NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE

INSTITUTT FOR LANDBRUKSØKONOMI

JORDBRUKETS FORETAKSØKONOMI

Del II

av

Harald Giæver

ÅS-NLH 1977

FORORD

Dette kompendiet er skrevet for å tjene som kurslitteratur i kurset JØ 2 - Jordbrukets foretaksøkonomi II - ved Norges landbrukshøgskole.

Kompendiet er planlagt i tre deler:

Del I er praktisk rettet, og dekker først og fremst analyse og planlegging i gardsbruk.

Del II behandler "Økonomisk teori som bakgrunn for analyser og beslutninger". Det er forutsatt at leserne på forhånd er kjent med en del grunnleggende teori, tilsvarende kurset FØ 1- Foretaksøkonomi grunnkurs. Det vises til kompendium av Harry Langvatn: Forelesninger i foretaksøkonomi grunnkurs. (Institutt for landbruksøkonomi, Ås - NLH 1973).

For å skaffe studentene i 1975 og -76 den mest nødvendige kurslitteratur så fort som mulig, er kapitlene skrevet på stensil i annen rekkefølge enn de er samlet i dette kompendiet. Det har derfor ikke vært mulig å nummerere sidene fortløpende.

Del III skal dekke mer spesielle spørsmål i jordbrukets foretaksøkonomi: de enkelte produksjonsgreners økonomi, og en del andre spesielle spørsmål. Denne delen vil neppe bli ferdig i 1977.

Ås - NLH, januar 1977 Harald Giæver

FORORD TIL 2. UTGAVE

I 2. utgave er avsnittene A - F i kapittel 11 skrevet om. Enkelte faktiske opplysninger er ajourført, og de fleste figurene er tegnet om. Ellers er det ikke gjort særlige endringer.

Ås - NLH, november 1979 Harald Giæver

INNHOLD

XIII. VIRKNINGER AV SKATT OG AV PRISSTIGNING PÅ LØNNSOMHETEN AV INVESTERINGER

VIII. PRODUKSJONS- OG KOSTNADSMODELLENE

A. Innledning til kapitlene 8 - 13

En felles overskrift for kapitlene 8 - 13 kan være: "Økonomisk teori som kan tjene som bakgrunn for analyser og beslutninger."

Økonomisk teori har alltid inngått som viktig del av emneutvalget i utdannelsen av økonomer. Ofte deles slik teori i to hoveddeler: Mikroøkonomisk teori, og makroøkonomisk teori. Den mikroøkonomiske teorien igjen kan deles i tre: Produksjons- og kostnadsteorien, etterspørselsteorien, og pris- og markedsteorien. Alminnelig "neoklassisk" mikroøkonomisk teori utgjør imidlertid <u>en</u> felles teoribygning der de forskjellige underdelene henger logisk sammen.

Både økonomisk teori og økonomer som fagfolk er ofte blitt utsatt for kritikk. Noe av kritikken kan gå på at økonomisk teori er "irrelevant". Kritikerne kan mene at det er <u>andre</u> problemer enn de som økonomisk teori og økonomiske metoder kan brukes til å løse som er de viktigste. Andre ganger kan kritikken gå på at teorien er "urealistisk". Kritikerne kan mene at virkeligheten er så forskjellig fra de forutsetningene vi gjør i teoriene, at teoriene av den grunn er lite egnet til å løse problemer i virkeligheten. En tredje type kritikk kan gå på at de teoretiske modellene er lite "operative" Med det mener en at de teoretiske modellene er lite brukbare i praksis fordi det er for vanskelig å kvantifisere de forskjellige størrelsene som inngår i modellene, eller det er for vanskelig å utføre det beregningsarbeid som er nødvendig om modellen skal kunne utnyttes i praksis.

En teori i økonomien består gjerne av en samling "modeller" som er innbyrdes konsistente. Til den innvending som går på at teorien er "urealistisk", vil foreleseren svare ved å henvise til det som er sagt om modeller i kap. 1, s. 3. En modell er en <u>forenklet</u> beskrivelse av virkeligheten, og gir seg ikke ut for å være noe mer. Virkeligheten er uhyre komplisert. For å skaffe seg oversikt, er en nødt til å forenkle. Men modellen bør ha med de trekk ved virkeligheten som er særlig viktige for det problem som vi holder på med å studere. Valg av modell må sees i lys av det problem en arbeider med. Men før en forkaster en prøvet og enkel modell fordi den er "urealistisk", bør en helst ha overbevist seg om at det finnes en annen og like enkel modell som er bedre egnet til å belyse det samme problemet.

Ellers er foreleseren enig i den innvending som går på at mange av de økonomiske modellene er lite "operative". Riktig nok kan de nok anvendes operativt, men det koster ofte svært meget tid og anstrengelse. I det meste av praktisk planleggingsarbeid vil en nok derfor i stor utstrekning nøye seg med enklere fremgangsmåter. En slik enkel fremgangsmåte kan være å bruke sitt eget skjønn i stor utstrekning, og ellers nytte slike enkle kalkylemetoder som er beskrevet i kap. 4.

Foreleseren mener likevel at det er umaken verdt å lære seg å forstå de viktigste av de modellene som er deler av mikroøkonomisk teori. Det er fordi forståelse av disse modellene kan gi innsikt i økonomiske prinsipper og i økonomiske sammenhenger som det kan komme godt med å kjenne til som grunnlag for å bruke slikt "praktisk skjønn" som er nevnt ovenfor. Han tror at den som forstår de teoretiske modellene, også vil kunne ta bedre avgjørelser - eller gi bedre råd - i mange av de situasjonene som han vil møte senere i praksis.

En annen grunn til å lære seg økonomisk teori kan være at slik teori, og de begreper som går inn i denne teorien, er et felles grunnlag for de fleste økonomer i verden. Det er vanskelig å diskutere økonomiske spørsmål med økonomer utdannet ved andre læresteder, eller å lese økonomiske forsknings- og utredningsarbeider, hvis en ikke selv har et visst minstegrunnlag i slik teori. Det er bare de økonomer som er utdannet i den marxistiske teoritradisjon som bygger på et annet grunnlag.

Når det gjelder produksjons- og kostnadsmodellene, er meget av stoffet kjent fra grunnkurset i foretaksøkonomi[1]. Fremstillingen i dette kapittelet tar derfor bare sikte på en kort repetisjon, og noe supplering av enkelte deler.

---

1) Harry Langvatn: Forelesninger i foretaksøkonomi grunnkurs (Ås-NLH 1973), s. 12 - 81.

B. Produksjonsmodellene

1. Hva er en "produktfunksjon"

I produksjonsteorien tar en utgangspunkt i en forutsetning om at det er en sammenheng mellom hvor store mengder som settes inn i produksjonen av forskjellige produksjonsfaktorer, og hvor store mengder av produkter som en får ut. En produktfunksjon er rett og slett en beskrivelse av denne sammenhengen ved en gitt produksjon.

Produktfunksjonen ved en gitt produksjon kan beskrives på forskjellige måter. Noen ganger er det mest praktisk å stille opp en tabell, andre ganger er en grafisk beskrivelse mest hensiktsmessig, mens en analytisk beskrivelse kan være fordelaktig i noen tilfelle.

Grafiske fremstillinger nyttes meget i lærebøker som pedagogisk hjelpemiddel, men kan være praktiske ellers også. En analytisk fremstilling har fordeler hvis en vil bruke matematiske metoder i arbeidet. Nedenfor er gjengitt en analytisk produktfunksjon med forskjellige grader av spesifikasjon:

$$x = 200 + 22v_1 + 5v_2 - 2v_1^2 - 1v_2^2 + 1\ v_1v_2 \qquad (8.1)$$

$$x = a + bv_1 + cv_2 + dv_1^2 + ev_2^2 + fv_1v_2 \qquad (8.2)$$

$$x = x(v_1, v_2) \qquad (8.3)$$

der x er mengden av produktet
v_1 er mengden av faktor nr. 1
v_2 er mengden av faktor nr. 2

(8.1) er den mest spesifikke. Formelen sier at produktmengden er en bestemt funksjon av faktormengdene, og gir den kvantitative sammenhengen. Hvis vi setter inn verdier for v_1 og v_2 i formelen, kan vi regne ut hvor stor produktmengden blir. Vi må imidlertid vite hva slags enheter produktmengde og faktormengder er målt i for at funksjonen skal ha noen mening.

(8.2.) er mer generell. Denne formelen sier at produktmengden er en funksjon av faktormengdene og at sammenhengen er av typen "annengradsfunksjon", men gir ikke verdien av parametrene a - f.

(8.3) er mest generell. Denne formelen sier bare at produktmengden er en funksjon av mengdene av faktor nr. 1 og faktor nr. 2, men sier ikke noe mer.

Ofte vil en studere sammenhengen mellom innsatsmengdene av f.eks. to forskjellige faktorer og produktmengden, samtidig som mengdene av andre innsatsfaktorer holdes konstant på et gitt nivå. I analytisk form symboliseres dette ofte slik:

$$x = x(x_1, x_2 / x_3, .., x_n) \qquad (8.4)$$

2. Partiell variasjon av en produksjonsfaktor

a. Teknisk beskrivelse

Grafisk kan sammenhengen framstilles som ved den heltrukne linjen i fig. 8.1. En slik type sammenheng som den som er vist her kan en finne i virkeligheten når en varierer mengden av en faktor (eller en gruppe av faktorer som varierer proporsjonalt), samtidig som mengdene av en eller flere andre faktorer holdes konstant. I analytisk og generell form kan vi skrive:

$$x = x(x_1 / x_2, \ldots, x_n) \qquad (8.5)$$

Dette er et egnet utgangspunkt for å definere begrepene gjennomsnittsproduktivitet og grenseproduktivitet.

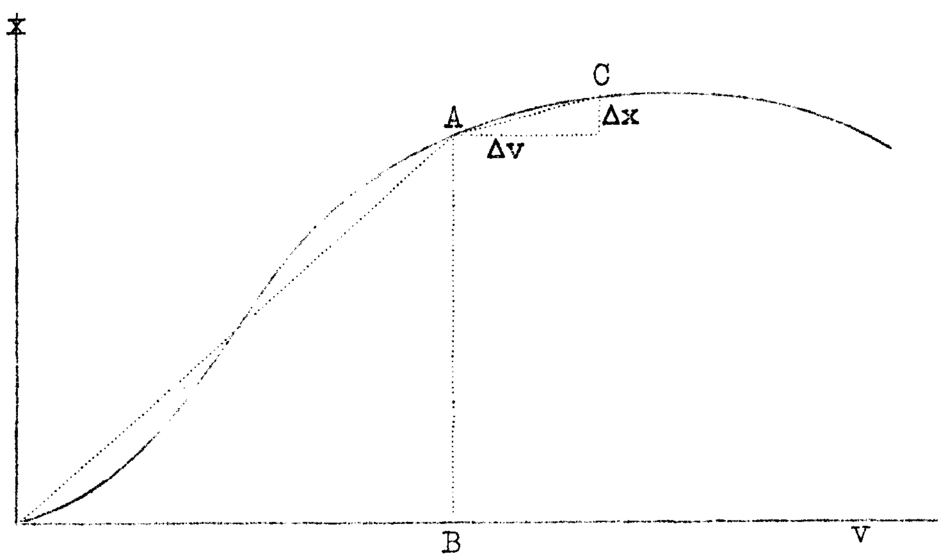


Fig. 8.1

<u>Med gjennomsnittsproduktiviteten</u> av en faktor forstår vi produktmengden dividert med faktormengden. Ofte nyttes symbolet $\bar{x}$ til å betegne gjennomsnittsproduktiviteten, og vi kan da skrive:

$$\bar{x} = \frac{x}{v} \tag{8.6}$$

<u>Grenseproduktiviteten</u> av en faktor kan populært, men ikke helt eksakt, forklares som "den økning en får i produktmengde hvis en øker innsatsmengden av en faktor med en enhet, samtidig som en holder mengden av alle andre faktorer konstant". Mer presist kan grenseproduktiviteten defineres som grensen for

forholdet $\frac{\Delta x}{\Delta v}$ når $\Delta v \to \infty$

eller rett og slett som den deriverte av produktfunksjonen:

$$\text{Grenseproduktiviteten av faktor nr. 1} = x_1' = \frac{\partial x}{\partial v_1} \tag{8.7}$$

Et meget stort antall undersøkelser både i landbruket og ved andre typer produksjoner har vist, at dersom vi ved en produksjon øker innsatsen av en produksjonsfaktor eller en gruppe av produksjonsfaktorer på denne måten, mens innsatsmengden av andre produksjonsfaktorer holdes konstant, vil vi før eller senere nå et punkt fra hvilket merutbyttet pr. enhets merinnsats av faktoren(e) avtar. Med andre ord, vi vil før eller senere få avtakende grenseproduktivitet av vedkommende faktor eller faktorgruppe med økende innsats. Dette kalles ofte <u>loven om den avtakende utbytteøkning</u>.

Ved noen produksjoner kan grenseproduktiviteten være avtakende over hele variasjonsområdet for faktoren. Ved andre produksjoner kan grenseproduktiviteten være konstant eller økende opp til et visst punkt, for deretter å avta. Det er det siste som er avbildet i fig. 8.1.

b. Økonomisk tilpasning

Vi vil gjøre følgende forutsetninger:

- Prisene på den variable produksjonsfaktoren og på produktet er kjente og konstante. De avhenger altså ikke av hvor meget det brukes av produksjonsfaktoren eller fremstilles av produktet.

- Foretaket ønsker å sette inn akkurat så meget av den variable faktoren at det oppnår høyest mulig fortjeneste.

Vi vil bruke betegnelsene

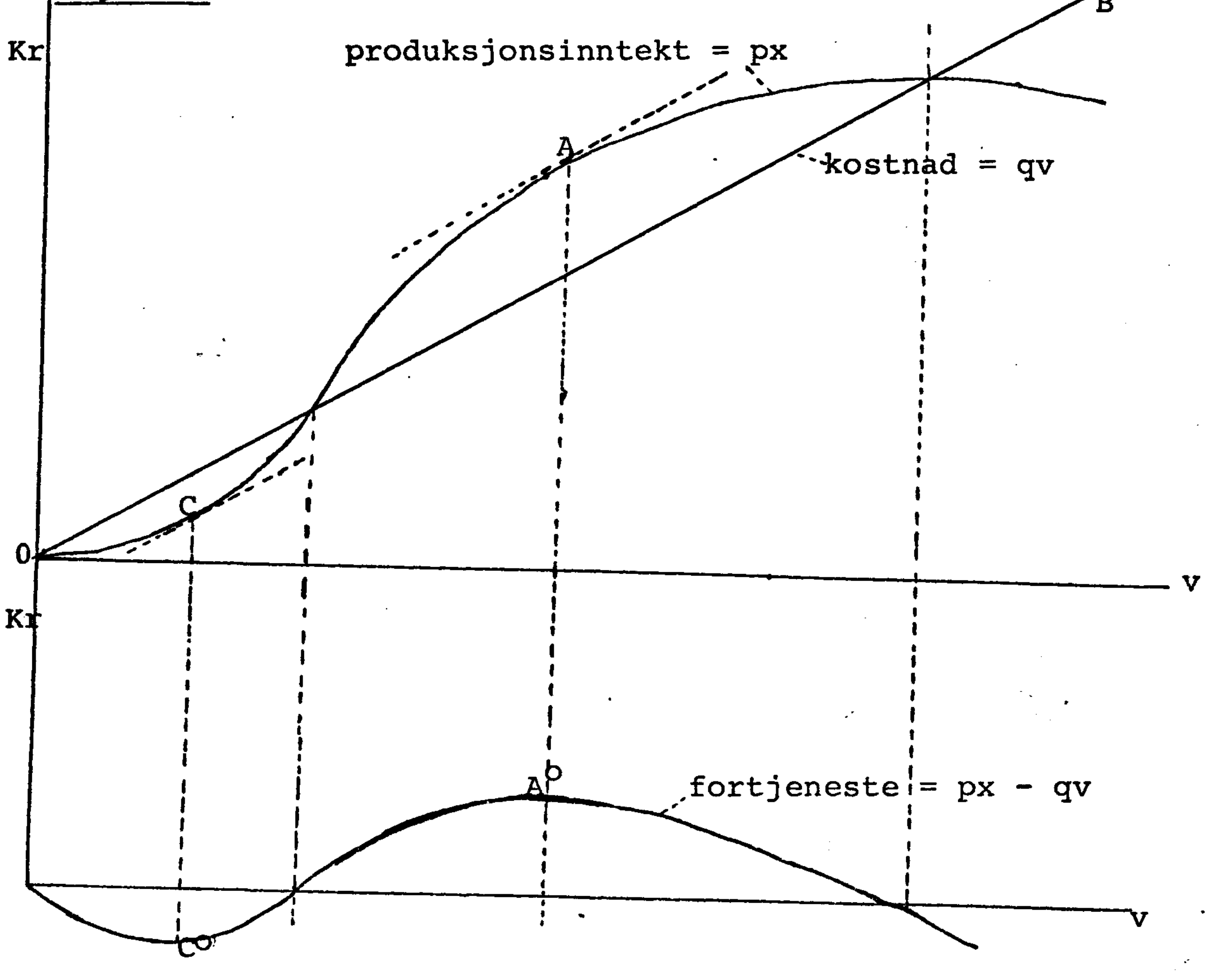
p = produktpris

q = faktorpris

Vi kan vise den økonomiske tilpasning grafisk slik:

I den øverste delen av fig. 8.2 har en tegnet to kurver: en som angir produksjonsinntektene, og en som angir faktorkostnadene. Den første kurven kan utledes av kurven over produktmengden (fig. 8.1.) simpelthen ved å multiplisere produktmengden med produktprisen. Siden produktprisen er konstant, kan vi f.eks. bare forandre skalaen på ordinat-aksen, slik at vi angir produktmengden i kroner i stedet for i fysiske enheter. Kostnadene er lik faktormengden multiplisert med faktorpris, og siden faktorprisen er konstant, blir kostnadskurven en rett linje gjennom origo.

Fig. 8.2



Fortjenesten er lik differansen mellom produksjonsinntekt og kostnad, eller den vertikale avstanden mellom de to kurvene[1]. I den nederste delen av figuren har vi tegnet en kurve som angir fortjenesten. Vi ser at fortjenesten i dette tilfellet først er negativ, så blir positiv og øker opp til et maksimumspunkt, for å igjen å avta. Dette maksimumspunktet representerer den økonomiske optimale tilpasning.

Vi kunne ha funnet dette økonomiske tilpasningspunktet direkte av den øverste delen av figuren, ved å parallellforskyve kostnadskurven OB oppover inntil den tangerer produksjonsinntektskurven i punktet A. Dette punktet representerer det punkt som gir maksimal vertikal avstand mellom produksjonsinntektskurven og kostnadskurven, og dermed maksimal fortjeneste.

For å utlede optimalbetingelsen matematisk, vil vi bruke betegnelsene

F = fortjeneste
B = faste kostnader (her: kostnader i forbindelse med de faktorer som holdes konstant)

Vi kan skrive:

$$\begin{aligned} F &= px - qv - B \\ &= p \cdot x(v) - qv - B \qquad (8.8) \end{aligned}$$

I (8.8) er fortjenesten uttrykt som en funksjon av v. Vi vet fra matematikken at en kan finne en maksimums- eller minimumsverdi av en slik funksjon ved å sette den deriverte av funksjonen lik 0. Det gir:

$$F' = \frac{\partial F}{\partial v} = p\frac{\partial x}{\partial v} - q = 0 \qquad (8.9)$$

som gir optimalbetingelse

$$\frac{\partial x}{\partial v} = \frac{q}{p} \qquad (8.10)$$

---

1) Vi ser her bort fra eventuelle faste kostnader forbundet med de produksjonsfaktorer som ikke varieres. Da størrelsen av slike kostnader er uavhengig av hva vi her foretar oss, forandrer ikke slike kostnader noe ved resonnementet.

Merk at (8.10) bare gir betingelsen for at en har et maksimums- eller minimumspunkt. For å sikre at det er et maksimumspunkt må den annen-deriverte være negativ. Det svarer til at grenseproduktiviteten er avtakende i optimumspunktet. I fig. 8.2. ser vi at det også fins et minimumspunkt for fortjenesten. Her er også grenseproduktiviteten lik forholdet mellom faktorpris og produktpris, men i dette punktet er grenseproduktiviteten økende.

c. Modellen anvendt på jordbruks-spørsmål.

I jordbruket er denne enkle modellen trolig best egnet som utgangspunkt for å diskutere spørsmål som gjelder gjødselstyrke i planteproduksjoner, og fórstyrke i husdyrproduksjoner.

I fig. 8.3, del A, er vist en type av sammenheng mellom innsats og utbytte som vi ofte finner ved gjødslingsforsøk. Ved gjødslingsforsøk holdes jordarealet konstant, mens vi øker innsatsen av ett eller flere plantenæringsstoffer. Svært ofte vil vi få avling selv ved null-innsats av gjødsel, og vi får som oftest avtakende utbytteøkning helt fra begynnelsen av. Årsaken er at jorda på forhånd inneholder visse mengder av plantenæringsstoffene, slik at vi i virkeligheten "begynner forsøket et stykke ut på abscisseaksen".

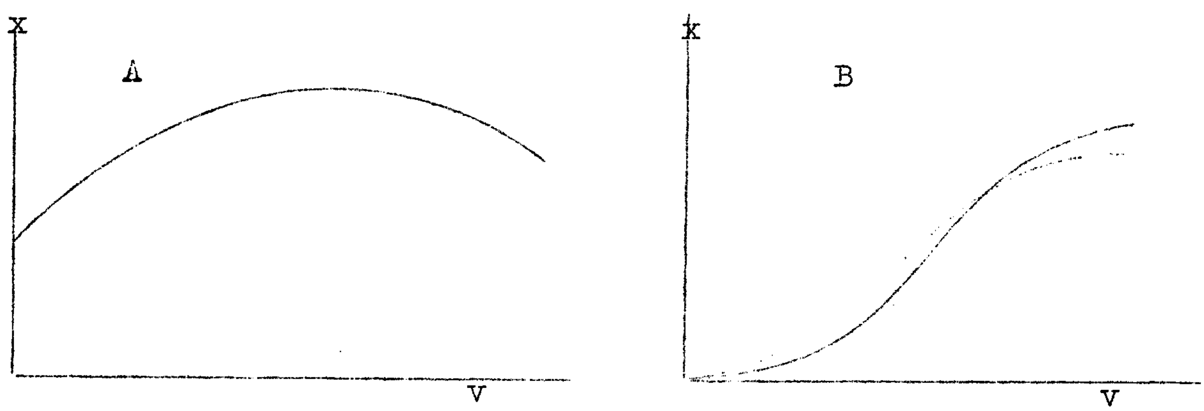


Fig. 8.3

Fig. 8. 3. del B viser en type sammenheng som en ofte finner ved fórstyrke-forsøk. Her holder vi produksjonsfaktoren "husdyr" konstant, mens vi øker innsatsen av et eller flere fórslag. Den første innsatsen av fór går til vedlikehold, og

først når vi kommer over en viss innsatsmengde begynner vi å få produkt i form av tilvekst, melk, egg el.l. På den annen side er det sjelden at vi finner noe område med negativ grenseproduktivitet ved husdyrforsøk. Det skyldes vel rett og slett at et dyr vil nekte å ete så meget at en kommer inn i dette området.

Det er verdt å merke seg at en også kan snu problemet rundt, og variere innsatsen av den faktoren som vi vanligvis ser på som konstant, mens den som vi er vant til å variere kan holdes konstant.

I stedet for å variere fórmengden, med husdyrtallet holdt konstant, kunne vi tenke oss å variere dyretallet, med fórmengden holdt konstant. Dette kan være en aktuell problemstilling, f.eks. hvis en skal avgjøre hvor mange dyr som bør beite på et område med naturlige beiter. I årene omkring 1940-50 var det også en aktuell problemstilling ved innefóring: Kraftfóret var strengt rasjonert, og problemet var ofte å avgjøre hvor mange dyr en burde ha på et bruk med et gitt fórgrunnlag. Fig. 8.4. viser denne måten å "snu problemet rundt på".

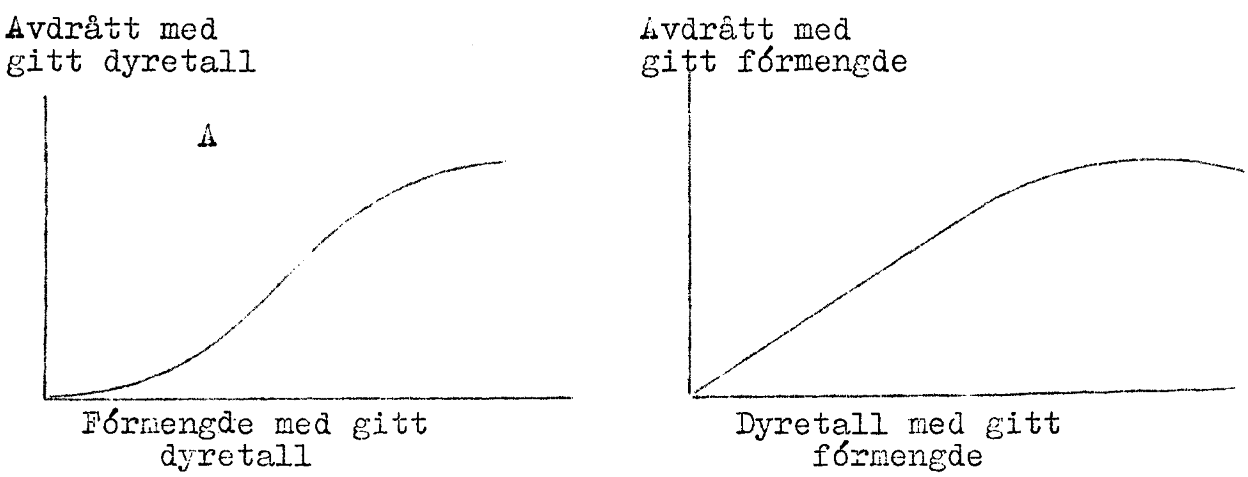


Fig. 8.4

I del A har en vist den "vanlige" betraktningsmåten, og i del B den "omsnudde". Så lenge fórmengden er stor i forhold til dyretallet, kan en vente at avdråtten vil øke proporsjonalt med dyretallet. Før eller senere blir imidlertid fórmengden pr. dyr så begrenset at avdråtten pr. dyr vil begynne å synke. Ennå et stykke kan kanskje økningen i antall dyr mer enn kompensere nedgangen i avdrått pr. dyr, slik at totalavdråtten øker, men med avtakende utbytteøkning. Blir dyretallet ennå større, vil også totalavdråtten synke.

3. To eller flere produksjonsfaktorer varieres samtidig

Denne modellen er velkjent fra kurset FØ 1, og vil derfor bare bli kort gjennomgått her.

a. Teknisk beskrivelse

Grafisk kan sammenhengen fremstilles som i fig. 8.5. Samtidig som to faktorer varieres, kan en eller flere andre faktorer holdes konstant. I analytisk og generell form kan vi skrive:

$$x = x(v_1, v_2 / v_3, \ldots, v_n) \tag{8.11}$$

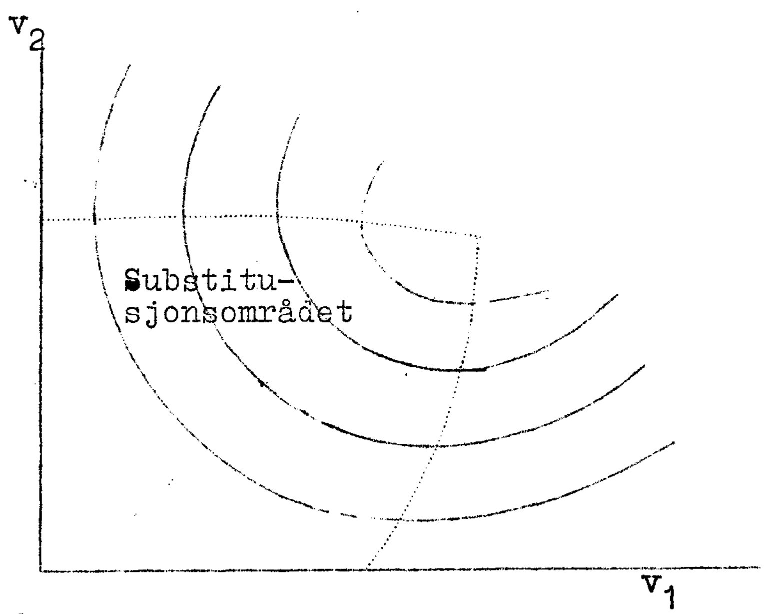


Fig. 8.5

<u>Isokvanter</u> forbinder punkter i diagrammet som gir samme produktmengder. I virkeligheten går det en isokvant gjennom hvert punkt i diagrammet. I fig. 8.5 er bare fire av disse tegnet opp.

Vi sier at to produksjonsfaktorer står i <u>substitusjonsforhold</u> til hverandre dersom vi fra et gitt utgangspunkt kan fremstille samme produktmengde som før ved å redusere innsatsen av en produksjonsfaktor samtidig som vi øker innsatsen av den andre. Dette vil si at isokvantene i faktordiagrammet har negativ helning. I fig. 8.5. har en avgrenset "substitusjonsområdet" der dette er tilfelle.

Isokvantene har ikke alltid den formen som er vist i fig. 8.5. I fig. 8.6 er vist to spesialtilfelle. I del A har en vist isokvantene når de to faktorene er ekvivalensfaktorer. Eksempler på ekvivalensfaktorer er kalkammonsalpeter og kalksalpeter ved planteproduksjon, byggrøpp og maisgrøpp ved husdyrproduksjon, fyringskull og fyringsolje ved en produksjon som krever varme. I del B er vist isokvantene når de to faktorene er samkoblingsfaktorer. Samkoblingsfaktorer forekommer svært vanlig i industrien. Aller mest typisk finner en vel forholdet i kjemisk industri, der forskjellige råvarer må kombineres i helt bestemte forhold som er gitt av de kjemiske sammenhenger. I jordbruket er det kanskje mest realistisk å se på husdyrtjenester og bygningstjenester som samkoblingsfaktorer.

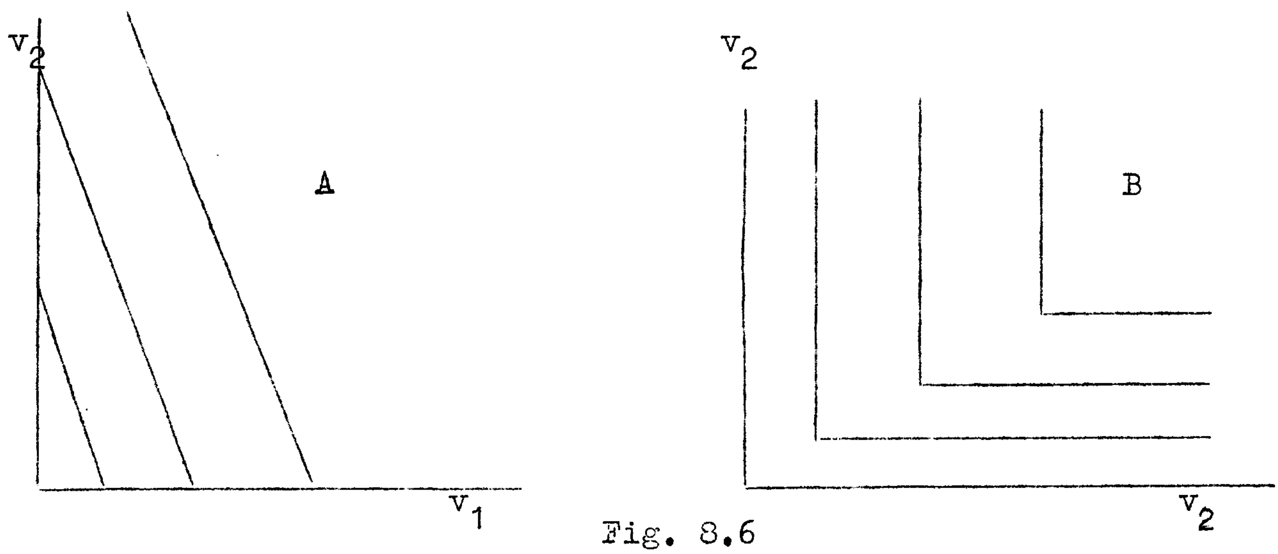


Fig. 8.6

b. Økonomisk tilpasning

Vi vil gjøre lignende forutsetninger som ved partiell variasjon av en faktor:

- Prisene på de variable produksjonsfaktorene og på produktet er kjente og konstante.
- Foretaket ønsker å oppnå høyest mulig fortjeneste.

Resultatet er kjent fra FØ 1, og er antydet grafisk i fig. 8.7. Vi har tegnet kostnadslinjer i diagrammet. Hver kostnadslinje forbinder punkter i diagrammet som gir samme kostnad til de variable produksjonsfaktorene. Helningen på kostnadslinjene avhenger av forholdet mellom faktorprisene. Substitumalen forbinder punkter i diagrammet som er tangeringspunkter mellom kostnadslinjer og isokvanter. Alle punkter på substitumalen har dette tilfelles: En gitt produktmengde fremstilles med lavest mulig kostnader, og for en gitt kostnad fremstilles det en størst mulig produktmengde.

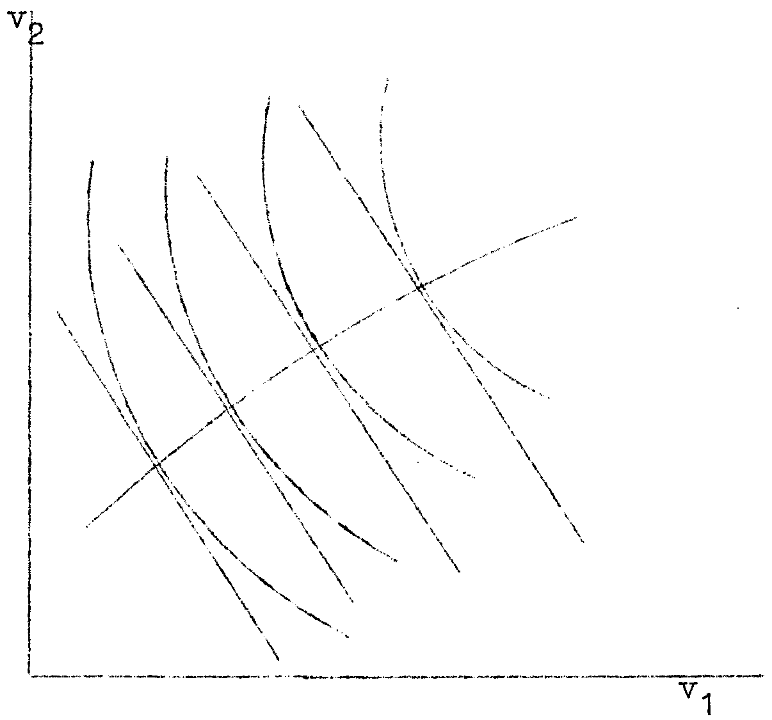


Fig. 8.7

Betingelsen for å være på substitumalen kan skrives slik:

$$\frac{\text{Grenseprod. av fakt. nr. 1}}{\text{Pris på fakt. nr. 1}} = \frac{\text{Grenseproduk. av fakt. nr. 2}}{\text{Pris på fakt. nr. 2}}$$

eller i mer matematisk form:

$$\frac{\frac{\partial x}{\partial v_1}}{q_1} = \frac{\frac{\partial x}{\partial v_2}}{q_2} \qquad (8.12)$$

der q_1 og q_2 står for priser på henholdsvis faktor nr. 1 og faktor nr. 2.

Optimalbetingelsen (8.12) kan nyttes når det er skranker enten på den produktmengde som skal fremstilles eller på kostnadene til innkjøp av faktorer. Hvis det ikke er slike skranker, vil foretaket sette inn så meget av hver enkelt variabel faktor at betingelsene nedenfor er tilfredsstillet. Det svarer til optimalbetingelsen i (8.10) ved en variabel faktor:

$$\frac{\partial x}{\partial v_1} = \frac{q_1}{p} \qquad \frac{\partial x}{\partial v_2} = \frac{q_2}{p} \tag{8.13}$$

c. Substitusjon mellom faktorer i jordbruket

I jordbruket er det særlig lett å finne eksempler på at en og samme produktmengde kan fremstilles ved å kombinere forskjellige produksjonsfaktorer i ulike forhold.

Arbeid og maskininnsats kan erstatte hverandre innen nokså vide grenser.

Ved husdyrproduksjon på et gitt bruk kan arbeid og kraftfôr erstatte hverandre innen visse grenser. Ved større arbeidsinnsats kan en dyrke mer av ytedyktige, men arbeidskrevende vekster (eks. rotvekster) som innen visse grenser kan erstatte kraftfôr i produksjonen.

Ved husdyrproduksjon på et gitt bruk kan også kunstgjødsel og kraftfôr erstatte hverandre. Ved større innsats av kunstgjødsel kan en ta større avlinger, som innen visse grenser kan erstatte kraftfôr i produksjonen.

Ved planteproduksjon kan arealinnsats og kunstgjødselinnsats erstatte hverandre. Ved større kunstgjødselinnsats kan en ta større avlinger pr. dekar, og derved redusere det areal som er nødvendig for å produsere en viss mengde planteprodukter.

Hvilket forhold det lønner seg (for den enkelte bruker) å kombinere faktorene i, avhenger av prisforholdene mellom faktorene. Når dette prisforholdet endres vil også den optimale faktorkombinasjon endres.

Hvis vi ser prisutviklingen over en lenger årrekke, er det skjedd betydelige endringer i prisforholdene på faktorer. Særlig viktig er det at prisen på arbeidskraft har steget meget sterkere enn prisene på de fleste andre produksjonsfaktorer. Dette er noe av bakgrunnen for de store endringer som har skjedd i faktorinnsatsen i norsk landbruk totalt.

4. Flervareproduksjon

a. Teknisk beskrivelse

En skiller mellom samkoblet og assortert flervareproduksjon. Ved samkoblet flervareproduksjon må to eller flere produkter fremstilles samtidig (eks. sauekjøtt og ull). Ved assortert flervareproduksjon er det teknisk sett mulig å fremstille bare ett av produktene, men de kan også fremstilles i kombinasjon.

Grafisk kan assortert flervareproduksjon vises som i fig. 8.8. Transformasjonskurven viser hvor store mengder som maksimalt kan fremstilles av de to produktene ved en gitt samlet faktormengde.

Formen på transformasjonskurven påvirkes av en rekke underliggende sammenhenger. Viktig er det at de to produksjonsfaktorene i større eller mindre grad konkurrerer om produksjonsfaktorer som er begrenset for foretaket som helhet, men som kan fordeles på forskjellige måter mellom de to produksjonene. I noen tilfelle kan de to produksjonene understøtte hverandre på andre måter, f.eks. ved at et biprodukt fra en produksjonsgren er nyttig som innsatsfaktor i en annen gren. Slike sammenhenger kan også være negative. Det kan f.eks. tenkes at en vekst er vertsplante for en plantesykdom som nedsetter avlingen av en annen vekst.

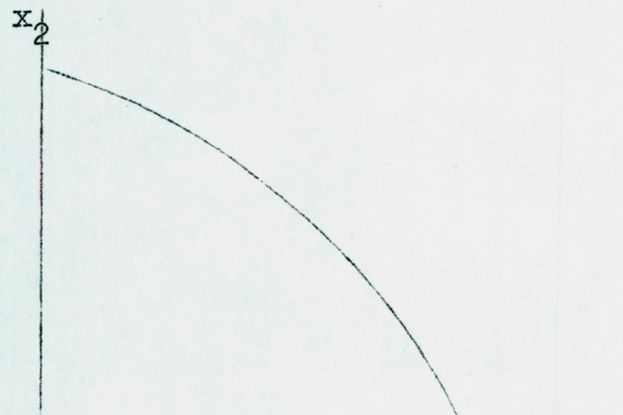


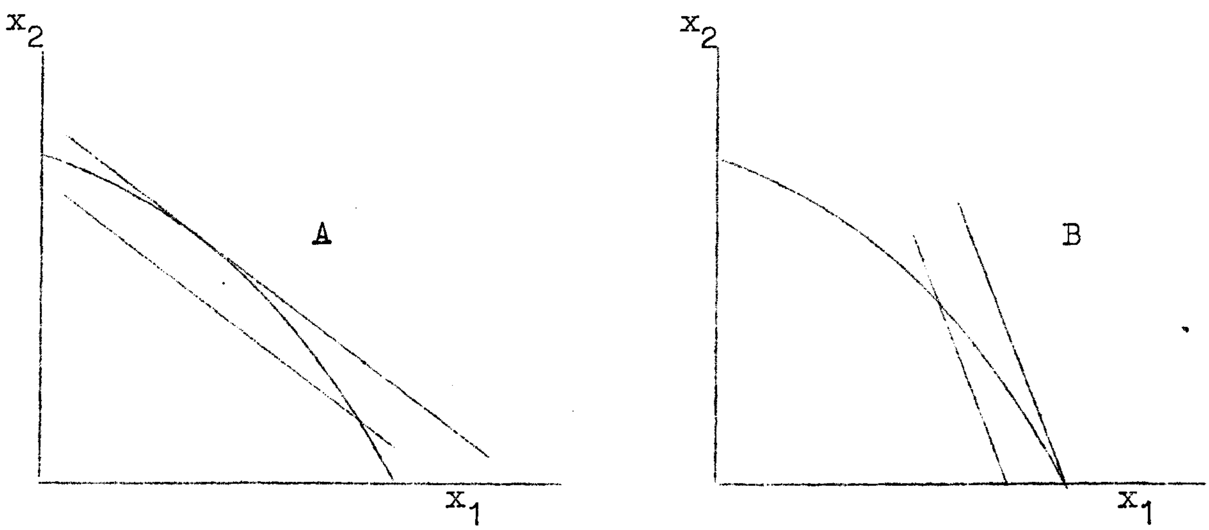
Fig. 8.8

b. Økonomisk tilpasning

Vi vil gjøre liknende forutsetninger som før:

- Prisene på de to produktene er kjente og konstante
- Foretaket ønsker å oppnå størst mulig fortjeneste

Resultatet er kjent fra FØ 1, og er antydet grafisk i fig. 8.9. Vi kan tegne "inntektslinjer" i diagrammet. Hver inntektslinje forbinder punkter som gir samme totalinntekt. [1) Helningen på inntektslinjene avhenger av forholdet mellom produktprisene. Hvis transformasjonskurven krummer utover slik som i diagrammet, og innen visse grenser for prisforhold, vil en oppnå størst mulig totalinntekt i et tangeringspunkt mellom inntektslinje og transformasjonskurve, slik som vist i del A. Ved visse prisforhold kan totalinntekten bli størst om en tilpasser seg på en av aksene og altså velger å spesialisere seg på bare en av de gitte produksjonene, slik som i del B.



Spørsmålet om optimal produktkombinasjon er det samme som spørsmålet om hvordan en skal fordele begrensete produksjonsfaktorer (ressurser) på forskjellige produksjoner. Dersom resultatet er at en bør produsere begge produkter, slik som i fig. 8.9, del A, så kan en vise at følgende optimumsbetingelse gjelder:

[1) Ved noen anvendelser kan det være mest hensiktsmessig å la inntektslinjene representere punkter som gir samme "totale dekningsbidrag".

Når mengden av en produksjonsfaktor er begrenset og den har alternative anvendelser, så er den optimalt fordelt mellom anvendelsene når dens <u>grenseproduktivitet uttrykt i verdi</u> er den samme ved alle anvendelser.

I matematisk form:

$$p_1 \frac{\partial x_1}{\partial v_n} = p_2 \frac{\partial x_2}{\partial v_n} = p_3 \frac{\partial x_3}{\partial v_n} \quad \text{osv.} \qquad (8.14)$$

Av og til vil en finne at selv om den begrensete produksjonsfaktoren har alternative anvendelser, så vil det lønne seg å bruke den i bare <u>en</u> produksjon, slik som vist i del B i fig. 8.9. Det skyldes da at uansett hvordan faktoren ellers fordeles, vil en finne at den har større grenseproduktivitet i verdi ved denne ene anvendelsen enn ved noen annen. I matematisk form, dersom en f.eks. bør bruke alt av faktoren til produksjon nr. 1, så er det fordi

$$p_1 \frac{\partial x_1}{\partial v_n} > p_2 \frac{\partial x_2}{\partial v_n} \qquad \text{osv.}$$

c. Flervareproduksjon i jordbruket.

Både samkoblet og assortert flervareproduksjon er vanlig i jordbruket.

Produksjon av kumelk og kukjøtt kan vi oppfatte som et eksempel på samkoblet produksjon. For å holde en melkeproduksjonsbesetning vedlike må en ale opp kviger og utrangere eldre kyr og dårlige kyr. Ved å drive større oppdrett og skarpere utrangering, kan en øke mengden av produsert kjøtt i forhold til mengden av produsert melk. Forholdet mellom melk og kjøtt kan altså varieres innen visse grenser, men ikke ubegrenset. Dette kalles "halvstiv samkobling". Vi kan tenke oss en transformasjonskurve i produktsdiagrammet, men denne spenner over bare en del av kvadranten, og skjærer ikke aksene. Prisforholdet mellom melk og kjøtt vil avgjøre hvor på kurven det er økonomisk fordelaktig å tilpasse seg.

Assortert flervareproduksjon er svært vanlig. Vi kan tenke på driftsformer som melk + korn, korn +gris, melk + sau, melk + kjøttproduksjon på okser, og et stort antall andre muligheter for å kombinere to eller flere produksjoner som også <u>kunne</u> drives spesialisert.

Om det er økonomisk fordelaktig å spesialisere seg på <u>en</u> produksjon eller å kombinere to eller flere produksjoner, avhenger både av prisforholdene mellom de forskjellige produktene, og av de forskjellige forhold som påvirker transformasjonskurvens form.

Fig. 8.10. viser en del mulige former på kurven

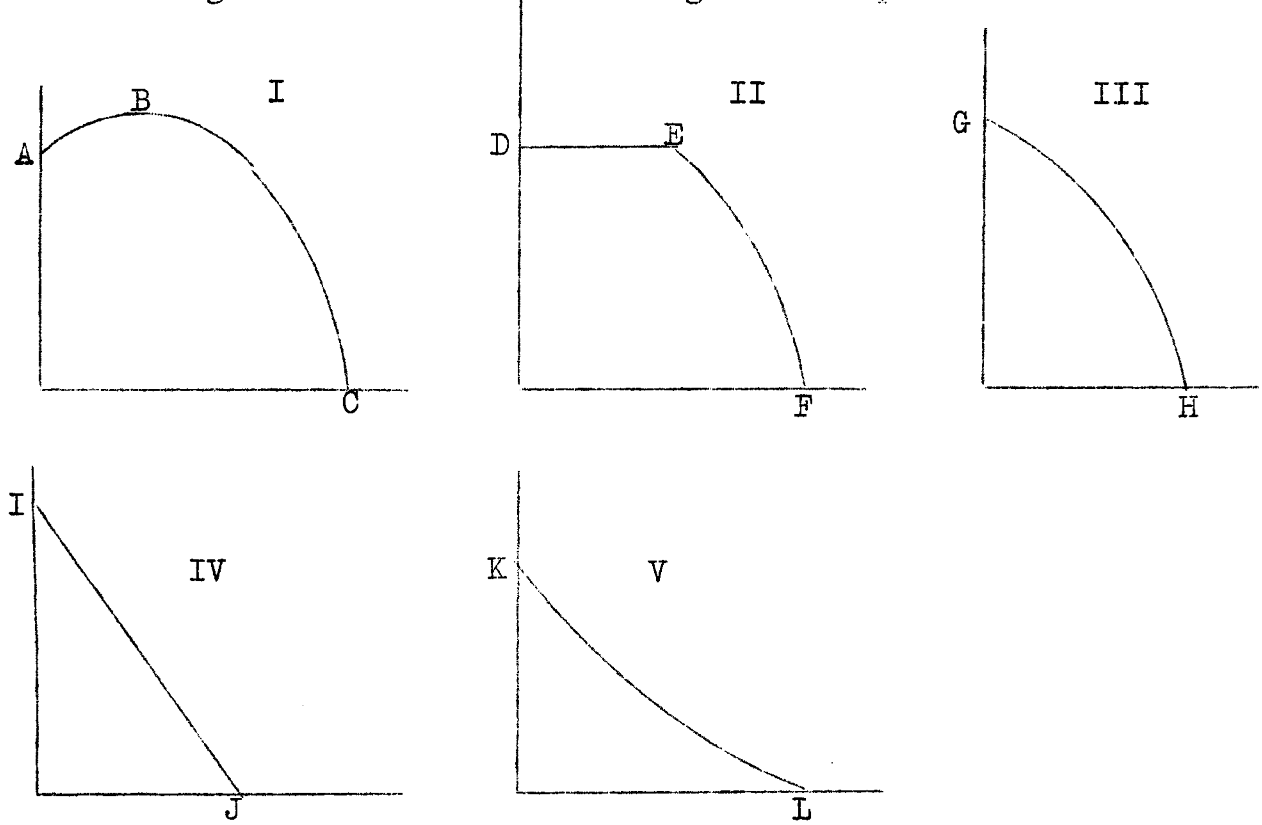


Fig. 8.10

I del I kan en innen et visst område AB øke produksjonen av produkt nr. 1, og samtidig få økning i mengden av produkt nr. 2. Innen dette området sier en at de to produktene er <u>komplementære</u>. Slike forhold finnes vel sjelden i virkeligheten innen landbruket. Det mest brukte eksempel er produksjon av mais og luserne under forhold hvor det ikke er tilgang på nitrogengjødsel. I et ensidig maisomløp får en lave avlinger p.g.a. nitrogenmangel. Ved å ta inn luserne på en del av arealet kan maisavlingen øke så meget pr.dekar at total maisavling øker, til tross for at mais-arealet blir redusert.

I del II kan en innen et visst område DE øke produksjonen av produkt nr. 1, samtidig som mengden av produkt nr. 2 holdes konstant. Innen dette området sier vi at de to produktene er supplementære. Dette er trolig et vanlig tilfelle i jordbruket, og grunnen er at det ene produktet kan bruke faste produksjonsfaktorer som ikke blir anvendt om en bare produserer det andre produktet. På bruk med ensidig kornproduksjon kan en f.eks. innen visse grenser bruke ledig arbeidskraft, bygningskapasitet og arealer som er uskikket til kornproduksjon til å produsere storfekjøtt, uten at det går ut over kornproduksjonen. Vil en øke kjøttproduksjonen ytterligere må en bruke av ressurser som også kan anvendes til kornproduksjon, og da går de to produksjonene over til å bli konkurrerende.

Hvis en har komplementære eller supplementære forhold mellom produktene, er det meget som taler for å kombinere de to produksjonene, Likevel er det ikke alltid at det vil være økonomisk fordelaktig å produsere begge produkter. I figurens del I og II kan prisforholdene være slik at det lønner seg å produsere i punkt C eller F, altså å spesialisere seg på produkt nr. 1.

I del III er det to produktene konkurrerende over hele området, men transformasjonskurven krummer utover. Slike forhold finner vi også svært ofte i jordbruket. Det er en rekke forhold som fører til at en kan få forholdsvis større produktmengder ved å kombinere flere produksjoner enn ved å produsere spesialisert. Det kan være positive omløpsvirkninger, det kan være at biproduktene fra en produksjon kan utnyttes som faktor i en annen, det kan være noen arealer på bruket som er best skikket til en produksjon og andre som er best skikket til en annen, etc. Også slike forhold trekker i retning av økonomiske fordeler ved å kombinere flere produksjoner. Det avhenger likevel av prisforholdene mellom produktene hva som er mest fordelaktig.

I del IV er utbytteforholdet mellom de to produksjonene konstant over hele området. Slik kan det f.eks. bli dersom det bare er arealet som begrenser produksjonen, og en får samme avlinger pr. dekar av hvert enkelt produkt enten en har stort eller lite areal. Det vil være økonomisk mest fordelaktig å produsere bare ett produkt. Det er prisforholdet mellom produktene som avgjør hvilket produkt som er mest fordelaktig.

I del V krummer transformasjonskurven innover. Et slikt forhold kan tenkes hvis det er negative samspillvirkninger mellom produktene. Det kan også tenkes å bli slik dersom det er store stofdrift-fordeler ved produksjonen av ett eller begge produktene. Hvis en sprer ressursene på begge produkter blir produksjonen av hvert produkt for liten, og en får derfor mindre utbytte pr. ressursenhet ved dette enn om en spesialiserer produksjonen på ett produkt.

Også slike forhold kan vi tenke oss i jordbruket.

C. Kostnadsmodellene

1. Sammenhengen mellom produksjonsmodellene og kostnadsmodellene

Det er full logisk sammenheng mellom produksjonsmodellene og kostnadsmodellene. En kan si at kostnadsmodellene bare representerer "en annen måte å se det samme problemet på". De to modelltypene vil gi løsninger på det økonomiske optimeringsproblemet som er i full overensstemmelse med hverandre.

Begge modelltyper bygger på forutsetningen om at det er en gitt matematisk sammenheng mellom mengdene som settes inn av produksjonsfaktorer og mengdene som kommer ut av produkter. I produksjonsmodellene ser en på innsatsen av en eller flere produksjonsfaktorer som den (de) uavhengige variabler, og utbyttet av et eller flere produkter som de avhengige variabler. I kostnadsmodellene ser en på utbyttet av et eller flere produkter som de uavhengige variabler, og kostnadene ved produksjonen som de avhengige variabler. Kostnadene ved produksjonen er jo igjen en funksjon av innsatsmengdene av produksjonsfaktorer.

En praktisk fordel ved kostnadsmodellene er at de lettere kan gjøres "operative" (se s. 8.1). Det skyldes at det i praksis som oftest er lettere å lage noenlunde gode anslag over kostnadsfunksjonene, enn det er å lage tilsvarende gode anslag over produktfunksjonene. I mer praktisk rettet økonomisk arbeid er derfor kostnadsfunksjoner trolig blitt meget mer anvendt enn produktfunksjoner.

2. Sammenhengen mellom forskjellige kostnadsbegreper

Kostnadsmodellene er forholdsvis utførlig behandlet i FØ 1, og vil derfor bare bli summarisk behandlet her.

Fig. 8.11 viser sammenhengen mellom de forskjellige kostnadsbegrepene i grafisk form, og under følgende forutsetninger:

Det produseres bare ett produkt (eller et antall produkter i gitt mengdeforhold). Bedriften har et gitt fast produksjonsapparat, og dette medfører visse faste kostnader. For å produsere noe må det også settes inn en eller flere variable produksjonsfaktorer, og innsatsen av disse medfører variable kostnader.

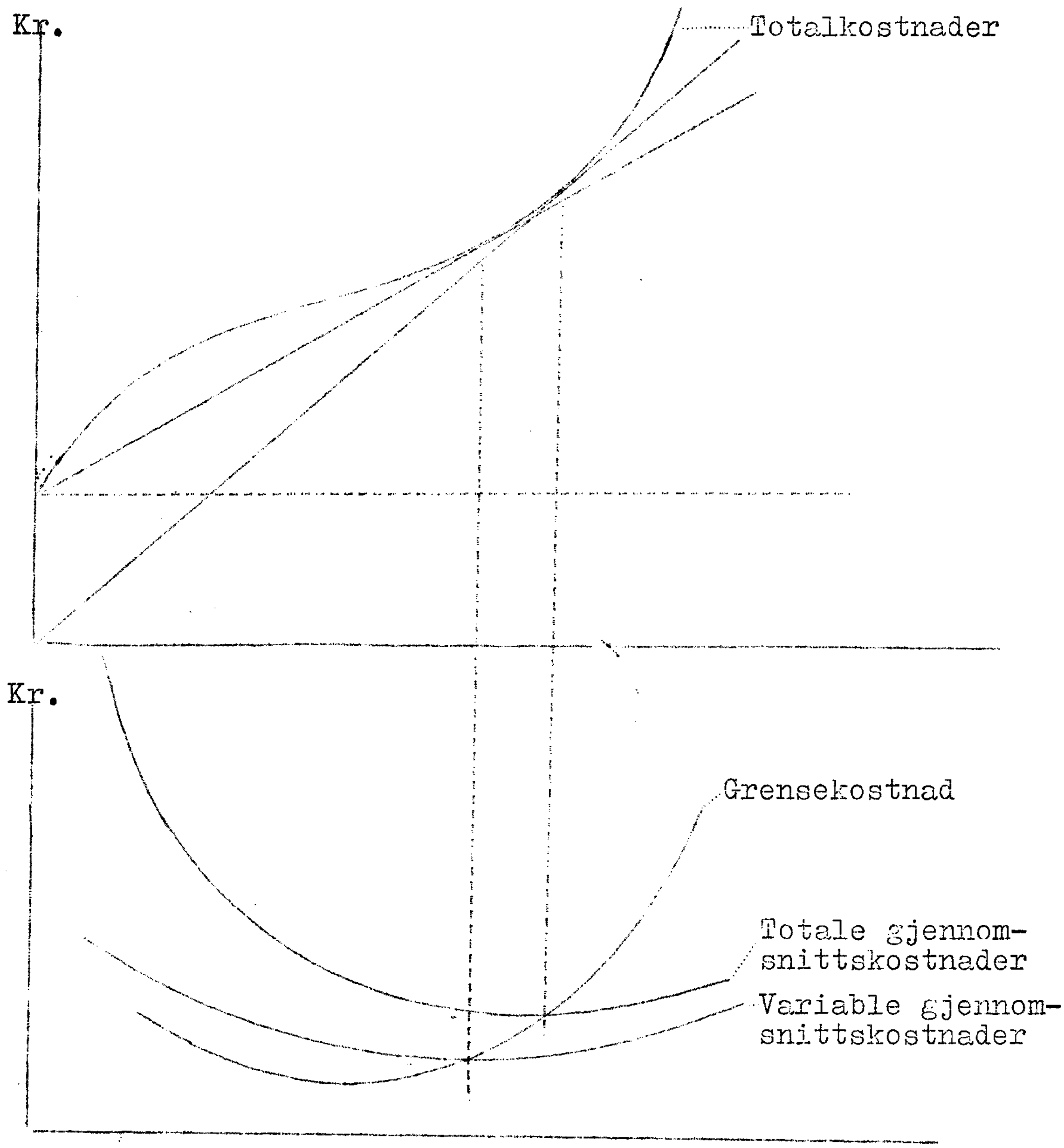


Fig. 8.11

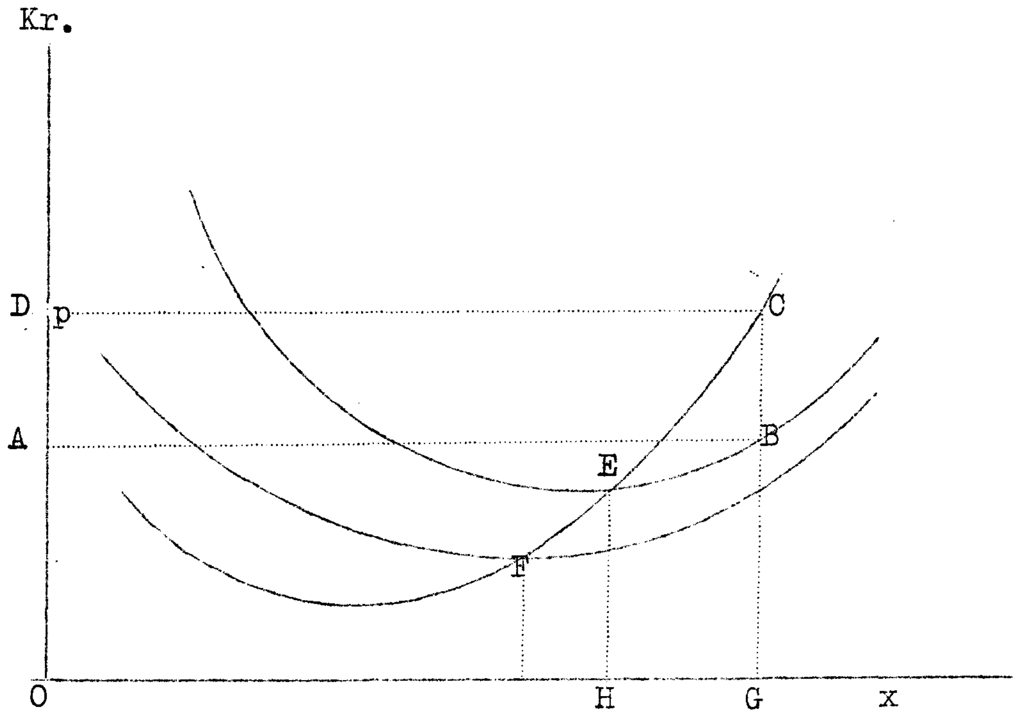


Fig. 8.12

I fig. 8.12 er markedsprisen p. Det vil lønne seg for produsenten å øke produksjonen opp til et kvantum som svarer til OG, der markedsprisen er lik grensekostnaden. Han oppnår en fortjeneste pr. produktenhet som svarer til differansen mellom produktprisen og totale gjennomsnittskostnader, altså avstanden BC. Totalfortjeneste blir produktmengde ganger (fortjeneste pr. produktenhet), og er på figuren representert av arealet av rektangelet ABCD.

Dersom nå prisen skulle synke ned til et nivå som svarer til minimumspunktet for totale gjennomsnittskostnader, vil det lønne seg å redusere produksjonen så den svarer til OH. Produsenten får akkurat dekket sine totale kostnader, og fortjenesten blir null.

Synker prisen ytterligere, slik at prisnivået blir et sted mellom minimumspunktene E og F, får produsenten ikke dekket sine totale kostnader. Fortjenesten blir negativ. Likevel vil det lønne seg for produsenten å produsere en så stor produktmengde at grensekostnad er lik produktpris. Han vil da få dekket sine variable kostnader og dessuten få et visst beløp tilovers til å dekke de faste kostnadene. Dette er bedre enn å inn-

Totalkostnadene er sammensatt av en fast og en variabel del. Kaller vi totalkostnadene for $\underline{K}$ og den faste delen for $\underline{B}$, kan vi skrive totalkostnadsfunksjonen slik:

$$\text{Totalkostnadene} = K = B + b(x)$$

Da kan vi definere de andre kostnadsbegrepene slik:

$$\text{Totale gjennomsnittskostnader} = \frac{K}{x} = \frac{B}{x} + \frac{b(x)}{x} \qquad (8.15)$$

$$\text{Variable gjennomsnittskostnader} = \frac{b(x)}{x} \qquad (8.16)$$

$$\text{Grensekostnaden} = \frac{\partial K}{\partial x} = b'(x) \qquad (8.17)$$

Grensekostnaden kan populært, men ikke helt eksakt, forklares som "den økning en får i totalkostnadene ved å øke produksjonen med en enhet". Mer eksakt kan den defineres som den deriverte av den totale kostnadsfunksjonen.

I den nederste del av fig. 8.11 skjærer grensekostnadskurven de to kurvene for gjennomsnittskostnader i deres minimumspunkter. Det er også antydet hvordan vi kan finne minimumspunktene for totale gjennomsnittskostnader og for variable gjennomsnittskostnader direkte i totalkostnadsdiagrammet.

3. Økonomisk tilpasning i kostnadsdiagrammet

Den nederste delen av fig. 8.11 er ofte brukt som utgangspunkt for å diskutere produsentenes økonomiske tilpasning, både ved "kvantumstilpasning" (når produsentene tar produktprisen som gitt og uavhengig av hvor meget de selv produserer), i monopolsituasjoner og under monopolistisk konkurranse. Her vil vi bare se på tilpasningen under kvantumstilpasning, som er den situasjon som oftest er aktuell ved primær jordbruksproduksjon. De andre situasjonene blir utførlig behandlet i kurser i markedsøkonomi.

stille produksjonen helt, og ikke få noe til ~~dekning av~~ de faste kostnadene[1]. Først når prisen synker under minimumspunktet for variable gjennomsnittskostnader vil det lønne seg å innstille produksjonen helt.

Prisområdet mellom det som er representert av E og F i diagrammet blir i engelsk-språklig litteratur kalt området for "cut-throat competition". Det henspiller på at priskonkurransen mellom konkurrerende foretak her er så hard at foretakene ikke får dekket sine fulle kostnader. Ifølge teorien vil foretakene holde produksjonen gående så lenge det nåværende faste produksjonsapparatet består, men er ikke i stand til å legge seg opp fonds til nyanskaffing av bygninger og maskiner etter hvert som disse blir utslitt. Og selv om foretakene skulle kunne klare å finansiere slik nyanskaffing fra andre kilder, vil det ikke lønne seg for dem å gjøre det. Dersom prisene ikke stiger igjen i mellomtiden, vil produksjonsanleggene falle ut av produksjonen etter hvert som de blir utslitt.

Denne diskusjonen har en god del interesse for situasjonen på mange norske gardsbruk. I jordbruket er en god del av totalkostnadene faste både på kort sikt og på mellomlang sikt. Mange gardsbruk vil derfor fortsette å produsere temmelig lenge selv om de ikke får dekket sine totale kostnader fullt ut.

Forholdene er riktignok mer kompliserte på vanlige gardsbruk, fordi en vanlig produserer mer enn ett produkt. Da kan ikke forholdet illustreres så enkelt som i fig. 8.12, men realiteten er likevel omtrent den samme. Om vi tenker oss forskjellige kombinasjoner av priser på de forskjellige produkter, vil vi finne: Ved visse priskombinasjoner er det mulig å legge opp produksjonen slik at totalinntektene overstiger totalkostnadene. Ved andre priskombinasjoner er dette ikke mulig, og en er da i området for "cut-throat competition".

Det er imidlertid viktig å merke seg at dette området ikke er det samme for alle bruk. Jo mer effektiv produksjonen og

---

[1] En forutsetter her at alle de faste kostnadene er av typen "absolutt faste kostnader", jfr. del I s. 17 a.

driftsorganiseringen er, jo lavere ~~priser~~ kan foretaket ta uten å få negativ fortjeneste[1].

4. Formen på kostnadskurvene

Kostnadskurvene har ikke alltid formen som er vist på fig. 8.11.

Et tilfelle som er nokså vanlig, er at totalkostnadskurven er rett opp til et punkt som svarer til "kapasiteten" av det tekniske anlegget. Deretter kan kurven enten stige meget raskt, eller den kan stoppe, fordi det slett ikke er mulig å øke produksjonen over dette kapasitetspunktet. Grensekostnaden er konstant opp til kapasitetspunktet. Kurven for totale gjennomsnittskostnader synker hele veien opp til kapasitetspunktet[2]. Hvis foretaket er kvantumstilpasser, vil det lønne seg å produsere opp til kapasitetspunktet.

Denne formen på kostnadskurven er nokså vanlig når det gjelder en enkelt maskin, et enkelt lager etc. Når det gjelder kostnadskurvene for produksjonen ved et totalt produksjonsanlegg, er det vel mer vanlig at kostnadskurvene har en form som i hvert fall i hovedtrekkeee ligner mer på fig. 8.11. Her er det innen et visst område mulig å øke produksjonen mot økende grensekostnader. I en industribedrift kan en ofte øke produksjonen en del ved å sette inn større arbeidsstokk, å kjøre på overtid, sette inn ekstra arbeidsskift etc. På et gardsbruk kan en øke produksjonen bl.a. ved å dyrke mer av arbeidskrevende fôrvekster med høyt arbeidsbehov, ved å sette inn mer kunstgjødsel, osv.

I økonomiske analyser kan kostnadskurvene være nyttige for mange formål, dels for å diskutere del-problemer, og dels for å diskutere et foretaks totale tilpasning. I hvert tilfelle bør en forsøke å finne fram til den form som det er rimelig å tro at kostnadskurvene har i nettopp dette tilfellet.

---

[1] En annen sak er at totalkostnadene ikke alltid er så entydig bestemt. På et familiebruk får familien ofte en betaling for sin arbeidskraft som er lavere enn det som f.eks. svarer til tarifflønn. Likevel fortsetter familien kanskje å drive bruket, fordi dette tross alt synes å være et bedre alternativ enn f.eks. fraflytting.

[2] Se f.eks. Langvatns kompendium, s. 42. I figuren er imidlertid kurven for "gjennomsnittskostnader" ikke helt godt tegnet.

IX. STORDRIFT-VIRKNINGER I PRODUKSJONEN

Det skrives og snakkes ofte om "stordrift-fordeler". Hva menes med dette?

Et foretak kan vokse i størrelse på forskjellige måter. Det kan øke produksjonen av ett produkt ved de eksisterende faste anlegg, det kan bygge ut de eksisterende anlegg, eller kan bygge ut nye anlegg, kanskje på nye steder. Det kan også "vokse i bredden", ved å ta opp produksjon av produkter som det tidligere ikke har produsert.

Når en snakker om "stordrift-fordeler", tenker en oftest på en bestemt ting: At de totale gjennomsnittskostnader for et gitt produkt blir lavere når produktet fremstilles i store kvanta ved store anlegg, enn når det fremstilles i mindre kvanta ved mindre anlegg. Er dette alltid riktig? Hva er årsakene til slike "stordrifts-fordeler"? Det er først og fremst dette vi skal diskutere i dette kapitlet.

A. Analyse-modell

Kostnadsmodellene i forrige kapittel kan danne et naturlig utgangspunkt for diskusjonen.

Kostnadskurvene i fig. 8.11 hadde som forutsetning at det eksisterer et gitt fast anlegg som medfører visse faste kostnader. Hvis en har et annet fast anlegg vil kostnadskurvene for dette andre anlegget bli annerledes.

Nå kan en tenke seg følgende situasjon: Sett at en har anledning til å planlegge det faste anlegget helt fra grunnen av. Hvilken kombinasjon av "fast anlegg" og "variable produksjonsfaktorer" bør en da velge, hvis en ønsker å produsere en gitt produktmengde pr. år for lavest mulig totale kostnader?

Hvis vi bedømmer situasjonen ut fra et totalkostnadsdiagram, blir situasjonen slik som i fig. 9.1. Det er her antydet kostnadskurver for tre anlegg av forskjellig størrelse, men det kan tenkes at en har mange flere alternativer å velge mellom. Disse kurvene kan kalles "korttidskurver", fordi hver av dem gjelder når det faste anlegget er gitt. Vi kan nå også tegne en "langstidskurve", som gjelder når vi har anledning til å velge størrelsen på det faste anlegget. Denne langtidskurven blir en "innhylningskurve" for korttidskurvene. For ethvert gitt produksjonsomfang vil vi velge det anlegg som for dette produksjonsomfanget gir lavest mulig totale kostnader. Om det ønskete produksjonsomfang pr. tidsenhet tilsvarer produktmengden OC, vil vi altså velge det minste anlegget, o.s.v. I fig. 9.1. er denne innhylningskurven ikke tatt med.

Hvis vi bedømmer situasjonen ut fra et kostnadsdiagram over gjennomsnittskostnader, blir situasjonen som i fig. 9.2.
I dette diagrammet er kurvene for variable gjennomsnittskostnader utelatt, mens en har tatt med kurvene for korttidsgrensekostnader og totale gjennomsnittskostnader.

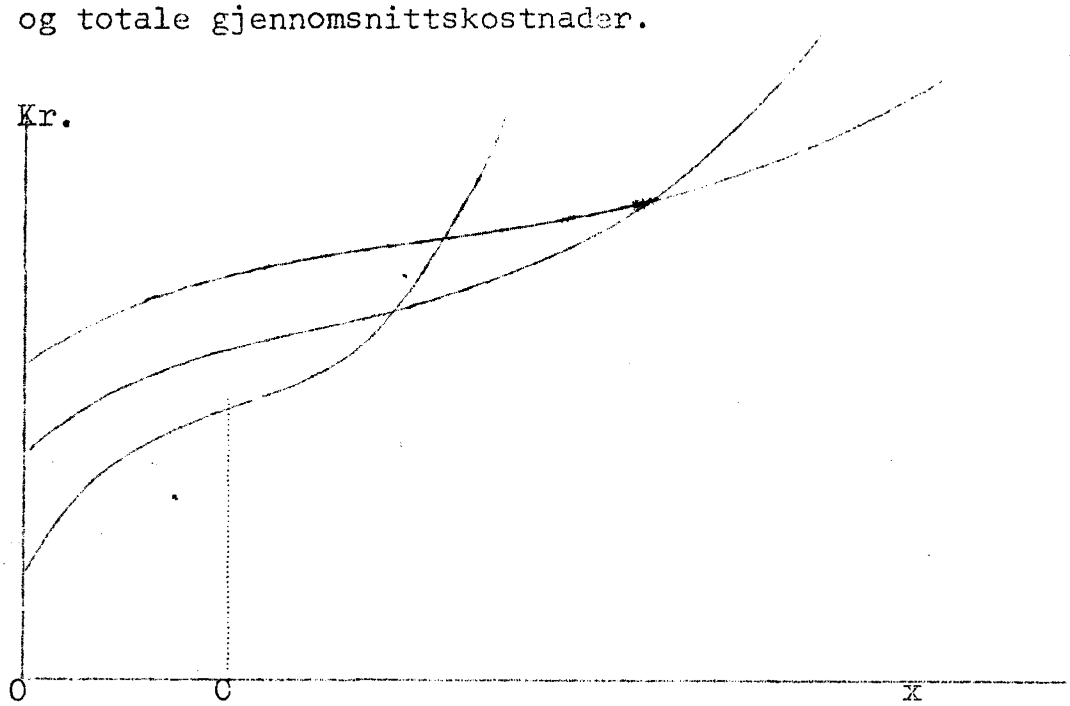


Fig. 9.1

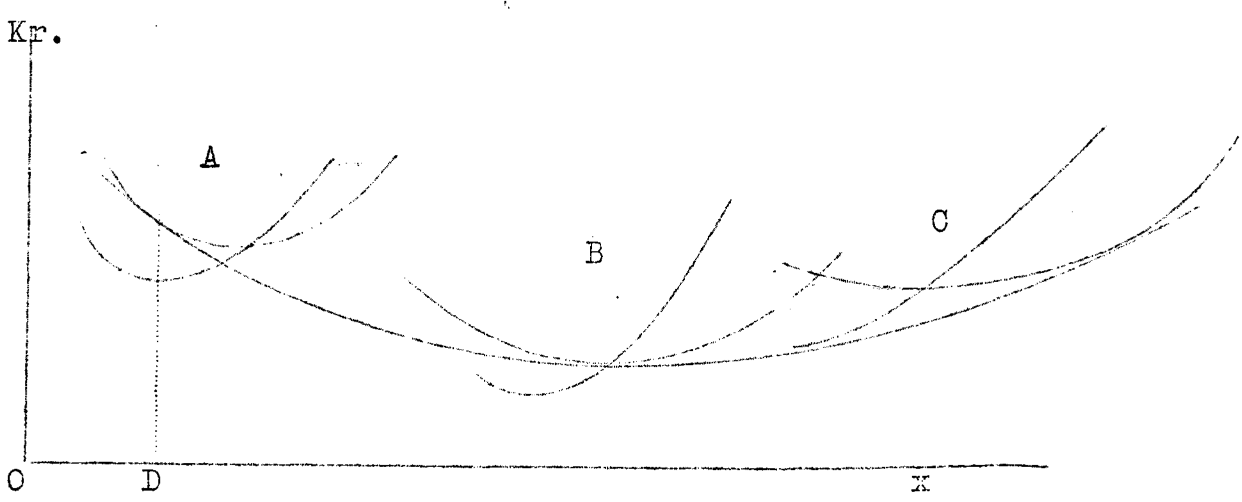


Fig. 9.2

Bedømt ut fra dette diagrammet vil en velge det anlegget som for det gitte produksjonsomfanget gir lavest mulig totale gjennomsnittskostnader. Vi kan også her tegne en "langtidskurve", som er en innhylningskurve for korttidskurvene. I fig. 2.7 er en slik langtidskurve antydet, og den er her tegnet slik at den tangerer hver korttidskurve i et punkt. Dersom vi har en uendelighet av størrelser på det faste anlegg å velge mellom, blir langtidskurven en slik tangeringskurve, men hvis en bare har et begrenset antall alternativer for faste anlegg, vil langtidskurven følge hver korttidskurve over det område hvor vedkommende korttidskurve ligger lavest.

Om det ønskete produksjonsomfang tilsvarer produktmengden OD, vil en altså bygge opp et fast produksjonsapparat som tilsvarer korttidsdiagrammet A, og sette inn så meget av variable faktorer at vi får produktmengden OD. I dette tilfellet vil vi altså bygge et anlegg som ikke utnyttes så sterkt at de totale gjennomsnittskostnader for dette anlegget når minimum.

Mange har hatt vanskelig for å akseptere denne konklusjonen, og de har hevdet at langtidskurvene må gå gjennom minimumspunktene for korttidskurvene. At den konklusjonen som er hevdet her er riktig ser vi kanskje lettest ved å se på totalkostnadsdiagrammet, fig. 9.1. Det må alltid være fordelaktig å investere i et slikt anlegg at en for den gitte produktmengde får lavest mulig totalkostnader, selv om kapasiteten av dette anlegget ikke utnyttes fullt ut. For å illustrere dette kan en minne om situasjonen for en gardbruker som skal velge størrelsen av den traktor han skal anskaffe. Han vil ofte [1] finne at han kan få traktorarbeidet utført billigere med en større traktor som ikke utnyttes fullt ut, (slik at en ikke når minimumspunktet for totale gjennomsnittskostnader for denne traktoren), enn med en mindre traktor som utnyttes så sterkt at totale gjennomsnittskostnader for denne traktoren når minimum.

---

1) men naturligvis ikke alltid.

I fig. 9.2. er kurvene tegnet slik at langtidskurven begynner å stige igjen når produksjonen blir tilstrekkelig stor. Kurven får altså en slags "U-form". En har forklart dette slik:

Det er en rekke forhold som virker til å gi lavere gjennomsnittskostnader når en øker produksjonen, mens andre forhold virker i retning av å gi høyere gjennomsnittskostnader. Så lenge pooduksjonsomfanget er forholdsvis lite vil den første gruppen av faktorer virke sterkest. Derfor vil kurven synke så lenge produksjonsomfanget er forholdsvis lite. Etter hvert som en når opp i høyere produksjonsomfang begynner virkningen av den første gruppen faktorer å bli "uttømt", mens den andre gruppen av faktorer etter hvert får større og større betydning. Vi skal se litt på hvilke faktorer en har tenkt på.

B. Forhold som gir stordrift-fordeler

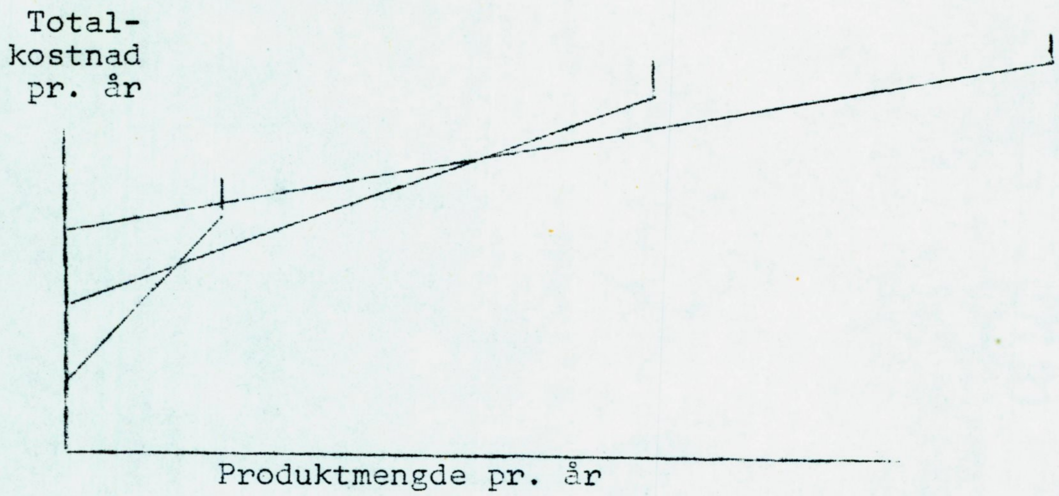
1. Udelelighet av visse produksjonsmidler og av arbeidskraft

Dette gjelder særlig for maskiner og for fast ansatt arbeidshjelp. Det å ha en maskin, eller eventuelt en fast ansatt mann, gir visse kostnader (renter, avskrivninger, husrom til maskiner, forsikring, fast arbeidslønn) som, så lenge en er innenfor kapasitetsgrensen, ikke varierer med utnyttelsesgraden. Regnet pr. produktenhet avtar derfor disse kostnadene med produksjonsomfanget.

Dersom en øker produksjonsomfanget så sterkt at en trenger flere maskiner av samme slag, får kurven for totale gjennomsnittskostnader en rekke hakk, idet kostnadene øker sprangvis for hver gang en trenger en maskin mer. Disse hakkene i kostnadskurven blir mindre jo lenger ut i produksjonsskalaen en går.

Ved produksjon i større omfang vil det også ofte lønne seg å velge større typer av maskiner, som ved stort produksjonsomfang gir lavere totalkostnader (eller totale gjennomsnittskostnader) enn mindre maskiner av samme slag. I fig. 9.3. har en antydet totalkostnadskurvene for tre forskjellige størrelser av maskiner. Hver kurve gjelder innen et bestemt kapasitetsintervall, men det vil ofte lønne seg å skifte fra en mindre til en større maskin ved et lavere produksjonsomfang enn det som gir full kapasitetsutnyttelse ved den minste maskinen.

Fig. 9.3



2. Spesialisering av arbeidskraft

Når produksjonen skjer i så stort omfang at en trenger flere arbeidere, kan disse spesialisere seg på hver sine arbeidsoperasjoner, og kan da som regel arbeide mer effektivt ved disse. Dette spiller en meget viktig rolle i industrien. Betydningen av arbeidsspesialisering i jordbruket er neppe på langt nær så stor. Men også i jordbruket kan arbeidsspesialisering bety en del, og ikke minst dette at en ved produksjon i noe større målestokk kan bruke mindre kvalifisert, og derfor billigere, arbeidskraft til en del enklere arbeid, som f.eks. luking, potetplukking, bærhøsting esv.

3. Relativt sett mindre "forberedelsestid", "omstillingstid" og annen arbeidstid som er uavhengig av produksjonsomfanget

Det går som regel en del arbeidstid med til forberedelser til en arbeidsoperasjon, og til omstilling fra en arbeidsoperasjon til en annen. På grunn av dette kan en finne at selv med en og samme teknikk og arbeidsmetode kreves det mer arbeidstid pr. produktenhet ved produksjon i mindre skala. Samme virkning har visse arbeider som ikke avhenger av produksjonsomfanget, som f.eks. vask av melkemaskiner, melkekjøring, etc.

Vi skal merke oss at ved empiriske undersøkelser over arbeids*forbruk*[1] blir denne virkningen lett blandet sammen med

---

[1] i motsetning til arbeids*behov*.

virkningen av skjult undersysselsetting. Lite produksjonsomfang finner en ofte på små bruk, der det ofte finnes mer arbeidskraft i forhold til behovet, og en derfor kan tillate seg å ta seg mere tid enn strengt nødvendig til arbeidet.

4. Omkrets - areal - volumforhold

På mindre skifter blir det større omkrets i forhold til arealet, og derfor mere vendeteiger, "kantvirkninger" av forskjellig slag, utgifter til gjerdehold etc., i forhold til totalarealet. I bygninger har en et lignende forhold. I små husdyrrom blir det både større veggarealer i forhold til gulvflaten, og det kreves bedre isolasjon i veggene enn i større husdyrrom. I mindre siloer kreves det også større veggareal i forhold til nyttevolumet, osv.

5. Størrelsesfordeler i faktor-markedene

Ved kjøp av driftsmidler i større omfang kan en ofte oppnå kvantumsrabatter av forskjellig slag. Undertiden kan dette skyldes en forhandlingsstrategisk fordel: Leverandører av driftsmidler vil nødig miste en større kunde. Men det ligger også ofte produksjonstekniske størrelsesfordeler på leverandørsiden bak: Mindre fraktutgifter pr. levert enhet, mulighet for bulkleveranse, osv.

C. Forhold som en kan tenke seg vil gi stordrift-ulemper

1. Driftsledelse og administrasjon

Den arbeidstiden som går med til ledelse og administrasjon har en tendens til å vokse raskere enn økningen i produksjonsomfang. Når bedriften blir så stor at ikke lenger en mann kan ha den fulle oversikt over det hele, må en etablere en organisasjon der en god del tid nødvendigvis må gå med til kommunikasjon mellom ledere for forskjellige avdelinger og på forskjellige nivåer, til kontrolloppgaver osv. Jo større bedriften blir, jo større sjanse kan det være for at organisasjonsapparatet blir "stivbent" og "byråkratisk", at en del ting klikker fordi samarbeidet mellom de enkelte ansatte ikke er så helt perfekt, osv.

Men i blant kan en oppnå størrelsesfordeler også når det gjelder en del av de administrative funksjonene, og dette kan i større eller mindre grad oppveie de ulempene som er nevnt foran. F.eks. kan en større bedrift lettere utnytte EDB-teknikk og andre tekniske hjelpemidler som kan lette administrasjons- og kontroll-oppgavene.

2. Indre transport

Transportbehovet innenfor bedriften vokser ofte mer enn proporsjonalt med produksjonsomfanget, da særlig ved arealkrevende produksjon. I jordbruket blir gjennomsnittsavstanden fra jordene og inn til brukssentrum større jo større bruket blir.

3. Større bedrifter mister "familie-bedrift-fordelen"

En familie som arbeider i sin egen bedrift er gjerne villig til å arbeide mer og hardere for samme betaling enn leid arbeidskraft, er villig til å utføre overtidsarbeid uten ekstra godtgjørelse, tilpasse arbeidsinnsatsen etter segongbehovet osv. Dette er en fordel som trolig veier tungt i jordbruket, og som går tapt hvis bedriften skal ha mange leide arbeidstakere.

4. Tap på grunn av sykdommer

Særlig når det gjelder husdyr blir det ofte hevdet at smittsomme sykdommer vil redusere lønnsomheten ved storproduksjon. En lignende virkning kan tenkes for enkelte planteproduksjoner.

En kan kanskje forklare denne virkningen slik: Dersom en smittsom sykdom kommer inn i besetningen, vil det bli et tap som kan tenkes å øke proporsjonalt med besetningsstørrelsen. Siden det er snakk om proporsjonalitet mellom produksjonsomfang og sykdomstap, er det altså her ikke noen ulemper ved storproduksjon. Men sjansen for å få inn en smittsom sykdom kan tenkes å øke med stigende besetningsstørrelse, fordi en større besetning får en større "kontaktflate" med omverdenen. Tilsammen vil dette resultere i en tendens til større sykdomstap i større besetninger.

5. Høyere faktor-priser

Vi har tidligere nevnt muligheten for lavere priser ved kjøp av driftsmidler i større omfang. Det er også tilfelle der en bedrift bare kan få kjøpt mere innsatsfaktorer ved å betale en høyere pris, f.eks. fordi råvarer må transporteres inn fra et større område, eller fordi råvareleverandørene har stigende grensekostnader ved sin produksjon.

D. Størrelse-virkninger i produkt-markedet

Overfor har vi nevnt muligheten for størrelses-virkninger i faktormarkeder. Disse vil være med på å bestemme kostnadskurvenes form. Tilsvarende virkninger i produkt-markedet påvirker ikke kostnadskurvene, men kan påvirke lønnsomheten ved produksjon i stort eller lite omfang.

For produkter hvor tilbudet kommer fra mange produsenter, vil større produsenter undertiden kunne oppnå en bedre pris "levert ved bedriften". Som eksempel kan en minne om den "kostnadsbetingete avregning" som praktiseres i en del samvirkeorganisasjoner.

For produkter hvor markedet er dominert av noen få store produsenter (monopol og oligopol-situasjoner) kan en slik bedrift ofte bare regne med å få solgt større produktmengd r dersom den nøyer seg med en lavere pris.

E. Vekst gjennom økning i vare-sortiment

I stedet for å øke produksjonsomfanget av ett vareslag, kan en bedrift vokse gjennom å ta opp produksjon av nye produkter, mens den produserer uendret mengde av tidligere produkter.

Hvorvidt en slik vekst fører til størrelses-fordeler på kostnadssiden avhenger av produksjonens natur. En kan oppnå slike størrelsesfordeler dersom en del av de samme udelelige driftsmidler, (og spesialisert arbeidskraft) kan utnyttes ved forskjellige produksjoner, eller dersom en kan bruke de samme innsatsfaktorer og kan oppnå størrelsesfordeler i markedene for disse faktorene. Mange av de forhold som virker til størrelsesulemper for enkeltproduksjoner kan også gi størrelsesulemper for vekst gjennom øket varesortiment. Alt i alt kan en kanskje si at størrelsesfordelene på kostnadssiden ved vekst gjennom øket varesortiment ikke er så store som ved øket produksjonsomfang av ett og samme produkt.

Når mange foretak, og særlig de virkelig store konserner, likevel ser ut til å legge vekt på øket varesortiment kan det skyldes et par andre forhold. Dels er markedene for de enkelte produkter begrenset, slik at større produktmengder av ett og samme produkt bare kan selges til lavere priser. Dels kan et øket varesortiment redusere risikoen. Det siste vil vi komme tilbake til i kap. 11.

F. Empiriske undersøkelser

Det er gjort et stort antall empiriske undersøkelser der en med støtte i tallmateriale fra virkeligheten har søkt å belyse en del av de spørsmålene som er diskutert ovenfor.

1. Kostnadsundersøkelser

Ved kostnadsundersøkelser har en ofte søkt å komme fram til langtidskurver av samme art som i fig. 9.2. Metodikken ved slike undersøkelser har vært forskjellig.

Dels har en samlet inn regnskapsmateriale som viser kostnadene ved bedrifter innen samme vareområde, men av forskjellig størrelse. Ved et tilfeldig utvalg får en gjerne med både effektive og godt ledete bedrifter, og mindre effektive bedrifter. Det er ofte hevdet at vi bare er interessert i størrelsesvirkningene under forutsetning av effektiv produksjon. Når en trekker opp langtidskurven skulle en, for hvert produksjonsomfang, gå ut fra gjennomsnittskostnadene til de bedrifter som ligger lavest i kostnader.

Dels har en nøyet seg med å samle inn tall fra et mindre antall effektive bedrifter av forskjellig størrelse. Så har en søkt å beregne seg fram til korttidskurvene for hver slik bedrift, og på grunnlag av disse korttidskurvene trukket opp langtidskurven som en "innhyllningskurve".

Dels har en søkt å kalkulere seg fram til kurvene helt og holdent på grunnlag av syntetiske modeller. De data som inngår i modellene har en imidlertid skaffet seg på grunnlag av empiriske undersøkelser.

Felles for resultatene fra disse forskjellige typer av undersøkelser har gjerne vært at en får et betydelig fall i totale gjennomsnittskostnader ved å gå fra mindre til større bedrifter, men at kurven etter hvert "flater ut". Imidlertid har en meget sjeldent klart å påvise noen stigende gren, slik som antatt i teorien. Det eer altså ut til at de forhold som vi har tenkt oss skulle gi "størrelses-ulemper", ikke er så viktige under de fleste praktiske forhold.

2. Lønnsomhetsundersøkelser

I stedet for å se bare på kostnadssiden av regnskapet, kan en studere den totale lønnsomheten ved produksjon i forskjellig omfang. Som vi alt har vært inne på, er det da flere ting som kan gi størrelses-virkninger. Også produktprisene kan variere med produksjonsomfanget.

Ved regnskapsundersøkelser i jordbruket er det vanlig å gruppere brukene etter størrelse, og beregne forskjellige resultatmål for de forskjellige størrelsesgrupper. Som "størrelseskriterium" har det vært vanlig å bruke innmarksarealet, men en kunne like gjerne bruke produksjonsomfanget.

Norges Landbruksøkonomiske Institutt publiserer resultatene fra sine regnskapsundersøkelser på to måter. Dels er deltakerbrukene gruppert bare etter geografisk område og bruksstørrelse, dels etter både geografisk område, driftsform og bruksstørrelse.

Det er en tendens til at produktslag og mengdeforhold mellom produktene varierer med bruksstørrelse. De lønnsomhetsforskjeller mellom ulike bruksstørrelser som en finner ved den første fremgangsmåten, kan derfor både skyldes forskjeller i produktsammensetning og i produksjonsomfang.

Ved den siste grupperingsmåten får en virkningen av produksjonsomfang i mer rendyrket form.

Norske undersøkelser av dette slaget har nesten alltid vist bedre lønnsomhet ved økende bruksstørrelse helt opp til de største størrelser som er med i materialet. Nå har vi som kjent svært få virkelig store jordbruk i Norge, og materialet viser ikke hvordan det ville gå om vi hadde hatt slike. I tilsvarende danske regnskapsundersøkelser er det med flere relativt store bruk. Også disse viser stort sett bedre lønnsomhet jo større brukene blir, innen materialets variasjonsområde.

På den annen side er det en god del grunner til å tro at ved de fleste vanlige jordbruksproduksjoner "flater kostnadskurvene ut" ved meget lavere bedriftsstørrelser (målt ved antall årsverks arbeidsinnsats) enn hva tilfellet er i industrien, og at effektive familiebruk i jordbruket kostnadsmessig sett kan konkurrere ganske godt med virkelige storbedrifter.

Fra USA er det rapportert en god del tilfelle der industriinteresser har forsøkt å etablere seg i jordbruket med drift i mer industriell målestokk. I de fleste tilfelle har de økonomiske resultatene ikke blitt særlig gode. Den form for stordrift som synes å ha mest for seg økonomisk sett, er slike former for vegetabilieproduksjoner som trenger store mengder ufaglært arbeidskraft, (en del frukt- og grønnsaksproduksjon).

I mange øst-europeiske land har en som kjent satset sterkt på storjordbruk, i form av stats- og kollektivbruk. En årsak til dette kan være at det aktuelle alternativet i disse landene var småjordbruk som var alt for små til å kunne bli rimelig effektive. Men meget av årsakene til at en har satset så sterkt på denne formen kan også være av politisk art. Det er vanskelig å få fremlagt regskapstall fra disse stor-jordbrukene som er så spesifiserte at de kan brukes til å vurdere stordrift-virkningene, og resultatene fra disse stor-brukene kan neppe overføres til vest-europeiske forhold.

3. Produktfunksjons-beregninger

Hvis en har godt nok kjennskap til produktfunksjonen for en bedrift, og i tillegg kjenner faktorprisene, kan en ut fra dette bestemme kostnadsfunksjonene.

Det har vært gjort en del forsøk, både i Norge og i andre land, på å anslå slike produktfunksoner for hele gardsbruk.

Disse anslagene bygger på statistisk bearbeiding av regnskapsmateriale fra et [illegible] antall gardsbruk.

I Norge har resultatene av slike arbeider alltid vist en "passus-koeffisient" som er over 1, og som oftest omkring 1,15. "Passus-koeffisienten" viser hvilke prosentvis økning en vil få i produktmengden, dersom en øker innsatsen av alle produksjonsfaktorer med en prosent. Når passuskoeffisienten er større enn 1, betyr dette at det ut fra produksjonsmessige forhold fins stordriftfordeler i produksjonen. Hvis faktorprisene er konstante og passus-koeffisienten er 1,15, vil f.eks. en fordobling i produksjonsomfanget føre til at totale gjennomsnittskostnader synker til ca. 90%. Disse resultatene kan bare sies å gi en svært tilnærmet beskrivelse av forholdene, og de gjelder bare innen materialets variasjonsområde.

G. En merknad om forholdet mellom "foretak" og "bedrift"

I kap. 1 skilte vi mellom "foretak" og "bedrift". Et foretak kan i prinsippet eie mange bedrifter.

De forhold som kan tenkes å gi stordrift-fordeler og stordrift-ulemper, og som er diskutert i avsnittene B og C foran, berører vesentlig forhold som gjelder innen bedriften. Bare punkt C 1 kan tenkes også å gjelde innen foretaket. Men et stor-foretak kan likevel som oftest unngå de meste av disse stordriftulempene ved utstrakt delegasjon av ansvar til ledelsen for den enkelte bedrift.

Det kan tenkes at totale gjennomsnittskostnader vil begynne å øke dersom den enkelte bedrift kommer over en viss størrelse. Det er neppe noen tilsvarende grense for hvor stort det enkelte foretak kan bli, fordi foretaket kan vokse videre ved å anlegge nye bedrifter.

H. Noen samfunnsmessige vurderinger

Ut fra det som er sagt foran, vil kanskje mange slutte at det ut fra samfunnsmessige vurderinger vil være ønskelig med svært store bedrifter, slik at de stordrift-fordeler som fins på kostnadssiden kan bli utnyttet så meget som mulig. Dette skulle gi størst mulig økonomisk effektivitet, og dermed størst mulig nasjonalprodukt i et samfunn med gitt ressursgrunnlag.

En diskusjon av slike forhold hører nærmere inn under kurser i sosialøkonomi og i landbrukspolitikk. Her skal vi bare kort nevne noen andre forhold som trekker i motsatt retning, og som det kanskje vil bli tatt hensyn til ved en total samfunnsmessig vurdering:

a) Ønske om å ha så mange foretak i en bransje at det blir effektiv konkurranse, dels fordi en tror dette vil stimulere til økt effektivitet innenfor det enkelte foretak, og dels fordi en er redd for at et monopol kan føre en prispolitikk som er uheldig ut fra en samfunnsøkonomisk synsvinkel.

b) Frykt for sterke maktkonsentrasjoner som ikke står under demokratisk kontroll.

c) Velferdsmessige fordeler ved at flest mulig samfunnsmedlemmer er "sin egen arbeidsherre".

d) Hensyn til den nåværende bosettingsstruktur, distriktsutbygging.

e) Ønske om høy selvforsyningsgrad med matvarer. En del av landets dyrkbare arealer ligger slik til at de vanskelig kan utnyttes av annet enn mindre bruk.

I jordbruket har mange vært opptatt av hvordan en skal kunne utnytte stordriftfordeler i rimelig grad, uten å gi avkall på de menneskelige og sosiale fordeler som ligger i familiebrukformen. På markedssiden har dette ført til at det er laget store samvirkeorganisasjoner med store foredlings- og lageranlegg som kan utnytte stordriftfordelene. I primærproduksjonen har en forsøkt å organisere forskjellige former for produksjonssamvirke. Vi kan minne om noen slike former:

- Full samdrift mellom likestilte naboer
- Fellesfjøs
- Fellesbeiter og fellesdrifter
- Maskinringer og andre former for maskin-samarbeid
- Naboavløsning i fjøs - og avløser-ringer

X. LINEÆR PROGRAMMERING

A. Innledning

Den "neoklassiske" produksjonsteorien som er gjennomgått tidligere, bruker en bestemt del av matematikken som hjelpemiddel: nemlig funksjonslæren med differential- og integralregning. Denne grenen av matematikken er meget vel anvendelig til å formulere generelle økonomiske problemer og til å utlede kriterier for økonomisk optimum. Den har derfor lenge spilt en meget viktig rolle i økonomisk teori.

Denne grenen av matematikken ble opprinnelig utformet for å brukes som redskap til helt andre formål. En av skaperne var Newton, som trengte et slikt redskap for å kunne beskrive planetenes baner rundt sola. Senere har denne grenen av matematikken funnet anvendelser innenfor en lang rekke forskjellige fagområder, bl.a. innen fysikk, kjemi, ingeniørfag, økonomi og flere.

Dette nevnes fordi det viser skillet mellom matematikken som sådan, og de teorier og modeller innenfor de forskjelligste fagområder som utformes med matematikk som hjelpemiddel. Også når det gjelder lineær programmering er det nyttig å gjøre et tilsvarende skille. Den matematiske metoden som vi kan kalle "lineær programmering" ble riktignok utviklet nettopp for å tjene som hjelpemiddel ved utforming av økonomiske modeller, på samme måte som Newton utviklet infinitesimalregningen for å bruke den som hjelpemiddel i sine gravitetsmodeller. Ikke desto mindre er det nyttig å skille mellom lineær programmering som matematisk metode, og økonomiske modeller utformet ved hjelp av lineær programmering.

De neoklassiske produksjonsmodellene er nyttige som tankeredskaper. Det er imidlertid vanskelig i praktisk økonomisk arbeid å skaffe seg gode tallmessige anslag for de produktfunksjoner som teorien forutsetter eksisterer. Derfor har modellene fått størst betydning til å utlede generelle økonomiske lovmessigheter, men mindre betydning som redskaper direkte for å løse konkrete og spesielle økonomiske problemer.

Når vi utformer økonomiske modeller ved hjelp av lineær programmering må vi gjøre forskjellige forutsetninger som på visse måter er mindre "realistiske" enn de som en gjør i de neoklassiske modellene. Til gjengjeld får en modeller

A. Innledning

Den "neoklassiske" produksjonsteorien som er gjennomgått tidligere, bruker en bestemt del av matematikken som hjelpemiddel: nemlig funksjonslæren med differential- og integralregning. Denne grenen av matematikken er meget vel anvendelig til å formulere generelle økonomiske problemer og til å utlede kriterier for økonomisk optimum. Den har derfor lenge spilt en meget viktig rolle i økonomisk teori.

Denne grenen av matematikken ble opprinnelig utformet for å brukes som redskap til helt andre formål. En av skaperne var Newton, som trengte et slikt redskap for å kunne beskrive planetenes baner rundt sola. Senere har denne grenen av matematikken funnet anvendelser innenfor en lang rekke forskjellige fagområder, bl.a. innen fysikk, kjemi, ingeniørfag, økonomi og flere.

Dette nevnes fordi det viser skillet mellom matematikken som sådan, og de teorier og modeller innenfor de forskjelligste fagområder som utformes med matematikk som hjelpemiddel. Også når det gjelder lineær programmering er det nyttig å gjøre et tilsvarende skille. Den matematiske metoden som vi kan kalle "lineær programmering" ble riktignok utviklet nettopp for å tjene som hjelpemiddel ved utforming av økonomiske modeller, på samme måte som Newton utviklet infinitesimalregningen for å bruke den som hjelpemiddel i sine gravitetsmodeller. Ikke desto mindre er det nyttig å skille mellom lineær programmering <u>som matematisk metode</u>, og økonomiske modeller utformet <u>ved hjelp</u> av lineær programmering.

De neoklassiske produksjonsmodellene er nyttige som tankeredskaper. Det er imidlertid vanskelig i praktisk økonomisk arbeid å skaffe seg gode tallmessige anslag for de produktfunksjoner som teorien forutsetter eksisterer. Derfor har modellene fått størst betydning til å utlede generelle økonomiske lovmessigheter, men mindre betydning som redskaper direkte for å løse konkrete og spesielle økonomiske problemer.

Når vi utformer økonomiske modeller ved hjelp av lineær programmering må vi gjøre forskjellige forutsetninger som på visse måter er mindre "realistiske" enn de som en gjør i de neoklassiske modellene. Til gjengjeld får en modeller som det er lettere å anvende direkte på konkrete og spesielle problemer. Dette er fordi det som oftest er meget lettere å tallfeste de parametrene som inngår i en lineær programmeringsmodell enn å tallfeste de parametrene som inngår i en "neoklassisk" produksjonsmodell.

En "neoklassisk"modell som skal omfatte mange produksjonsgrener samtidig blir svært stor og uhåndterlig. Det er lett å stille opp en lineær programmeringsmodell som omfatter mange forskjellige produksjonsgrener.

Det er mange tilfeller i virkeligheten der det kan lønne seg å la være å utnytte en fast produksjonsfaktor fullt ut. Dette er det lett å ta hensyn til når vi stiller opp en lineær programmeringsmodell. Det er meget mer komplisert å få dette til når vi bruker en "neoklassisk" modell.

Nå har det vist seg at heller ikke modeller som bygger på lineær programmering har fått særlig stor anvendelse i praktisk driftsplanlegging i jordbruket. Forfatteren tror at den aller største verdien av lineær programmeringsmodeller for nettopp vårt formål er av pedagogisk art: De viser en måte å se planleggingsproblemet på som er svært nyttig, selv om vi ikke vil bruke teknikken til å regne oss fram til en tallmessig løsning.

I dette kurset vil vi ikke forsøke å forklare den matematiske metoden lineær programmering som sådan. Vi vil starte med et økonomisk planleggingsproblem, og forsøke å vise hvorledes dette problemet kan formuleres på den måten som den matematiske metoden forutsetter. Selve løsningsteknikken vil vi ikke komme inn på. I praksis vil en gjerne overlate selve den numeriske løsningen til en elektronisk regnemaskin. De som skal arbeide videre med dette område bør nok sette seg inn i den matematiske metoden, men det er fullt mulig å formulere og skaffe seg løsninger på økonomiske problemer ved hjelp av lineær programmering uten at en behersker den matematiske metoden.

B. Begrepet "prosess"

Når en skal bruke lineær programmering til å utforme økonomiske modeller, spiller begrepet "prosess" en viktig rolle. I engelsk-språklig litteratur bruker en betegnelsen "process" eller "activity", som står for det samme. Lineær programmering blir også undertiden på engelsk kalt "activity analysis".

Med en prosess mener vi en bestemt måte til å utføre en økonomisk oppgave, kjennetegnet ved et bestemt og fast forhold mellom de forskjellige produksjonsfaktorer som settes inn, og mellom disse og mengdene av det (eller de) produkter som kommer ut.[1)]

Når vi stiller opp en prosess, gjør vi altså to forutsetninger: For det første at de forskjellige produksjonsfaktorer vil bli kombinert i et fast forhold, og for det andre at vi har å gjøre med en produktfunksjon som er av slik natur at om vi øker innsatsen av samtlige produksjonsfaktorer med en gitt prosent, vil utbyttet øke med samme prosent.

Den første forutsetningen er ikke særlig vanskelig å godta, for dersom vi ønsker å studere virkningen av varierende forhold mellom forskjellige produksjonsfaktorer, har vi full anledning til å gjøre dette ved å sette inn i modellen flere forskjellige prosesser med ulike forhold mellom de enkelte faktorene. Vi vil ta et tenkt eksempel for byggproduksjon.

Innsats av areal, dekar	1	1	1	1	1
" " såvare, kg	20	20	20	20	20
" " arbeid, timer	3	3	3	3	3
" " fullgjødsel, kg	10	20	30	40	50
Utbytte av korn, kg	220	250	270	280	280

De fem kolonnene representerer forskjellige prosesser for byggproduksjon. I dette eksemplet er det gjødselinnsats pr. dekar og avling pr. dekar som er forskjellig. Hvis vi vil undersøke hvilken gjødselmengde (av disse fem alternativene)

[1)] Se også: Harald Giæver: Prosessmetoden (N.L.I., særmelding nr. 21, 1969), s. 9 - 11.

det er som gir det beste økonomiske resultat, kan vi sette alle fem prosesser inn i programmeringsmodellen, og vil få svaret ut.

I motsetning til eksemplet ovenfor representerer de fem kolonnene i eksemplet nedenfor en og samme prosess. Her er forholdet mellom de enkelte innsatsfaktorer og mellom innsatsfaktorer og utbytte det samme i alle fem kolonner. Det er bare produksjonsskalaen som skiller de fem kolonnene fra hverandre:

Innsats av areal, dekar	0,5	1	5	10	100
" " såvare, kg	10,0	20	100	200	2000
" " arbeid, timer	1,5	3	15	30	300
" " fullgjødsel, kg	20,0	40	200	400	4000
Utbytte av korn, kg	140,0	280	1400	2800	28000

Innen en og samme prosess er det altså forutsatt full proporsjonalitet mellom innsats og utbytte. Denne forutsetningen er diskutert tidligere (s. 48 - 49). Som oftest er det ikke særlig vanskelig å stille opp en modell slik at denne forutsetningen kan godtas i hvert fall som en rimelig tilnærming til virkeligheten. Av og til finner vi det nødvendig å sette øvre og nedre skranker på en prosess, slik at vi sier at den gjelder bare innenfor et nærmere bestemt omfangsintervall.

De fem kolonnene i eksemplet nærmest ovenfor representerer en og samme prosess. Vi kunne ha nøyet oss med å skrive ned en av de fem kolonnene. Tallene i de andre kolonnene kan en få fram ved å multiplisere alle tall i den ene kolonnen med en og samme skala-faktor. Hvis vi som utgangspunkt hadde bestemt oss for å bruke kolonne nr. 2, ville skalafaktoren for kolonne nr. 1 ha blitt 0,5, for kolonne nr. 3 ville den ha blitt 5,0, osv.

Når vi stiller opp prosesser, velger vi gjerne samtidig en enhet for hver prosess. Vi står helt fritt i dette valget, og alle fem kolonner ovenfor kunne brukes som enhet. Ved oppstilling av produksjonsmodeller for jordbruksbedrifter faller det ofte naturlig å bruke <u>1 dekar</u> som enhet for prosesser for planteproduksjoner, <u>1 årsku</u> som enhet for prosesser for melkeproduksjon, etc. For mindre husdyr bruker en ofte et større antall som enhet, f.eks. 10 slaktegriser, 100 høner, etc. Men det er ingen fast regel som sier hva en bør velge. Det er imidlertid hensiktsmessig å velge slike enheter at tallene i kolonnene for det forskjellige prosessene blir av noenlunde samme størrelsesorden.

C. Begrepet "skranker"

Hvis en bedrift prøver å øke produksjonsomfanget ved å øke omfanget av en eller flere prosesser, vil det føre eller senere dukke opp hindringer for ytterligere økning. En slik hindring, som begrenser omfanget av en eller flere prosesser, kaller vi en skranke. På engelsk ser en gjerne betegnelsen "restriction".

Mange skranker skyldes begrenset størrelse av det faste produksjonsapparatet. Vi kan ikke ha større samlet planteproduksjon enn arealet tillater, ikke større husdyrhold enn bygningene tillater, og hvis en ikke kan regne med å leie ubegrenset med ekstrahjelp, vil tilgangen på arbeidskraft i forskjellige tidsperioder begrense omfanget av alle prosesser som krever arbeid. Men noen skranker kan ha andre årsaker, f.eks. begrensete avsetningsmuligheter for produktet eller begrenset tilgang på produksjonsfaktorer som kjøpes på markedet. I blant vil en sette skranker på enkelte produksjoner av andre grunner, f.eks. fordi en anser visse produksjoner for å være særlig risikopregete og derfor ikke vil ha dem med i produksjonsplanen i et alt for stort omfang.

D. Det økonomiske utbyttet av en prosess

Som uttrykk for det økonomiske utbyttet av en prosess bruker vi dekningsbidraget - d.v.s. produksjonsinntekter minus variable kostnader. Vi forutsetter at også dekningsbidraget er proporsjonalt med omfanget av vedkommende prosess.

Når vi stiller opp modeller for produksjonsplanlegging med lineær programmering, tar vi gjerne med bare de produksjonsinntekter og variable kostnader som er direkte knyttet til denne prosessen. Hvis vi f.eks. har en egen prosess for produksjon av surfor, vil ikke produksjonsinntekter fra surforet komme med ved beregning av dekningsbidraget. I den totale modellen kommer verdien av surforet fram gjennom en skranke som sier at det ikke må brukes mer surfor i melkeproduksjonen enn det produseres av surfor-produserende prosesser. Produksjonsinntektene fra surforet kommer fram gjennom inntektene fra melkeproduksjonsprosessene. I en prosess for surforproduksjon tar vi bare med de variable kostnadene knyttet til denne produksjonen, og denne prosessen vil derfor få et negativt tall i linjen for økonomisk utbytte.[1)]

E. Et enkelt eksempel

Nedenfor har en ført opp de nødvendige data for et enkelt problem som kan løses gjennom lineær programmering. Det er bare to prosesser, en for melkeproduksjon og en for byggproduksjon. Som enhet for melkeproduksjonsprosessen har en valgt 1 årsku, og som enhet for byggprosessen 1 dekar. Bruket har visse disponible mengder av forskjellige ressurser, og innenfor rammen av disse ressursene gjelder det å sette opp en samlet produksjonsplan som gir størst mulig fortjeneste. Fortjenesten kan defineres som "produksjonsinntekter - variable kostnader - faste kostnader". Vi forutsetter at de faste kostnadene vil bli de samme for alle alternativer, og en kan følgelig nøye seg med å søke den produksjonsplanen som maksimerer dekningsbidraget ("produksjonsinntekter - variable kostnader").[2)]

---

1) I dette tilfellet burde vi helst ikke snakke om "dekningsbidrag", men noe annet vanlig brukt ord har vi heller ikke. Symbolsk betegner en vanligvis tallet for "direkte salgsinntekter minus direkte variable kostnader" $\underline{c_j}$ der j står for prosessens nummer i modellen.

2) Vi forutsetter altså at ingen av de faste kostnadene er av typen "sprangvis faste" eller "driftsavhengig faste".

		Disp. mengde	Melk	Bygg
Dekningsbidrag, kroner			3600	250
Skranker:				
Totalareal, dekar		251	10,7	1.0
Fulld. areal, dekar		236	7,8	1.0
Arbeid vår,	timer	535	17,7	1.4
" forsommer,	"	412	17,5	0,2
" sommer,	"	544	41.3	0,0
" høst,	"	1184	56.0	1.5

I dette enkle problemet med bare to prosesser kan en løse problemet grafisk. I fig. 7.1 har en trukket linjer som representerer de forskjellige skrankene. Når det gjelder skranken for totalareal, tillater denne skranken et omfang av enten

$\frac{251}{10,7}$ = 23,5 enheter av melkeproduksjon , eller

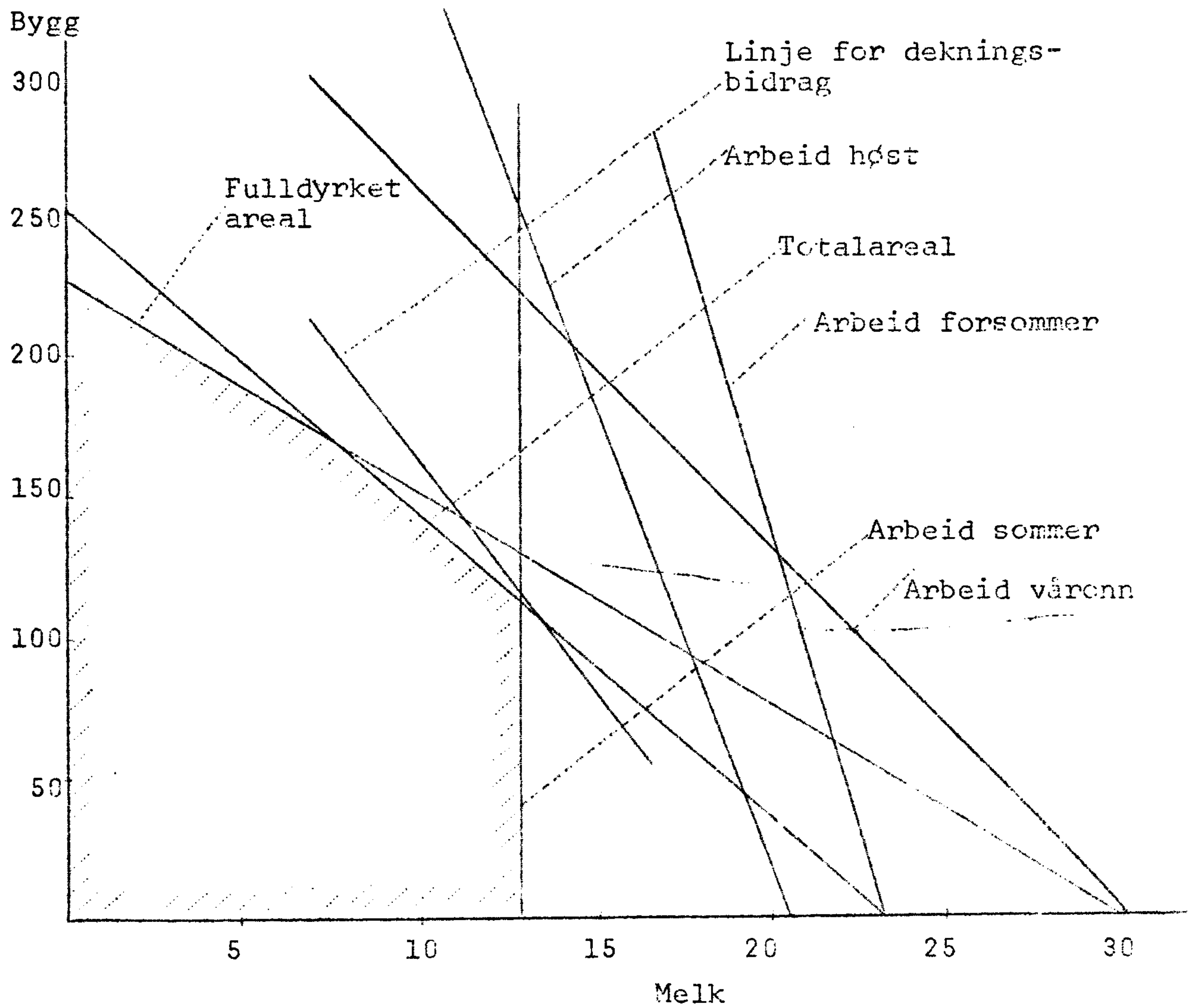
$\frac{251}{1,0}$ = 251 enheter av byggproduksjon, eller en

kombinasjon av melkeproduksjon og byggproduksjon som svarer til en rett linje mellom 23,5 på melkeproduksjon-aksen og 251 på byggproduksjons-aksen. Denne skranken begrenser altså omfanget av de to prosessene til punkter som ligger på denne linjen eller nedenfor og til venstre for denne linjen.

På tilsvarende måte kan en trekke linjer som representerer de andre skrankene. Vi har også to skranker som ikke går fram av oppstillingen ovenfor, men som sier at hverken melkeproduksjonsprosessen eller byggprosessen kan komme inn i planen i negativt omfang. Det punkt i diagrammet som skal representere produksjonsplanen, må altså ligge i første kvadrant.

Til sist kan vi spørre hvilke punkter i diagrammet er slik at de representerer produksjonsplaner som ikke kommer i konflikt med noen av de gitte skrankene. Det er alle punkter som ligger på eller innenfor den begrensningslinjer som er markert ved skråstreker. Vi har fått fram en polygon som representerer det "mulige" område, eller som det undertiden kalles, det "admissible" området i diagrammet. Vi ser at i dette eksemplet er noen av de oppgitte skrankene egentlig uten interesse, fordi det alltid vil være andre skranker som begrenser løsningen mer enn disse skrankene kan gjøre.

Fig. 10.1



Vi vil nå finne det punkt i det admissible området som gir høyest mulig totalt dekningsbidrag. Vi finner dette ved å trekke en rett linje av formen A = 3600 x (omfang av melkeproduksjon) + 250 x (omfang av byggproduksjon), og parallellforskyve denne linjen inntil den ligger så langt ut til høyre i diagrammet som den kan dersom noe av linjen skal være innen det admissible området. Dette blir det hjørnet i polygonen som er merket B, og dette representerer den optimale produksjonsplanen. Den optimale planen blir slik:

Melkeproduksjon	13,17	enheter
Byggproduksjon	110,1	"

Totalt dekningsbidrag ved denne planen blir:

13,7 x 3600 + 110,1 x 250 = 74.937 (kroner)

Vi ser at ved denne planen vil en nytte totalarealet og disponibel arbeidsmengde i sommer perioden fullt ut, mens de andre skrankene ikke blir effektive.

I dette eksemplet kunne vi finne løsningen grafisk fordi det bare var to prosesser. Dersom antallet av skranker bare hadde vært to, kunne en ha brukt en lignende grafisk fremgangsmåte selv om antallet prosesser hadde vært større. Men i det generelle tilfelle med mange prosesser og mange skranker må en bruke en algebraisk fremgangsmåte.

F. Algebraisk formulering

Dersom vi kaller omfanget av melkeproduksjon for x_1 og omfanget av byggproduksjon for x_2, kan en skrive problemet i algebraisk form slik:

Maksimer $3600{,}0\ x_1 + 250{,}0\ x_2$

under bibetingelsene:

$$
\begin{aligned}
10{,}7\ x_1 + 1{,}0\ x_2 &\leq 251\\
7{,}8\ x_1 + 1{,}0\ x_2 &\leq 236\\
17{,}7\ x_1 + 1{,}4\ x_2 &\leq 535\\
17{,}5\ x_1 + 0{,}2\ x_2 &\leq 412\\
41{,}3\ x_1 + 0{,}0\ x_2 &\leq 544\\
56{,}0\ x_1 + 1{,}5\ x_2 &\leq 1184\\
x_1 &\geq 0\\
x_2 &\geq 0
\end{aligned}
$$

Hvis vi erstatter tallene med bokstav-symboler, kan vi få en mer generell formulering:

$$\begin{aligned}
&\text{Maksimer} && \sum_j c_j x_j && \\
&\text{under bibetingelsene} && \sum_j a_{ij} x_j \leqslant s_i && (i = 1,\ldots\ldots,m) \\
& && x_j \geqslant 0 && (j = 1,\ldots\ldots,n)
\end{aligned}$$

I praksis kan vi regne med at ethvert problem som kan formuleres på denne måten og som ikke er alt for stort, kan løses numerisk ved hjelp av elektroniske regnemaskiner, såfremt noen løsning i det hele tatt finnes.[1)] Mindre problemer kan en løse "for hand" ved hjelp av vanlige kontor-kalkuleringsmaskiner, men dette er svært tidkrevende.[2)]

For bare å antyde litt om løsningsmetodikken, kan en si: Det kan vises at det antall variabler som får positive verdier i løsningen, alltid er lik antallet av skranker som blir effektive. I eksemplet ble begge de to variablene positive, og to av skrankene (på totalareal og på sommerarbeid) ble effektive. Hvis vi hadde visst dette på forhånd, kunne vi ha funnet optimalløsningen ved å løse dette ligningssystemet:

$$\begin{aligned}
10{,}7\ x_1 + 1{,}0\ x_2 &= 251 \\
41{,}3\ x_1 + 0\ \ \ x_2 &= 544
\end{aligned}$$

Dette gir løsningen: $x_1 = 13{,}17191$

$x_2 = 110{,}06054$

Totalt dekningsbidrag blir:

$$\begin{aligned}
&13{,}17191 \times 3600 + 110{,}06054 \times 250 \\
&= 74.934{,}01 \text{ (kroner)}
\end{aligned}$$

Løsningen av et lineær programmeringsproblem har meget til felles med løsningen av et lineært ligningssystem. Men det er mer komplisert, fordi vi ikke vet på forhånd hvilke variabler som skal bli positive og hvilke skranker som skal blir effektive i optimal-løsningen.

---

1) Det hender at skrankene er formulert slik at de er innbyrdes motstridende, og at det derfor ikke finnes noen løsning. I slike tilfelle finnes det altså ikke noe admissibelt område.

2) Problemer med tre-fire skranker og tre-fire prosesser kan det ta et par timer å løse "for hand". Et problem med omtrent 15 skranker og like mange prosesser krevde et par uker En stor EDB-maskin ville løse det på mindre enn et minutt.

Det er utarbeidet forskjellige regnemetoder eller "algoritmer" for å finne den optimale løsning. Den mest kjente og brukte er Simplex-algoritmen. Hvis en vil forstå metoden til bunns, må en først lære seg lineær algebra (vektor- og matriseregning). En kan imidlertid også lære seg regneteknikken rent "kokebok-messig".[1)]

G. Dual-problem og skyggepriser

Vi kunne spørre: Hva vil skje med optimalløsningen og med totalt dekningsbidrag i eksemplet ovenfor, dersom vi kan øke tilgangen på noen av de begrensete ressursene?

Dersom vi øker tilgangen på noen av de ressursene som ikke utnyttes fullt ut (så tilsvarende skranker ikke er effektive) skjer det ingen ting. Optimalløsning og totalt dekningsbidrag er uendret.

Om vi derimot i eksemplet øker tilgangen på totalareal med f.eks. 1 dekar, ser vi av fig. 7,1 at den linjen som representerer en tilsvarende skranke vil forskyves litt utover mot høyre. Hjørnet B, som representerer optimalløsningen, vil også forskyves litt. Omfanget av melkeproduksjon liir i dette tilfellet det samme som før, men omfanget av kornproduksjon øker. Dersom vi øker tilgangen på arbeidskraft i sommerperioden med f.eks. 1 time, er det linjen for tilsvarende skranke som forskyves. Omfanget av melkeproduksjon vil da øke litt, og omfanget av byggproduksjon vil reduseres noe.

Vi kunne finne virkningen ved å løse det samme ligningssystemet som før, men med nye verdier på høyresiden av likhetstegnet.

Med 1 dekar større totalareal blir systemet:

$$\begin{aligned} 10{,}7\,x_1 + 1{,}0\,x_2 &= 252 \\ 41{,}3\,x_1 + 0\,\;x_2 &= 544 \end{aligned}$$

---

1) En slik kokebok-beskrivelse finner en i: Harald Giæver og Magne Heggdal, Innføring i Simplexmetoden (N.L.I., stensilert melding, 1963).

Dette gir løsningen: $x_1 = 13{,}17191$
$x_2 = 111{,}06054$

Totalt dekningsbidrag blir:

13,17191 x 3600 + 111,06054 x 250 = 75.184,01 (kroner)

Økningen i totalt dekningsbidrag er

75.184,01 - 74.934,01 = 250 (kroner)

Med 1 time mer arbeidskraft i sommerperioden blir systemet:

$$10{,}7\ x_1 + 1{,}0\ x_2 = 251$$
$$41{,}3\ x_1 + 0\ \ x_2 = 545$$

Dette gir løsningen: $x_1 = 13{,}19613$
$x_2 = 109{,}80141$

Totalt dekningsbidrag blir:

13,19613 x 3600 + 109,80141 x 250 = 74,956,42 (kroner)

Økningen i totalt dekningsbidrag er:

74.956,42 - 74.934,01 = 22,41 (kroner)

Vi kan altså få noen flere informasjoner ut av problemet enn bare optimalløsningen og det totale dekningsbidrag. For hver skranke som er blitt effektiv i optimalløsningen, får vi ut et tall. Disse tallene kalles gjerne for "skyggepriser". Hvis skranken står for en begrenset ressurs, forteller skyggeprisen hvor meget totalt dekningsbidrag vil øke med dersom mengden av den begrensete ressursen kan økes med en enhet.[1)]

Oppgaven å finne skyggeprisene kalles ofte for "dualproblemet". Matematisk kan det vises at det til ethvert lineær programmeringsproblem også svarer et slikt "dualproblem". Hvis det problem som vi primært tar sikte på å løse er et maksimeringsproblem slik som her, blir dualproblemet et minimeringsproblem, og omvendt.

---

1) Skyggeprisen står strengt tatt for størrelsen $\frac{\partial D}{\partial s_i}$ - der D er totalt dekningsbidrag.

Når en løser et lineær programmeringsproblem ved Simplex-metoden, løser en samtidig dualproblemet. Dette er altså "innebygget" i løsningsmetodikken. Tolkningen av skyggeprisene avhenger av hva primær-problemet representerer.

Skyggeprisene gir nyttige tilleggsinformasjoner. Det er en sterk likhet mellom "skyggeprisene" som vi får ut av en lineær programmeringsløsning, og "grenseproduktiviteten uttrykt i verdi" som vi får i den klassiske produksjonsteorien. Men hvis vi tenker oss å øke mengden av en begrenset ressurs, og en bruker en modell basert på "klassisk" teori, vil "grenseproduktiviteten uttrykt i verdi "gjerne synke kontinuerlig med økning i den begrensete ressursen. I en lineær programmeringsmodell vil skyggeprisen holde seg konstant innenfor et avgrenset område, for så å synke spranggvis ned til et lavere nivå. Dette skyldes den ulike formulering av problemene.

H. Et mer realistisk eksempel

I eksemplet i avsnitt E var det bare to prosesser. I tabell 10.1 har en ført opp data for et mer omfattende problem. Dette eksemplet er tatt fra det samme reelle planleggingsproblemet som forrige eksempel, men det er føyet til noen flere skranker og mange flere prosesser. Dekningsbidragene bygger imidlertid på et foreldet prisnivå. Også dette problemet er en forenkling i forhold til det opprinnelige problemet som ble formulert og løst gjennom lineær programmering. Når en har brukt lineær programmering ved produksjonsplanlegging i landbruket her i landet, har en ofte arbeidet med modeller som inneholder ca. 15 skranker og 15-20 prosesser.

I tabell 7.1. er de enkelte prosessene gitt betegnelsene P_1, P_2 o.s.v. Skrankene blir gjerne nummerert på lignende måte. Hvis vi betegner omfanget av P_1 som x_1 o.s.v., er optimalløsningen på dette problemet slik:

x_1	=	11,3	x_5	=	2,6
x_2	=	11,4	x_6	=	25,0
x_3	=	10,5	x_7	=	11,2
x_4	=	0	x_8	=	5,9

Tabell 10.1

	$c_j \rightarrow$	2272	1369	126	144	112	265	178	-45
		Melk	Flesk/ bygg	Flesk/ kr.fôr	Bygg	Havre	Potet	Timot. frø	Leie sesonghjelp
Skranke	Ressurs	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8
Areal, Total	251	10,7	8,0		1,0	1,0	1,0	1,0	
Areal, fulld.	236	7,8	8,0		1,0	1,0	1,0		
Arbeid, vår	535	17,7	14,1	2,9	1,4	1,4	3,5	0,5	
" forsommer	412	17,5	3,8	2,2	0,2	0,2	5,0		
" sommer	544	41,3	3,0	3,0			0,5		
" høst	1184	56,0	18,6	6,6	1,5	1,5	11,0	4,5	-10,0
Båsplasser	40	1,8	0,9	0,9					
Maks. potet	25						1,0		
Maks. onnehjelp	60								10,0
Omløp	0	2,5	8,0		1,0	-2,0	-2,0	-0,667	

Om vi forutsetter at den oppstilte modellen representerer virkeligheten på en realistisk måte, forteller løsningen oss at det i den optimale årlige driftsplanen skal være 11,3 årskyr, 114 slaktegriser som fores opp på bygg av egen avl, 105 slaktegriser som fores på innkjøpt kraftfor, o.s.v.[1] Totalt dekningsbidrag er i dette tilfellet blitt 51.245 kroner.

Skyggeprisene er slik:

117,30 kroner/dekar totalareal
3,61 kroner/time sommerarbeid
15,74 kroner/time høstarbeid
12,54 kroner/båsplass
1,59 kroner/dekar maksimalareal av poteter
11,24 kroner/time onnehjelp
14,45 kroner/enhet for omløpsskranken

Her er 7 prosesser kommet med i løsningen, og følgelig er det 7 skranker som er blitt effektive og derfor har fått positive skyggepriser. Skyggeprisen forteller hvor meget totalt dekningsbidrag ville øke med hvis vi øket tallet for "ressurs" under hver skranke med en enhet. I praksis kan vi ha en god del nytte av denne informasjonen. Vi ser her f.eks. at skranken på total-areal virker sterkt begrensende på det økonomiske resultatet, mens skranken på fulldyrket areal ikke er blitt effektiv. Om vi kunne øke totalarealet gjennom overflatedyrking, ville dette gi bedret lønnsomhet så lenge de tilsvarende årlige kostnader ikke overstiger 117 kroner, men det ville ikke ha noen hensikt å gå til fulldyrking av arealet. Skranken på arbeidsinnsats i vår- og forsommerperioden er ikke blitt effektive, skranken på arbeidsinnsats i sommerperioden har gitt en forholdsvis beskjeden skyggepris, mens skranken på arbeidsinnsats om høsten representerer en alvorlig "flaskehals". Om det på noen måte er mulig å øke arbeidsinnsatsen i denne tidsperioden enten ved ytterligere leie eller ved sterkere innsats av familien på bruket, vil det gi sterk bedring i det økonomiske resultatet.

---

1) Som enhet for fleskeproduksjons-prosessen er i dette eksemplet brukt 10 griser.

Den skranken vi har satt på potetarealet er blitt effektiv, men om vi tillot potetarealet å øke med 1 dekar ut over denne skranken, ville ikke dekningsbidraget øke med mer enn halvannen krone, så det er ingen nevneverdig lønnsomhet forbundet med å øke potetarealet ut over den skranken som er satt. Den skyggeprisen som er kommet ut ved "omløpsskranken" er blitt mer komplisert å tolke. Denne skranken er formulert slik at det ikke skal dyrkes mer bygg enn at det maksimum blir to år bygg på rad på samme jordstykke. Skyggeprisen sier at om vi tillot 1 dekar mer bygg i planen enn dette (og avlingene ikke gikk ned at den grunn) ville totalt dekningsbidrag øke med 14,45 kroner.

1. Kôntroll av løsningen

I praksis vil en alltid overlate løsningen av et lineært programmeringsproblem til en elektronisk regnemaskin. De fleste datasentraler har standard-programmer for løsning av slike problemer.

Når en får tilbake en slik løsning, bør en nok oftest selv kontrollerea at løsningen er blitt riktig, eller i hvert fall ta enkelte stikkprøver. De fleste regnemaskinprogrammer for lineær programmering er nok nå blitt temmelig pålitelige, Men foreleseren har f.eks. tidligere ikke så sjelden opplevd at regnemaskinene av en eller annen grunn har avsluttet regnearbeidet for tidlig og skrevet ut en løsning som ikke er optaimal. Dessuten kan det ha vært feil i de data som er sendt inn i regnemaskinen. Et enkelt feilplassert komma, eller en a_{ij}-koeffisient som er blitt plassert i feil "rute", kan f.eks. føre til at hele løsningen er blitt riv gal.

Mens det er uhyre arbeidskrevende å utføre alle de beregninger som fører fram til optimalløsningen, er det forholdvis enkelt å kontrollere at optimalløsningen er blitt riktig. Vi skal se på noen kriterier som løsningen skal tilfredsstille og illustrere dette med tall fra eksemplet ovenfor.

a. Antall prosesser som er kommet med i løsningen skal være lik antall skranker som er blitt effektive. For skranker som er blitt effektive skal skyggeprisene være forskjellig fra 0, for skranker som ikke er blitt effektive skal skyggeprisen være 0.

I eksemplet var det 7 prosesser med i løsningen. 7 skranker var blitt effektive, med positive skyggepriser.

b. For skranker som er blitt effektive kreves:

$$\sum_j a_{ij} x_j = s_i$$

D.v.s. at om vi multipliserer omfanget av de enkelte prosesser med hva vedkommende prosess krever av vedkommende ressurs, skal summen av dette akkurat bruke opp det som var disponibelt av denne ressursen.

c. For skranker som ikke er blitt effektive kreves:

$$\sum_j a_{ij} x_j \leqq s_i$$

D.v.s. at om vi utfører den samme beregning som i punkt b for skranker som ikke er blitt effektive, skal vi normalt få en ubrukt mengde av vedkommende ressurs. (En sjelden gang kan den ubrukte mengden bli 0).

Eksempler på b og c: Skranken på totalarealet ble effektiv, skranken på arbeid i vårperioden ble ikke effektiv. Vi beregner krav til totalareal og krav til arbeid i vårperioden etter formlene ovenfor:

Totalareal	Arbeid vår
11,3 x 10,7 = 120,91	11,3 x 17,7 = 200,01
11,4 x 8,0 = 91,20	11,4 x 14,1 = 160,74
2,6 x 1,0 = 2,60	10,5 x 2,9 = 30,45
25,0 x 1,0 = 25,00	2,6 x 1,4 = 3,64
11,2 x 1,0 = 11,20	25,0 x 3,5 = 87,50
250,91	11,2 x 0,5 = 5,60
	487,94
	Ubrukt 47,06
Disp. mengde 251,00	Disp. mengde 535,00

Fordi x-verdien er avrundet til tiendedels enheter er det noen små avrundingsfeil, ellers stemmer resultatet. Når en får løsningen fra EDB-maskinen er den alltid med mange desimaler, og det er lett å få en meget mer nøyaktig overensstemmelse.

d. For prosesser som er kommet med i løsningen kreves:

$$\sum_i a_{ij} u_i = c_j$$

der u_i står for skyggeprisen av ressurs nr. i.
D.v.s. at hvis vi multipliserer hva en slik prosess krever av de enkelte ressurser med skyggeprisen av vedkommende ressurs, skal summen av dette akkurat bli lik prosessens dekningsbidrag.

e. For prosesser som ikke er kommet med i løsningen kreves:

$$\sum_i a_{ij} u_i \geq c_j$$

D.v.s. at hvis vi utfører den samme beregning som i punkt d for prosesser som ikke er kommet med i løsningen, skal vi normalt få en sum som er høyere enn prosessens dekningsbidrag. (En sjelden gang kan summen bli lik dekningsbidraget, men den skal aldri være lavere.)
Eksempler på d og e : Prosessen for melk kom med i løsningen, prosessen for bygg kom ikke.

MELK			BYGG		
10,7 x 117,30	=	1.255,11	1,0 x 117,30	=	117,30
41,3 x 3,61	=	149,09	0 x 3,61	=	0
56,0 x 15,74	=	881,44	1,5 x 15,74	=	23,71
1,8 x 12,54	=	22,57	1,0 x 14,45	=	14,45
		2.308,21			
-2,5 x 14,45	=	36,13			
		2.272,08			155,36
Dekningsbidrag		2.272.00	Dekningsbidrag		144,00

Merk at fordi melkeproduksjonsprosessen hadde en negativ koeffisient i linjen for "omløp" er den blitt godskrevet et beløp for omløpsvirkning.

f. Sum dekningsbidrag $= \sum_j x_j c_j = \sum_i s_i u_i$

Dvs. at vi skal kunne beregne totalt dekningsbidrag på to forskjellige måter: Ved å multiplisere omfanget av hver enkelt prosess med prosessens dekningsbidrag og summere, og ved å multiplisere mengden av hver enkelt ressurs med ressursens skyggepris og summere.

Eksempel:

Omfang x dekningsbidrag	Ressursmengde x skyggepris
11,3 x 2.272 = 25.673,60	251 x 117,30 = 29.442,30
11,4 x 1.369 = 15.606,60	544 x 3,61 = 1.963,84
10,5 x 126 = 1.323,00	1184 x 15,74 = 18.636,16
2,6 x 112 = 291,20	40 x 12,54 = 501,60
25,0 x 265 = 6.625,-	25 x 1,59 = 39,75
11,2 x 178 = 1.993,60	60 x 11,24 = 674,40
5,9 x (-45) = - 265,50	0 x 14,45 = 0
51.247,50	51.258,05

Prøvene a,b,c,d og f kontrollerer at løsningen er riktig rent beregningsteknisk sett, men kontrollerer ikke at den er optimal. Punkt e er en prøve på dette. I tillegg til punkt e må en se etter at ingen skyggepriser er negative.

J. Bruk av lineær programmering i praksis

Som nevnt i innledningen har lineær programmering ikke blitt særlig meget anvendt i praktisk driftsplanlegging i jordbruket. For dette formålet har metoden trolig først og fremst pedagogisk verdi.

I driftsøkonomisk forsknings- og utredningsarbeid derimot har metoden blitt meget brukt.

I andre næringsgrener (varehandel, transport, industri, herunder jordbrukets driftsmiddel- og foredlingsindustri) ser det ut til at metoden har fått meget større praktisk anvendelse.

Årsaken til at metoden er blitt såpass lite brukt ved praktisk driftsplanlegging ligger trolig i flere forhold:

Metoden er forholdsvis arbeidskrevende, fordi problemet må spesifiseres med meget stor omhyggelighet og nøyaktighet.

Dette gjelder kanskje særlig skrankene på arbeidskraft: Ved praktisk driftsplanlegging med enklere metoder (f.eks. dekningsbidragsmetoden) nøyer en seg ofte med å vurdere nokså skjønnsmessig om en gitt plan ligger innen rammen av hva som er arbeidsmessig forsvarlig. Planleggeren har en praktisk vurderingsevne som han kan utnytte under planleggingsarbeidet. EDB-maskinen mangler denne evnen til å utnytte praktisk erfaring på mer skjønnsmessig måte. Den må derfor få spesifisert problemet helt eksakt.

De fleste jordbruksforetak er svært små, og kan derfor ikke betale for særlig dyre og arbeidskrevende planleggingsmetoder. Hvis en "bedre" planleggingsmetode kan gi en bedring i økonomisk utbytte på f.eks. 2% i forhold til hva en kan oppnå med en "simplere" metode, så kan dette bety svært mange penger i en stor industribedrift, og det kan betale for bruken av slike "bedre" metoder. En tilsvarende prosentvis forbedring i økonomisk utbytte på et gardsbruk kan ikke betale for noen særlig stor planleggingsinnsats.

Endelig er usikkerheten som omgir mange av de data vi bygger på i planleggingen, trolig større i jordbruket enn i mange andre næringsgrener. Det er først og fremst ved langtidsplanlegging at lineær programmering skulle kunne gjøre nytte i jordbruket, for det er bare ved langtidsplanlegging at en står så fritt i kombinasjon av produksjonsgrener som metoden forutsetter. Både på kort sikt, og enda mere på lang sikt, er mange av de data vi må bygge på i planleggingen i jordbruket temmelig usikre. Det gjelder selvsagt også når en bruker enklere planleggingsmetoder. Poenget er at det er tvilsomt om en har særlig meget igjen for å bruke særlig fine og dyre metoder, når de data som en bygger på er så usikre som de er.

XI. RISIKO OG USIKKERHET

A. Problemet

De økonomiske modellene som er beskrevet i kapitlene 8-10 bygger alle på en forutsetning om at vi kjenner framtiden med sikkerhet. For eksempel: Når vi tegner et slikt "faktor-produktdiagram" som i fig. 8.1 på s. 8.4, har vi forutsatt at vi vet hvilken produktmengde vi kommer til å få hvis vi setter inn en viss mengde av den variable produksjonsfaktoren.

Også de praktiske planleggingsmetodene som vi diskuterte i kapittel 7 bygger på den samme forutsetningen. For eksempel: Når vi stiller opp en forkalkyle som viser dekningsbidraget ved kornproduksjon har vi forutsatt at vi vet hvilke kornavlinger gardbrukeren kommer til å oppnå.

Denne forutsetningen om at vi kjenner framtiden med sikkerhet er naturligvis ikke "realistisk". Men dette at vi gjør denne forutsetningen forenkler både de teoretiske modellene og de praktiske planlegginsmetodene svært meget, og det er ønskelig at teorier og metoder ikke er for komplierte. Dessuten er det grunn til å tro at mange av de problemene vi skal arbeide med kan behandles meget tilfredsstillende selv om vi har gjort denne forutsetningen.

På den annen side spiller usikkerhet i mange tilfeller en svært viktig rolle i virkeligheten. Derfor kan vi ikke alltid nøye oss med å late som om usikkerhet ikke eksisterer. Og hva skal vi så gjøre?

For det første er det ønskelig å ha en generell teori for hvordan folk bør - eller vil - ta hensyn til usikkerhet om framtiden. En slik generell teori kan gi oss nyttige vink om hvordan vi bør ta hensyn til usikkerhet i praksis.

For det andre er det ønskelig å kjenne til en del generelle strategier som en kan bruke for å trygge seg mot følgene av slik usikkerhet. Slike strategier kan vi "legge inn" i planen, selv om de kalkylene vi lager ikke forteller noe eksplisitt om usikkerheten. Og når gardbrukeren skal velge mellom alternative planer kan også legge vekt på noen slike strategier.

B. Hvor møter vi usikkerhet i virkeligheten?

Når vi lager økonomiske modeller eller driver økonomisk planlegging trenger vi forskjellige typer data. Noen av disse dataene er temmelig sikre, på den måten at vi har stor tillit til at det en vil oppnå i framtiden ikke kommer til å avvike noe særlig fra det som vi regnet med i modellen eller planen. Andre data kan være mer eller mindre usikre. Alt etter hvilken type data det gjelder er det vanlig å snakke om forskjellige typer av usikkerhet:

a. Produksjonsteknisk usikkerhet

Avlingene på et gardsbruk kan bli annerledes enn vi regnet med i planen, dels på grunn av variasjoner i værforholdene, og dels fordi vi feilvurderte mulighetene på dette spesielle gardsbruket. Også tallene for avdrått, forforbruket og arbeidsforbruk kan bli annerledes. Alt dette som gjelder "produksjonentekniske koeffisienter" med en gitt teknologi kan vi kalle produksjonsteknisk usikkerhet.

b. Teknologisk usikkerhet

Teknologien er blitt sterkt endret gjennom de siste ti-årene Vi må regne med at det vil fortsette å komme ny teknologi, men det er vanskelig å forutse hva som vil komme og når det kommer til å skje. Det kan f.eks. tenkes at vi investerer i en ny, dyr og moderne maskin i år ut fra en kalkyle der vi har regnet med 10 års avskrivningstid. Så kan det vise seg at maskinen blir totalt foreldet allerede i løpet av 5 år, og det kan gjøre at kalkylen slår feil.

c. Usikkerhet som gjelder priser og andre markedsforhold

Priser på produkter og produksjonsmidler kan fort endre seg, og bli annerledes enn en har regnet med i planen. For eksempel: Den første oljekrisen i 1973 kom totalt uventet, og førte til store endringer i priser og markedsforhold på mange områder.

d. Usikkerhet som gjelder lovverk, forskrifter og sedvaner

Lover, offentlige forskrifter, tilskotts- og avgiftsordninger kan endres på måter som vi ikke klarer å forutse. Også "skikk og bruk" i samfunnet kan endres over tiden og skape usikkerhet for den som skal planlegge.

e. Usikkerhet knyttet til personer.

Mennesker som en regner med i planen kan bli syke, det hender at noen dør brått og uventet. En dyktig røkter kan bestemme seg for å si opp jobben, et eldre søsken kan bestemme seg for å bruke sin odelsrett. Alt dette gir usikkerhet.

C. Noen definisjoner

Helt til de siste årene har det vært vanlig i teorien å skille mellom situasjoner med risiko og situasjoner med usikkerhet. Også i tidligere utgaver av dette kompendiet ble det lagt vekt på dette skillet.

En situasjon med "risiko" ble definert som en situasjon der en ikke kjenner utfallet av en gitt handling, men kjenner sannsynlighetsfordelingen av de utfall som kan følge av handlingen.

Nå er det jo i virkeligheten svært ofte slik at en slett ikke kjenner den "sanne" sannsynlighetsfordelingen av mulige utfall, men at en kan gjøre mer eller mindre gode gjetninger om denne sannsynlighetsfordelingen, ofte på grunnlag av tidligere erfaringer. For eksempel: Hvis vi vet hvordan potetavlingene har vært en rekke tidligere år, kan vi gjøre nokså gode gjetninger om sannsynligheten for å få en "liten potetavling", en "middels potetavling" og en "stor potetavling". Og på grunnlag av omfattende dødelighetstabeller kan en stille opp bra anslag over sannsynligheten for at en person som ikke røker og som er blitt 50 år gammel vil leve til han (eller hun) er 55 år, 60 år, 65 år, 70 år osv. En slik situasjon, der en ikke kjenner de sanne sannsynlighetene, men gjetter på hvordan de er , ble kalt en situasjon med "subjektiv risiko".

En situasjon med "usikkerhet" ble definert som en situasjon der en ikke kjenner utfallet av en gitt handling og heller ikke kan si noe om sannsynligheten av mulige utfall. Men i modeller for å behandle denne situasjonen forutsatte en alltid at en visste hvilke utfall som var mulige.

Forskere som har arbeidet med disse spørsmålene har imidlertid kommet fram til at ingen av de valgkriterier som har vært foreslått for situasjoner med "usikkerhet" er særlig tilfredsstillende. Alle kan i visse situasjoner føre til valg som vi vil forkaste som "ulogiske". Derfor har man stort sett forlatt usikkerhetsbegrepet slik som det ble definert ovenfor.

Det er også en annen grunn til at mange synes det er lite fruktbart å arbeide med modeller som forutsetter "usikkerhet" definert på denne måten. I de aller fleste situasjoner som vi står ovenfor i virkeligheten har vi visse ideer om hva som er lite sannsynlig og hva som er mer sannsynlig. Det synes fornuftig å ta hensyn til slike oppfatninger når vi skal treffe valg. Men det kan vi ikke gjøre dersom vi arbeider med valgkriterier som ikke tar hensyn til sannsynligheter i det hele tatt.

På den annen side ser det ut til at beslutningskriterier som forutsetter "risiko" slik det ble definert ovenfor gir valg som er logisk holdbare. Det skal også være en del psykologisk forskning som tyder på at folk som står ovenfor enkle valgsituasjoner i virkeligheten også gjør valg som stemmer bra med de en skulle vente ut fra en teori som forutsetter "risiko" i denne forstand.

Derfor skal vi i det som følger bare behandle teorien for valg i situasjoner der en har oppfatninger om sannsynligheten for hva som kommer til å hende i framtiden. Og for å følge den språkbruken som nå er blitt mest vanlig, skal vi kalle dette for valg under usikkerhet, men vi kommer iblant også til å bruke betegnelsen "risiko" som synonym for "usikkerhet".

D. En teori for valg under usikkerhet

I beslutningsmodeller som forutsetter sikkerhet er det vanlig å gå ut fra at foretakslederen ønsker å maksimere et eller annet resultatmål. Det kan f.eks. være fortjenesten, det totale dekningsbidraget eller nettoinntekten.

Nå vil vi se på situasjoner der en ikke tør forutsette sikkerhet, men forutsetter en bestemt sannsynlighetesfordeling for mulige utfall.

Da er ikke lenger mulig å maksimere et bestemt resultatmål som f.eks. nettoinntekten, for vi vet ikke hva nettoinntekten kommer til å bli om en velger en bestemt handlingsplan. Med en bestemt plan kan nettoinntekten komme til å bli god dersom en er heldig, men dårlig om en er uheldig.

Et alternativ som kan synes nokså fornuftig er da i stedet å maksimere forventet nettoinntekt.

Her bør vi trolig minne om hva en i statistikken mener med forventningsverdien av en variabel. Et eksempel: Sett at vi har kommet til at hvis en gardbruker velger en bestemt driftsplan, så vil nettoinntekten få følgende diskrete sannsynlighetsfordeling:

Nettoinntekt (F_i)	p_i
kr. 30 000	0,05
" 35 000	0,10
" 40 000	0,15
" 45 000	0,25
" 50 000	0,30
" 55 000	0,15

Forventningsverdien er her definert som $\sum_i F_i p_i$, og

blir
kr. (30 000 x 0,05 + 35 000 x 0,10 + ... + 55 000 x 0,15)
= kr. 45 500

Forventningsverdien svarer til det en ville oppnå i gjennomsnitt dersom driftsplanen kunne gjentas under helt like forhold et meget stort antall ganger. Men gjennomsnittlig nettoinntekt over f.eks. 5 år kan komme til å avvike ganske meget fra denne forventningsverdien.

I virkeligheten arbeider vi svært ofte med forventningsverdier når det gjelder situasjoner med usikkerhet. En kornprodusent kalkulerer med det avlingsutbytte han regner med å oppnå som gjennomsnitt over en årrekke i framtiden, en sauehalder kalkulerer med antatt gjennomsnittlig lammetall og tapsprosent på beite, og et brannforsikringsselskap med gjennomsnittlig antall branner pr år.

Dersom en person er i en slik situasjon at antallet gjentagelser blir betydelig, synes det å være gode grunner til å råde ham til å gå inn for det alternativet som gir størst forventet inntekt, for i slike tilfelle vil realisert inntekt i gjennomsnitt sjelden avvike særlig meget fra forventet inntekt.

Dersom antallet gjentagelser er lite, og særlig dersom spredningen i mulig resultat samtidig er stort, kan det være grunn til å tvile på om en person vil legge vekt på forventet inntekt alene.

Et eksempel kan illustrere dette: En mann blir tilbudt å være med i et lotteri med store innsatser. Innsatsen er 500 kroner, og det er en sannsynlighet av 0,50 for at han vil tape innsatsen, og en sannsynlighet av 0,50 for at han vil få igjen 1 020 kroner og dermed ha vunnet 520 kroner netto. Forventet inntekt er 10 kroner:

F_i	p_i	$F_i p_i$
- 500	0,50	- 250
520	0,50	260
	Sum	10

Dersom dette var et lotteri som skulle gjentas et stort antall ganger, kunne mannen regne med å vinne i gjennomsnitt 10 kroner pr. gang, så det er rimelig å tro at han ville være interessert i å delta. Men om det er en engangshendelse, er det meget mulig at mannen vil legge mer vekt på muligheten for å tape 500 kroner enn på muligheten for å vinne 520 kroner, og derfor vil avslå tilbudet.

Det synes å være en vanlig erfaring at "folk flest" ofte foretrekker situasjoner med lavere usikkerhet framfor situasjoner med høyere usikkerhet dersom "forventet resultat" er det samme i begge tilfelle.

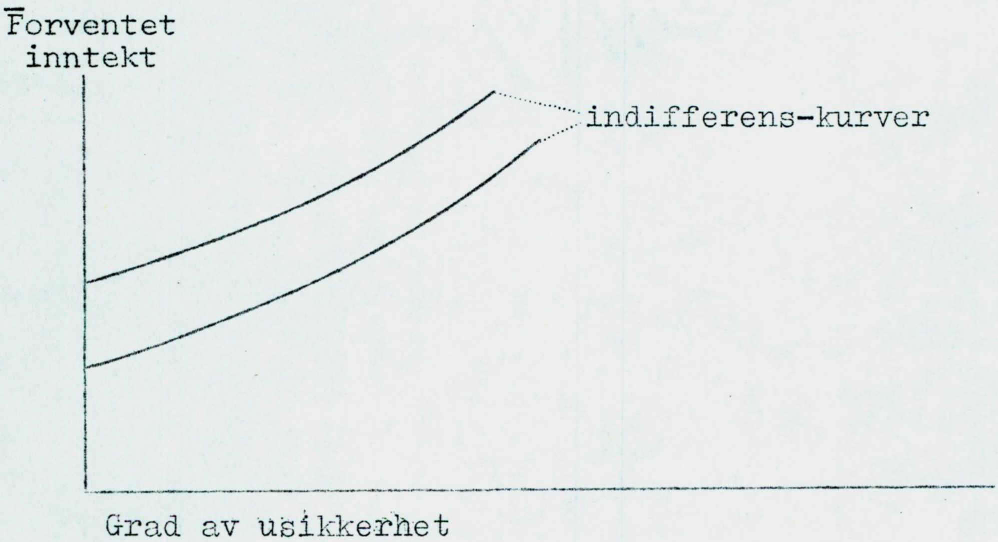
Når en tegner er forsikring, reduserer en dermed sin "forventete nettoinntekt". Det ser en bl.a. av det faktum at sum utbetalte erstatninger fra et forsikringsselskap nesten alltid er lavere enn sum innbetalte forsikringspremier. [1] Ikke desto mindre foretrekker de aller fleste å forsikre seg mot skader og ulykker som kan føre til store tap. Det reduserer usikkerheten, selv om det samtidig også reduserer forventet nettoinntekt.

Vi ser også at lønnstakere svært ofte foretrekker en "sikker stilling" med en noe lavere lønn fremfor en stilling som gir høyere lønn, men bedømmes som mer usikker, og at gardbrukere foretrekker driftsgrener som gir et noe lavere, men ~~mer~~ stabilt økonomisk resultat (mjølkeproduksjon) framfor andre driftsgrener som i gjennomsnitt for alle produsenter kanskje gir bedre økonomisk resultat, men med store variasjoner (f.eks. grønnsaksproduksjoner).

[1] Det må selvfølgelig være slik, fordi selskapet har kostnader ved administrasjon og kontroll, og dessuten etter lov er tvunget til å legge til side reservefond.

Ved planlegging i situasjoner med usikkerhet kan vi ta hensyn til dette ved å forutsette at den vi planlegger for har en viss "risikoaversjon". Dette kan illustreres i et indifferens-diagram slik som fig. 11.1. Her har vi målt forventet inntekt langs den vertikale aksen og et eller annet mål for graden av usikkerhet langs den horisontale aksen. Som mål på graden av usikkerhet kan vi f.eks. bruke standardavviket, som gir et godt mål på risikograden dersom inntekten har tilnærmet normal sannsynlighetsfordeling. Hver kurve i diagrammet forbinder punkter som representerer en slik kombinasjon av forventet inntekt og risikograd at de fra gardbrukerens synsvinkel er likeverdige. Slik vi har tegnet diagrammet, har vi forutsatt at gardbrukeren er villig til å ta en driftsplan som medfører større usikkerhet, dersom den samtidig også gir ham en større forventet inntekt. Han vil selvsagt alltid foretrekke et punkt på den høyeste kurven fremfor et punkt på den laveste, for på den høyeste kurven oppnår han en høyere forventet inntekt med en og samme grad av usikkerhet.

Fig 11.1.



Nå setter naturligvis gardbrukerens ressurser, alternative produksjonsmuligheter osv. grenser for hvor høy forventet inntekt han kan nå, og svært ofte er det slik at han bare kan oppnå høyere forventet inntekt dersom han er villig til å akseptere større usikkerhet. Vi kan tenke ess at ressursene og mulighetene tilsammen definerer et "mulig område" i diagrammet. Innenfor rammen av det som er mulig, vil han tilpasse seg slik at han når den høyeste mulige indifferenskurve. Dette kan f.eks. være punktet D i figur 11.2 (se side 11.10).

Det er naturligvis ikke uten videre sagt at **indifferens-kurvene** vil helle oppover, slik som vist i diagram 11.1 og 11.2. Det kan tenkes at kurvene er horisontale, hvis gardbrukeren i sin innstilling til risiko er "risikonøytral". Det kan til og med tenkes at de heller nedover for enkelte personer: Spillernaturer kan foretrekke situasjoner med større risiko.

Ved å forutsette en slik "risiko-aversjon" som indifferens-kurvene i fig. 11.1. gir uttrykk for, kan vi ta hensyn til folks ønske om å unngå mer risikopregete situasjoner, men dette forklarer ikke hvorfor folk flest ønsker å unngå risiko. En teori som søker å forklare dette, kan framstilles slik:

Forklaringen bygger på begrepene grensenytte og totalnytte. Det tilskottet i behovstilfredsstillelse som et individ oppnår ved å bruke en enhet mer av en vare eller tjeneste kalles grensenytten av vedkommende vare eller tjeneste for vedkommende individ. Den samlete behovstilfredsstillelse et individ oppnår i løpet av en periode kalles vedkommendes totalnytte i perioden.[1] Det pengebeløp som et individ finner å ville anvende til forbruk i løpet av en viss tidsperiode, forutsetter vi vil bli anvendt slik at totalnytten i perioden blir størst mulig. Vi kan da si at totalnytten er en funksjon av det pengebeløp som blir brukt til forbruk, og vi kan tenke oss at funksjonsforholdet er av slik natur som framstilt i fig. 11.3.

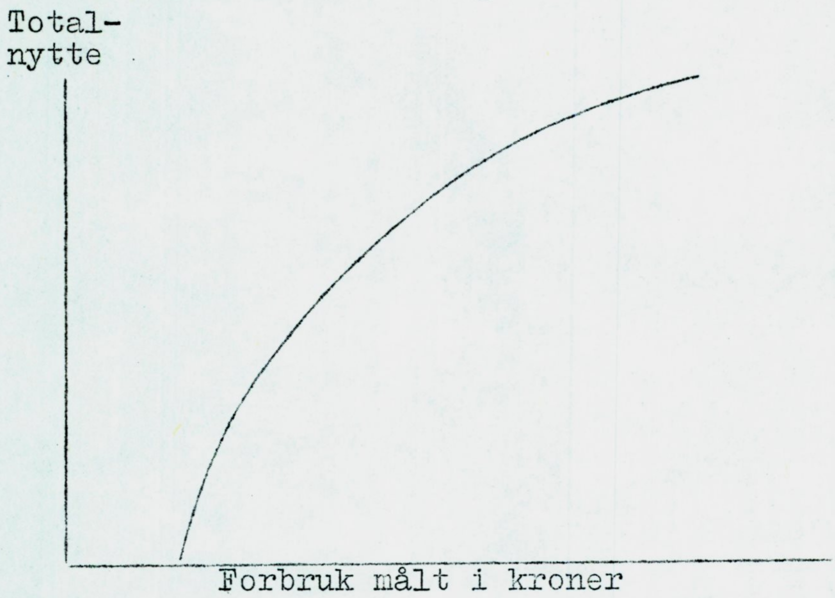


Fig. 11.3

[1] Fritz Holte, Sosialøkonomi, 4.utg. s. 274, 5.utg. s. 268

Her har vi tenkt oss at totalnytten kan måles etter en eller annen måleskala, men vi trenger ikke ta standpunkt til spørsmålet om hvorledes denne skalaen skal være. Vi har imidlertid gjort en viktig forutsetning i fig. 11.3: Vi har forutsatt at grensenytten er avtakende med økende pengemengde til forbruk. Vi har altså forutsatt at den økning i behovtilfredsstillelse som et individ vil oppnå f.eks. ved å øke forbruksutgiftene fra 1500 til 1600 kroner pr.mnd. er større enn den økning i behovstilfredsstillelsen som han vil oppnå ved å øke forbruksutgiftene fra 2000 til 2100 kroner.

Teorien forutsetter nå at et individ i en situasjon med usikkerhet vil søke å maksimere forventet totalnytte. Om vi videre forutsetter at vedkommende i hver tidsperiode forbruker sin inntekt, kan vi lett se hvorfor han vil foretrekke en situasjon med mindre usikkerhet framfor en situasjon med større usikkerhet, såfremt forventet inntekt er den samme i begge situasjoner.

La oss som eksempel anta at en person har valget mellom en sikker inntekt på 60 000 kroner pr. år, og en situasjon med 50 % sannsynlighet for å oppnå en inntekt på 45 000 kroner og 50 % sannsynlighet for å oppnå en inntekt på 75 000 kroner. Forventet inntekt er i begge tilfelle 60 000 kroner. Men hvis vi ser på fig. 11.4., ser vi at forventet totalnytte i den første situasjonen tilsvarer ordinaten DA. I den andre situasjonen tilsvarer forventet totalnytte gjennomsnittet av totalnytten ved en inntekt på 45 000 kroner og totalnytten ved en inntekt på 75 000 kroner. Dette tilsvarer ordinaten DG, og er altså mindre enn totalnytten ved en sikker inntekt på 60 000 kroner.

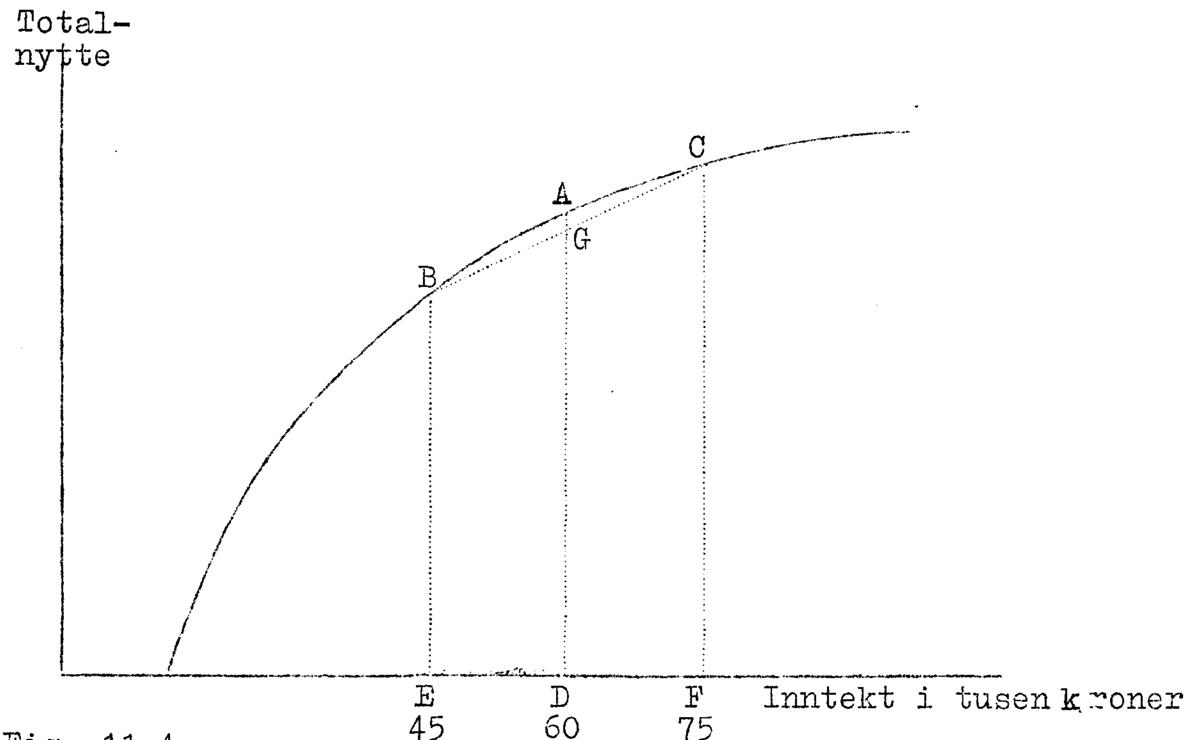


Fig. 11.4

Et liknende resultat ville vi ha kommet til dersom sannsynlighetsfordlingen hadde vært skjev. Dersom grensenytten er avtakende med økende inntekt, vil forventet totalnytte med en og samme forventete inntekt bli lavere jo større spredningen i inntekten er.

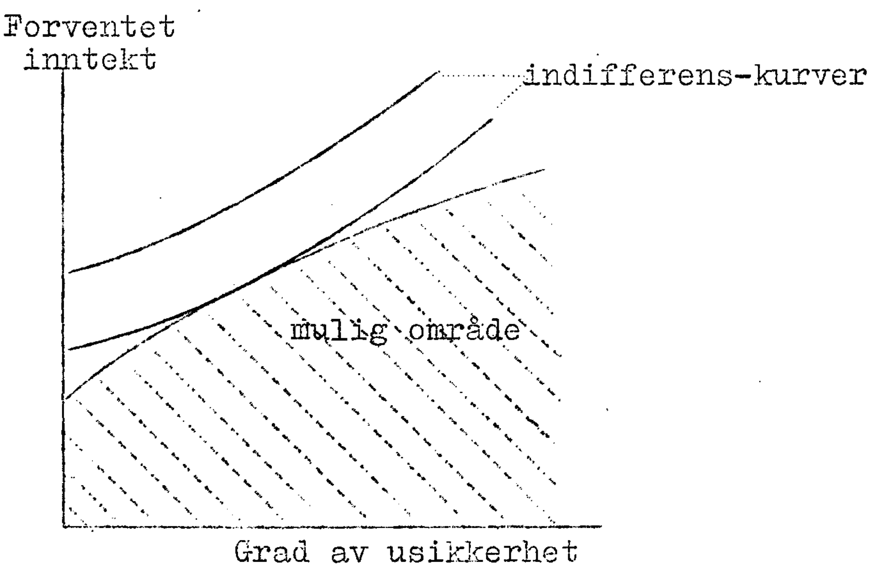


Fig. 11.2

E. Når er det viktig å ta hensyn til risiko-aversjon?

Vi sa foran at det kan være forskjell mellom mennesker når det gjelder holdninger til usikkerhet. Noen legger stor vekt på å "spille sikkert", andre er villige til å ta større risikoer, eller kan til og med ha glede av det.

Det er lett å se at i hvert fall de fleste mennesker viser risiko-aversjon i visse situasjoner. Det enkleste eksemplet er når de tegner forsikringer, til tross for at dette reduserer deres "forventete inntekt".

For noen av dem som har grublet over disse spørsmålene, har det stått som et tankekors at mange av de samme menneskene som tegner forsikringer også kjøper lodd i Pengelotteriet eller deltar i andre spill. Da handler de motsatt av det en skulle vente ut fra en hypotese om risiko-aversjon. Når de kjøper pengelotteri-lodd reduserer de sitt forventede økonomiske resultat samtidig som de øker usikkerheten.

Når det gjelder spill om penger kan det nok være spesielle forhold som den enkle teorien om "maksimering av forventet nytte" ikke tar hensyn til. For en liten pris kjøper spilleren seg spenning og et lite håp om den store gevinsten. "Moroa ved å spille" kan komme inn som et eget gode som øker hans "totalnytte" og kanskje betyr mere enn selve innsatsen og det forventete økonomiske resultatet.

Ellers er det nok slik at forholdet mellom hvor meget som står på spill og vedkommendes totale økonomiske situasjon betyr meget når den enkelte skal avgjøre hvor stor vekt han skal legge på å "spille sikkert".

Hvis det største tapet han kan lide er ganske beskjedent, er det liten grunn til å velge det "sikreste" alternativet. I fig. 11.4. vil forventet totalnytte bli nesten umerkelig redusert dersom en velger et risikopreget alternativ framfor et sikkert, såfremt de to gir samme forventete inntekt. I løpet av noen år skal de fleste av oss treffe et stort antall valg mellom alternativer der noen kan være mer usikre enn andre, men der maksimalt mulig tap for hvert enkelt valg i alle tilfeller er lite. Vi kan regne med at hell og uhell i stor utstrekning vil oppheve hverandre, og det kan være en ganske fornuftig strategi at vi i hver enkelt valgsituasjon velger det alternativet som gir det høyeste forventete resultat, uten å ta hensyn til forskjeller i risikoen.

På den annen side er det en del valgsituasjoner der det mulige tapet kan bli svært stort dersom en satser på de mest usikre alternativene. En huseier som lar være å tegne brannforsikring kan lide et tap på mange hundre tusen kroner dersom huset brenner. Hvis eieren av en ny og kostbar bil sløyfer kasko-forsikringen, kan mulig tap gå opp i atskillige titusener. Hvis en gardbruker velger å satse sterkt på intensive hagebruksproduksjoner, men ikke vil investere i vanningsanlegg, kan tapene i et tørkeår bli store. Når de mulige tapene blir svært store, kan reduksjonen i "forventet nytte" ved å velge usikre alternativer også bli store.

Hva slags likviditetesituasjon den enkelte er i har også betydning. En person som har "meget å gå på" kan holde et forbruk som er temmelig jevnt fra år til år selv om inntekten svinger sterkt fra det ene året til det annet. I fig. 11.4. kan altså forbruket, og følgelig totalnytten, holdes oppe selv om en velger det usikre alternativet og en får det dårlige utfallet. En gardbruker som har pådratt seg store faste utbetalinger til renter og avdrag på gjeld og samtidig må holde et beskjedent privatforbruk selv i et gjennomsnittsår står seg best om han velger driftsopplegg som gir liten usikkerhet. Den som har "meget å gå på" kan altså tillate seg å velge mer usikre alternativer enn den som sitter trangt i det.

F. Maximin-kriteriet

I avsnitt C sa vi at forskere også har forsøkt å komme fram til valgkriterier i situasjoner der en ikke tør si noe om sannsynligheten av mulige utfall. Det er blitt vist at ingen av de kriteriene som har vært foreslått er særlig tilfredsstillende. Vi skal likevel nevne ett av dem, fordi det har vært meget omtalt og ofte blir nevnt i litteraturen. Det er det såkalte "maximin-kriteriet".

Dette kriteriet sier at den som skal velge mellom forskjellige alternativer, bør velge det alternativet som vil gi ham størst mulig minsteinntekt. Vi skal illustrere dette med et eksempel.

I tabellen nedenfor har en tenkt seg en gardbruker som kan velge mellom fem alternative driftsopplegg: A,B,C,D og E. En har videre tenkt seg at priser og andre data i framtiden kan få verdier som svarer til fire forskjellige "tilstander" (i engelsk-språklig litteratur ofte kalt "states of nature"). For hver slik mulig tilstand har en beregnet nettoinntekt for hvert av de alternative driftsopplegg.

Eksempel. Nettoinntekt i tusen kroner

Mulige tilstander ("states of nature")

Alt	1	2	3	4
A	80	100	40	60
B	100	120	30	70
C	70	40	80	80
D	50	60	55	60
E	60	40	50	70

Hvis gardbrukeren velger alternativ A, er det altså fire mulige utfall: nemlig at nettoinntekten vil bli henholdsvis 80, 100, 40 og 60 tusen kroner. Tilsvarende for de andre alternativene.

Ved valg etter maximin-kriteriet vil en først undersøke hva som er det dårligst mulige utfall for hvert valgalternativ.

I eksemplet er dette for alternativ A 40 000 kroner, for alternativ B 30 000 kroner, for alternativ C 40 000 kroner, for alternativ D 50 000 kroner og for alternativ E 40 000 kroner.

En vil så velge det alternativet som gir den høyeste verdien av disse. I eksemplet er det alternativ D. Hvis gardbrukeren velger dette, er han sikret en minsteinntekt på 50 000 kroner. Hvis han velger et av de andre alternativene kan minsteinntekten bli lavere.

Vi ser at maximin-kriteriet er et svært forsiktig valgkriterium. Hvis vi ser det i forhold til den teorien for valg under usikkerhet som er forklart i avsnitt D, kan vi si at det svarer til en svært stor risiko-aversjon. En legger bare vekt på den dårligste muligheten, og ingen vekt på de andre mulighetene. Ved alternativ D kan en ikke oppnå høyere inntekt en 60 000 kroner, mens en ved alternativ B kan oppnå hele 120 000 kroner. Men denne forskjellen tar en ikke noe som helst hensyn til dersom en bruker dette valgkriteriet.

G. Praktiske strategier under risiko og usikkerhet

Vi har nevnt at av praktiske grunner vil vi som oftest utforme planleggingsmodeller og stille opp kalkyler som om vi kjente alle framtidige utfall med sikkerhet. Ikke desto mindre er det vanlig å ta hensyn til usikkerhet på forskjellige måter når vi utformer planene. Fordi vi vet at det finnes risiko og usikkerhet i virkeligheten, velger vi slike alternativer som reduserer sannsynligheten av store tap eller gjør store tap umulige. Hvor stor vekt vi skal legge på dette avhenger av den enkeltes innstilling overfor usikkerhet.

Her skal vi nevne noen forskjellige handlingsregler som alle tar sikte på å redusere de økonomiske tapene som kan følge av ugunstige utfall.

1. Formell forsikring

Grunnlaget for forsikring er at det er mulig å anslå sannsynligheten av forskjellige utfall med ganske god sikkerhet. Forsikringen betyr et utjevning av tapene mellom forsikringstakerne. Når vi tegner forsikring reduserer vi vår forventete inntekt, men øker i de fleste tilfelle vår forventete "nytte". Vi kan forsikre oss mot økonomiske tap som følge av brann, ulykke, innbrudd, sykdommer på mennesker og husdyr, men ikke mot økonomiske tap som følge av dårlige konjunkturer eller krig eller revolusjon i framtiden. Årsaken til at forsikringsselskapene ikke vil tegne forsikring mot de siste typene av ulykker er at de ikke har grunnlag for å anslå sannsynligheten for slike ting.

2. Tiltak som reduserer variasjonsområdet av utfall

I denne gruppen kommer f.eks. grøfting som reduserer avlingstap i våte år, vanningsanlegg som reduserer avlingstapet i tørkeår, brannvernutstyr, verneutstyr på traktoren osv.

3. Planlegging ned sikkerhetsmarginer

I planer og kalkyler som stilles opp som om vi kjenner alle forhold med sikkerhet, er det vanlig å ta med en viss sikkerhetsmargin. Vi regner kanskje med litt lavere avlinger i kalkylen enn vi faktisk regner med å oppnå i gjennomsnittsåret, en tanke lavere priser enn vi egentlig tror en vil oppnå, osv. Når det gjelder maskinparken, velges den kanskje slik at en har kapasitet nok til å klare arbeidet selv i et vanskelig år.

4. Preferanse for produksjonsgrener med mindre variasjonsområde

I driftsplanene foretrekker en kanskje produksjonsgrener som regnes for mer "sikre", fordi en enten har bedre erfaringstall å bygge på for disse produksjonsgrenene, eller vet at variasjonene fra år til år er mindre for disse grenene enn for andre. Melkeproduskjon gir erfaringsmessig mindre variasjon i økonomisk resultat fra år til år enn sauehold. Potetproduksjon er "sikrere" enn grønnsakslag som stiller store krav til værlag.

5. Kombinasjon av flere produksjonsgrener

Det er vanlig å satse på en viss allsidighet som middel til å redusere usikkerhet.

Hvis vi har å gjøre med variasjon i resultat fra år til år for forskjellige produskjonsgrener, kan vi redusere variasjonen i totalresultatet dersom vi kombinerer produksjonsgrener som er slik at resultatene varierer i utakt.

Hvis vi kjenner standardavviket for dekningsbidraget pr. enhet for to produksjonsgrener, og korrelasjonskoeffisienten mellom dekningsbidragene for de to, kan vi også beregne standardavviket for totalt dekningsbidrag når de to produksjonsgrenene kombineres. Vi vil bruke følgende betegnelser:

σ_1 - standardavvik av produksjonsgren nr. 1.

σ_2 - standardavvik av produksjonggren nr. 2.

r_{12} - korrelasjonskoeffisient mellom gren nr. 1 og gren nr. 2

x_1 - omfang av produksjonsgren nr. 1

x_2 - omfang av produksjonsgren nr. 2

σ_T - standardavvik av totalresultatet

Vi kan beregne σ_T for enhver verdi av x_1 og x_2 etter formelen:

$$\sigma_T^2 = x_1^2\sigma_1^2 + x_2^2\sigma_2^2 + 2x_1x_2r_{12}\sigma_1\sigma_2$$

Lignende formler finnes for å beregne standardavviket av totalresultatet når mer enn to grener kombineres.

Som eksempel vil vi se på hva som hender med standardavviket av totalresultatet dersom en kombinerer to produksjonsgrener som hver for seg har samme standardavvik, under forskjellige verdier av r_{12}. Vi vil forutsette:

$\sigma_1 = 100 \qquad x_1 = 50$

$\sigma_1 = 100 \qquad x_2 = 50$

Ved å bruke formel (12.1) og (12.2) får vi da for foskjellige verdier av r_{12} :

r_{12}	σ_T
1,00	10 000
0,50	8 660
0	7 070
- 0,50	5 000
- 1,00	0

Hvis vi i stedet for å kombinere de to gruppene hadde hatt bare 100 enheter av den ene, ville også standardavviket at totalresultatet ha blitt 10 000. Hvis resultatet av de to grenene varierer fullstendig i takt (r_{12} = 1,00), vil vi ikke oppnå noen reduksjon i standardavviket ved å kombinere to grener. Jo mer i utakt de varierer, jo mer kan vi redusere variasjonen i totalresultatet ved å kombinere to grener.

Vi vil minne om teorien for flervare-produksjon, som ble diskutert i kapittel VIII. Om vi ser helt bort fra usikkerhet, kan det være visse tilfelle hvor spesialisert drift er å foretrekke, andre tilfelle der det er fordelaktig å kombinere to eller flere produksjonsgrener. Hvis vi legger stor vekt på å redusere usikkerheten, er det mere som taler for å velge et allsidig driftsopplegg.

6. Fleksibilitet

Med fleksibilitet mener vi her at en i minst mulig grad binder handlingsmulighetene i framtiden. Et fleksibelt driftsapparat er et driftsapparat som uten store omstillingskostnader kan omstilles fra et produksjonsopplegg til et annet.

Fleksibilitet er et viktig middel til å møte usikkerhet Et framtidig utfall kan som oftest anslåes med mindre usikkerhet jo mere tiden nærmer seg. F.eks. har vi trolig langt bedre muligheter for å anslå forholdet mellom priser på innsatsfaktorer og produkter ved melkeproduksjon i 1990 når vi er kommet fram til 1985 enn vi har idag. Hvis vi har valgt et fleksibelt driftsapparat, kan vi lettere tilpasse driften etter det som antas å bli lønnsomt de nærmeste år framover. På den annen side fører ønsket om en stor grad av fleksibilitet gjerne til en lavere produksjonsteknisk effektivitet i de enkelte produksjonsgrener. En må derfor foreta en avveining mellom ønskene om fleksibilitet og effektivitet. Vi skal gi et par eksempler.

Når en står ovenfor nybygg, kan en ha valget mellom tre alternativer :

1) En driftsbygning spesialtilpasset melkeproduksjon
2) En driftsbygning spesialtilpasset fleskeproduksjon
3) En driftsbygning som uten store kostnader kan ominnredes fra den ene til den andre produksjonsgrenen

Den siste bygningen vil trolig enten bli dyrere eller mindre velegnet for hver av spesialproduksjonene enn bygninger som er "skreddersydd" for et bestemt formål, mens fordelene ligger i den større evne til å kunne tilpasses skiftende pris- og produksjonsvilkår.

Ved investeringer oppnår en også større fleksibilitet dersom en velger investeringer som har kort varighet eller som lett kan realiseres og dermed gjøre pengene tilgjengelige igjen forholdsvis raskt. Investeringer i maskiner gir større fleksibilitet enn investeringer i bygninger, men det er mulig at rentabiliteten av investeringer i maskiner er lavere enn i bygninger. Igjen blir det et spørsmål om en avveining.

7. Fellestiltak for å redusere prissvingninger og konjunktursvingninger

Forskjellige former for samarbeid innen en bransje kan ofte redusere prissvingningene - jfr. landbruksorganisasjonenes markedsregulerende tiltak. For å dempe konjunktursvingninger kreves det innsats av statsmakten, eventuelt i samarbeid med andre land som en står i nær økonomisk kontakt med.

8. Systematisk innsamling av informasjon for å redusere usikkerhet

En god del usikkerhet skyldes at en vet for lite om problemet. Ved systematisk innsamling av informasjon eller erfaringsdata kan en redusere denne usikkerheten.

Ta for eksempel en gardbruker som overveier å ta opp en ny produksjonsgren. I første omgang vet han lite om hva denne produksjonen krever og hva den kan gi igjen. Ved å studere lærebøker, snakke med andre gardbrukere som har erfaringer fra denne grenen, sette opp kalkyler etc. kan han redusere denne usikkerheten. Ved å drive produksjonen i mindre målestokk på bruket et par år kan han kanskje redusere usikkerheten enda mer, før han tar skrittet fullt ut og innfører den nye produksjonsgrenen i full målestokk.

Et annet eksempel er en gardbruker som skal kjøpe en ny maskin, men som i første omgang vet lite om fordeler og ulemper ved de forskjellige merker og typer som er i handelen. Ved å studere prøverapporter, ta seg tid til å snakke med andre gardbrukere som har de forskjellige merkene, besøke forskjellige maskinforhandlere, etc., kan han redusere usikkerheten.

Usikkerhet omkring omlegning av driften kan reduseres gjennom planlegging, der en bl.a. stiller opp kalkyler over økonomisk resultat og likviditetsutvikling for det nye driftsopplegget.

Felles for eksemplene ovenfor er at en reduksjon av usikkerheten ikke skjer helt gratis. En må bruke tid, undertiden også penger, for å redusere usikkerheten på denne måten. I praksis blir det et vurderingsspørsmål hvor langt en vil gå.

På denne måten kan en redusere mange slags usikkerhet, men ikke alle. Det vil alltid være igjen en god del usikkerhet om hva som kommer til å hende i fremtiden.

XII. LOKALISERING AV PRODUKSJONEN

A. Innledning

Vi vet at produksjonen av mange jordbruksprodukter har en tendens til å bli konsentrert innen visse geografiske områder. Om vi ser på produksjonen i verdensmålestokk, finner vi f.eks. en betydelig del av verdens samlede sukkerproduksjon på Cuba. Konsentrert hveteproduksjon finner vi bl.a. i USA, Canada og Australia. Danmark har konsentrert produksjon av melkeprodukter og av svinekjøtt. Også innen ett og samme land finner vi lignende konsentrasjonstendenser. Innen USA igjen er meget av hveteproduksjonen samlet i stater som Kansas, Montana og Dakota-statene. I Norge er f.eks. sauehaldet særlig konsentrert i Rogaland, i fjell- og fjordbygdene og i Nord-Norge, mens en stor del av kornproduksjonen er samlet over flatbygdene på Østlandet og i Trøndelag. Mange av hagebruksvekstene er sterkt konsentrert i et meget lite antall bygder.

Det ligger nær å tenke seg at denne konsentrasjonstendensen henger sammen med fordeler som vedkommende område har når det gjelder bestemte produksjoner. Vi snakker gjerne om områdefordeler. Et område kan ha en områdefordel i produksjonen av et bestemt produkt, enten fordi en viss produktmengde (av gitt kvalitet) kan fremstilles med mindre innsats av en eller flere produksjonsfaktorer, eller fordi en eller flere av de produksjonsfaktorene som brukes i produksjonen er billigere i vedkommende område enn i andre områder. I begge tilfelle er resultatet at kostnadene ved å fremstille en gitt mengde av vedkommende produkt er lavere i dette området enn i andre områder. I det følgende vil vi legge kostnadene ved fremstilling av en gitt produktmengde til grunn for en diskusjon av områdefordelene.[1] [2]

---

[1] En lignende diskusjon som i dette kapitlet finnes i Holtes Sosialøkonomi, 3. utg. s. 191. Der er diskusjonen brukt for å forklare utenrikshandel, men et helt tilsvarende resonnement kan brukes for å forklare spesialisering innen og handel mellom geografiske områder innen et og samme land. Hos Holte er resonnementet kalt "teorien om de komparative fordelene". Uttrykket "relative områdefordeler" blir vanlig brukt innen norsk landbrukslitteratur. I sitt eksempel har Holte forutsatt at visse produkter kan fremstilles med forskjellig innsats av arbeid innen forskjellige land. Vi vil her forutsette at forskjellen ligger i kostnadene, enten det gjelder arbeidskostnader eller andre kostnadselementer.

[2] Vi vil la kostnadene omfatte vederlag for samtlige økonomiske produksjonsfaktorer unntatt arealtjenester. Vi skal senere se hvorfor det er ønskelig å holde kostnader til jordleie utenom.

Vi vet riktignok fra kostnadsteorien at gjennomsnittskostnaden ved fremstilling av et gitt produkt ikke er konstant. Den avhenger bl.a. av produksjonsomfanget både på kortere og på lengre sikt. For å forenkle resonnementet i det følgende vil vi derfor forutsette at vi måler kostnaden som den laveste gjennomsnittskostnad et gitt produkt kan fremstilles for innenfor et gitt område, når produksjonen organiseres så rasjonelt som mulig under de forutsetninger som gjelder innen dette området. Fordi forutsetningene varierer fra område til område, vil også denne laveste gjennomsnittskostnaden variere. Vi kan nevne noen slike forutsetninger som varierer fra område til område:

Naturgitte forhold (klima, jordsmonn, terrengforhold etc.)
Strukturelle forhold (f.eks. bruksstørrelse)
Tilgang på visse produksjonsfaktorer (f.eks, arbeidskraft)
Transportforhold til viktige markeder
Transportforhold fra viktige markeder for innsatsfaktorer
Kunnskapsnivå, erfaringer og produsentmiljø innen området

Noen av disse forholdene kan endres med tiden, men endringene går ofte nokså langsomt. Naturgitte forhold er mer konstante, men den teknologiske utvikling kan gjøre at visse naturgitte forhold får større betydning eller mindre betydning enn før. Utviklingen på maskinteknikkens område har f.eks. øket betydningen av gunstige terrengforhold når det gjelder kornproduksjon. Slike områdefordeler kan derfor endres over tiden, men ved ethvert tidspunkt finner vi at forskjellige områder har områdefordeler for ett eller flere produkter i forhold til andre områder.

B. Relative områdefordeler

For å forklare tendensen til områdemessig spesialisering kan vi imidlertid ikke nøye oss med å se på absolutte forskjeller i gjennomsnittskostnadene. En kan finne mange eksempler på at produksjonen av et bestemt produkt konsentreres i andre områder enn der produksjonskostnadene er lavest. Det hevdes at innen USA kan hvete produseres billigere i de fruktbare jordbruksstatene sør for de store sjøene (Illinois, Iowa m.fl.) enn i stater som Kansas og Dakota. Om vi gransket forholdene her i landet, kan det godt tenkes at vi ville finne at korn kan produseres billigere i bygder som Lier og Rygge enn i leirjordsbygdene. For å forklare lokaliseringen av produksjonen, må vi se på det som en kaller de <u>relative områdefordeler</u>. Prinsippet om relative områdefordeler sier at <u>et område har en tendens til å spesialisere seg i produksjonen av det eller de produkter der det har de største relative områdefordeler</u>.

Prinsippet kan illustreres gjennom et sterkt forenklet eksempel. Vi vil se på et tilfelle der det bare er to områder og to produkter. Produksjonskostnadene er slik:

	Område A	Område B
100 kg mjølk	kr 140	kr 160
100 kg korn	" 120	" 160

Område A kan produsere begge produkter billigere pr. enhet enn område B. Men <u>relativt</u> har område B en områdefordel når det gjelder melkeproduksjon. Enklest ser vi hvilket område som har relative områdefordeler for et bestemt produkt ved å se på forholdet mellom produksjonskostnadene for de to produktene:

	Område A		Område B
$\frac{\text{Kostnad/enhet for melk}}{\text{Kostnad/enhet for korn}}$:	$\frac{\text{kr } 140}{\text{kr } 120}$	$>$	$\frac{\text{kr } 160}{\text{kr } 160}$

Relativt til kostnadene ved å produsere korn er det dyrere å produsere melk i område A enn i område B, og område B har altså en relativ områdefordel for melkeproduksjon. Såfremt område B skal produsere noe i det hele tatt, vil det derfor være en tendens til at dette området først og fremst produserer melk.

En kan begrunne denne tendensen til områdemessig spesialisering som følger relative områdefordeler på forskjellige måter. En slik måte er følgende: Dersom vi forutsetter at det er et visst totalbehov for melk og for korn innenfor hvert av de to områdene, men at hvert at områdene har begrenset produksjonskapasitet, kan vi vise at det samlete behov i de to områdene kan dekkes med lavest mulige totalkostnader dersom hvert av områdene først og fremst tar sikte på å dekke behovet for det produkt som det har relative områdefordeler for. Spesialisering etter relative områdefordeler kan altså oppfattes som resultatet av en økonomisk tilpasning på makro-nivå, når de to områder betraktes under ett.

Vi kan også lett vise at det for hvert av områdene sett isolert vil lønne seg å legge opp produksjonen etter relative områdefordeler, såfremt bytteforholdet mellom de to vareslagene ligger innenfor visse grenser. Både område A og område B vil altså kunne dekke sitt eget områdes behov for melk og korn billigst ved å produsere det produkt som området har relative områdefordeler for, og skaffe seg det som trengs innen området av det andre produktet gjennom varebytte med det andre området[1].

Vi kan også vise at dersom det hersker fri (og fullkommen) konkurranse såvel innen hvert av områdene som mellom dem, vil prisene på produktene innstille seg på et slikt nivå at det også for den enkelte produsent innen hvert av områdene vil lønne seg å legge opp produksjonen slik at området først og fremst produserer det produkt som det har relative områdefordeler for.

Enten vi ser problemet i makromålestokk eller i

---

1) Tilsynelatende kunne etterspørselen i område B dekkes aller billigst ved å kjøpe alle produkter fra område A. Denne muligheten kan være stengt av forskjellige grunner. Jordbruksarealet i område A kan være så begrenset at område A ikke er i stand til å dekke den totale etterspørsel etter jordbruksvarer både i område A og område B. For å betale for "importen" av jordbruksvarer fra område A må område B også ha noe å selge, og det kan være at jordbruksproduksjon er det eneste, eller i hvert fall det beste produksjonsalternativ som finnes i område B.

mikromålestokk kommer vi altså frem til at spesialisering etter relative områdefordeler kan oppstå som resultat av en økonomisk tilpasning. Dette gjelder også enten etterspørselen etter produktene fins innen områdene selv, eller kommer fra et eller annet sentralt marked (f.eks. en by) utenom selve områdene.

C. Virkninger av transportkostnader.

Vi har hittil sett bort fra transportkostnadene. Hvis produksjonen skjer for å tilfredsstille etterspørselen i et sentralt marked, kan vi ta hensyn til disse kostnadene simpelthen ved å plusse dem til produksjonskostnadene innen området. La oss som eksempel tenke oss at transportkostnadene fra produksjonsområdet til markedet er slik 1):

	Område A	Område B
100 kg.mjølk	kr. 10	kr. 40
100 kg.korn	" 10	" 10

Vi kan nå se på de relative kostnadene ved å produsere produktene + transportere dem til markedet:

Område A	Område B
$\frac{\text{kr.}140 + 10}{\text{kr.}120 + 10}$	$\frac{\text{kr.}160 + 40}{\text{kr.}160 + 10}$

I dette eksemplet har hensynet til transportkostnader gjort at de relative områdefordeler er snudd om. Område B har nå relative områdefordeler når det gjelder kornproduksjon, og det er de høye fraktkostnadene for melk fra området til markedet som er årsaken til dette. Denne konklusjonen gjelder selvfølgelig bare for dette spesielle eksemplet.

Hvis vi tenker oss at det fins flere markeder, kan det godt tenkes at hvert av områdene har en relativ områdefordel for ett produkt på et marked, og for et annet produkt på et annet marked. Dersom det fins et "hjemmemarked" og et eller flere mer fjerntliggende markeder, vil det ofte være en tendens til at hvert jordbruksområde søker å tilfredsstille hjemmemarkedets etterspørsel etter voluminøse og lite holdbare produkter som gir høye transportkostnader i forhold til avstanden. Til de fjerntliggende markeder kan de samtidig levere helt andre produkter, som de har en relativ områdefordel for når det gjelder disse markeder.

Virkningen av markedsavstand og transportkostnader i "rendyrket" form ble beskrevet av den tyske økonom J.H. von Thünen i hans kjente verk "Der isolierte Staat" i begynnelsen av det forrige århundre. Han forutsatte en by med et oppland med helt homogene jordbruksvilkår, og viste hvorledes produksjonen i dette opplandet ville ordne seg i konsentriske ringer rundt byen. Innen hver ring ville en bestemt driftsform dominere. Nærmest byen ville en få en sone med intensivt hagebruk og mjølkeproduksjon, derpå en sone med omløp med radkulturer, korn og eng, osv. På von Thünens tid var transportteknikken lite utviklet, kostnadene pr. tonnkilometer derfor meget høye, markedsavstanden fikk derfor en avgjørende innflytelse på produksjonens lokalisering. I von Thünens teoretiske modell rendyrket han virkningene av markedsavstand og transportforhold, og forutsatte at alle andre faktorer, som også kan være medbestemmende for produksjonens lokalisering, ville være ensartet. I vårre dager vil nok andre lokaliseringsfaktorer bety mer og transportfaktoren mindre enn de gjorde på von Thünens tid, men hans modell er likevel interessant til belysning av transportfaktorens betydning.

1) En slik fraktstruktur kunne en kanskje få dersom område A ligger nær markedet med land veistransport, mens område B ligger langt fra markedet, men kan sende korn med sjøveis transport og derfor forholdsvis billig.

D. Prisdannelse for stedbundne produksjonsfaktorer.

Vi så i innledningen at et område kan ha en absolutt områdefordel ved produksjonen av et produkt, bl.a. fordi en viss produktmengde kan fremstilles med mindre innsats av en eller flere produksjonsfaktorer enn i andre områder. Det kan tenkes at et område absolutt sett har områdefordeler i produksjonen av alle eller de fleste jordbruksprodukter. Årsaken til at et slikt område ikke vil overta <u>all</u> produksjon av de produkter hvor det har absolutte områdefordeler, ligger i at noen av de produksjonsfaktorene som går inn i produksjonen er stedbundne (immobile). Hvis produksjonsfaktorene fritt hadde kunnet flyttes til det område hvor en fikk mest produkt igjen for innsatsen av en gitt faktormengde, kunne vi tenke oss at all produksjon ville konsentreres der. Fordi i hvert fall noen produksjonsfaktorer er stedbundne, mens mange av de produktene de bidrar til å fremstille kan transporteres, vil produksjonen bli fordelt på forskjellige områder, mens det er de <u>relative</u> områdefordeler som avgjør hvilke produkter som vil bli produsert innen hvilke områder.

Blant stedbundne produksjonsfaktorer kan vi først og fremst tenke på arealtjenester. Til dels kan også arbeid komme i denne gruppen. På lengere sikt vil nok arbeidskraften etter hvert overføres til de områder der produksjonen foregår med høyest effektivitet, men vi vet at det er mange bremser på en slik utvikling. Særlig gjelder dette når det er spørsmål om flytting av arbeidskraft mellom forskjellige land, men også innenfor ett og samme land kan arbeidskraften både på kort og mellomlang sikt være temmelig stedbunden. Også en del varige produksjonsmidler utenom areal er stedbundne. Det gjelder bl.a. bygninger. Etter hvert som gamle bygninger går ut p.g.a. elde vil nok nye bli oppført der produksjonen kan foregå med større effektivitet, men tjenestene fra eksisterende bygninger kan bare utnyttes på stedet hvor de står.

Forskjellen mellom områder når det gjelder effektivitet i produksjonen vil lett føre til at produksjonsfaktorer som er immobile oppnår forskjellig betaling innenfor forskjellige områder. Vi vet fra sosialøkonomien at etterspørselen etter produksjonsfaktorer er avledet av etterspørselen etter forbruksvarer [1]. Ved hjelp av samme enkle eksempel som før vil vi se hvorledes dette kan føre til en forskjellig betaling for samme type produksjonsfaktor innen forskjellige områder.

1) Holte: Sosialøkonomi, 3 utg. s.86 - 99

Vi forutsetter samme kostnader for melk og korn som på side 12.3, og vi vil forutsette at fraktkostnader fra distrikt til sentralt marked allerede er inkludert i disse kostnadstallene. Vi vil gjøre følgende tilleggsforutsetninger:

Jordbruksareal i område A	1 million dekar
" " " B	1 " "
Totaletterspørsel etter melk	400 millioner kg
" " " korn	200 " "
Melkeproduksjon pr.dekar	400 kg
Kornproduksjon pr. "	250 kg

Det er her forutsatt samme produktmengder pr.dekar innen begge områder, men et tilsvarende resonnement som her kunne lett gjennomføres selv om vi forutsatte forskjellig avlingsnivå.

For å produsere den ønskede produktmengden, kreves det:

Til melkeproduksjon $\frac{400\ 000\ 000}{400}$ dekar = 1 000 000 dekar

Til kornproduksjon $\frac{200\ 000\ 000}{250}$ dekar = 800 000 dekar

Produksjonen vil først og fremst bli lagt til område A, der produksjonskostnadene (utenom jordleie) for begge produkter er lavest. Område A har sin <u>relative</u> områdefordel i kornproduksjon, og det vil derfor først og fremst være de 800 000 dekar som trengs til kornproduksjon som blir plassert i område A. Videre er det 200 000 dekar til overs til melkeproduksjon. De resterende 800 000 dekar med melkeproduksjon vil komme i område B. Det blir da 200 000 dekar jord i område B som ikke behøves i produksjonen.

Vi forutsetter at det dreier seg om en langsiktig tilpasning, hvor produsentene i begge områder må få dekket sine produksjonskostnader fullt ut. For at produsentene i område B skal produsere melk, må melkeprisen levert markedet således være 1,60 kr/kg. Men under frie markedsforhold vil også melkeprodusentene i område A motta den samme melkepris. Siden disse har kostnader (utenom jordleie) på 1,40 kr/kg, får de en fortjeneste (før jordleie er betalt) på 20 øre/kg melk, som tilsvarer kr. 80 pr. dekar jord som brukes til melkeproduksjon.

Denne fortjenestemuligheten i område A fører til at folk som skal etablere seg i jordbruket, og tidligere produsenter som vil øke gardsstørrelsen ved tilkjøp av jord, vil være villig til å betale mer for jord eller for leie av jord i område A enn i område B. Om markedet virker fullkomment, skulle en vente følgende forhold:

I område B er det jord som ligger ledig, og der vil jordleien følgelig bli 0. I område A vil produsentene være villig til å betale inntil kr. 80 pr år i jordleie. Hvis jordleien er lavere, vil de nemlig tjene på å leie mer jord, og konkurransen mellom de forskjellige etterspørrere vil følgelig drive prisen opp til dette nivået. Hvis eiendommer selges, vil den årlige jordleien på kr. 80 bli kapitalisert inn i grunnprisene og slå ut i tilsvarende eiendomspriser.

Dette nivået av jordleie i område A vil igjen slå ut i kornprisene. Den enkelte produsent i område A kan bruke sin jord alternativt til melkeproduksjon og kornproduksjon, og for at han skal produsere korn, må han også få dekket kostnadene ved kornproduksjon fullt ut. Han vil da også kalkulere jordleien inn i produksjonskostnadene. En jordleie på kr. 80 pr. dekar tilsvarer kr. 80/250 = kr. 0,32 pr kg korn. Kornprisen i markedet vil følgelig innstille seg på (1,20 + 0,32) kr. pr. kg, dvs. 1,52 kr. pr. kg.

Med de forutsetninger vi har brukt i dette eksemplet, blir altså markedsprisen for melk 1,60 kr/kg, og for korn 1,52 kr/kg. Når jordleien regnes inn i produksjonsskostnadene, får produsentene både i område A og i område B akkurat dekket sine kostnader ved produksjonen. Produsentene i område A kan produsere både melk og korn, som begge gir kostnadsdekning. Produsentene i område B får kostnadsdekning hvis de produserer melk, men ikke om de produserer korn, siden produksjonskostnaden (med 0 i jordleie) er 1,60 kr, og markedsprisen bare er 1,52 kr.pr. kg.

Dette eksemplet illustrerer et generelt prinsipp: Under forutsetning av frie markedsforhold og fullkommen konkurranse, vil markedsprisene for produkter innstille seg slik at produsentene i de marginale områder (eller på marginal jordbruksjord) akkurat får dekket sine produksjonskostnader, og i disse områder (eller på slik jord) blir grunnrenten 0. I de bedre jordbruksområder (eller på bedre jord) vil en få en positiv grunnrente, som imidlertid slår ut i jordleie eller i eiendomspriser på en slik måte at når jordleien er betalt, går produksjonen akkurat med balanse også i disse områder. For en som skal kjøpe jord, vil det derfor bli det samme enten han kjøper jord i et av de bedre eller i et av de dårligere jordbruksområder. Det vil være de opprinnelige grunneiere som tar inn den gevinsten som skyldes at noen jordbruksområder og noe jord har gunstigere forhold for jordbruksproduksjon enn andre områder eller andre arealer.

Dette er forsåvidt bare et spesielt tilfelle av et enda mer generelt prinsipp, som sier at under fullkommen konkurranse vil de enkelte produksjonsfaktorer bli omsatt for en pris som tilsvarer deres grenseproduktivitet (uttrykt i verdi) i produksjon [1].

Et tilsvarende resonnement kan en gjennomføre for andre stedbundne produksjonsfaktorer. Om arbeidskraften er stedbunden og det fins meget arbeidskraft i et område som har dårligere vilkår for produksjon enn andre, skulle en under fullkommen konkurranse på arbeidsmarkedet vente at arbeidskraften fikk en dårligere betaling i slike områder. Siden arbeidskraft i hvert fall på lengere sikt er flyttbar, vil dette samtidig føre til overføring av arbeidskraft fra mindre gunstige til mer gunstige områder. Slike forhold ser vi også i virkeligheten, selv om forestillinger om hva som er en "rimelig" arbeidsbetaling, sosialpolitiske tiltak, kollektive arbeidsavtaler etc. virker til å gjøre utslagene mindre iøynefallende.

I områder med dårligere vilkår for produksjon i sin alminnelighet, og samtidig meget stedbunden arbeidskraft, er det altså en tendens til lavere arbeidslønner. For produksjonens synsvinkel side er billig arbeidskraft en av de ting som bidrar til å gi et område relative områdefordeler for produkter der arbeidskostnadene utgjør en betydelig del av de totale kostnader, og følgelig vil dette igjen være med på å påvirke produksjonens lokalisering.

E. Kommentarer.

Den teorien om produksjonsfordeling mellom områder, og om priser på "stedbundne" produksjonsfaktorer som er gjengitt ovenfor, kan utarbeides i meget større detalj. Det er ikke plass til dette her i dette kurset, men vi skal kort nevne enkelte ting som har interesse.

---

[1] jfr. Holte, 3 utg. s.96

I "gode" jordbruksområder med høye grunnverdier finner produsentene ofte fordel i å intensivere produksjonen ved å sette inn mere av de faktorer som er variable i forhold til de som er faste. Det vil derfor være en tendens til at en og samme produksjonsgren drives mer ekstentivt i de dårligere og i de mer markedsfjerne distrikter enn i de bedre og markedsnære distrikter.

Vi har tidligere diskutert forhold som gjør at det kan være fordelaktig å produsere flere produkter i samme bedrift[1]. Dette fører til at produksjonsfordelingen mellom områder blir mindre spesialisert enn hva en enkel teori om "relative områdefordeler" synes å antyde.

Det virker sannsynligvis i samme retning at forholdene innen ett og samme geografiske område kan være temmelig uensartet. Her i landet finner vi ofte like viktige forskjeller mellom forskjellige bruk innen ett og samme område, som vi finner mellom forskjellige områder. Dette virker naturligvis til å utviske tendensene til områdemessig spesialisering. I andre land som har langt mer homogene forhold innenfor ett og samme geografiske område enn Norge, trer produksjonslokalisering i overenstemmelse med teorien om relative områdefordeler meget tydeligere fram. Ut fra norske forhold bør vi kanskje se på teorien om relative områdefordeler som en tendens som nok har en viss gjennomslagskraft, men som i mange enkelttilfelle kan overskygges av andre faktorer.

På den annen side er det forhold som kan gjøre det fordelaktig for den enkelte produsent å legge opp produksjonen i forhold til det som er fordelaktig for de fleste produsenter innen hans område, selv om hans eget bruk har avvikende vilkår. Omsetningsorganisasjoner blir gjerne best utbygd for de produkter som mange innen vedkommende område kan drive med, og betydningen av forskjellige former for produksjonssamvirke og av et godt produsentmiljø virker i samme retning.

Regneeksemplet i dette kapitlet var bygget på sterkt forenklende forutsetninger. Det er mulig å belyse relative områdefordeler beregningsmessig i mere kompliserte tilfeller med mange produkter, mange områder og mange markeder, men beregningsarbeidet blir naturligvis meget mer komplisert. Det kan nevnes at lineær programmering egner seg godt til slike beregninger. En beregningsmodell for å komme fram til relative områdefordeler kan vi formulere slik:

1) Se kap. 8 og 11.

Oppgaven består i å minimere de samlete kostnader (produksjonsomkostninger + fraktkostnader) når vi kjenner det samlete behovet for hvert produkt i hvert marked. Hver enkelt prosess kan defineres slik at den består i å produsere et gitt produkt innen et bestemt område og å tranportere det til et gitt marked. Hver slik prosess får da en "c_j-verdi" som tilsvarer de samlete produksjons- og transportkostnader. Skrankene representerer begrensete jordbruksarealer etc. innen de enkelte områder. Som løsning på den modellen vi har stillet opp, får vi den produksjonsfordeling mellom områdene som minimerer totalkostnadene, og dette er samtidig den produksjonsfordeling som er i overenstemmelse med de relative områdefordeler.

Større beregningsoppgaver av dette slaget er gjennomført i flere land. Her i landet publiserte Langvatn en undersøkelse av dette slaget i 1964 [1].

---

1) Harry Langvatn: Produksjonstilpasning i norsk jordbruk (N.L.I. særmelding nr. 32, 1964).

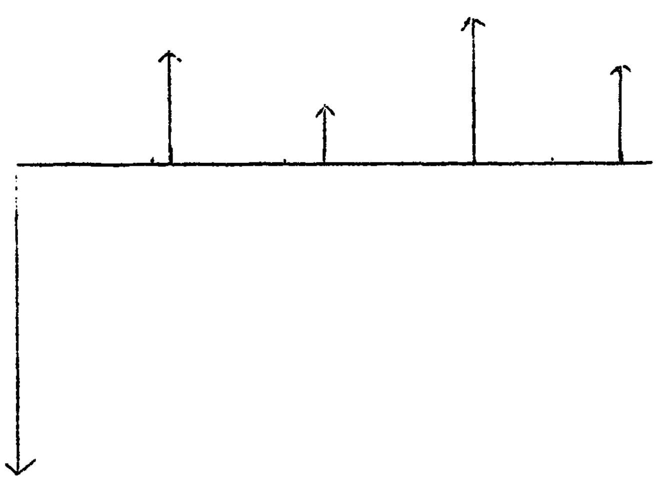
XIII. VIRKNINGER AV SKATT OG AV PRISSTIGNING PÅ LØNNSOMHETEN AV INVESTERINGER

A. Kort repetisjon av investeringsteorien

Investeringsteorien er gjennomgått i et tidligere kurs. Denne gir grunnlaget for lønnsomhetsvurderinger når det gjelder investeringer og finansiering. Her skal vi kort gå gjennom viktige begreper og lønnsomhetskriterier. Enkelte av de begreper og betegnelser som er nevnt nedenfor er antagelig ikke kjent fra før.

Det er vanlig å ta utgangspunkt i tidsrekken av inn- og utbetalinger som er knyttet til en investering eller til et investeringsprosjekt. I fig. 13.1 er det vist et eksempel på en slik tidsrekke. For enkelhets skyld har en forutsatt at alle inn- og utbetalinger som gjelder et bestemt år betales ved utgangen av året.[1] En grafisk framstilling som i fig. 13.1 er nyttig som pedagogisk hjelpemiddel, men som utgangspunkt for tallmessige beregninger er det bedre å stille opp i tabellform som nedenfor:

Fig. 13.1



[1] Hvis en vil arbeide med større nøyaktighet er det ingen ting i veien for å la tidsperiodene være kortere, f.eks. halvår, kvartaler eller måneder. En må bare passe på å uttrykke rentefoten på tilsvarende måte - f.eks. som 3 % pr. halvår i stedet for som 6 % p.a., osv. I enkelte mer avanserte framstillinger behandler en inn- og utbetalingene som kontinuerlige strømmer i stedet for som tidsrekker. Matematisk blir behandlingen da annerledes.

Tidspunkt	Utbet.	Innbet.
0	kr 12.000	
1		kr 4.000
2		" 2.000
3		" 5.000
4		" 3.000

Beløp som betales ved forskjellige tidspunkter kan gjøres sammenlignbare ved <u>diskontering</u>. Diskonteringsformelen er velkjent:

$$b_0 = \frac{a_n}{(1 + r)^n}$$

der a_n er et pengebeløp som betales n år fram i tiden

r er kalkulasjonsrentefoten (pro anno), skrevet som desimalbrøk

b_0 er <u>nåtidsverdien</u> av pengebeløpet ved tidspunkt 0.

Vi snakker også om <u>nåtidsverdien av en betalingsrekke</u>. Dette er alle beløp i rekken diskontert til samme tidspunkt og summert. Eksempel: Nåtidsverdien av innbetalingsrekken ovenfor ved tidspunkt 0 kan beregnes slik, om kalkulasjonsrentefoten settes til 5% (r = 0,05):

kr	$4.000 \times 1{,}05^{-1}$	= kr	3.809,52
"	$2.000 \times 1{,}05^{-2}$	= "	1.814,06
"	$5.000 \times 1{,}05^{-3}$	= "	4.319,19
"	$3.000 \times 1{,}05^{-4}$	= "	2.468,11
Nåtidsverdi ved tidspunkt 0		kr	12.410,88

Nåtidsverdien av en gitt rekke kan beregnes også ved andre tidspunkter enn tidspunktet 0. For eksempel: Nåtidsverdien av den samme rekken ved tidspunkt 3 kan beregnes slik: kr $(4.000 \times 1{,}05^2 + 2.000 \times 1{,}05^1 + 5.000 \times 1 + 3.000 \times 1{,}05^{-1})$. Hvis vi først hadde gjort dette og deretter diskontert resultatet 3 år tilbake i tiden til tidspunkt 0, ville vi ha fått nøyaktig det samme resultatet som ved diskonteringen av de opprinnelige beløp direkte til tidspunkt 0.

Av og til er det altså praktisk å beregne nåtidsverdier fremover i tiden. Hos Langvatn er dette kalt "diskontering fremover", men en mer korrekt betegnelse er <u>prolongering</u>.

I forbindelse med investeringer bruker en ofte begrepet <u>kapitalverdi</u>. Kapitalverdien av en investering ved tidspunkt $\underline{t}$ er definert som alle beløp som forfaller til betaling etter tidspunkt $\underline{t}$, diskontert til tidspunkt $\underline{t}$ og summert. Dette er altså også en nåverdi-beregning, men en tar bare hensyn til de beløp som forfaller <u>etter</u> det gitte tidspunkt. Eksempel: Hvis tidsrekken ovenfor representerer en investering, så er kapitalverdien av denne investeringen ved tidspunkt $t = 1$:

kr	$2.000 \times 1{,}05^{-1}$	=	kr	1.904,76
"	$5.000 \times 1{,}05^{-2}$	=	"	4.535,15
"	$3.000 \times 1{,}05^{-3}$	=	"	2.591,51
			kr	9.031,42

Begrepet kapitalverdi er bl.a. nyttig ved verdsetting av realkapital etter bruksverdi-prinsippet. Skal vi sette verdi på en kapitalgjenstand ved et gitt tidspunkt er det de inntekter denne kapitalgjenstanden vil gi i fremtiden som har interesse. Hvilke inntekter den historisk har gitt fram til i dag påvirker ikke verdien i dag.

Hvis vi har en rekke med $\underline{n}$ like store inn- eller utbetalingsbeløp, kan vi beregne nåtidsverdien av denne rekken ved tidspunktet <u>1 år før første beløp forfaller</u> etter formelen:

$$A = a \frac{(1 + r)^n - 1}{r(1 + r)^n}$$

der a er størrelsen av de årlige beløp.

Omvendt kan vi regne om verdien av et engangsbeløp til $\underline{n}$ <u>annuiteter</u> etter den inverse formel:

$$a = A \frac{r(1 + r)^n}{(1 + r)^n - 1}$$

Eksempel: Engangsbeløpet på kr 12.000 i eksempelet ovenfor kan regnes om til fire annuiteter slik:

$$a = \text{kr } 12.000 \times \frac{0,05 \times 1,05^4}{1,05^4 - 1} = \text{kr } 3.384,12$$

Annuitetsbegrepet er svært nyttig, fordi det i mange tilfelle er hensiktsmessig å sammenligne forskjellige investeringer ved å foreta sammenligninger på årsbasis. Det er bl.a. den fremgangsmåten som nyttes ved de fleste vanlige lønnsomhetskalkyler i forbindelse med driftsplanlegging. I praktisk planlegging bruker en ofte den "tilnærmete annuitetsmetoden". Et årsbeløp som svarer til investeringen på kr 12.000 beregnes da slik:

$$\text{Avskrivning} \quad \text{kr } \frac{12.000}{4} = \text{kr } 3.000$$

$$\text{Renter} \quad \text{kr } \frac{12.000 \times 5}{2 \times 100} = \text{"} \quad 300$$

$$\underline{\text{kr } 3.300}$$

Den tilnærmete metoden gir litt for lave verdier, og avvikene mellom resultatene fra denne metoden og den nøyaktige metoden bli større med høyere rentefot og med økende verdi av n. For mange praktiske formål (der beregningene kanskje i alle tilfelle bygger på nokså usikre forutsetninger) kan den likevel være god nok.

Mange tabellsamlinger (bl.a. Olden og Østraat) inneholder tabeller for

$$(1 + r)^n, \ (1 + r)^{-n}, \ \frac{(1 + r)^n - 1}{r(1 + r)^n} \text{ og } \frac{r(1 + r)^n}{(1 + r)^n - 1}$$

Disse tabellene spenner likevel ofte bare over et begrenset område for r , og derfor kan en av og til være nødt til å beregne verdier på grunnlag av formlene ovenfor i stedet for å slå dem opp i tabeller.

Til sist skal vi se på begrepet intern rentefot. (Enkelte forfattere bruker betegnelsen "internrenten"). Den interne rentefot av en investering er definert som den rentefot som, anvendt ved diskonteringen, gjør at sum nåtidsverdi av alle innbetalinger er lik sum nåtidsverdi av alle utbetalinger.

Eksempel: Den interne rentefot i ved eksemplet ovenfor er den verdi som tilfredsstiller ligningen :

$$12.000 = \frac{4.000}{(1+i)^1} + \frac{2.000}{(1+i)^2} + \frac{5.000}{(1+i)^3} + \frac{3.000}{(1+i)^4}$$

Dette blir en ligning av høyere grad, som er vanskelig å løse eksakt. Vi kan imidlertid beregne i med meget god tilnærelse ved å sette inn forskjellige verdier av kalkulasjonsrentefoten i høyresiden av ligningen og til sist interpolere. Hvis vi i dette tilfellet setter inn verdier av r på henholdsvis 0,05, 0,06 og 0,07, får vi resultatene:

r	Nåtidsverdi av innbetalingsrekken	
0,05	kr	12.410,88
0,06	"	12.127,95
0,07	"	11.855,38

Ved å øke kalkulasjonsrentefoten fra 0,05 til 0,06 synker nåtidsverdien med kr 282,93. Ved å øke den ytterligere til 0,07 synker nåtidsverdien med kr 272,57. Sammenhengen mellom kalkulasjonsrentefot og nåtidsverdi er altså ikke lineær, men innenfor små skritts intervaller av kalkulasjonsrentefoten er ikke avvikene fra en rettlinjet sammenheng særlig store. Vi kan derfor finne et resultat med god tilnærmelse ved interpolering.

En kalkulasjonsrentefot på 0,06 er litt for lite, mens 0,07 er litt for meget. Hvis vi kaller det nødvendige tillegg til 0,06 for x , får vi:

$$\frac{X}{0,01} = \frac{127,95}{272,57} \quad , \quad x = 0,0047 \,..$$

Den interne rentefot i blir altså tilnærmet 0,065.

Når det gjelder lån, er det hensiktsmessig å regne ut lånets effektive rentefot Årsaken er at låntaker må betale visse omkostninger i tillegg til renten ved noen lån, og ved noen lån blir renten betalt forskuddsvis i stedet for etterskuddsvis. Derfor er det ofte slik at oppgitt rentefot for forskjellige lån ikke kan sammenlignes direkte. Den effektive rentefoten for ett lån bli regnet ut slik at omkostninger blir tatt med i renten, og den regnes ut som om renten ble betalt etterskuddsvis ved utgangen av hvert år. Hvis vi vil regne ut den effektive rentefoten, kan vi stille opp den betalingsrekken som faktisk følger av lånet, og regne ut den interne rentefoten for denne rekken. Det blir da lånets effektive rentefot.

Kapitalverdi, annuitet og intern rentefot blir brukt som lønnsomhetskriterier ved investeringer. Når og hvordan de enkelte begrepene kan anvendes er gjennomgått i kurset FØ 1. Her skal vi bare minne om en viktig modell: Helhetsvurderingen av foretakets investerings- og finansieringsmuligheter.

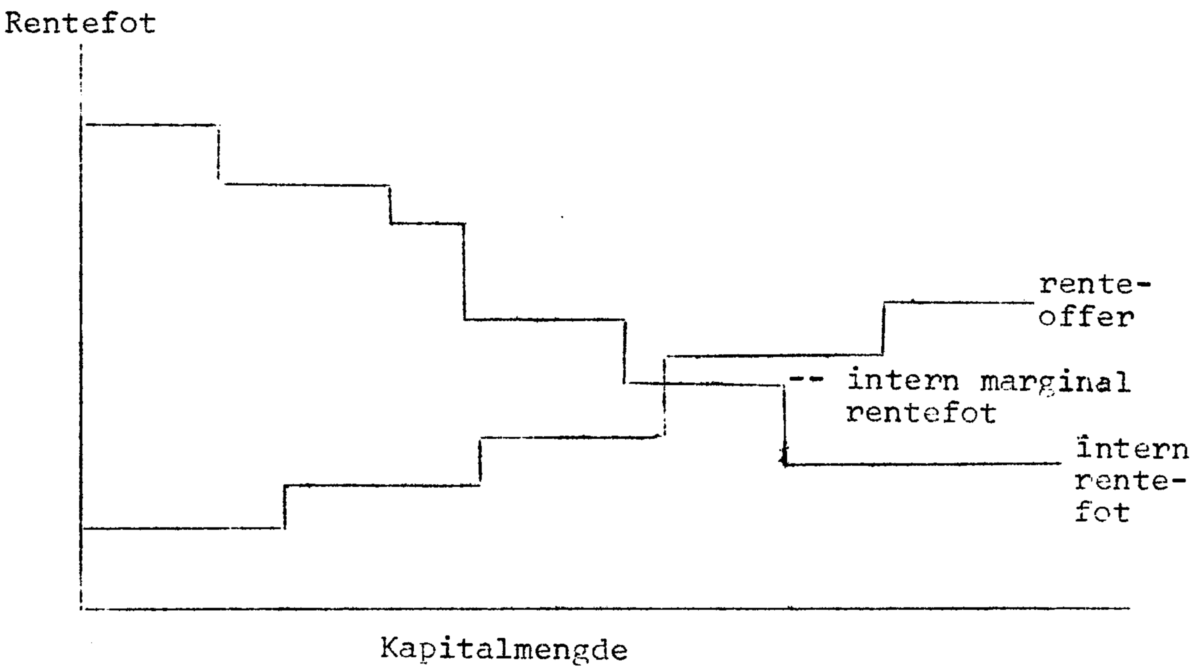
Ved denne modellen tar en for seg et foretaks investerings- og finansieringsmuligheter innenfor en gitt tidsperiode, f.eks. de første fem årene fremover i tiden.

Hvis vi ser på en ren lønnsomhetsvurdering (andre målsettingselementer er ikke inne i bildet) og det er forskjellige investeringsprosjekter som konkurrerer om pengemidlene, vil en prioritere dem etter synkende intern rentefot. Da forskjellige investeringsprosjekter krever forskjellige pengebeløp, kan vi få en trappetrinn-formet kurve for investeringsmuligheter, som i fig. 13.2.

På tilsvarende måte vil en prioritere de forskjellige finansieringskilder etter stigende renteoffer.

Det lønner seg å ta med et nytt investeringsprosjekt så lenge det siste prosjektets interne rentefot er høyere enn renteofferet ved den siste finansieringskilden som en utnytter. Skjæringspunktet mellom de to kurvene angir lønnsomhetsgrensen for investeringene, og samtidig gir den foretakets interne marginale rentefot.

Fig. 13.2



Vi bør huske på at denne modellen, i likhet med de fleste av de modeller vi bruker i økonomien, er forenklete beskrivelser av kompliserte problemer. Her har en bl.a. ikke trukket inn hensynet til likviditet og til sikkerhet, og heller ikke til andre målsettingselementer utenom lønnsomhetsmålet.

Når det gjelder likviditeten er det riktignok tatt hensyn til denne innenfor den tidsramme (f.eks. 5 år) som modellen omfatter. Men vi må huske på at valget av investeringer og av finansieringskilder kan ha stor virkning på likviditeten ut over denne første planleggingsperioden. Noen investeringer er kortvarige og gir pengene fort igjen, for andre tar det svært mange år før pengene kommer tilbake. Noen finansieringsmuligheter (f.eks. låneopptak) krever rask tilbakebetaling, andre ikke, osv.

B. Hvordan en kan ta hensyn til skatt og prisstigning i kalkylen

Det har vært vanlig å behandle investerings- og finansieringsspørsmålene ved hjelp av slike begreper og modeller som er gjengitt ovenfor, uten å ta hensyn til skattespørsmål og prisstigningsproblemer. Implisitt har en da forutsatt at slike hensyn ikke vil påvirke valget av investeringsprosjekter eller finansieringsmuligheter i noen særlig grad, selv om inntekt etter skatt naturligvis kan bli en annen enn inntekt før skatt.

Nå viser det seg at skatteregler og prisstigning i kombinasjon har stor innflytelse på lønnsomhetsrekkefølgen av investeringer og finansieringskilder. Den som særlig har arbeidet med disse spørsmålene i Norge er John Eid ved Institutt for skogøkonomi. Her skal vi gi en nokså kort fremstilling av hvordan en kan ta hensyn til slike forhold, og resultatet i noen "typiske" situasjoner.

1. Inntektsskatt - marginal skatteprosent

Som regel er det virkningene av inntektsskatt som betyr mest.

Vi vil ta utgangspunkt i de endringer i skattbar inntekt, inntektsskatt osv. for de enkelte år som følger med at en velger et bestemt investeringsprosjekt eller en bestemt finansieringskilde. For dette formålet har den marginale skatteprosenten stor interesse. Dette er den andel (uttrykt i prosent) av en inntektsøkning som en skattyter må betale tilsammen til stat, kommune og trygdeforvaltning. Den marginale skatteprosenten stiger med stigende inntekt. For selvstendige næringsdrivende med "vanlige" inntekter ligger den marginale skatteprosenten for tiden omtrent innen intervallet 40 til 60 prosent.

Nå kan en nok diskutere hvilke trygdeavgifter det er riktig å ta med når en skal beregne den marginale skatteprosenten. Særlig gjelder dette pensjonsdelen av folketrygdavgiften. Det er jo forutsatt at høyere pensjonsavgift skal føre til høyere gjenytelser når en når pensjonsalderen. Dette kan tale for at en ikke regner pensjonsdelen med når en regner ut marginalskatten. Men noen vil hevde at disse ytelsene ligger så langt fram i tiden at en ikke synes det er grunn til å ta hensyn til dem, og at det også er usikkert om de nåværende forutsetningene kommer til å bli fulgt: Dette er avhengig av politiske beslutninger en rekke år framover i tiden. I tallene ovenfor er pensjonsdelen av folketrygdavgiften regnet med i marginalskatten.

De fleste investeringer strekker seg over flere år. For en og samme skatteyter kan den marginale skatteprosenten variere mellom år, dels fordi skattesatsen endres og dels fordi skatteyterens totalinntekt endres slik at han kan komme opp på forskjellige progresjonstrinn forskjellige år.

I diskusjonene nedenfor er det forutsatt samme marginalskatt hvert år, og de resultater som er utledet gjelder strengt tatt bare under denne forutsetningen. Hvis marginalskatten varierer kan en skatteyter oppnå visse fordeler ved å innrette seg slik at han får store fradragsposter i selvangivelsen de år han har høy marginal skatt. Dette kan også til en viss grad påvirke lønnsomhetsforholdet mellom forskjellige investeringer.

2. Formueskatt

Tilsynelatende burde ikke formueskatten påvirkes nevneverdig av hvilke investeringer en velger. En investering er en omplassering av formue, men burde ikke påvirke størrelsen av nettoformuen i særlig grad.

I praksis påvirkes imidlertid antatt nettoformue ved skattleggingen av hvordan en plasserer sin formue. Formue i kontanter, bankinnskudd, obligasjoner og aksjer verdsettes fullt ut etter pålydende (kontanter og bankinnskudd) eller etter børsnotert omsetningsverdi (obligasjoner, aksjer), likevel med fradrag av et visst skattefritt beløp. Realkapital i form av maskiner, husdyr, og varelager verdsettes vel også stort sett i nærheten av omsetningsverdien. Formue i fast eiendom verdsettes som oftest mer forsiktig. Særlig er det vel slik at privatboliger og hytter verdsettes betydelig under omsetningsverdien. Derfor går antatt nettoformue (og dermed formuesskatt) sterkt ned når en kjøper seg hus, den øker tilsvarende hvis en selger huset og plasserer pengene i finansobjekter.

Det er fullt mulig å ta hensyn til dette i kalkylene. Fordi formuesskatten i de fleste tilfelle betyr atskillig mindre enn inntektsskatten, skal vi likevel ikke bry oss om dette i vurderingene nedenfor.

3. <u>Prisindekser, deflatering av kronebeløp</u>

Inn- og utbetalinger knyttet til en investering kommer i forskjellige år, og vi har lang erfaring for at verdien av en bestemt pengesum kan variere mellom år.

I årene etter siste verdenskrig har prisnivået steget nesten kontinuerlig, om enn med varierende hastighet. Historisk sett har perioder med prisstigning blitt avløst av perioder med synkende prisnivå. Den siste periode med fallende prisnivå i Norge var i tyveårene og først i tredveårene. Dette hadde sammenheng med den økonomiske politikken som ble ført i disse årene, og som det kan være grunn til å tro ikke kommer til å bli gjentatt.

Vi kan korrigere for endringen i prisnivå ved å regne om kronebeløp betalt ved forskjellige tidspunkter til "verdifaste kroner" ved å <u>deflatere</u> kronebeløpene ved hjelp av en eller annen prisindeks. Eksempel: Vi vil sammenligne et beløp på kr 10.000 betalt i 1973 med et beløp på kr 8.000 betalt i 1970. En indeksserie med basisår 1968 viste verdien 100 i 1968, 114,0 i 1970 og 139,5 i 1973. Vi kan enten regne om begge beløpene til "1968-kroner" slik:

$$\frac{\text{kr } 10.000 \times 100}{139{,}5} = \text{kr } 7.168{,}46$$

$$\frac{\text{kr } 8.000 \times 100}{114{,}0} = \text{kr } 7.017{,}54$$

Eller vi kan regne om beløpene til kronebeløpet et annet år enn basisåret, f.eks. til 1970-kroner slik:

$$\frac{\text{kr } 10.000 \times 114{,}0}{139{,}5} = \text{kr } 8.172{,}04$$

$$\text{kr } 8.000 = \text{kr } 8.000{,}00$$

Ved slik deflatering kan en være i tvil om hvilken indeks en bør bruke. Det fins forskjellige prisindekser. En kan som eksempler nevne konsumprisindeksen, engrosprisindeksen, indeksen for byggekostnader og jordbrukets prisindeks. Valget av indeksserie bør avhenge av formålet med beregningene. Som uttrykk for stigningen i det generelle prisnivået i samfunnet vil nok mange mene at konsumprisindeksen er den beste.

For å forenkle fremstillingen vil vi i det følgende forutsette at prisen på alle varer og tjenester endres proporsjonalt. Da vil alle indeksserier vise samme prosentvise stigning. Men vi bør huske på at vi her har gjort en forutsetning som egentlig avviker en del fra virkeligheten.

4. Korreksjon av tidsrekker av inn- og utbetalingsbeløp for skatt og prisstigning

Vi kan ta hensyn til skatt og til prisstigning i investeringskalkylene slik: Vi tar for oss den opprinnelige tidsrekken av inn- og utbetalinger som fremkommer før en har trukket inn hensynet til skatt og prisstigning. Først korrigerer vi beløpene slik at de viser inn- og utbetalinger etter skatt. Deretter deflaterer en disse korrigerte beløpene til verdifaste kroner. En får da en ny tidsrekke som viser "verdifaste kronebeløp etter skatt". Nå kan en beregne intern rentefot, kapitalverdi, annuitet osv. av disse tidsrekkene på samme måte som tidligere, og bruke resultatene til lønnsomhetsvurderinger.

Det vil avhenge av skatteregler og ligningsmessig praksis hvordan den første korreksjonen kommer til å bli. Eksempel: Hvis en utbetaling før skatt i investeringsåret er A kroner, ligningsreglene godtar at dette beløpet blir utgiftsført i investeringsåret, og marginalskatten (uttrykt som desimalbrøk) er t, får vi:

Utbetaling før skatt	A	kroner
Spart skatt p.g.a. investeringen	At	kroner
Utbetaling etter skatt	$A - At$	kroner
	$= A(1 - t)$	kroner

Hvis ligningsreglene ikke tillater at beløpet utgiftsføres i investeringsåret, får en til gjengjeld i mange tilfelle årlige avskrivninger i en rekke år fremover i tiden. Avskrivningene fører til skattelette de årene avskrivningen foretas. Vi skal som eksempel se på et investeringsbeløp på A kroner som avskrives over n år. I hvert av de n årene fører samtidig investeringen til en økning i årlige nettoinnbetalinger på a kroner. Vi får dette resultatet i kroner:

Nettoinnbetaling før skatt	a
Avskrivning	$\frac{A}{n}$
Økning i skattbar inntekt p.g.a. investeringen	$(a - \frac{A}{n})$
Økning i skatt p.g.a. investeringen	$t(a - \frac{A}{n})$
Nettoinnbetaling etter skatt	$a - t(a - \frac{A}{n})$
	$= a(1 - t) + \frac{At}{n}$

Dette siste tilfellet skal illustreres med et talleksempel. Oppgaven er:

For en bestemt investering ble det utført en regnskapsanalyse etter at investeringen var avsluttet. Den viste følgende tidsrekke av betalinger:

Tidspunkt	Utbetaling	Innbetaling
0	kr 10.000	
1		kr 3.200
2		" 3.400
3		" 3.600
4		". 3.800

Etter skattereglene ble investeringsbeløpet avskrevet med like store beløp over fire år. Den marginale skatteprosent var 40.

Ved analysen ble det brukt en prisindeks som viste følgende tall:

Tidspunkt	Prisindeks
0	112
1	114
2	117
3	121
4	127

På grunnlag av disse tallene skal en beregne investeringens interne rentefot etter at en har tatt hensyn til skatt og prisstigning.

Vi kan beregne innbetalingsrekken av "verdifaste kronebeløp etter skatt" slik:

År	Innbet. før skatt	Skattbar inntekt	Skatt	Innbet. etter skatt	I.e.s. verdifaste kroner
1	3.200	700	280	2.900	2.868,77
2	3.400	900	360	3.040	2.910,08
3	3.600	1.100	440	3.160	2.924,96
4	3.800	1.300	520	3.280	2.892,60

I dette tilfellet blir det ingen korreksjon i utbetalingsbeløpet, fordi en ikke får noen skattelette i investeringsåret, og deflateringen er foretatt slik at en har regnet om beløpene til investeringsårets kroneverdi. Vi kan nå beregne investeringens interne rentefot etter at en har tatt hensyn til skatt og prisstigning, på samme måte som beskrevet på s. 13.5 . Resultatet blir en intern rentefot på (tilnærmet) 0,062 eller 6,2%. Til sammenligning kan nevnes at dersom vi hadde beregnet den interne rentefoten på grunnlag av den opprinnelige betalingsrekken, ville vi ha kommet til 0,145 eller 14,5%.

5. Intern rentefot før og etter skatt og prisstigning

Her vil vi først og fremst se på hvordan skatt og prisstigning påvirker den interne rentefoten. Når en først har beregnet en korrigert betalingsrekke slik som ovenfor, kan en selvsagt beregne kapitalverdier og annuiteter også. Men da må kalkulasjonsrentefoten også være tilpasset tilsvarende, slik at en bruker en kalkulasjonsrentefot som passer etter korreksjon for skatt og prisstigning.

Her skal vi bruke disse symbolene:

- i - den interne rentefot som en kan beregne før en har tatt hensyn til skatt og prisstigning
- i_s - den interne rentefot som en kan beregne etter at en har tatt hensyn til skatt, men uten å ta hensyn til prisstigning
- i_{sp} - den interne rentefot som en kan beregne etter at en har tatt hensyn til både skatt og prisstigning ("realrentefoten etter skatt")
- e - årlig prisstigning skrevet som desimalbrøk

Om f.eks. $e = 0{,}06$, betyr det at den årlige prisstigning er 6%. For å forenkle fremstillingen vil vi nedenfor forutsette at årlig prisstigning er konstant over det tidsrom som vi ser på. Mange av resultatene vil bli de samme selv om en lar e variere, men vi skal ikke gå nærmere inn på dette.

I en del tilfelle er det enklest først å beregne i_s, deretter i_{sp}. Dersom i_s er beregnet på grunnlag av de faktiske (udeflaterte) kronebeløpene, blir sammenhengen:

$$1 + i_{sp} = \frac{1 + i_s}{1 + e}$$

Eksempel: i_s er beregnet til 0,08, e er 0,05. Av formelen ovenfor finner vi:

$$i_{sp} = \frac{1,08}{1,05} - 1 = 0,029$$

C. Diskusjon av noen "typiske" tilfelle

1. Inn- og utlån, gitt effektiv rentefot

Ved innlån og ved utlån blir både avdrag og rente bestemt av det nominelle lånebeløpet. Det blir ikke gjort noen korreksjon for prisstigning i lånevilkårene.

Hvis $\underline{i}$ er lånets effektive rentefot, kan vi først beregne i_s:

$$i_s = i(1 - t)$$

Deretter beregner en i_{sp} på grunnlag av formelen ovenfor.

Eksempel: en har lånt kr 1.000 til 8% rente. Marginal skatteprosent er 30 % ($t = 0,30$), årlig prisstigning er 4 %. Vi finner:

$$i_s = 0,08(1 - 0,30) = 0,056$$
$$i_{sp} = \frac{1,056}{1,040} - 1 = 0,015$$

Resonnementet bak beregningsformlene kan forklares ved hjelp av det samme talleksemplet:

Vi låner beløpet kr 1.000 ved ett tidspunkt, og betaler tilbake kr 1.080 etter ett år, med renter inkludert. De 80 kroner vi har betalt i renter kan imidlertid føres til fradrag i inntekten på selvangivelsen. Med 30 % marginalskatt gir dette en skattelette på kr 24, slik at netto etter skatt har vi bare betalt kr 1.056. Fordi prisnivået har steget med 4 %, kan vi regne om det beløp vi betaler tilbake til samme pengeverdi som de kr 1.000 vi lånte, slik

$$\frac{\text{kr } 1.056}{1,04} = \text{kr } 1.015$$

D.v.s. at målt i verdifaste kroner har vi lånt kr 1.000, og betalt tilbake kr 1.015 etter ett år. Reelt sett har vi altså bare betalt kr 15, eller 1,5 %, i renter.

I dette eksemplet var både marginalskatt og prisstigning satt lavt i forhold til hva som er vanlig i dag. Regner vi med mer "vanlige" tall, vil vi svært ofte komme til at "realrentefoten etter skatt" for innlån og utlån er negativ. Det virker uvant å tenke seg en negativ rentefot, men det er fullt mulig at rentefoten kan være negativ: Da vil den som låner penger bli betalt for å "passe på" pengene, mens den som låner bort penger må betale for det.

Når virkningen av skatt og prisstigning på realrentefoten blir så sterk, skyldes det måten skattereglene er utformet på: Etter skattereglene er renter mottatt inntekt, mens renter betalt kommer til fradrag på inntekten, uansett om prisstigningen er så sterk at rentene ikke en gang kompenserer for endring i pengeverdien.

2. Realinvesteringer

I forkalkyler over investeringsspørsmål er det vanlig å sette opp kalkylene basert på dagens prisnivå. Vi vil forutsette at en har satt opp slike kalkyler uten å ta hensyn til forventet prisstigning, og at en på dette grunnlag har beregnet investeringenes interne rentefot $i\underline{i}$.

Hvordan i_{sp} vil bli avhenger bl.a. av hvordan prisstigningen kommer til å påvirke fremtidige inn- og utbetalinger knyttet til investeringen. Siden dette er realinvesteringer, vil fremtidige inn- og utbetalinger også som oftest være knyttet til driftsmidler og til produkter som vil øke i pris i takt med prisstigningen.

Vi vil derfor forutsette at p.g.a. prisstigningen vil fremtidige inn- og utbetalinger øke proporsjonalt med økningen i det generelle prisnivå. Dette vil selvsagt ikke alltid stemme, men avvikene kan være i både positiv og i negativ retning i forhold til denne forutsetningen.

Vi vil nå se på hvordan forholdet vil bli mellom i_{sp} og i såfremt denne forutsetningen holder.

Husk på at de resultatene som blir utledet nedenfor bare gjelder når den $i\underline{i}$ som vi sammenligner med er beregnet på grunnlag av kalkyler der en har forutsatt konstant prisnivå.

a. Realinvesteringer som kan utgiftsføres i investeringsåret

For enkelte investeringer gir skattereglene adgang til å utgiftsføre hele investeringsbeløpet i anleggsåret, uten aktivering. Dette gjelder bl.a. investeringer i skogkulturarbeider, investeringer i nydyrking, kjøp av maskiner under et visst beløp, og reparasjoner av bygninger og andre varige driftsmidler selv om slike reparasjonsutgifter er store og reellt har karakter av investeringer.

Vi vil sammenligne den betalingsrekken en kommer fram til før en har tatt hensyn til skatt og prisstigning, med den betalingsrekken en kommer til etter å ha korrigert for skatt og prisstigning.

Før korreksjoner:

Tidspunkt	Utbet.	Netto innbet.
0	A	
1		a_1
2		a_2
.		.
.		.
n		a_n

Vi beregner i som den verdi som tilfredsstiller ligningen.

$$A = \sum_{j=1}^{n} \frac{a_j}{(1 + i)^j}$$

Etter korreksjon for skatt vil utbetalingsbeløpet i år 0 få verdien A(1 - t).

Nettoinnbetalingsbeløpet i et vilkårlig valgt år m innen rekken kan vi beregne slik:

Fordi vi har forutsatt at framtidige inn- og utbetalinger øker proporsjonalt med økningen i det generelle prisnivået, vil det nominelle bruttobeløpet bli:

$$a_m(1 + e)^m$$

Beløpet blir skattlagt fullt ut som inntekt. Fordi en har utgiftsført investeringsbeløpet i anleggsåret blir det senere ingen avskrivninger å føre til fradrag i inntekten. Etter fradrag for skatt blir derfor det nominelle beløpet:

$$a_m(1 + e)^m(1 - t)$$

Nå skal vi deflatere kronebeløpet til investeringsårets pengeverdi. Deflateringsfaktoren blir

$$\frac{1}{(1 + e)^m}$$

Inntekt etter skatt i verdifaste kroner blir altså

$$\frac{a_m(1 + e)^m(1 - t)}{(1 + e)^m} = a_m(1 - t)$$

Virkningene av prisstigning blir altså i dette tilfellet forkortet bort. Nå kan vi sette opp tidsrekken etter korreksjon for skatt og prisstigning:

Tidspunkt	Utbet.	Netto innbet.
0	$A(1 - t)$	
1		$a_1(1 - t)$
2		$a_2(1 - t)$
.		.
.		.
n		$a_n(1 - t)$

På grunnlag av den korrigerte betalingsrekken kan en beregne i_{sp} som den verdi som tilfredsstiller ligningen:

$$A(1 - t) = \sum_{j=1}^{n} \frac{a_j(1 - t)}{(1 + i_{sp})^j}$$

Her kan leddet $(1 - t)$ forkortes bort. Vi blir stående igjen med en ligning for å beregne i_{sp} som er nøyaktig lik den vi brukte for å beregne i, med den eneste forskjell at i er erstattet med i_{sp}. D.v.s. i_{sp} må være lik i.

Under de forutsetninger som er gitt ovenfor er resultatet altså: For realinvesteringer som utgiftsføres i investeringsåret er realrentefoten etter skatt lik intern rentefot før skatt og prisstigning.

b. "Evigvarende" realinvesteringer som ikke kan avskrives

Ved enkelte investeringer gir skattereglene ikke adgang til avskrivning, fordi en regner med at investeringen i prinsippet er "evigvarende". Det gjelder først og fremst kjøp av tilleggsarealer, og ved kjøp av landbrukseiendom gjelder det den delen av kjøpesummen som blir statusført som jordverdi.

La oss si at betalingsrekken en kommer fram til før en tar hensyn til skatt og prisstigning består av et utbetalingsbeløp i investeringstidspunktet på A, og årlige nettoinnbetalinger i all framtid på a. Fordi dette er et årlig beløp i all framtid blir formelen for å beregne intern rentefot svært enkel:

$$i = \frac{a}{A}$$

Utbetalingsbeløpet i investeringsåret blir her det samme før og etter skatt.

Nominell innbetaling før skatt i et vilkårlig valgt år m i framtiden vil bli

$$a(1 + e)^m$$

Beløpet blir skattlagt fullt ut som inntekt. I dette tilfellet tillater ikke skattereglene avskrivning. Etter fradrag for skatt blir derfor beløpet

$$a(1 + e)^m(1 - t)$$

Inntekt etter skatt i verdifaste kroner blir:

$$\frac{a(1 + e)^m(1 - t)}{(1 + e)^m} = a(1 - t)$$

Vi kan nå beregne i_{sp}: $$i_{sp} = \frac{a(1 - t)}{A}$$

Vi har tidligere: $i = \frac{a}{A}$

Ved å sette dette inn i formelen for i_{sp} får vi

$$i_{sp} = i(1 - t)$$

Under de forutsetninger som er gitt ovenfor blir resultatet altså: For "evigvarende" realinvesteringer som ikke kan avskrives er realrentefoten etter skatt lik intern rentefot før skatt og prisstigning, multiplisert med faktoren (1 - t).

c. Realinvesteringer som avskrives over brukstiden

Dette er det vanligste tilfellet ved investeringer.

Her kan en ikke komme fram til noen enkel formel som viser sammenhengen mellom i og i_{sp}.

Rent generelt kan det sies at resultatet blir mindre gunstig enn for de to andre typer av realinvesteringer som er omtalt ovenfor:

$$i_{sp} < i(1 - t)$$

Hvor sterkt i_{sp} blir redusert i forhold til i, avhenger bl.a. av forholdet mellom investeringens faktiske brukstid (økonomiske levetid) og avskrivningstiden i skatteregnskapet. Er skattemessig avskrivningstid kortere enn økonomisk levetid blir resultatet gunstigere, er den lengere enn den økonomiske levetid blir resultatet mindre gunstig. Nedenfor vil vi se litt på det tilfelle der skattemessig avskrivningstid er lik økonomisk levetid, og hvor den reelle nettoinnbetalingen som skyldes investeringen er den samme for hvert år over den økonomiske levetid.

Tidsrekken før korreksjoner for skatt og prisstigning blir:

Tidspunkt	Utbet.	Netto innbet.
0	A	
1		a
2		a
.		.
.		.
n		a

Nettoinnbetalingsbeløpet i et vilkårlig valgt år $\underline{m}$ innen rekken kan vi beregne slik:

Det nominelle innbetalingsbeløpet før skatt blir:

$$a(1 + e)^m$$

Avskrivninger kan trekkes fra, og skattbar inntekt blir

$$a(1 + e)^m - \frac{A}{n}$$

Skatten blir:

$$\left[a(1 + e)^m - \frac{A}{n}\right]t = a(1 + e)^m t - \frac{A}{n}t$$

Innbetaling etter skatt blir:

$$a(1 + e)^m \div a(1 + e)^m t + \frac{A}{n}t = a(1 + e)^m(1 - t) + \frac{A}{n}t$$

Innbetaling etter skatt i verdifaste kroner blir

$$\frac{a(1 + e)^m(1 - t)}{(1 + e)^m} + \frac{\frac{A}{n}t}{(1 + e)^m} = a(1 - t) + \frac{\frac{A}{n}t}{(1 + e)^m}$$

Grunnen til at resultatet blir mindre gunstig i dette tilfellet ligger i det siste leddet. Skattereglene tillater ikke at avskrivningene blir regulert i takt med prisstigningen. Den skattelette som en egentlig skulle få p.g.a. avskrivningene blir derfor mindre verdt etter hvert som prisstigningen "spiser opp" verdien av de nominelle kronebeløp.

3. Et talleksempel

For å illustrere hvor ulikt skatt og prisstigning virker på forskjellige typer av investeringer, har forfatteren beregnet et enkelt talleksempel. For de fire forskjellige "typiske" tilfelle som er diskutert ovenfor er det i utgangspunktet brukt samme forutsetninger:

Intern rente før skatt og prisstigning	$i = 0,05$
Prisstigning pr. år	$e = 0,05$
Marginalskatt	$t = 0,40$

For de fire investeringene får vi følgende verdier for intern rente etter skatt og prisstigning.

Realinvesteringer som kan utgiftsføres i investeringsåret	$i_{sp} = 0{,}05$
"Evigvarende" realinvesteringer som ikke kan avskrives	$i_{sp} = 0{,}03$
Avskrivbare realinvesteringer hvor brukstid = avskrivningstid = 10 år	$i_{sp} = 0{,}015$
Investeringer i utlån	$i_{sp} = -0{,}018$

D. En merknad om likviditet

Hittil har vi bare snakket om hvordan skatt og prisstigning virker på lønnsomheten av investeringer, og vi har brukt "realrentefoten etter skatt (i_{sp}) som lønnsomhetskriterium.

Vi kan for eksempel vise at en som låner penger kan betale høy rente uten at i_{sp} blir høy, dersom samfunnet er inne i en periode med stadig prisstigning.

Vi skal se på tre situasjoner som gir samme verdi av i_{sp}:

	Situasjon A	Situasjon B	Situasjon C
Årlig prisstigning (e)	0,00	0,05	0,10
Marginalskatt (t)	0,50	0,50	0,50
Lånerente (i)	0,04	0,142	0,244
Realrentefoten etter skatt (i_{sp})	0,02	0,02	0,02

En situasjon uten prisstigning og med 4 prosent rente på lån svarer til en situasjon med 5 prosent årlig prisstigning og 14,2 prosent rente på lån, og til en situasjon med 10 prosent årlig prisstigning og 24,4 prosent rente på lån, i den forstand at alle tre situasjoner gir samme realrentefot etter skatt. Leserne kan lett kontrollere dette. Det er forutsatt en marginal skatteprosent på 50 i alle tre situasjoner.

Likviditetsmessig er imidlertid de tre situasjoner ikke likeverdige. Vi skal se på tidsrekken av betalinger for en person som låner kr. 10 000 og betaler lånet tilbake med kr. 1 000 i avdrag ved slutten av hvert år i 10 år. Først beregner vi tidsrekken i nominelle kroner, deretter regner vi den om til verdifaste kroner for hver av de tre situasjonene.

Avdrag + renter - skatt

År	Situasjon A Nom. kroner	Situasjon A Verdif. kroner	Situasjon B Nom. kroner	Situasjon B Verdif. kroner	Situasjon C Nom. kroner	Situasjon C Verdif.
1	1 200	1 200	1 710	1 629	2 220	2 018
2	1 180	1 180	1 639	1 487	2 098	1 734
3	1 160	1 160	1 568	1 354	1 976	1 485
4	1 140	1 140	1 497	1 232	1 854	1 266
5	1 120	1 120	1 426	1 117	1 732	1 075
6	1 100	1 100	1 355	1 011	1 610	909
7	1 080	1 080	1 284	913	1 488	764
8	1 060	1 060	1 213	821	1 366	637
9	1 040	1 040	1 142	736	1 244	528
10	1 020	1 020	1 071	658	1 122	433

For eksempel: I situasjon C betaler låntakeren hele 2 440 kroner i renter ved utgangen av det første året. Han sparer skatt som svarer til halvdelen av beløpet, og betaler altså en netto rente etter skatt på kr. 1220, i tillegg til avdraget på kr. 1 000. Tilsammen betaler han kr. 2 220, som omregnet til verdifaste kroner etter kroneverdien ved låneopptaket blir kr. 2 018.

Leserne kan lett kontrollere at de tre tidsrekkene omregnet til verdifaste kroner alle svarer til en intern rentefot på 2 prosent. I situasjon B og C blir imidlertid belastningen til avdrag + renter betydelig høyere de første årene av lånets løpetid enn i situasjon A. Vi kan si at reellt sett betaler en lånet tilbake raskere i situasjon B enn i situasjon A, og raskere i situasjon C enn i situasjon B. For en person eller et foretak med romslig likviditetssituasjon spiller dette kanskje liten rolle, men hvis likviditeten er dårlig kan det bety noe. For dem som har problemer med likviditeten kan det være bedre å ha liten prisstigning og lav effektiv rentefot på lån enn høyere prisstigning og høyere effektiv rentefot, selv om realrentefoten etter skatt er den samme i begge tilfeller.

STIKKORDSREGISTER