

Vi ønsker å komme i kontakt med en innsatsvillig siviløkonom eller sosialøkonom med initiativ og samarbeidsevner.

Arbeidet er variert og interessant og gir de beste muligheter for faglig og personlig utvikling i et ungt miljø.

Lønnsforholdene er gode.

Nærmere opplysninger om stillingen ved henvendelse til siviløkonom Olav Gjerdene.

Skriftlig søknad med kopier av attester og vidnesbyrd bes sendt til:

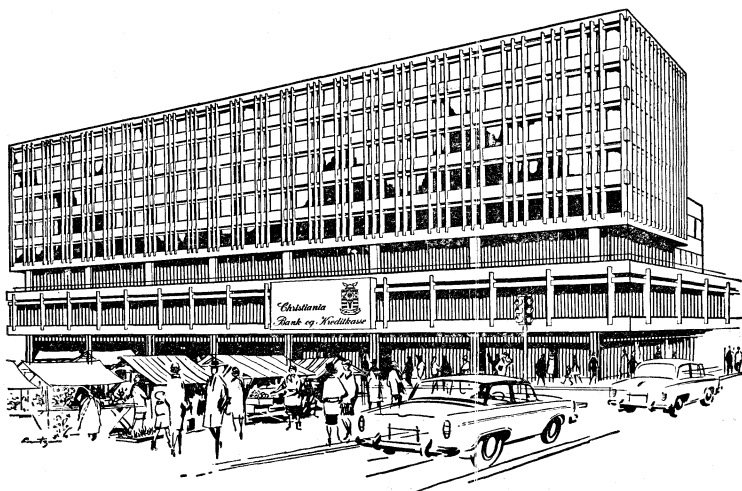
Grossistforbundets Rasjonaliseringskontor

Telefon 41 76 56

Drammensveien 30

Oslo 2

BANKEN
FOR
FREMTIDEN



EN MODERNE STORBANK MED

120 ÅRS UBRUTTE TRADISJONER

KREDITKASSEN

Christiania Bank og Kreditkasse



Hovedkontor: Stortorvet 7, Oslo 1, tlf. *20 65 50

avhenge av den grad av mobilitet som innbyggerne i regionen har. I en region hvor innbyggerne ikke føler seg særlig bundet av tradisjon og kulturelle, regionale bånd, vil F_t rimeligvis utgjøre en større andel enn i en region hvor stavnsbåndene er sterke. Innenfor en gitt region vil videre ungdom og spesielt ugift ungdom som regel være mer mobile enn andre grupper og altså utgjøre en større relativ andel av F_t enn andre yrkesaktive grupper. Av det som ovenfor er sagt, antas det at flyttingen kan avledes ved følgende relasjon

$$F_t = Y_t R_t$$

Nå inneholder F_t bare de yrkesaktive utflyttere, slik at man må finne en måte å avlede den totale flyttemasse av den yrkesaktive flyttemasse. I tillegg til yrkesaktiv flytting vil den totale flyttemasse vanligvis inneholde et visst antall personer i de laveste aldersgrupper, som funksjon av familieutflytting; et visst antall ikke-yrkesaktive (skoleungdom o. l.) i de yngre ungdomsgrupper; et visst antall ikke-yrkesaktive kvinner i de utflyttede familier samt eventuelt et mindre antall ikke-yrkesaktive gamle.

En enkel metode for å beregne den totale flyttemasse ut fra den yrkesaktive flyttemasse er å forutsette tilnærmet proporsjonalitet mellom disse to størrelser, dvs. at

$$(6) \quad \bar{F}_t = \sigma_t F_t \quad (\sigma \geq 1)$$

hvor σ_t kan være estimert på grunnlag av observerte data.

Dersom antagelsen om at $|F_t|$ vokser relativt sterkere enn $|R_t|$ ved voksende $|R_t|$ er noenlunde holdbar, og antagelsen om at den utgitte yrkesaktive ungdom er mer mobil enn øvrige yrkesaktive grupper er riktig, skulle dette tendere mot avtagende σ_t ved voksende $|R_t|$. Familier med barn vil under denne forutsetning tendere til å utgjøre en relativt mindre andel av den yrkesaktive flyttemasse.

Ved avtagende $|R_t|$ antok vi at F_t relativt sett minket ut fra den forutsetning at det generelt vil gjøre seg gjeldende et optimistisk syn på fremtidig sysselsettingsutvikling. En slik utvikling vil muligens kunne medføre en relativt stabil σ_t .

Nå må det understrekes at utviklingen i σ_t ikke bare avhenger av utviklingen i R_t (og dermed i F_t), men vil være influert av hvorledes det relative «antall» i de ulike aldersgrupper endres over tid.

Bestemmelse av utflytternes fordeling på alder og kjønn er også et meget komplisert problem. A priori vil man som ovenfor nevnt i de fleste tilfelle kunne forutsi at en relativt stor andel vil være unge, ugifte mennesker. I regioner, som i de seneste år før prognostiseringstidspunktet har hatt en viss utflytting,

vil man kunne skaffe til veie et visst observasjonsmateriale om hvorledes kjønns- og aldersfordelingen for flytterne har vært i disse år. En enkel metode vil da kunne være å postulere at den prosentvise fordeling av flytterne på kjønn og alder i fremtiden vil være nær et gjennomsnitt av den i fortiden observerte flyttefordeling:

$$(7) \quad \bar{F}_t^{i,j} = \bar{\delta}^{i,j} \bar{F}_t \quad \sum_{i,j} \bar{\delta}^{i,j} = 1$$

hvor $\bar{F}_t^{i,j}$ angir fordelingen av den totale flyttemasse på tidspunkt t og $\bar{\delta}^{i,j}$ angir den gjennomsnittlige prosentvise fordeling av flytterne på kjønn og alder.

Denne metoden tar imidlertid ikke hensyn til at forholdet mellom «antallet» i de ulike aldersgrupper i visse tilfelle kan endre seg til dels, vesentlig over tid; en forutsatt konstant prosentvis fordeling av flytterne over tid sammen med forutsatte ulike relative endringer i antallet i de ulike aldersgrupper, vil kunne medføre betydelige variasjoner i flyttetilbøyeligheten i de ulike aldersgrupper uten at slike flyttetilbøyelighetsendringer kan rasjonelt begrunnes.

En flyttefordeling beregnet under ovennevnte forutsetninger, vil antagelig kunne gi tilfredsstillende resultater i tilfelle hvor forholdet mellom «antallet» i de ulike aldersgrupper ikke endres vesentlig over tid.

Det finnes andre metoder for å løse dette problem, men de skal ikke nærmere omtales her.

For $R_t = 0$ eller $R_t \approx 0$ vil man under de forutsetninger som vi tidligere anførte om arbeidskraftens kvalitet etc., kunne anta at etterspørselen etter arbeidsplasser stort sett vil kunne absorberes internt i regionen slik at inn- og utflytting, inn- og utpendling og arbeidsløshet vil være nær null i alle aldersgrupper.

For $R_t > 0$ vil man måtte «importere» arbeidskraft. Dersom de tidligere anførte forutsetninger holder vil man kunne regne med at utflytting og/eller utpendling vil være nær null for alle aldersgrupper samt at arbeidsløsheten vil være nær null.

Situasjonen $R_t > 0$ reiser også mange problemer. Størrelsen av eventuell innpendling vil avhenge av arbeidskraftssituasjonen i regionens nærområder; fjernpendling kan vel bare regnes å ha signifikant betydning dersom regionen omfatter ett eller flere større sentra og vil for den enkelte være av relativt midlertidig karakter. Innflyttingens andel av R_t vil antagelig tilta ved voksende R_t ($R_t > 0$), som uttrykk for at den fremtidige arbeidskraftssituasjon i regionen blir optimistisk vurdert. Ved avtagende R_t kan man muligens anta det motsatte forhold.

Når man ut fra antagelser av ovenstående karakter og ved hjelp av eventuelle tilgjengelige observasjoner, har estimert F_t som funksjon av R_t , står man overfor de samme prinsipielle problemer som ble omtalt ved

eventuell utflytting; nemlig å transformere den yrkesaktive flyttemasse til total flyttemasse og å fordele flytterne på kjønn og alder.

Dersom man har tidligere observasjoner, vil man kunne tenke seg å behandle dette problem analogt med det tilsvarende problem under innflytting og forme relasjoner analoge med (6) og (7).

Nå kan det tenkes at de programmerte sysselsettingsalternativ over tid kan føre fra en viss utflytting til en viss innflytting eller omvendt. Man vil da eventuelt ha data som belyser utgangssituasjonen, men mangler observasjoner for å anta noe om $\bar{F}_t$ og flytternes fordeling når R_t skifter tegn. Analogibetraktninger med regioner som synes å ha sammenlignbare strukturforhold, kan i så fall gi visse indikasjoner.

Ovenstående betraktninger skulle gi et visst grunnlag til å avlede variasjoner i sysselsetting og i befolkningens størrelse og sammensetning over tid — hensyn tatt til fødsler og dødelighet — som funksjon av en primær programmert endring av «vekstgeneratoren»: eksport arbeidsplassene over det samme tidsrom.

La oss oppsummere hovedtrekkene i den modell som er skissert.

På et gitt tidspunkt, $t = 0$, har vi spesifisert en befolkningsstruktur, $y_{i,j}$, sysselsettingen N splittet i N^E og N^H og yrkesfrekvensene $\gamma_{i,j}$. Planer foreligger for endring av eksportarbeidsplassantallet i løpet av neste periode; la oss anta at endringen skjer umiddelbart etter tidspunkt $t = 0$. Av relasjonen

$$N^H = \beta N^E + \alpha$$

og

$$N = N^H + N^E$$

kan den totale sysselsetting avledes. På samme tidspunkt beregnes etterspørselen etter arbeidsplasser ved

$$Y = \sum_{i,j} \gamma_{i,j} Y_{i,j}$$

og forskjeller mellom tilbud av og etterspørsel etter arbeidsplasser ved

$$R = N - Y$$

Hvis $R < 0$ kan mulighetene utflytting, utpendling og arbeidsløshet inntreffe.

På grunnlag av data fra de seneste perioder før $t = 0$, har man kunnet observere et visst forhold mellom disse størrelser; la oss for enkelhets skyld anta at dette forhold er konstant, uavhengig av utviklingen i R .

Den yrkesaktive flytting kan da bestemmes ved

$$F = YR$$

og den totale flytting ved

$$\bar{F} = \sigma F$$

Fordelingen for flytterne avledes av

$$F^{i,j} = \bar{\delta}^{i,j} \bar{F}$$

Frem til $t = 1$ korrigeres $y_{i,j}$ i utgangspunktet for flyttinger, dødsfall og fødsler og en ny befolkningsstruktur etableres på tidspunkt $t = 1$.

Umiddelbart etter tidspunkt $t = 1$ endres eksportarbeidsplassantallet på ny og beregningsgangen gjenntas. Således kan sysselsetting og befolkning suksessivt beregnes inntil et vilkårlig fremtidig tidspunkt som måtte være av interesse.

For $R = 0$ vil selvsagt F og avledninger av F bli lik null.

For $R > 0$ vil beregningene skje etter det samme prinsipielle mønster som ovenfor skissert, men parametrene $\gamma_{i,j}$, σ og $\bar{\delta}^{i,j}$ vil selvsagt kunne anta andre verdier.

Et eksempel på hvorledes dette problemkompleks er behandlet i et praktisk tilfelle finnes bl. a. i Rapport nr. 2 for region Bjugn/Ørland side 73—82.

III. Befolknings- og sysselsettingsprognoser med utgangspunkt i visse målsetninger for befolkningsutviklingen.

I kapittel II ble det forutsatt at regionen hadde visse målsetninger med hensyn til endringer i eksportarbeidsplassantallet over tid. La oss nå forutsette at regionens innbyggere, representert ved de folkevalgte, formulerer alternative målsetninger for befolkningens utvikling over tid, og ønsker å avlede hva disse målsetninger impliserer med hensyn til etablering av arbeidsplasser i regionen.

Målsetningene med hensyn til befolkningsutviklingen kan eksempelvis være formulert ved visse antagelser om flytte-, pendle- og arbeidsløshetsutviklingen. La oss som eks. anta at en region, som i de seneste perioder opp til prognostiseringstidspunktet har hatt en viss nettoutflytting, nettoutpendling og arbeidsløshet ønsker disse størrelser gradvis redusert til null (over et målsatt antall år), og at flytting, pendling og arbeidsløshet skal være null deretter.

I den sysselsettings- og befolkningsprognosemodell, som ble behandlet i forrige kapittel, kan målsetninger av denne typen umiddelbart anvendes.

La oss anta at målsetningen om nedtrapping av utflytting over et visst tidsrom, innebærer at totalflyttingen, som vi kan forutsette vil skje umiddelbart etter $t = 0$, endrer $\bar{F}$. Av relasjonen

$$F^{i,j} = \bar{\delta}^{i,j} \bar{F}$$

kan flyttefordelingen avledes.

Videre kan man ved

$$F = \frac{1}{\sigma} \bar{F}$$

beregne den totale yrkesaktive flyttemasse.

La oss for enkelthets skyld anta at det eksisterer et fast forhold mellom flytting, pendling og arbeidsløshet som er uavhengig av utviklingen i R .

P og A kan da beregnes som funksjon av F , og man kan avlede underskuddet på arbeidsplasser ved

$$R = F + P + A$$

Når flyttingene er eliminert fra befolkningen kan

$$Y = \sum_{i,j} \gamma_{i,j} Y_{i,j}$$

beregnes, og videre

$$N = R - Y$$

Nå er

$$N = N^H + N^E$$

og

$$N^H = \beta N^E + \alpha$$

Dermed kan N^E uttrykkes som funksjon av N :

$$N^E = \frac{1}{1 + \beta} N - \frac{\alpha}{1 - \beta}$$

Således har man kunnet beregne hva målsettingen på befolkningssiden impliserer av endring i «vekstgeneratoren».

Befolkningens størrelse og sammensetning på tidspunkt $t = 1$ avledes ved å korrigere for fødsler og dødsfall og prosedyren gjentas.

Ved målsetninger som forutsetter innflytting kan beregningene gjøres på prinsipielt samme måte.

IV. Avslutning.

Den modell, som er vist i figur 1, og som jeg har diskutert visse aspekter ved i det foregående, er et forsøk på å oppnå en integrert behandling av sysselsettings- og befolkningsprognoseproblemet. Ved konstruksjon av modellen er det lagt vekt på å gjøre den operasjonell; dvs. å utforme den slik at beregningsproblemene ikke blir for store og datainnsamlingen for omfattende og komplisert.

Jeg har i det foregående ikke direkte skissert hvorledes det befolkningsprognosesystem ser ut som er koblet sammen med transformasjonene fra sysselsetting og befolkningsstruktur til flyttestruktur og videre til ny befolkningsstruktur. Befolkningsprognosesystemet er imidlertid av vanlig type, og jeg har ikke funnet det hensiktsmessig å gå i detalj på dette punkt.

De tester, som hittil er gjort med data fra ulike regioner, synes å indikere at systemet virker tilfredsstillende. Skal imidlertid resultatet bli brukbart, må det legges en del arbeid i å anslå de mest sentrale parametre fornuftig, f. eks. $\gamma_{i,j}(t)$, σ_i , $\bar{\delta}_{i,j}$ osv.

HØGSKOLELEKTORAT I ØKONOMI ved Norges tekniske høyskole

Ved Almenavdelingen er det ledig et fast organisert høyskolelektorat med plikt til å medvirke i høyskolens administrative etterutdanningsprogram. Innehaveren av stillingen forutsettes å gi undervisning i økonomi innen et integrert teknisk-økonomisk-administrativt kursopplegg. Han vil også bidra til utviklingen av et tverrfaglig miljø og delta i forskningsarbeide i seksjonen for Administrativ Etterutdanning, som samarbeider nært med Institutt for sosialøkonomi, Institutt for industriell økonomi og organisasjon, samt Institutt for industriell miljøforskning. For stillingen kreves høyere akademisk utdanning og dokumenterte forutsetninger for undervisning og faglig utviklingsarbeid når det gjelder økonomisk teori og analysemetoder, samt deres anvendelse i bedriftsøkonomiske, næringsøkonomiske og samfunnsøkonomiske problemstillinger.

Det vil også bli lagt vekt på kunnskaper i kvantitative og operasjonsanalytiske metoder. Praktisk erfaring fra bedrifts- eller arbeidsliv vil være en fordel.

Det kan eventuelt være aktuelt med helårsengasjement i stillingen der innehaveren gjennom sitt arbeid tar sikte på å kvalifisere seg for fast ansettelse på et senere tidspunkt.

Stillingen er plassert i l.kl. 20 i statens lønnsregulativ med brutto grunnlønn kr. 43 800,—, videre opprykk til kl. 21 etter 6 års lønnsansiennitet. Etter ytterligere 12 år opprykk til kl. 22 med kr. 52 770,— pr. år.

Lovfestet pensjonsordning med 2% innskudd i Statens Pensjonskasse.

Den som blir tilsatt må rette seg etter den til enhver tid gjeldende instruks og må finne seg i eventuelle endringer i arbeidsområdet.

Tilfredsstillende helbredsattest vil bli krevd av den som blir tilsatt. Forøvrig henvises til Norsk lysningsblad nr. 31 den 6/2.—1969.

Søknad med rettkjent avskrift av vitnemål og attester, samt særtrykk av eventuelle publiserte arbeider (helst i 3 eksemplarer) bes sendt administrasjonssjefen, NTH, innen 1. mars 1969.

SIVILINGENIØR

SOSIALØKONOM

SIVILØKONOM

Organisasjonsavdelingen ved vårt Hovedkontor i Oslo søker økonom eller sivilingeniør med interesse for organisasjonsspørsmål og administrativ rasjonalisering.

Norsk Hydros viktigste virksomhetsområder idag er gjødning, teknisk/kjemiske produkter, lette metaller og plast. Samlet årlig omsetning er ca. 1 milliard kroner. Selskapet har ca. 8000 ansatte, fordelt på fabrikker, hovedkontor og salgskontorer i utlandet.

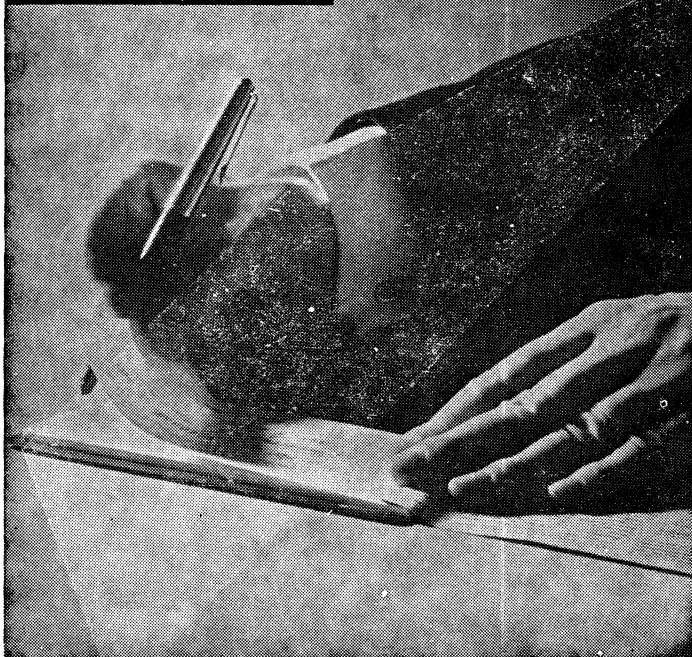
Organisasjonsavdelingen er selskapets sentrale stabsorgan på saksområdene organisasjon og administrativ rasjonalisering, og er sterkt engasjert i det omfattende og kontinuerlig pågående rasjonaliseringsarbeid innen selskapet. Arbeidet byr på utfordrende og faglig stimulerende oppgaver av variert karakter, og det gir god kontakt med alle deler av selskapets virksomhet.

Søknad, bilagt bekreftede avskrifter av attester og vitnesbyrd, som ikke returneres, sendes snarest mulig til

NORSK  HYDRO

Personal- & Organisasjonsetaten, Bygdøy allé 2, Oslo 2.

DnC



LØNNS- KONTO MED LÅNERETT

Med lønnskonto i Den norske Creditbank har De etter ett år 1 måneds nettolønn i reserve. Uten å kreve sikkerhet og uten å spørre om hva lånet skal brukes til, låner vi Dem et beløp som svarer til nettolønnen pr. måned.

Innestående, inntil Kr. 10.000,—, forrentes med $2\frac{1}{2}\%$ p.a. Minste saldo hver måned er grunnlaget for renteberegningen.

Den norske Creditbank avviser ikke sjekker på inntil Kr. 500,— når disse har vært benyttet til betaling av varer eller tjenester og godkjent legitimasjon har vært forevist.

Den norske Creditbank

Sekvenserings- teori - en oversikt over problemer og løsningsforsøk



AV

CAND. OECON. RAGNAR T. PETERSEN,
NORSK REGNESENTRAL

1. Hva er sekvenseringsteori?

I sekvenseringsteori er problemet å bestemme den optimale rekkefølge mellom et sett handlinger eller operasjoner. I motsetning til flere andre felter innen operasjonsanalysen er dette et felt som er karakterisert ved problemets utseende og ikke ved løsningsmetodikken (som f. eks. lineær eller dynamisk programmering) eller anvendelsesområde (lager-teori, vedlikeholdsteori).

I forhold til hvor ofte vi støter på sekvenseringsproblemer i praksis, er feltet viet liten oppmerksomhet. En husmor står overfor et sekvenseringsproblem hver gang hun skal gjøre

flere innkjøp. Spørsmålet som hun mer eller mindre bevisst alltid tar stilling til er hvordan hun skal fastlegge innkjøpsrunden slik at en eller annen funksjon av f. eks. tid, penger og/eller kraftforbruk blir minimalisert. Vi kan f. eks. tenke oss at hun — kanskje ubevisst — forsøker å minimalisere veilengde multiplisert med vekten av det som bæres på hvert veistykke. Muligens kan stokastiske betraktninger komme inn i bildet ved at det tas hensyn til muligheten for å måtte gå i flere butikker for å få en bestemt vare.

I industrien kan et relativt alminnelig sekvenseringsproblem f. eks. være følgende: Det skal produseres bestemte kvanta av en rekke forskjellige, men beslektede produkter, f. eks. malingtyper. Disse skal gjennom samme produksjonsprosess, men de forskjellige typene bruker forskjellig tid på de enkelte maskiner, og tiden til rensing av hver maskin ved overgang til ny malingtype avhenger av hvilke typer det gjelder. Det øyeblikkelige problem kan f. eks. være å få minimalisert overtidsarbeidet. Problemer av ovenstående type kan i prinsippet alltid løses på følgende måte:

Evaluer samtlige permutasjoner og bestem den mest fordelaktige ut fra det gitte effektivitetsmål. I praksis hjelper dette oss ofte fint lite, fordi antall permutasjoner i konkrete problemer blir så stort — vi skal se eksempler nedenfor — at fullstendig beregning ikke er mulig og kanskje aldri kan bli det. Spørsmålet er da hvilke metoder som er utviklet for å finne optimale løsninger på lettere måter. Som vi skal se er de oppnådde resultater lite imponerende og det generelle sekvenseringsproblem anses fremdeles som uløst.

I det følgende skal jeg først referere de problemer som har vært viet størst oppmerksomhet, i den formulering som etterhvert er blitt standard. Så skal jeg se litt på de forskjellige effektivitetsmål som kan tenkes anvendt, og til slutt ta for meg de oppnådde resultater. Alle problemene formuleres gjerne med utgangspunktet i en industribedrift, og jeg skal holde meg til den terminologi som da er naturlig. Men naturligvis kan det tenkes matematisk identiske problemer i andre miljøer, hvor en annen terminologi ville passe bedre.

Jeg skal fortrinnsvis henviser til (1), som må kalles standardverket — det eneste — på området, fremfor originalavhandlingene (hvorav enkelte fremovrig kan finnes i (3)). En fremstilling av grunnleggende modeller og begreper er også gitt i (4).

Et interessant poeng som jeg her ikke skal gå inn på, men er behandlet i (3), Chapter 1, er at sekvenseringsproblemene ofte ikke erkjennes i praksis. Årsaken er at en bedrifts organisasjon gjerne er bygget opp med faste rutiner slik at sekvenseringsproblemene mer eller mindre unnvikes. Dette forhindrer ikke at den potensielle gevinst på dette område kan være ganske stor, men ofte fordres da samtidig en ganske dyptgående endring av rutiner innenfor andre deler av bedriften.

2. Problemtyper.

2.1 Job-shop-problemet:

Det mest kjente problem innen sekvenseringsteori er det såkalte job-shop-problem. Dette formuleres gjerne slik:

I utgangspunktet er gitt n jobber. La oss nummerere disse ved en variabel i , $i = 1, 2, \dots, n$.

Hver jobb består av g_i operasjoner. For en bestemt jobb er sekvensen de enkelte operasjoner skal utføres i gitt. La oss nummerere operasjonene ved en variabel j , dvs. for gitt i har j verdiene $1, 2, \dots, g_i$.

Videre er gitt antall maskiner m , nummerert ved en variabel k , $k = 1, 2, \dots, m$.

For hver operasjon er gitt hvilken maskin de skal utføres på, samt prosesseringstiden. For hver operasjon er således tilordnet bestemte verdier av i , j og k .

Det er ingen oppsetningskostnader ved overgang fra prosessering av én operasjon til en annen, eventuelt er disse sekvensuavhengige slik at de kan inkorporeres i prosesseringstiden.

Vanligvis spesifiseres også følgende:

Hver maskin kan utføre høyst én operasjon av gangen, og må fullføre en operasjon før neste kan påbegynnes.

Problem: Bestem den optimale sekvens av operasjoner på hver enkelt maskin. Effektivitetsmålet kan variere, se pkt. 3.

2.2 Flow-shop-problemet:

Flow-shop-problemet er et spesialtilfelle av det generelle job-shop-problem. I en flow-shop går de enkelte jobber i samme strøm over maskinene, eventuelt med mulighet for å gå utenom enkelte maskiner. Eller mer presist: Maskinene skal kunne nummereres på en slik måte at når vi for hver jobb ordner operasjonene i naturlig rekkefølge, dvs. etter stigende verdier av j , blir de også ordnet etter stigende verdier av k .

2.3 Andre problemer:

Ved å lempe på enkelte av restriksjonene i job-shop-problemet kan vi øke realismen i problemstillingen. Vanskelighetsgraden øker selvsagt tilsvarende slik at vi for over hodet å kunne si noe interessant må foreta forenklinger på annet hold. Vi skal se på enkelte problemer som er behandlet i litteraturen:

2.3.1 Sekvensavhengige oppsettningstider:

Oppsettningstiden på maskinene er ikke sekvensuavhengig. (Eksempel: Hvis vi skal behandle gul maling i en maskin, kan rensingen ofte gjøres mindre grundig hvis foregående malingstype var hvit enn hvis den var rød.) Problemet er som regel behandlet for det spesialtilfelle at det bare er én operasjon pr. jobb (evt. én jobb uten gitt sekvens for de enkelte operasjoner den består av), og bare én maskin. Matematisk er dette identisk med det såkalte travelling-salesman-problem (ikke-planar versjon).

2.3.2 Parallelle maskiner:

De enkelte operasjoner kan utføres alternativt på flere maskiner (parallelle maskiner). Dette problem er undersøkt for det spesialtilfelle at vi har én operasjon pr. jobb, med gitte prosesseringstider for alle kombinasjoner.

2.3.3 Presedenser:

Det er gitt presedenser mellom de enkelte jobber, dvs. det kreves at enkelte må være fullført før andre kan påbegynnes. (Husk at i job-shop-problemet var det gitt streng presedens mellom de enkelte operasjoner i en jobb, men ikke mellom de enkelte jobber.) Dette kan være aktuelt i tilfelle hvor de enkelte jobber inngår som deler av et større prosjekt. Vi er her mer inne på nettverksproblematikken, hvor vi med forutsetninger om tilstrekkelig maskinkapasitet får en helt annen problemstilling.

Et annet konkret eksempel på presedenser mellom de enkelte jobber er samlebandet. Jeg henviser til (1), p 139 og (2), p 242 for en matematisk formulering av samlebandsproblemet.

2.3.4 Oppsplitting av jobber.

En jobb kan deles i mindre deler. (Eksempel: det skal produseres et bestemt kvantum av et homogent produkt.) I dette tilfelle vil ikke det totale antall jobber være gitt, men er også gjenstand for optimalisering. Bare meget enkle spesialtilfelle av dette er undersøkt.

2.3.5 Stokastiske modeller.

Stokastikk kan komme inn i bildet, særlig på to måter nemlig ved a) at ordreinngangen varierer stokastisk, og b) at prosesseringstidene varierer. Betraktningmåten og siktemålet for optimaliseringen blir gjerne en annen og kanskje mer fruktbar ved stokastiske modeller. Jeg kommer tilbake til dette nedenfor.

3. Effektivitetsmål.

3.1 Et par definisjoner:

Vi skal se på endel vanlige og/eller tenkelige effektivitetsmål. Men først et par definisjoner:

Med partiell optimalisering mener jeg optimalisering av en del av en prosess eller virk-

somhet, f. eks. av det arbeid som utføres i en avdeling i motsetning til hele bedriften. Med suboptimalisering mener jeg en metode hvor siktepunktet er å finne en god løsning, men ikke nødvendigvis den absolutt beste.

3.2 Eksempler på effektivitetsmål i deterministiske modeller:

I. Minimaliser maksimal gjennomstrømningstid (flowtime). Flowtime (jeg tillater meg å bruke det engelske ordet) er ferdigtidspunktet minus inngangstidspunktet. Dvs.: Enhver sekvens definerer en bestemt flowtime for hver jobb. Innen hver sekvens sorterer vi ut den jobb som har størst flowtime. Flowtime for denne jobb er sekvensens maksimale flowtime. Problem: Finn den sekvens som har lavest verdi for maksimal flowtime. Dette kriterium er enkelt å bruke, men verdien av det med henblikk på praktiske anvendelser er mer tvilsom.

II. Minimaliser gjennomsnittlig flowtime.

III. Minimaliser et veiet gjennomsnitt av flowtimes.

IV. Minimaliser maksimal overskridelse. Dette kriterium har bare relevans når det er fastsatt tidsfrist for de enkelte jobber. Overskridelsen for en jobb er den høyeste av verdiene 0 og differansen mellom tidsfrist og ferdigtidspunktet. Enhver sekvens definerer et sett av verdier for overskridelsene. Maksimal overskridelse er den høyeste av disse verdier. Problemet er å finne den sekvens som gir laveste verdi for maksimal overskridelse.

V. Minimaliser gjennomsnittlig overskridelse.

VI. Minimaliser et veiet gjennomsnitt av overskridelsene.

VII. Minimaliser et mål for lageromkostningene, f. eks. gjennomsnittlig antall ikke fullførte jobber. Vi innser intuitivt at det må være en sammenheng mellom dette tall og gjennomsnittlig flowtime. I praksis vil vi derfor ofte heller bruke kriterium II ovenfor. Sammenhengen mellom disse to kriterier er behandlet i (1), p. 15.

VIII. Minimaliser totalt arbeidsinnhold av de ikke fullførte jobber, dvs. summen av prosesseringstidene for alle operasjoner for alle jobber som det gjenstår arbeid på. Dette tilsvarer minimalisering av et veiet gjennomsnitt av flowtimes.

IX. Minimaliser omkostningene. Selv om vi holder oss til partiell optimalisering og bare ser på omkostninger som influeres av sekvenseringen sett isolert, vil dette kriterium i regelen bli en mer komplisert funksjon av andre kriterier. Det vil derfor lønne seg å bruke de enklere kriterier angitt ovenfor i første omgang.

X. Maksimaliser profitten. For dette kriterium gjelder det samme som for kriterium IX, og det innebærer dessuten et forsøk på total optimalisering (i motsetning til partiell) som synes mindre fruktbart i en teoretisk analyse av sekvenseringsproblemene.

3.3 Effektivitetsmål i stokastiske modeller.

I stokastiske modeller vil det være naturlig å optimalisere forventningsverdiene av de forskjellige størrelser. Eventuelt kan benyttes mer kompliserte kriterier basert på flere egenskaper ved størrelsene (f. eks. forventning og varians).

4. Resultater.

4.1 Hva ønskes?

Før vi ser på de oppnådde resultater bør vi spørre hva det egentlig er vi ønsker.

Svaret synes klart når vi har med deterministiske modeller å gjøre. Målet er å fastlegge den optimale sekvens — ut fra et eller annet valgt kriterium — for de enkelte, gitte operasjoner på de gitte maskiner. M.a.o. et produksjonsprogram. Siktepunktet kan være det samme også hvis ordreinngangen er stokastisk, bare den er tilstrekkelig jevn og/eller det er mulighet for å produsere for lager. Dvs. forutsatt at det er mulig å bestemme f. eks. ved slutten av hver uke hva som skal produseres av hvert produkt kommende uke.

I det generelle stokastiske tilfelle, med ujevn ordreinngang, blir problemstillingen en annen, fordi systemets tilstand på fremtidige tidspunkter da i prinsippet er ukjent for oss. Vi kan derfor ikke fastlegge den optimale sekvens på forhånd, men må istedet ha regler eller kriterier som sier oss hvilken operasjon vi skal velge for neste prosessering når en maskin er blitt ledig. Disse desisjonsregler er det naturlig å knytte til maskinene, og i prinsippet kan vi godt tenke oss forskjellige desisjonsregler for de forskjellige maskinene. Siktepunktet blir da å finne frem til de optimale regler.

Hva skal skal forstås med optimalt i dette tilfelle er verdt en kommentar. De egentlige optimale regler vil være funksjoner av all tilgjengelig informasjon om systemet til ethvert tidspunkt. I praksis må vi imidlertid begrense oss til regler som er noenlunde lette å håndtere og følgelig er basert på deler av den totale informasjon. Hvor kompliserte regler man kan tillate er et eget optimaliseringsproblem og et ganske vanskelig sådant.

Vi kunne tenke oss å satse på desisjonsregler også i det deterministiske tilfelle, hvis vi ikke klarer å komme fram ved analyse eller metoder innen matematisk programmering. Begrenser vi oss til noenlunde håndterlige regler, kan vi på samme måte som nevnt ovenfor komme til å miste det absolutte optimum. Vi satser altså på en suboptimalisering. Dette kan imidlertid i praksis ha større interesse enn de absolutte optima fordi de funne regler også vil

kunne benyttes i stokastiske modeller, som ofte er de eneste brukbare i praktiske anvendelser.

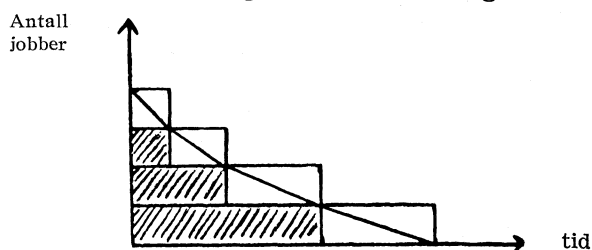
4.2 Hva er oppnådd?

4.2.1 Noen eksakte løsninger.

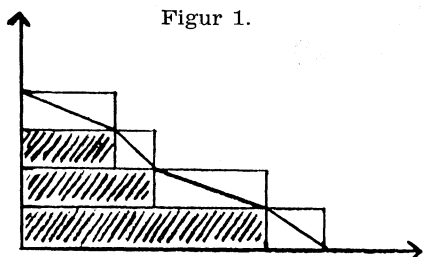
Vi skal først se på noen enkelte utgaver av det deterministiske job-shop og flow-shop-problemet — bl.a. med bare én eller to maskiner istedenfor det generelle antall m — hvor man kan si at en løsning foreligger.

4.2.1.1 Én-maskin-problemet.

En maskin, n jobber, en operasjon pr. jobb. Alle jobber er tilgjengelige for prosessering fra begynnelsen. I dette tilfelle er maksimal flowtime en gitt størrelse, uavhengig av sekvens, og kriterium I er irrelevant. Derimot får vi minimalisert gjennomsnittlig flowtime ved prosessering etter stigende prosesseringstid (ta de minste jobbene først). Dette kan vi innse intuitivt ved å tenke over at vi da får minimalisert sum ventetid som inngår i sum flowtime. Vi kan også få en intuitiv forståelse av forholdet ved en grafisk fremstilling:



Figur 1.



Figur 2.

Her representerer de uskraverte blokkene prosesseringstider og de skraverte ventetider, dvs. en hel lengde representerer total flowtime for en jobb. Samlet og gjennomsnittlig ventetid og flowtime blir minimalisert i fig. 1, hvor jobbene utføres etter stigende prosesseringstid. Kurvene trukket gjennom diagonalene i de uskraverte blokkene blir konveks. En tilfeldig annen rekkefølge, som f. eks. i fig. 2, gir tydelig høyere verdier. Den desisjonsregel vi her har funnet optimal skrives gjerne forkortet SPT¹⁾ (shortest processing time) og er antagelig det viktigste begrep innen sekvenserings-teori.

På grunn av sammenhengen mellom gjennomsnittlig flowtime og gjennomsnittlig antall uferdige jobber, får vi også minimalisert laget av uferdige jobber ved denne desisjonsregel.

¹⁾ Også andre betegnelser er i bruk, f.eks. SIO (shortest imminent operation).

Vi kan også lett modifisere regelen slik at vi får minimalisert et vøiet gjennomsnitt av flowtimes. Vi dividerer rett og slett prosesseringstidene med vektene og går fram som foran.

Hvis vi har tidsfrister for noen eller alle jobbene, kan andre kriterier komme på tale. Det kan vises at vi får minimalisert maksimal overskridelse — dvs. kriterium IV foran — ved å sekvensere etter stigende verdi av tidsfristene (dvs. ta først de jobbene som haster mest). Derimot er det selv for dette enkle én-maskin-problem ikke funnet noen regel som sier hvordan vi skal få minimalisert gjennomsnittlig overskridelse.

Bevis og ytterligere diskusjoner av ovenstående finnes i (1), Chapt. 3.

4.2.1.2 To-maskinproblemet, flow-shop.

To maskiner, n jobber, to operasjoner pr. jobb. Flow-shop, dvs. den rekkefølge de to operasjoner skal utføres i på de to maskiner er den samme for alle jobber. Som før antas alle jobber tilgjengelige fra begynnelsen.

Det kan nå vises at vi får en helt spesifisert sekvens som minimaliserer maksimal flowtime (dvs. effektivitets-mål I) ved å anvende følgende regel:

Betegn første operasjon i jobb nr. i med A_i og annen operasjon med B_i . Jobb nr. j skal utføres før jobb nr. $(j + 1)$ hvis

$$\min(A_j, B_{j+1}) < \min(A_{j+1}, B_j)$$

Jobbene utføres i samme sekvens på de to maskiner. Dette svarer til at vi forsøker å oppnå en sekvens hvor man innen gruppen av første-operasjonene i hver jobb ordner operasjonene etter stigende verdier og innen gruppen av annen-operasjonene etter synkende verdier. Der hvor det blir konflikt mellom de to regler er det den operasjon med minst prosesseringstid som blir utslagsgivende.

Hvor interessant ovenstående resultat egentlig er, er et spørsmål for seg. Det viser seg nemlig at hvis vi istedet ønsker å minimalisere gjennomsnittlig flowtime istedenfor maksimal gir ovenstående regel ikke optimum og den gir ikke engang noen særlig god løsning.

Bevis etc. se (1) pp 83—89.

4.2.1.3 To-maskin-problemet, job-shop.

Som ovenfor, men job-shop, dvs. rekkefølgen av operasjonene på de to maskiner behøver ikke nødvendigvis være den samme for alle jobber.

Vi oppnår minimalisering av maksimal flowtime med samme algoritme som ovenfor, bare med mindre endringer, idet vi deler jobbene i to (evt. fire hvis vi tar hensyn til jobber som bare består av én operasjon) disjunkte grupper som hver for seg er flow-shops.

4.2.2 Oppnådde løsninger for øvrig.

I tillegg til ovenstående finnes bl. a. løsninger fra spesielle typer problemer med tre maskiner,

dvs. hvor det er gjort ytterligere bestemte forutsetninger. Disse problemer er i regelen såvidt spesielle at løsningene har nokså begrenset interesse fra et praktisk synspunkt.

Ser vi bare på det som er oppnådd av eksakte løsninger må således resultatene karakteriseres som ytterst magre. Ikke bare er resultatene begrenset til problemer med en eller to, knapt tre maskiner, men løsning er oppnådd bare for visse effektivitetsmål. Videre er forutsetningene ganske restriktive. F. eks. er det en absolutt betingelse at alle jobber er klare for prosessering fra begynnelsen og ikke senere selv om inngangstidspunktene er kjent på forhånd.

For de andre problemene som ble nevnt under punkt 2 foreligger heller ingen løsning, bortsett fra nettverksproblemet i den utstrekning problemstillingen her blir en annen. Videre vil man ofte, ved analyse av et praktisk problem, kunne utnytte spesielle forhold og foreta en omformulering som gjør det mulig å komme frem f. eks. ved dynamisk programmering.

4.2.3 Anvendelse av matematisk programmering.

Riktignok kan alle teoretisk løses ved heltallsprogrammering, og problemet med oppsetningskostnader er et meget kjent problem innen heltallsprogrammering (under navn av Travelling-Salesman-problemet). Men som kjent finnes ingen egentlig effektiv metode til å løse det generelle heltallsproblem. Den mest lovende metode — branch and bound-metoden — kan godt sies å være bare en smart måte å evaluere samtlige muligheter på. En alminnelig formulering av denne metoden er å dele samtlige mulige løsninger i grupper eller grener, og kutte ut all ytterlig beregning for en gren så snart det er klart at ingen løsning ut fra denne gren kan gi optimum.

I praksis må man derfor kunne si at forsøk på å komme frem ved heltallsprogrammering begrenses av antall muligheter som må evalueres. I problemet med oppsetningskostnader f. eks. vil antall muligheter være $n!$ I praksis gjør dette det vanligvis mulig å løse problemer med n lik 40, mens derimot problemer med n lik 60 nærmest er uoverkommelige på det nåværende tidspunkt. Nå kan 40 synes tilstrekkelig i de fleste tilfelle, men saken er at selve problemstillingen her er for lite realistisk til å ha virkelig interesse.

I det generelle job-shop-problem f. eks., med n jobber og m maskiner, er antall mulige forskjellige sekvenser $(n!)^m$ idet vi tillater muligheten for forskjellig sekvens på hver enkelt maskin. Med noenlunde realistiske verdier for n og m kommer alle kjente metoder håpløst til kort overfor et slikt problem. (Det nevnte antall mulige sekvenser er under forutsetning av én operasjon innen hver jobb på hver maskin.)

Det kan vises (se (1), pp 80—81) at i en flow-shop vil den optimale løsning gi samme sekvens

på annen maskin som på første, og samme på siste som på nestsiste. Følgelig kan vi i en flow-shop redusere antall sekvenser for evaluering til $(n!)^{m-2}$, men dette forandrer ikke problemets størrelsesorden.

4.2.4 Hva karakteriserer gode sekvenser?

Det er derfor nærliggende å forsøke å redusere antall sekvenser som må undersøkes ytterligere, dvs.: forsøke å finne egenskaper som karakteriserer de optimale sekvenser og evaluere bare de sekvenser som har disse egenskaper. I praksis har dette ikke brakt oss vesentlig nærmere målet, fordi det ikke har lyktes å redusere antall muligheter tilstrekkelig til at metoder som f. eks. branch and bound fører fram. Men de resultater som er funnet har likevel sin verdi, bl. a. i forbindelse med samplingteknikken (se nedenfor), men også fordi de kan hjelpe oss til å vurdere og eventuelt forbedre løsninger som vi får oss forelagt.

Vi innser f. eks. lett at den optimale sekvens må finnes blant de såkalte aktive sekvenser, karakterisert ved at det ikke er mulig å foreta noe venstre-skift for noen operasjon. Et venstre-skift er enhver reduksjon i en operasjons starttid som ikke medfører økning i starttiden for noen annen operasjon. Dvs. det skal ikke være mulig å flytte noen operasjon over i maskinens ledigtid på et tidligere tidspunkt. Trivielt som dette kan synes, innebærer det likevel en betydelig, men ikke tilstrekkelig, reduksjon i antall muligheter som må evalueres.

Et annet begrep er de såkalte «nondelay»-sekvenser. Disse karakteriseres ved at en jobb aldri stilles i bero hvis den maskinen som skal utføre neste operasjon er tilgjengelig og ledig. Dvs. når en maskin blir ledig velger den straks blant de operasjoner som er tilgjengelig for prosessering så sant slike finnes, og venter da ikke på jobber som i øyeblikket er under prosessering på andre maskiner. Denne gruppen behøver imidlertid ikke nødvendigvis inneholde den optimale sekvens.

4.2.5 Samplingsteknikk.

Samplingsteknikken innen sekvensering vil si å ta ut et antall sekvenser tilfeldig eller etter en systematisk prosedyre og velge den beste. For effektiv sampling lønner det seg å konsentrere seg om undergrupper av de mulige sekvenser, f. eks. aktive eller nondelay-sekvenser. De beste resultater hittil har stort sett vært oppnådd ved sampling fra nondelay-sekvenser.

Det interessante spørsmål i denne forbindelse er om det kan tenkes at verdiene av effektivitetsmålet (f. eks. gjennomsnittlig flowtime) følger en eller annen fordeling eller kan tilnærmes ved en fordeling, evt. om denne kan finnes. I så fall vil det være mulig å stille opp en teori for hvor lenge samplingen bør foregå, idet man veier kostnadene ved selve samplingen mot tilleggsverdien av de bedre sekvenser man even-

AVDELINGSLEDER — TRANSPORTTEKNIKK OG ØKONOMI

Vi søker sivilingeniør eller siviløkonom som vikar for vår avdelingsleder for godshåndtering og transportøkonomi. Arbeidet krever solide teoretiske og praktiske kunnskaper på disse arbeidsfelt, og det legges stor vekt på leder- og samarbeidsegenskaper og organisatoriske evner.

Vikariatet vil vare minimum 2 år, med muligheter for senere fast ansettelse. Arbeidssted vil være instituttets Oslokontor.

Lønn etter avtale.

Søknad sendes til administrerende direktør innen utgangen av februar.



SKIPSTEKNISK FORSKNINGSINSTITUTT

N.T.H. — TRONDHEIM

Sivilingeniør — Økonom

Skipsteknisk forskningsinstitutt arbeider med utvikling av moderne teknisk/økonomiske metoder for prosjektering, disponering og drift av skip.

Vi søker en ung og initiativrik medarbeider med godt kjennskap til et eller flere av følgende felt: prosjektering, bruk av elektroniske regnemaskiner, operasjonsanalyse.

Lønn etter kvalifikasjoner og avtale.

Arbeidssted er Trondheim, og vi er behjelpelig med å skaffe bolig. Søknad sendes innen utgangen av februar d.å. til



SKIPSTEKNISK FORSKNINGSINSTITUTT

N.T.H. — TRONDHEIM

tuelt finner ved å fortsette. Jeg henviser til (2), pp 214—16.

4.2.6 Simulering.

4.2.6.1 Hvordan anvende simulering?

I stokastiske modeller vil siktepunktet, som nevnt, være å finne fram til regler for valg mellom de operasjoner som til enhver tid er tilgjengelig for prosessering. De mest interessante resultater her synes å være oppnådd ved simulering. I praksis må vi begrense oss til relativt enkle regler og altså satse på en suboptimalisering.

Simulering kan anvendes ved å fastsette en rekke distinkte desisjonsregler og sammenligne effektiviteten av disse på et sett jobber, ut fra et valgt effektivitetsmål. For å få noenlunde sikre resultater bør antall jobber være så stort at effektiviteten stabiliserer seg på bestemte verdier. Det er først etter fremkomsten av spesielle lettkodningsspråk for simulering at slike forsøk har kunnet gjøres i tilstrekkelig stor målestokk.

En svakhet ved ovenstående fremgangsmåte skulle være at man på forhånd binder seg til bestemte desisjonsregler. I noen grad kan man bøte på dette ved å basere reglene på en prioritetsberegning. Prioriteter beregnes da for hver enkelt operasjon som f. eks. en lineær kombinasjon av mer primære desisjonsregler. Målet blir da, ved gjentatte simuleringer, å forsøke å komme frem til den beste kombinasjon. Andre funksjonsformer, som f. eks. benytter forholdet mellom forskjellige regler er selvsagt også tenkelige.

4.2.6.2 Konkrete eksperimenter.

Av de simuleringseksperimenter som har vært foretatt, skal vi se litt på dem som er utført av Conway, Maxwell og Miller, se (1), Chapter II. Disse er såvidt jeg kjenner til de grundigste som er foretatt og har gitt en del interessante resultater. Et alminnelig job-shop-problem ble undersøkt. En annen interessant studie er (5).

Forsøkene faller naturlig i to hovedgrupper, etter som det er gitte tidsfrister eller ikke.

4.2.6.2.1 Problemer uten tidsfrister.

I tilfellet uten tidsfrister ble bl. a. brukt effektivitetsmål VII og VIII ovenfor, dvs. gjennomsnittlig antall ufullførte jobber i systemet og det totale arbeidsinnhold av disse. De primære desisjonsregler som ble benyttet var bl. a.:

SPT — korteste prosesseringstid (Shortest processing time). I de tilfelle hvor denne regel inngikk som en del av en større prioritetsberegning, ga den et bidrag til prioritetsverdien lik prosesseringstiden for operasjonen selv.

LWKR — minst gjenstående arbeid (least work remaining). Prioritet lik summen av prosesseringstidene for alle ikke utførte operasjoner tilhørende samme jobb.

TWORK — totalt arbeid (total work). Prioritet lik summen av prosesseringstidene for alle operasjoner i en jobb.

WINQ — arbeid i neste kø (work in next queue). Prioritet lik summen av prosesseringstidene for operasjonene i den kø som vedkommende jobb neste gang skal inn i. Denne regel skal bidra til å holde tilbake jobber som etter neste prosessering kommer inn i kø foran en maskin med særlig stort arbeidspress.

XWINQ — forventet arbeid i neste kø (expected work in next queue). Som ovenfor, men neste kø inkluderer nå i jobber som vil ankomme i køen før den jobb vi betrakter.

Plassering i kø foran hver maskin skjer nå etter stigende prioritetsverdier, dvs. de med lavest prioritetsverdi kommer først.

Hovedresultatet av denne undersøkelsen var en demonstrasjon av SPT-regelens overlegenhet fremfor de andre desisjonsregler. Ikke bare var den isolert sett klart bedre enn de øvrige med hensyn til begge effektivitetsmål, men det lot seg heller ikke gjøre å oppnå noen vesentlig forbedring ved lineær kombinasjon med andre regler. Det beste resultat for begge kriterier ble oppnådd ved kombinasjonen (0.96SPT + 0.04XWINQ), men forskjellen i forhold til ren SPT-sekvensering var såvidt liten at det kunne være tvilsomt om den overhodet var signifikant.

Med andre funksjonsformer lot det seg imidlertid gjøre å bringe effektiviteten noe opp, således ga prioritetsberegning basert på forholdet mellom SPT og TWORK klart bedre resultat med hensyn på minimalisering av totalt arbeid (men ikke av antall jobber) enn ren SPT-sekvensering.

For vurdering av gevinsten i forhold til mer tilfeldige regler ble sammenlignet med effektiviteten av en prosedyre basert på tilfeldig trekning av prioritetsverdier, alternativt en «first come — first served»-regel. Disse to ga de klart svakeste verdier av samtlige desisjonsregler og vesentlig dårligere enn f. eks. ren SPT-sekvensering.

Denne undersøkelsen har derfor gitt to resultater av praktisk interesse: Først at det kan gi betydelig fordel å benytte SPT-sekvensering fremfor en umiddelbart nærliggende regel som f. eks. «first come — first served». Dernest tyder undersøkelsen på at det er relativt mindre å vinne ved mer kompliserte regler, som dessuten vil være mer kostbare å implementere.

4.2.6.2.2 Problemer med tidsfrister.

Ønsker vi nå å ta hensyn til eventuelle tidsfrister, må vi først konstatere at tidsfrister grovt kan inndeles i to grupper: internt og eksternt fastsatte. Med tidsfrister menes vel oftest eksternt fastsatte, dvs. gitt av utenforstående kunder. I praksis har bedriften oftest ganske stor kontroll også over såkalte eksterne tidsfrister, de fastsettes gjerne etter avtale og ut fra en vurdering av bedriftens kapasitet. Rent interne tidsfrister kan f. eks. tenkes i tilfelle hvor de enkelte jobber skal inngå som deler av et større prosjekt. Dette antyder at det ikke bare er et spørsmål om å overholde tidsfrister, men også om regler for å fastsette dem, og dette gjør problemstillingen ganske kompleks.

Hva angår effektivitetsmålet, er saken heller ikke så enkel. Vi kunne bruke f. eks. gjennomsnittlig overskridelse (kriterium V) som effektivitetsmål, men i praksis vil også andre egenskaper ved en desisjonsregel ha interesse. Dvs. vi ønsker kanskje en regel som gir liten gjennomsnittlig overskridelse, men samtidig gir akseptable verdier for gjennomsnittlig flowtime.

Av primære desisjonsregler som kan tenkes er f. eks.:

- DDATE — tidsfrist (due-date). Prioritet lik tidsfristen for vedkommende jobb.
- OPNDD — operasjonens tidsfrist (operation due-date). Den opprinnelige margin (differansen mellom tidsfrist og inngangstidspunktet) deles likt mellom de forskjellige operasjonene i en jobb og tidsfrister tildeles hver enkelt operasjon. Prioriteten i en kø er lik tidsfristen for vedkommende operasjon.
- SLACK — tidsmargin (slack-time). Prioritet lik gjenstående tid før fristen utløper minus prosesserings tiden for alle gjenstående operasjoner i vedkommende jobb.
- S/OPN — tidsmargin pr. operasjon (slack per. operation). Prioritet lik tidsmargin (se ovenfor) delt på antall gjenstående operasjoner.

Av ovenstående regler ga i denne undersøkelse S/OPN-regelen stort sett det beste resultat med hensyn til gjennomsnittlig overskridelse. Med hensyn til gjennomsnittlig flowtime var reglene noenlunde likeverdige, men bedre enn en tilfeldig regel som «first come — first served». Det mest interessante resultat av eksperimentet var imidlertid at ren SPT-sekvensering ga nesten like godt resultat som S/OPN-sekvensering hva angår gjennomsnittlig overskridelse og vesentlig bedre med hensyn til gjennomsnittlig flowtime. Årsaken til dette ligger selvsagt i at SPT-sekvensering er — iall-

fall av de regler som her ble undersøkt — den mest effektive måte til å få jobbene gjennom systemet. Følgelig vil vi få en relativt god ytelse også med hensyn til minimalisering av overskridelser, sammenlignet med regler som påskynder enkelte jobber på bekostning av hele systemets effektivitet.

Et annet interessant resultat, som i og for seg også burde kunne innses på forhånd, er at sammenligningen mellom de forskjellige regler faller forskjellig ut avhengig av belastningen på systemet. Jo større belastning, jo bedre er ren SPT-sekvensering i forhold til de andre regler, mens f. eks. S/OPN er særlig fordelaktig i perioder med lav belastning.

Dette kunne tyde på at den optimale regel skulle være dynamisk, dvs. f. eks. en lineær kombinasjon av SPT og S/OPN, evt. andre regler, hvor de relative vektorer av de forskjellige primærregler i kombinasjonen varierer med tiden avhengig av systemets tilstand til enhver tid. Forfatterne av (1) mener å ha kommet frem til en slik dynamisk desisjonsregel som sikrer en lav verdi for gjennomsnittlig overskridelse uten å redusere systemets effektivitet vesentlig, se Chapt. 11—3.

4.2.7 Konklusjon.

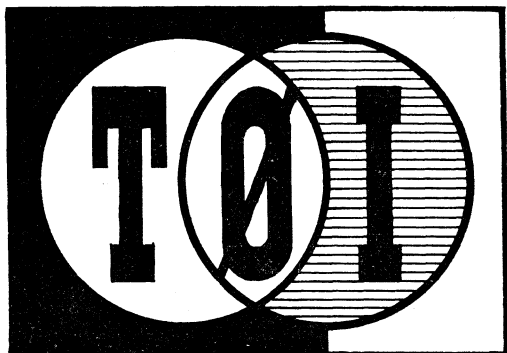
I tillegg til simuleringsmetodikk kan man forsøke å angripe stokastiske modeller ved køteori. De modeller som kan stilles opp er imidlertid i praksis ikke løsbare, av samme grunner som for deterministiske modeller. Som nevnt er deterministiske modeller i seg selv for lite realistiske til å ha virkelig interesse, men analyse av slike kan gi innsikt i problemene og idéer til desisjonsregler som kan undersøkes ved simulering. Det samme gjelder analyser av stokastiske modeller ved køteori.

Utforskningen av sekvenseringsproblemer ved hjelp av simulering står imidlertid i sin første begynnelse. Her ligger mange interessante forskningsoppgaver og venter.

Litteratur:

- (1): Conway, Maxwell, Miller: Theory of Scheduling. Addison-Wesley 1967.
- (2): Proceedings of the Symposium of Industrial Sequencing ved Stevens Institute of Technology, Hoboken, 11—13. des. 1967. Gjengitt i Naval Research Logistics Quarterly, Vol. 15, No. 2, June 1968, p. 205—330.
- (3): J. F. Muth and G. L. Thompson, eds.: Industrial Scheduling. Prentice-Hall 1963.
- (4): Sisson, R. L.: «Sequencing Theory» — Chapter 7 i «Progress in Operation Research», John Wiley, N.Y., 1961.
- (5): R. F. Hollier: A simulation study of sequencing in batch production. Op. Res. Quarterly, Vol. 19, No. 4, Dec. 1968.

I (1) og (2) finnes utførlige ajourførte bibliografier.



Rapporter og utredninger fra Transportøkonomisk Institutt i 1968

— Listen rommer et utvalg av ikke-konfidensielle arbeider som
kan ha generell interesse på grunn av emne- og metodevalg —

Blindheim, Stein — cand. oecon.

«Harmoniserings- og integreringsbestrebelsene i europeisk transportpolitikk — Fellesmarkedets transportpolitikk». Slemdal, februar 1968 — 101 sider + bilag — Off 32.

Rapporten gir først en kort oversikt over det internasjonale samarbeid innen transport, som har tatt form av multilaterale offentlige og ikke offentlige organisasjoner. Hoveddelen av rapporten er veiet Fellesmarkedets transportpolitikk. I kap. III gjennomgås Roma-traktatens bestemmelser for transportvirksomhet. Målsetting, prinsipper og virkemidler omtales, videre om gjennomføringen av traktatens bestemmelser for transportvirksomhet. Til slutt diskuteres de forslag til vedtak som er kommet fra Kommissjonen. Disse er så forsøkt sammenlignet med norsk transportpolitikk.

Hansen, Stein — exam. oecon.

«Etterspørselen etter jernbanereiser i Norge». Slemdal, februar 1968 — 80 sider + bilag — St. 3611.

En økonomisk-statistisk analyse hvor modellen er basert på «distributed lag» tankegangen. Nærtrafikk, mellomdistanse- og langdistansereiser analyseres særskilt på grunn av ulike etterspørselsmotiver. Pris- og Engelelastisiteter beregnes. Prognoser for perioden 1965–1975 for både passasjerkm pr. innbygger, passasjerkm totalt og i løpende kroner stilles opp. Tidligere norske og amerikanske analyser sammenlignes.

Jenssen, Svein A — cand. mag.

«Forslag til et arbeidsopplegg for en generalplan over Tromsø ved hjelp av PERT». Slemdal, mars 1968 — 77 sider + vedlegg — St. 3694.

Tromsø har lenge forberedt å starte arbeidet med en generalplanutredning. Den formelle bestemmelse ble tatt høsten 1967, og Transportøkonomisk institutt ble anmodet om å forestå utarbeidelsen og utformingen av en framdriftsplan. I samarbeid med arkitektfirmaet Harry Gangvik A/S, Tromsø, og annen lokal ekspertise ble en total jobbliste ned-

skrevet. Med jobblisten som grunnlag er en total framdriftsplan for en generalplanutredning blitt utarbeidet etter TØI's generelle nettverksmetodikk for prosjektplanlegging.

Rapporten er funksjonelt delt i en generelt beskrivende del vedrørende formålet og behovet for en generalplan over Tromsø og deretter en beskrivelse av den metodikk som er anvendt. Rapporten inneholder foruten del-PERTer også en total jobbliste, et fullstendig bjelkediagram og en bemanningsplan for hele planleggingsperioden.

Gulbrandsen, Odd — forskningsleder.

«Metode for planlegging av utredningsarbeider» — Slemdal, april 1969 — 48 sider — St. 3763.

Denne rapport samler erfaringer fra planlegging av utredningsarbeider utført ved Transportøkonomisk institutt. Den er beregnet å være et hjelpemiddel ved utarbeidelse av arbeidsopplegg for forskningsarbeider. Ved å følge den punktvisse oppstilling av fremgangsmåten er det mulig for de ansvarlige for utredningsarbeider selv å planlegge sine prosjekter. Metoden er i prinsippet anvendbar på alle typer og alle størrelser av utredninger. Men den er utarbeidet med spesielt henblikk på planlegging av forskning innen transportsektoren.

Skuland, Knut — forsker.

«Metode for prioritering av investeringer ved anvendelse av Monte-Carlo-Teknikk (MOCAPRI)» — Slemdal, april 1968 — 29 sider — St. 3741.

Investeringsbehovet innen norsk samferdsel er meget stort. Det er imidlertid begrenset hva samfunnet kan stille til rådighet av ressurser for å dekke dette behov. Prioriteringen av investeringene blir dermed av den største betydning for hvilken effektivitet som kan oppnås.

Transportøkonomisk institutt har lagt vekt på å komme frem til kvantitative metoder som kan bidra til løsning av dette problem. Vanskelighetene er særlig store når det system som skal vurderes, er av en slik

art at effektiviteten i én del av systemet påvirkes av investeringer som gjøres i andre deler av systemet. Den foreliggende rapport anvender en metode som ved å ta i bruk Monte-Carlo-Teknikk kan føre frem til tilnærmet optimale løsninger på slike problemer. Metoden er bl.a. prøvet på tallmateriale fra Vestlandsanalysen med godt resultat.

Transportøkonomisk institutt.

«Transportanalyse for Trøndelagsfylkene — Forslag til prioritert utbyggingsprogram for riksvegene». Slemdal, juni 1968 — 80 sider — Off 37.

Den foreliggende rapport er utarbeidet etter oppdrag fra Trøndelagskomiteén, og omfatter foruten reviderte befolkningsprognoser for Trøndelagsfylkene også forslag til utbyggingsprogram for riksvegene og de fylkesveger som i relativ nær fremtid kan bli omklassifisert til riksveger.

Rapporten bygger for en stor del på arbeidsnotater fra saksbehandlere ved instituttet. Det henvises til disse notater for mer detaljert informasjon på de enkelte punkter.

Rapporten ledsages av et tabellbilag, der de vesentligste data som analysen bygger på er samlet. Videre blir det utarbeidet tekniske bilag for broforsterkningsopplegg.

«Transportanalyse for Trøndelagsfylkene» Tabellbilag — Slemdal, juni 1968 — 59 sider. Bilaget inneholder de vesentligste grunnlagsdata som er nyttet i analysearbeidet.

Blindheim, Stein — cand. oecon.

«Subsidier i Norsk Samferdsel». Slemdal, august 1968 — 138 sider + bilag — St. 3896.

En oversikt over subsidiepolitikken i norsk samferdsel, fortrinnsvis rutebilstrukturen. Hovedvekten i rapporten er lagt på en regnskapsanalyse for rutebilselskapene med siktemål å vurdere virkningene av subsidiepolitikken. Også virkningene av vanskelig rutestruktur og skolebarnkjøring er vurdert. Rapporten innehol-

der videre en diskusjon om subsidiepolitikkens målsetting, omfang og alternative former for tilskudd. Til slutt blir diskutert hvorvidt dagens tilskuddsordning oppfyller målsettingen ved subsidiepolitikken og hva som kan gjøres for å effektivisere det eksisterende system. (Konfidensiell inntil videre).

Haga, Peder A — sjøkaptein
«Småskipsfartens struktur og transportgrunnlag mellom Norge og utlandet». Slemdal, august 1968 — 53 sider + bilag — St. 3969.

Rapporten behandler først skips- og varetrafikkens struktur, deretter transportgrunnlaget mellom Norge og utlandet. Materialet viser at norske småskip har relativt liten andel av markedet til og fra det sørlige Norge, men at denne andelen stiger jo lenger nord man kommer. Rapporten gir videre en rekke data om småskipsfarten distriktvis i Norge.

Transportøkonomisk institutt.

«Prosjektoversikt Transportøkonomisk institutt». Slemdal, juli 1968 — 111 sider — St. 3988.

En systematisk oversikt over de viktigste prosjekter fra TØI med omtale av oppdragsgiver, når prosjektet er blitt gjennomført, formålet med det, arbeidsmetodikk, påløpne omkostninger, og påvisning av eventuelle praktiske resultater av arbeidet pr. 1. juli 1968.

Andersen, Johan M. — bedriftsøk.

«Godstransportarbeidet i Norge — Utviklingstendenser og prognoser». Slemdal, oktober 1968 — 65 sider — Off 40.

Beregninger av de innenlandske godstransporters utvikling innenfor en varespesifikasjon på 18 poster. Prognoser utarbeidet for årene 1972, 1984 og 1990 for godstransportene målt i tonn fordelt på varegrupper og transportmidler og for godstrans-

portarbeidet målt i tonnkm fordelt på transportmidler. Prognosene er basert på sammenheng mellom gods-transport og varetilgang og sammenheng mellom endring i godstransportene og den relative økonomiske vekst (BNP).

Transportøkonomisk Institutt.

«Kommunikasjonsplan for Finnmark». Slemdal, oktober 1968 — 27 sider + bilagssider — St. 4061.

Transportøkonomisk institutt er av kommunikasjonsutvalget i Finnmark anmodet om faglig bistand i forbindelse med oppstillingen av en plan for justering og videreføring av den kommunikasjonsplan for fylket som i 1963 ble utarbeidet for perioden 1965—1969. Det foreliggende arbeidsopplegg inneholder drøfting av problemstillingen, arbeidsoppgaver og en fremdriftsplan basert på PERT-metodikk.

vårt formål:

1. Å fremme den transportøkonomiske forskning og undervisning i landet, dels ved eget arbeid, dels ved koordinering av virksomheten på dette område mellom vitenskapelige institusjoner, den offentlige forvaltning, transportbrukere og transportutøvere, samt ved utvikling av nordisk og internasjonalt samarbeid.
2. Å arbeide for at resultatene av den transportøkonomiske forskning blir utnyttet i vårt samfunnsliv, bl. a. ved opplysningsvirksomhet og ved konsultativ assistanse i det omfang dette har verdi for forskningen.

✧

Innenfor denne generelle ramme arbeider instituttet med problemstillinger fra de mikropregede som lysregulering av gatekryss til omfattende transportplaner i makro som Norsk Vegplan. Videreutdanning av instituttets egne ansatte og andre er en viktig del av instituttets funksjoner. Instituttet er inne i en sterk ekspansjonsperiode, og det er et udekket behov for eksperter til utredningsarbeid. Instituttet gir gjerne orientering og veiledning om mulighetene.



TRANSPORTØKONOMISK INSTITUTT

NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD, STASJONSVEIEN 4 - OSLO 3 - TELF: 60 82 80

USV[•] søker DAGLIG LEDER

Utviklingsselskapet for næringsliv på Vestlandet (USV),
søker høyt kvalifisert leder med erfaring i teknisk/
økonomisk virksomhet og i markedsføring.

Skriftlig søknad, som behandles konfidensielt,
sendes innen utgangen av februar 1969 til:



Utviklingsselskapet for Næringsliv på Vestlandet.

c/o Chr. Michelsens Institutt
Avd. for Naturvitenskap og Teknikk,
Nygårdsgaten 114, Bergen.

Selskapets formål vil kreve at han på beste
måte søker å formidle kontakt mellom nærings-
liv og forskning, for derigjennom å sikre og
utbygge næringslivet i Bergen, Hordaland, Sogn
og Fjordane.

USV vil videre søke å stimulere aktiviteten i
landsdelens forskningsinstitusjoner, særlig når
det gjelder forskning som har praktisk siktemål.

Stillingen vil dessuten medføre informasjonsar-
beid vis à vis bedriftene om muligheter for
praktisk utnyttelse av forskningens resultater.
Dessuten skal USV bistå bedrifter som anmoder
om det med å tilrettelegge deres problemer
for vitenskapelig eller annen sakkyndig bear-
beidelse.

Oppgaven vil by på mange interessante opp-
drag, og man ønsker stillingen besatt med en
høyt kvalifisert mann, gjerne under 50 år som
kan dokumentere evne til selvstendig arbeid.
Lønn etter kvalifikasjoner. Selskapets sekretariat
legges til Chr. Michelsens Institutt, Avd. for
Naturvitenskap og Teknikk, Bergen.

MARKEDSANALYTIKER

Ved Hovedadministrasjonen, Salgsavdelingen, i Oslo skal det ved
kontoret for analyse- og planlegging antas en sivil- eller sosialøko-
nom som konsulent I.

Arbeidsoppgavene er følgende:

Markedsanalyser.

Utredninger vedr. salgstiltak og produktutvikling.

Prognostisering.

Langtidsplanlegging.

Metodeutvikling.

Vedkommende vil spille en sentral rolle i Statsbanenes arbeid med
å utvikle og effektivisere sin markedsføring. Begynnerlønn f. t.
kr. 43 800.00 pr. år. Nærmere opplysninger om stillingen kan De få
ved henvendelse til kontorsjef Nyquist, tlf. 20 95 50, linje 2171.

Søknad med utførlige
opplysninger og attest-
avskrifter sendes
Hovedadministrasjonen
for Statsbanene,
Oslo, snarest mulig.

Hovedadministrasjonen Statsbanene

Et teoretisk skjema for å bedømme optimal omløpstid av jord ved kornproduksjon



AV
CAND. OECON. PER HALVOR VALE,
NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE

1 Innledning.

I Norge har det etter krigen vært en sterk tendens til spesialisering i jordbruket. Som ledd i denne utviklingen har det i jordbruket på Østlandet vært en overgang fra storféhold til produksjon av korn. I

denne artikkelen skal vi studere nærmere produksjonen av kornslaget bygg.

Produksjon av bygg kan blant annet drives som en monokulturell produksjon. Byggproduksjon som en monokultur vil si at man skal dyrke bygg og bare bygg. I en bikulturell produksjon av bygg vil man kunne skifte mellom bygg og en annen vekst, mens man i en polykulturell vekstform også skal kunne dyrke flere enn to vekster.

Tabell 1 viser noen resultater fra et svensk forsøk med monokulturell og bikulturell byggproduksjon. Tabellens forspalte forteller hvilke år som forsøket omfatter. Kolonne nr. 1 fra venstre viser avlingsmengdene man fikk i forsøket med monokulturell vekst. Vi har funnet det av interesse å uttrykke disse avlingstallene i forhold til avlingene i en bikulturell vekst av bygg. Disse forholdstallene er gjengitt i kolonnen lengst til høyre i tabell 1.

Forsøket med den bikulturelle byggproduksjonen består av produksjon av bygg og havre. Man forutsatte i forsøket at jorda skal ha en omløpstid på to år. I den bikulturelle veksten av bygg er det derfor dyrket bygg og havre annet hvert år. Dette er også forklaringen på hvorfor kolonnen lengst til høyre i tabell 1 bare er fylt ut for hvert annet år.

Forsøket og resultatene er nærmere beskrevet i «En-

Tabell 1.

Produksjons- år	Byggavling i en monokultur kg/hektar	Byggavling i mono- kultur sammenlignet med avling i bikultur 1950 = 100
1950.....	4 810	100
51.....	3 170	
52.....	4 240	100
53.....	3 910	
54.....	3 500	91
55.....	2 450	
56.....	6 080	92
57.....	4 080	
58.....	3 530	66
59.....	3 020	
60.....	5 470	105
61.....	5 480	
62.....	4 680	88
63.....	3 130	
64.....	3 390	72
65.....	4 060	
66.....	2 080	53

sidig vækstodling, Lantbrukshögskolans meddelanden», serie A, nr 74 år 1967.

Kolonne nr. 1 viser ikke klart at avlingene avtar i en monokulturell kornproduksjon, men dette kan skyldes at de tilfeldige variasjoner er så betydelige. Kolonne nr. 2 forteller derimot at avlingene avtar sammenlignet med en bikulturelle vekst. Et tilsvarende tendens vil vi sannsynligvis også få hvis vi sammenligner en monokulturell kornproduksjon med en polykulturell kornproduksjon.

Resultatet ovenfor skyldes etter alt å dømme at monokulturell produksjon bryter med kravet til god plantekultur. De problemer en i første rekke regner å møte ved en ensidig produksjon av korn er følgende: (1) Økende tendens til plantesykdommer, (2) større hyppighet av ugras, (3) dårligere jordstruktur og (4) reduksjon av moldinnholdet i jorda. I forsøket nevnt ovenfor er det sannsynligvis plantesykdommer som betyr mest.

2. Problemstilling.

2.1. Avgrensing av oppgaven.

I det følgende skal vi ta utgangspunkt i en gårdbruker som produserer korn (bygg). Gårdbrukerens målsetting skal være å oppnå størst mulig inntekt i løpet av en viss produksjonsperiode. For enkelhets skyld vil vi anta at produksjonsomfanget helt ut gjen-speiler inntekten.

En fremgangsmåte i dette tilfelle kan være å produsere korn hvert år i planperioden. En annen fremgangsmåte kan være å produsere korn på en bikulturell eller polykulturell måte. I det første tilfellet vil produsenten stå overfor problemet med avtagende avlingstall. Dette problemet kan han langt på veg unngå ved å veksle mellom kornproduksjon og en eller flere andre produksjoner.

Det vi skal diskutere i det følgende er om det lønner seg å ha en monokulturell eller bikulturell kornvekst. I det siste tilfelle skal vi også diskutere hva slags omløp jorda helst bør ha. I prinsippet kan vi også innpasse en korndrift som er polykultur i vårt resonnement. Men dette vil komplisere diskusjonen en del og vil derfor ikke ta med dette tilfelle.

2.2. Nærmere beskrivelse av oppgaven.

Tabellhodet i tabell 2 nedenfor deler produsentens planperiode i (n) under-perioder. I hver under-periode kan gårdbrukeren velge mellom produksjon av korn og såkalt hvileproduksjon. Hvor lang underperioden bør være beror på hva som skal produseres i hvileperioden. Hvis den alternative produksjon til korn er produksjon av oljevekster, vil det være naturlig at under-perioden har en varighet på 1 år.

Tabell 2.

Ulike tilstander av jorda	Planperiode				
	1	2	3		n
0	a_{01}	a_{02}	a_{03}		
1	a_{11}	a_{12}	a_{13}		
2	a_{21}	a_{22}	a_{23}		
.					
.					
.					
.					
.					
m					

I tabellens forspalte er angitt de ulike tilstander som jorda kan anta. Tilstand 0 vil si at jorda er i hvileproduksjon, og at det ikke blir produsert korn i det hele tatt. Tilstand 1 vil si at jorda benyttes til kornproduksjon, men at jorda i den foregående periode ble benyttet i hvileproduksjon. Tilstand 2 skal bety at jorda brukes i produksjon av korn, men at det nå er én periode siden den var i hvileproduksjon. Tilstand (i) skal bety at jorda anvendes til kornproduksjon, men at det nå er ($i - 1$) perioder siden den var i hvileproduksjon.

Tabellens ruter skal vise hvilken avling som produsenten oppnår ved de forskjellige tilstander av jorda. Rute (i, j) i tabell 2 skal for eksempel vise avlingsresultatet dersom gårdbrukeren velger tilstand (i) i under-periode (j), og avlingsmengden i dette tilfelle skal vi i det følgende velge å betegne $a_{i,j}$. Vi skal anta at avlingsresultatet bare varierer med den tilstand som jorda antar. I dette tilfellet vil vi også få at hver kolonne i tabellen skal være like.

Den siste forutsetningen bør vi kanskje utdype noe mer. Dette kan vi enklest gjøre ved å tenke på et jordstykke hvor man har produsert bygg mange år på rad. Vil det da være slik at de uheldige virkningene av dette vil bli helt eliminert etter ett år med hvileproduksjon? Vår forutsetning om at hver kolonne skal være like innebærer at dette nettopp skal være tilfelle. Strengt tatt vil nok dette ikke være så helt sikkert, men under visse forutsetninger vil dette kunne være en nokså tilfredsstillende teori.¹⁾

¹⁾ Hvis problemet med ensidig byggproduksjon er mye kveke, vil vår forutsetning være meget tilfredsstillende når hvileproduksjonen er oljevekster og bruk av TCA sprøytemiddel. Denne hvileproduksjon er også bra hvis problemet er økende tendens til plantesykdommer.

Opggaven for produsenten er nå å bevege seg gjennom planleggingsperioden, og dette skal han gjøre på en slik måte at samlet produksjon blir størst mulig. Vi kan konkretisere denne oppgaven blant annet på følgende måte: Da produksjonsperioden tar til disponerer gårdbrukeren kanskje jord som nettopp har vært i hvileproduksjon. Vi kan tenke oss at han deretter starter opp med produksjon av korn. Produksjonsresultatet i dette tilfellet er vist ved hjelp av symbolet $a_{1,1}$ i rute (1,1). Fra rute (1,1) skal gårdbrukeren så bevege seg gjennom planperioden slik at det totale produksjonsresultat blir størst mulig.

På hvert trinn i planen har gårdbrukeren to alternativer. Det ene alternativet kan være også neste år å produsere korn. Den andre løsningen vil være å bringe jorda over i hvileproduksjon. Fra rute (1,1) kan produsenten følgelig legge kursen til rute (2,2) eller til rute (0,2). Eller mer generelt: fra rute (i,j) kan gårdbrukeren legge kursen til rute $(i + 1, j + 1)$, eller til rute $(0, j + 1)$. Riktig kurs bestemmes ved å maksimere $\sum_{j=1}^n a_{i,j}$ når enten $a_{i+1,j+1}$ eller $a_{0,j+1}$ følger etter $a_{i,j}$.

2.3. En illustrasjon av tankegangen foran.

Til slutt skal vi med et enkelt eksempel illustrere tankegangen som er utviklet i avsnitt 2.2.

Vi skal ta utgangspunkt i en gårdbruker som produserer korn med oljevekster som den aktuelle hvileproduksjon. Vi skal forutsette at gårdbrukeren har en plan-periode på 4 år og at det er samlet produksjon i denne perioden som skal maksimeres. Endelig vil vi anta at jorda nettopp har vært i hvileproduksjon og at det første produksjonsår skal produseres korn.

Tabell 3.

Tilstander av jorda	Planleggingsperiode			
	1	2	3	4
0	80	80	80	80
1	100	100	100	100
2	80	80	80	80
3	70	70	70	70
4	65	65	65	65
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.

Tabellen ovenfor viser hvordan $a_{i,j}$ varierer med ulike verdier av (i) og (j) . Gårdbrukeren skal som sagt

bevege seg gjennom planleggingsperioden fra rute (1,1). Hvis gårdbrukeren hele tiden produserer korn, vil produksjonsresultatet bli $100 + 80 + 70 + 65 = 315$. Produksjonsresultatet vil bli større hvis gårdbrukeren produserer korn i 3 år og så produserer oljevekster; produksjonsresultatet vil nå nemlig bli $100 + 80 + 70 + 80 = 330$. Men størst vil produksjonsresultatet bli hvis produsenten annet produksjonsår bringer jorda i hvileproduksjon; i dette tilfellet ser vi at produksjonsresultatet vil bli hele $100 + 80 + 100 + 80 = 360$.

3. Forsøk på å beregne optimal omløpstid for jord ved hjelp av et forsøksmateriale fra Sverige.

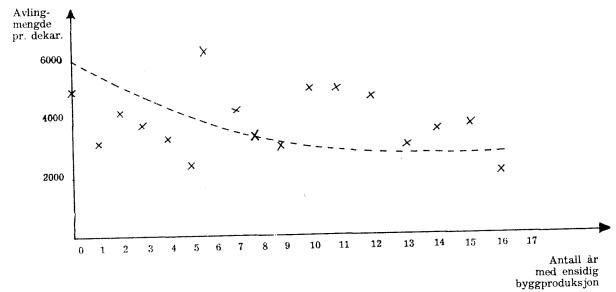
3.1. Forutsetninger.

I det følgende skal vi diskutere optimal omløpstid av jord ved byggproduksjon. I denne diskusjon vil vi legge til grunn det tankeskjema som er utviklet i kapittel 2. Vi skal videre basere oss på det forsøksmaterialet som er nevnt i innledningen.

De store årlige variasjoner i kolonne nr. 1 i tabell 1 skyldes etter alt å dømme forandringer i vær og vind. I vår problemstilling trenger vi imidlertid tall som viser hvordan avlingsmengden av bygg avtar i en monokulturell vekst.

Hvordan avhenger avlingsmengden av produksjonsperioden.

Nedenfor er det tegnet et diagram hvor de observerte tall for byggproduksjon i en monokultur er målt langs ordinaten. Det år i forsøket som observasjonene refererer seg til er vist langs diagrammets abscisse. I diagrammet er det lagt inn en kurve som skal vise sammenhengen mellom avlingsmengde pr. dekar og antall år med monokulturell kornproduksjon.



Våre observasjoner ville ligge på denne kurven hvis det ikke var andre forhold enn produksjonsperiodens lengde som påvirket avlingstallene. Som før antydnet må vi imidlertid regne med at vær og vind også har betydning for byggproduksjonens størrelse. Og de fleste av våre observerte avlingsmengder vil sannsynligvis derfor ligge utenfor den inntegnede linjen. Avvik fra linjen på tidspunkt t skal vi i følgende be-

tegne for u_t . Vi skal tenke oss at u_t er normalt fordelt med følgende fordelingsegenskaper

$$\begin{aligned} E(u_t) &= 0 \\ E(u_t u_{t+j}) &= 0 \quad j \neq 0 \\ E(u_t^2) &= \sigma^2 \end{aligned}$$

Av det som er sagt følger at vi må ta hensyn til u_t når vi skal bestemme hvor stor avlingene blir på tidspunkt t . Byggavlingene vil imidlertid også være avhengig av hvor mange år man har drevet ensidig byggproduksjon. Denne siste sammenhengen skal vi her forutsette kan uttrykkes som en alminnelig 2. grads funksjon. Avlingsmengden når man har produsert bygg t år på rad skal vi i fortsettelsen kalle for y_t . I dette tilfellet kan y_t uttrykkes slik som i likningen nedenfor, når Y_1 angir forventet avlingsmengde første år det produseres bygg.

$$Y_{t+1} = Y_1 - at - bt^2 + u_t$$

Koeffisient	Estimat	Standardavvik
a	$\hat{a} = 87,0$	$\sigma_{\hat{a}} = 16,0$
b	$\hat{b} = 3,5$	$\sigma_{\hat{b}} = 1,0$

Koeffisientene a og b i likningen kan vi for eksempel estimere ved hjelp av minste kvadraters metode. I vårt tilfelle vil dette gi et estimat på a og b som er forventningsrett. Estimaten vi har beregnet er gjengitt til venstre i tabellen ovenfor. (Vi har forutsatt at forventet avling pr. hektar første året det produseres bygg er 4810 kg.) Kolonnen lengst til høyre i tabellen ovenfor viser standardavvik på våre estimater. Ved å innsette $a = 87$ og $b = 3,5$ i uttrykket nedenfor, kan vi beregne forventet avlingsmengde. De beregnede Y_t -verdier når t varierer fra 1 til 15 er vist i tabell 4 nedenfor. Denne tabellen skal vi anta viser hvordan avlingsmengden av bygg avhenger av produksjonsperiodens lengde (og bare denne).

$$Y_1 - at - bt^2$$

Tabell 4.

t	Y_t
1	4 810
2	4 727
3	4 650
4	4 581
5	4 518
6	4 463
7	4 414
8	4 313
9	4 338
10	4 311
11	4 290
12	4 277
13	4 270
14	4 269
15	4 274 ¹⁾

Hvordan kan vi formulere vår oppgave.

Vi skal benytte Y_t -verdiene i tabell 4 når vi skal bestemme optimal omløpstid av jord ved byggproduksjon. Men vi må også bestemme oss for en hvileproduksjon, samt angi hvor stor produksjon man vil kunne oppnå her.

Vi skal som et eksempel forutsette at det i hvileproduksjonen vil bli produsert oljevekster. Produksjonsutbyttet i denne produksjonen skal få vekt etter den inntekt som den skaper sammenliknet med produksjon av bygg. I vårt regneeksempel vil vi først anta at inntektene av raps er 95% av innteketene første året det produseres korn.²⁾ Hvis vi sammenholder dette med resultatet i tabell 2, kan vi fylle ut vår hjelpetabell på følgende måte.

Tabell 5.

Ulike tilstander av jorda	Planleggingsperiode				
	1	2	3		n
0	4 570	4 570	4 570		4 570
1	4 810	4 810	4 810		4 810
2	4 727	4 727	4 727		4 727
3	4 650	4 650	4 650		4 650
4	4 581	4 581	4 581		4 581
5	4 518	4 518	4 518		4 518
6	4 463	4 463	4 463		4 463
7	4 414	4 414	4 414		4 414
8	4 373	4 373	4 373		4 373
9	4 338	4 338	4 338		4 338
10	4 311	4 311	4 311		4 311
11	4 290	4 290	4 290		4 290
12	4 277	4 277	4 277		4 277
13	4 270	4 270	4 270		4 270
14	4 269	4 269	4 269		4 269
15	4 274	4 274	4 274		4 274

Vi skal anta planleggingsperioden strekker seg over 10 år og at planperioden første gang starter med at jorda har vært i hvileproduksjon. I dette tilfellet vil produsenten bevege seg på tvers av tabellen ovenfor fra rute (1,1) slik at samlet produksjon blir størst mulig. Denne oppgaven har vi løst etter det regneprogram som er antydnet i appendiks A.

3.2. Resultater.

Vi skal som sagt først forutsette at jorda nettopp har vært i hvileproduksjon. Hvis produsenten i dette tilfelle produserer bygg hele produksjonsperioden, vil

¹⁾ Dette resultatet viser at vi må være forsiktige med å bruke likning (1) for en produksjonsperiode som er lenger enn 15 år.

²⁾ Vi skal senere diskutere om 95% er et rimelig prosenttall. Foreløpig må vi oppfatte det som et mer eller mindre tilfeldig tall.

samlet produksjon pr. arealenhet bli 45 185 enheter. Det vil følgelig lønne seg bedre å produsere bygg 4 år på rad, for så å produsere raps 1 år og siden gjenta dette produksjonsmønster. I dette tilfellet vil nemlig produksjonen pr. arealenhet bli 46 676, som er ca. 1500 enheter mer pr. enhet areal jamført med ensidig byggproduksjon. Men størst vil produksjonsresultatet bli hvis produsenten produserer slik som er vist nedenfor, idet produksjonen pr. arealenhet nå vil bli hele 47 131 enheter.¹⁾

- 1. produksjonsår bygg
- 2. —»— raps
- 3. —»— bygg
- 4. —»— bygg
- 5. —»— raps
- 6. —»— bygg
- 7. —»— bygg
- 8. —»— raps
- 9. —»— bygg
- 10. —»— bygg

La oss så anta at produksjonsperioden starter med at jorda har vært brukt til byggproduksjon i ett år. Dersom produsenten i dette tilfellet produserer bygg hele produksjonsperioden, vil samlet produksjon pr. arealenhet bli 44 665 enheter. Det vil følgelig lønne seg bedre å produsere bygg 4 år på rad, for deretter å produsere raps 1 år og siden gjenta dette produksjonsmønster. I dette tilfellet vil nemlig produksjonen pr. arealenhet bli 46 092, som er ca. 1500 enheter mer pr. enhet jamført med ensidig byggproduksjon. Men størst vil produksjonsresultatet bli hvis produsenten produserer slik som er vist nedenfor, idet produksjonen pr. arealenhet nå vil bli hele 47 048 kg.

- 1. produksjonsår bygg
- 2. —»— raps
- 3. —»— bygg
- 4. —»— bygg
- 5. —»— raps
- 6. —»— bygg
- 7. —»— bygg
- 8. —»— raps
- 9. —»— bygg
- 10. —»— bygg

På samme måte kan vi resonnerer hvis jorda antar andre tilstander når produksjonsperioden tar til.

4. Tilnærming til norske forhold.

Vårt resultat avhenger i stor grad av lønnsomheten i hvileproduksjonen. I Norge er det også meget vanlig

¹⁾ Når man produserer raps hvert 3. år, må man kanskje regne med visse former for sykdommer. Dette har vi ikke tatt hensyn til i vår løsning.

at man produserer bygg i kombinasjon med raps. Vi vil nå se nærmere på lønnsomheten i denne produksjon sammenliknet med produksjon av bygg. Som mål for lønnsomheten vil vi bruke dekningsbidraget til raps sammenliknet med dekningsbidraget til bygg.

Tabell 6.
Dekningsbidrag ved byggproduksjon.

Produksjonsinntekt		
3 150 kg bygg pr. 10 dekar a kr 0,79	=	kr. 2 488,50
÷ variable kostnader		
såfrø 100 kg a kr 1,27	=	kr. 127,—
rensing og beising	=	» 5,—
400 kg fullgj. C a kr. 0,47	=	» 188,—
sprøytevæske	=	» 40,—
sekker og frakt	=	» 55,—
kalk	=	» 40,—
		kr. 455,—
dekningsbidrag pr. 10 dekar		= kr. 2 033,50

Tabell 6 ovenfor viser det økonomiske resultatet ved produksjon av bygg i Østfold. Tabellen er utarbeidet ved Norges Landbruksøkonomisk Institutt for funksjonærene i landbrukets veiledningstjeneste. De priser og kostnader som er oppgitt refererer seg til 1. februar 1968. Prisen for en enhet korn ved beste kvalitet var på det tidspunkt 85 øre. Produsenten får imidlertid bare utbetalt 79 øre på grunn av dårlig kvalitet. Når det gjelder avlingen har vi trukket fra 100 kg såfrø.

Tabell 7.
Dekningsbidrag ved produksjon av raps.

Produksjonsinntekter		
1 700 kg pr. 10 dekar a kr. 1,15	=	kr. 1 955,—
÷ variable kostnader		
såfrø	=	kr. 49,—
800 kg fullgj. C a kr. 0,47	=	» 376,—
bruk av sprøytemidlet T.C.A.	=	» 100,—
sekker og frakt	=	» 40,—
kalk	=	» 40,—
		kr. 605,—
dekningsbidrag pr. 10 dekar		= kr. 1 350,—

Tabell 7 viser det økonomiske resultatet av produksjonen av raps i Østfold. Tabellen er utarbeidet ved Norges Landbruksøkonomisk Institutt for funksjonærene i landbrukets veiledningstjeneste. De priser og kostnader som er oppgitt refererer seg til 1. februar 1968. Prisen for en enhet raps ved beste kvalitet var på dette tidspunkt 1,25 kr. Produsenten får imidlertid bare utbetalt 1,15 kr. som følge av trekk for vanninnhold. Vi ser at i dette tilfellet vil dekningsbidraget til raps bli 1350 pr. 10 dekar. Dette er ca. 66% av dekningsbidraget som man oppnår i byggproduksjonen.

La oss igjen gå tilbake til rekneeksemplet i foregående avsnitt. Vi vil nå sette at lønnsomheten i hvile-

produksjonen er ca. 66% av lønnsomheten i produksjonen av bygg. I dette tilfellet vil vi få en helt ny løsning av hva som er det beste omløpet av jorda. Det vil nå nemlig lønne seg best å produsere bygg hele produksjonsperioden gjennom.

Vi må imidlertid understreke at vi har lagt til grunn kornavlingene i et svensk forsøk. Kornavlingene vil som rapsavlingene også være forskjellig fra sted til sted. Vi må derfor være forsiktige når vi skal trekke konklusjoner utover vårt forsøksmateriale og vår forsøksgård.

Appendiks A. Nærmere om hvordan den optimale politikk kan bestemmes.

I vårt eksempel i kapittel 2, avsnitt 2. 3 fant vi den optimale politikk ved å regne gjennom hvert alternativ. En slik fremgangsmåte vil være lite praktisk hvis planperioden består av mange underperioder. Det kan derfor være grunn til å diskutere hvordan vi enklest kan bestemme den optimale politikk.

I den forbindelse vil det være hensiktsmessig å lage en tabell som på hvert trinn i planperioden angir maksimal produksjon i de gjenstående produksjonsår. I det følgende, skal vi konstruere en slik tabell på grunnlag av tabell 2. For oversiktens skyld har vi gjengitt tabell 2, kapittel 2 i tabell 8 nedenfor.

Tabell 8.

Tilstand av jorda	Planleggingsperiode			
	1	2	3	4
0	80	80	80	80
1	100	100	100	100
2	80	80	80	80
3	70	70	70	70
4	65	65	65	65

La oss som et eksempel tenke oss at gårdbrukeren befinner seg i rute (1,3). Da må gårdbrukeren bevege seg enten til rute (0,4) eller til rute (2,4). Tabell 8 sier at med en planhorisont på 4 år er det likegyldig hvilket trekk gårdbrukeren velger.

Den maksimale produksjon fra rute (i,j) og planperioden ut skal vi kalle $R_{i,j}$. Av tabell 8 ser vi at $R_{1,3}$ vil bli lik 180. På liknende måte kan vi lett vise at $R_{0,3}$ vil bli 180, mens $R_{2,3}$ og $R_{3,3}$ vil bli henholdsvis 160 og 150.

Fra rute (1,2) kan produsenten bevege seg enten til rute (0,3) eller til rute (2,3). Det første forslaget vil representere den beste løsningen hvis $R_{0,3}$ er større enn $R_{2,3}$. Det vil være likegyldig hvor produsenten legger kursen dersom $R_{0,3} = R_{2,3}$, mens det vil lønne seg best å gå til rute (2,3) hvis $R_{2,3}$ er større enn $R_{0,3}$. — Av det som er vist tidligere følger at rute (0,3) er best og at $R_{1,2}$ vil bli 280.

På liknende måte kan vi beregne samtlige $R_{i,j}$ -verdier i tabell 8. De mest interessante $R_{i,j}$ -beregninger er vist i tabellen nedenfor. (Når vi skal ta utgangspunkt i rute (1,1), må vi hele tiden være i det området hvor $R_{i,j}$ er beregnet).

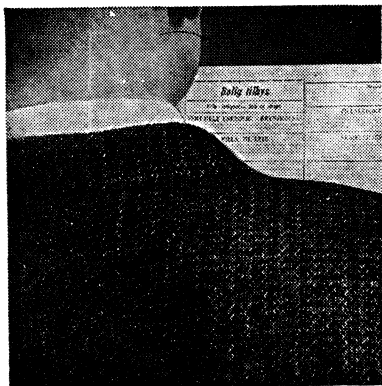
Tabell 9.

Tilstand av jorda	Planperiode			
	1	2	3	4
0	360	260	180	80
1	360	280	180	100
2		260	160	80
3			150	70
4				65

Tabell 9 er hensiktsmessig når vi skal bestemme den optimale kurs i planleggingsperioden. Fra rute (i,j) kan vi nemlig flytte oss enten til rute (i + 1, j + 1) eller til rute (0,j + 1). Det beste vil være å flytte seg til rute (i + 1, j + 1) hvis $R_{i+1, j+1}$ er større enn $R_{0,j+1}$. I motsatt tilfelle bør produsenten flytte seg til rute (0, j + 1).

Tankegangen ovenfor gjelder uansett hvor mange verdier (j) antar. Den er å foretrekke dess større variasjonsområde som (i) og (j) har. (Riktignok må det fremdeles utføres en god del regneoperasjoner, men disse er enkle og kan lett utføres på en elektronisk regnemaskin).

Hvem får lån til bolig?



De som er kunder i Oslo Sparebank! Fordi Oslo Sparebank har som hovedformål å tjene sine kunders — sparenes og låntakernes interesser. Derfor kan enhver innskyter med et fornuftig boligprosjekt — og som kan vise til regelmessig sparing — regne med støtte i Oslo Sparebank, i form av lån til innskudd i leilighet, byggelån eller langsiktige og rimelige

pantelån. Deres konto i Oslo Sparebank er Deres kundebevis. De kan selv velge den kontoform som passer Dem: Vanlig sparekonto, lønnskonto, skattefri

banksparing — eller enhver annen innskuddsform. Oslo Sparebank byr Dem alle valgmuligheter og utfører alle banktjenester for Dem.

La lånemulighetene i fremtiden være avgjørende for Deres valg av bank i dag!

Oslo Sparebank

SPESIALUTDANNELSE innen et fagområde i vekst

Det er et betydelig udekket behov for kvalifiserte fagfolk til trafikk- og transportsektoren. Samferdselsdepartementet har stilt midler til rådighet for spesialutdanning av unge, kvalifiserte personer med interesse for ett eller flere av fagområdene.

**GEOGRAFER
ØKONOMER
INGENIØRER**

Veg- og trafikkteknikk. Bildrift. Jernbanedrift. Skipsfart og havnedrift. Luftfart. Samordning av trafikkopplegg og investeringer.

Utdannelsestiden er 1—2 år og kandidaten vil få full lønn i opplæringstiden og dekket utgifter til reiser, utenlandsopphold etc. Studieprogrammet legges opp i samsvar med den enkeltes utdanning, erfaring og interesse og vil kunne omfatte litteraturstudier, studieopphold i inn- og utland, kurser og selvstendig arbeid i faglig miljø ved Transportøkonomisk institutt. De kandidater som blir tildelt stipend må forplikte seg til å arbeide med transportproblemer i ett år etter endt opplæring. Kandidatens arbeidsgiver i det året må i hvert enkelt tilfelle godkjennes av styret for TØI.



Søknad sendes til:
TRANSPORTØKONOMISK INSTITUTT
Norges Teknisk-Naturvitenskapelige
Forskningsråd,
Stasjonsveien 4, Oslo 3. - Tlf. 60 82 80
SØKNADSFRIST 1. MARS

Søknadsskjema og nærmere opplysninger om opplæringsordningen fåes ved henvendelse til TØI, eller sekretariatene på høyskoler og universiteter, og hos fylkestrafikksjefene. Utenlandsstudentene ved henvendelse til ANSA's stedlige tillitsmenn.

SOSIALØKONOMISK INSTITUTT

UNIVERSITETET I OSLO

MEMORANDA UTGITT I 2. HALVÅR 1968

8. juli 1968. *M. A. Grove:*
A model of asset choice. 22 sider. Kr. 3,30.
17. juli 1968. *Jan M. Hoem:*
Some notes on the qualifying period in disability insurance. I. Actuarial values. 10 sider. Kr. 1,90.
12. august 1968. *Jan M. Hoem:*
Some notes on the qualifying period in disability insurance. II. Problems of maximum likelihood estimation. 15 sider. Kr. 2,60.
18. september 1968. *Ralph Lorentzen:*
On efficient consumption paths in a class of simple growth models. 6 sider. Kr. 1,20.
25. september 1968. *Tore Thonstad:*
Habit formation and stock adjustment. Comments on the Houthakker-Taylor model. 8 sider. Kr. 1,20.

9. oktober 1968. *Håvard Alstadheim:*

Konsistent aggregering i økonomisk teori. En oversikt over problemstillinger. 27 sider. Kr. 4,00.

SÆRTRYKK UTGITT I 2. HALVÅR 1968

- Nr. 38. *Bjørn Thalberg:*
Om bruken av «Korrespondanseprinsippet». Særtrykk av «Statsøkonomisk Tidsskrift», 1968.
- Nr. 39. *Steinar Strøm:*
Kapitalavkastning i norske industrisektorer for perioden 1950—1963. Særtrykk av «Sosialøkonomen», 1968.
- Nr. 40. *Ralph Lorentzen og Knut Sydsæter:*
A note on efficient consumption paths in a simple growth model. Reprint from «Economics of Planning», 1967.
- Nr. 41. *Ragnar Frisch:*
Investment starting vs. investment sinking. Reprint from «Economics of Planning», 1967.

SAMFUNNSØKONOMISK INSTITUTT

NORGES HANDELSHØYSKOLE

DISKUSJONSNOTATER UTGITT I 1968.

(Dette er en ny serie som ble startet i mai 1968. Den består av arbeider som legges frem for diskusjon innen en begrenset krets. Slike arbeider må ikke uten forfatterens samtykke gjøres til gjenstand for henvisning eller sitater.)

Terje Hansen:

«The Aggregated Production Function and the Rate of Employment», 9. mai 1968, 6 s.

Gerhard Stoltz:

«Anvendelse av økonomiske analyser i helsesektoren», 14. mai 1968, 10 s.

Sten Thore:

«A Programming Model of Commercial Bank Transactions Demand for Cash and Investment», 15. mai 1968, 16 s.

Agnar Sandmo:

«Capital Risk, Consumption and Portfolio Choice», august 1968 (udatert), 21 s.

Agnar Sandmo:

«Sparing og investering under sikkerhet og usikkerhet», 27. august 1968, 24 s.

Agnar Sandmo:

«Om optimal tidsanvendelse for en rasjonell konsument», 3. september 1968, 8 s.

Terje Hansen:

«An Aggregated Production Function», 3. oktober 1968, 10 s.

Agnar Sandmo:

«The Effect of Uncertainty on Saving Decisions», 17. oktober 1968, 22 s.

Sten Thore:

«Programming a Credit Network under Uncertainty», 21. oktober 1968, 30 s.

Agnar Sandmo:

«Equilibrium and Efficiency in Loan Markets», 24. oktober 1968, 23 s.

Gunnar Fløystad:

«Income distribution, Allocation of Labour and Foreign Trade Problems in a Full Employment Economy (A Research Proposal with Special Reference to the Norwegian Economy in the Post-War Period)», 15. november 1968, 13 s.