NÆRINGSSTRUKTUR, INTERNASJONAL HANDEL OG VEKST[1]

av

Kåre Bævre og Jon Vislie[2]

Økonomisk institutt, Universitetet i OSLO

Revidert utgave, oktober 2007

Innholdsfortegnelse

---

[1] Dette er en revisjon av et notat med samme tittel, fra september 2005.

[2] Vi takker Fredrik A. Gregersen, Sigbjørn Hjelmbrekke og Svein Longva for innsiktsfulle merknader til forrige versjon av notatet.

1. INNLEDNING

Positiv økonomisk teori søker gjennom ulike mekanismer å forklare hva som kan skje med ressursbruk (i sin alminnelighet) i ulike deler av økonomien om denne utsettes for eksogene eller "ytre sjokk". For eksempel er vi interessert i å kunne klarlegge kortsiktige virkninger på sektor- eller bransjesysselsetting i et land om prisene på varer landet eksporterer skulle øke. Hvilke faktorer virker til å forklare hvorfor sysselsettingen (eller bruk av andre produksjonsfaktorer) er akkurat hva den er i en bestemt næring i et år? Hvorfor brukes akkurat en bestemt mengde arbeidskraft, energi og realkapital i norsk aluminiumssektor? Hvorfor endrer sysselsettingen seg over tid mellom næringer? Fra Norge vet vi at sysselsettingsandelen i primærnæringene (jordbruk, skogbruk, fiske og fangst) har sunket dramatisk fra 1900 og gjennom hele det 20.århundre, mens industriens andel først vokste kraftig for deretter å avta, samtidig som de tjenesteytende næringer har vokst jevnt og trutt, og ganske kraftig i siste halvdel av århundret? Dersom vi grovt deler inn næringsstrukturen i tre hovedgrupper; *primærnæringer* (jordbruk, skogbruk, fiske og fangst), *sekundærnæringer* (industri, bergverk, bygg og anlegg, kraft- og vannforsyning og oljevirksomhet) og *tertiærnæringer* (varehandel, tjenesteyting, samferdsel, finans og forsikring og offentlig forvaltning), vil vi for Norges vedkommende ha en utvikling i sysselsettingens relative fordeling mellom disse næringene fra 1865 til 1990 i tabellen under: (At tallene ikke summerer seg til 100, skyldes at vi også opererer med "uoppgitte næringer".)

	1865	*1890*	*1910*	*1930*	*1950*	*1960*	*1970*	*1980*	*1990*	*2000*
Primær	59,8	49,2	39,0	35,8	25,9	19,5	12,6	8,4	6,3	4,1
Sekundær	13,6	21,9	25,0	26,5	36,5	36,5	34,7	29,3	24,0	21,4

Tertiær	20,5	27,5	32,3	37,4	37,1	43,6	52,7	62,4	69,6	74,4

(Kilde: Statistisk sentralbyrå)

Hva kan forklare slike dramatiske strukturendringer fra slutten av 1800-tallet (tidlig industrialisering og deretter overgang mot det tjenesteytende samfunn)? Hvordan forskyves ressursbruken mellom forskjellige konkurranseutsatte sektorer som følge av økt konkurranse fra utenlandske bedrifter? Hvilken effekt har "globalisering" på lønnsstrukturen i en åpen økonomi? Hvilke grupper vil tape; hvilke grupper vil vinne? Dette er bare et knippe spørsmål som ansees som viktige av økonomer.

For å få innsikt i hvilke faktorer som kan ha bidratt til å forklare slike endringer eller forskyvninger, må vi lage oss en modellramme der nærings- eller bransjestruktur står sentralt. Én slik modellramme kan være en generell likevektsmodell der næringene (bestående av forskjellige produksjonsenheter eller bedrifter, der bedrifter tilhørende en bransje produserer varer med svært like egenskaper) konkurrerer dels om knappe produksjonsressurser og dels om plass på husholdningenes budsjetter. Produksjonsressursene – som vi det etterfølgende skal tenke oss som arbeidskraft og realkapital – kan allokeres eller fordeles mellom ulike anvendelser på forskjellige måter; enten som et resultat av sentraliserte beslutninger (slik vi hadde det i såkalte planøkonomier fram til 1990) eller som et resultat av desentraliserte beslutninger, som markedsmekanismen er et eksempel på. Den norske økonomien er nærmest å oppfatte som en "blandingsøkonomi", der en stor offentlig sektor – hvilket også viser seg i tabellen over gjennom den sterke veksten i tertiærnæringene – opererer ved siden av private aktører på svært mange arenaer. For å gjøre det hele så oversiktelig som mulig, skal vi tenke oss at både arbeidskraft og realkapital omsettes på vanlige konkurransemarkeder der prisene bestemmes. Vi neglisjerer den rolle organisasjonene spiller i arbeidsmarkedet, og spesielt den rolle de spiller ved

forhandlinger om lønn. I det følgende tenker vi oss at lønna bestemmes som en likevektslønn. Dette er spesielt og antakelig for enkelt.
Så vel produksjonsfaktorer som ferdigvarer skal vi tenke oss omsettes på markeder hvor brukerne møtes "for å konkurrere om knappe ressurser". På denne måten vil "rene" markedsparametere som priser og inntekter være med å bestemme hva som blir produsert og konsumert, noe som på sin side igjen bestemmer hvordan knappe produksjonsressurser blir anvendt og fordelt mellom ulike bransjer.

Vi starter med å presentere en enkel generell likevektsmodell der vi begrenser oss til å se på 2 ferdigvarer, 2 produsenter (hver oppfattet som en samling av mange like bedrifter) og 2 produksjonsfaktorer som foreligger i gitte mengder. Vi neglisjerer vareinnsats levert fra en bransje og brukt i en annen. De fleste produksjonssektorer gjør bruk ikke bare av primære produksjonsfaktorer – som arbeidskraft og realkapital – men også av vareinnsats levert fra andre sektorer. Slike mellomsektorielle forhold kunne vi ha fått brakt eksplisitt inn gjennom det som kalles en *kryssløpsmodell*.
Den modellrammen vi skal se nærmere på i dette notatet har i en årrekke vært en arbeidshest i teori for internasjonal handel og næringssammensetning, slik noen kjenner den igjen som Heckscher-Ohlin-Samuelson-modellen fra lærebøker i internasjonal handel.[3] Vi skal gjøre detaljert rede for denne modellen, først i den spesielle versjonen som kalles *"en liten åpen økonomi"*, der ferdigvarene fritt kan byttes på verdensmarkeder til (for den lille åpne økonomien) gitte priser. Denne modellen kan benyttes til å se hvordan næringssammensetningen påvirkes enten som følge av endringer i eksogene priser eller av endringer i tilgangen på produksjonsfaktorer når disse er fullt mobile mellom sektorene innen et land, men immobile mellom land. Etter å

[3] Se R.W.Jones (1965), "The Structure of Simple General Equilibrium Models", *Journal of Political Economy* 73, pp. 557 – 572.

ha sett på de viktigste sammenhengene innenfor denne modellen, skal vi fra synspunktet "teknikk og metode", se på en lukket økonomi (autarki). I motsetning til hva tilfellet er for en liten åpen økonomi, blir ferdigvareprisene under autarki bestemt *i* modellen. Rendyrkingen under autarki av at ferdigvarer og produksjonsfaktorer er immobile mellom land, gjør at vi ledes fram til en generell likevekt med bestemte egenskaper, avledet av underliggende produksjons- og etterspørselsforhold, samt faktortilgang. (Uansett hva slags økonomi vi ser på, er produksjonsfaktorene mobile kun mellom innenlandske sektorer; ikke mellom land. Vi utelukker et stort og viktig felt, nemlig internasjonale faktorbevegelser.) På denne måten kan vi få klarlagt en viktig begrunnelse for hvorfor et land eksporterer visse varer. Overgangen fra en lukket til en åpen økonomi gjør det også mulig å få et innblikk i spørsmålet om hvilke grupper (eiere av produksjonsfaktorer) som vil tjene og hvilke grupper som vil tape på internasjonalt varebytte.

Modellene som presenteres i det følgende representerer *statiske* likevektsmodeller (i motsetning til *dynamiske* modeller der tiden inngår på en essensiell måte). Utgangspunktet er en tilstand der økonomien er i ro; dvs. alle ytre sjokk har lagt seg og alle tilpasninger er gjennomført. Fra en slik situasjon utsettes økonomien for et ytre sjokk (endring i en av modellens eksogene variable). Vår metode er nå å se hvordan den nye likevektssituasjonen skiller seg fra den vi hadde i utgangspunktet. Dette er en øvelse i *komparativ statikk*; en metode som går ut på å sammenlikne en likevektssituasjon med en annen uten å se nærmere på selve overgangen mellom de to likevektene.

En slik enkel, men grov representasjon av en økonomi, vil kunne kaste noe lys over noen underliggende mekansimer som vi kan gjøre bruk av når vi skal se hva som skjer over tid; dvs. i selve fasen mellom to likevekter. Det er heller ikke alltid slik at vi nødvendigvis "til slutt" ender opp i en tilstand av full ro.

Økonomien utsettes kontinuerlig for nye sjokk, samtidig som det er iboende krefter i aktørenes egen atferd som hele tiden virker "forstyrrende" inn. Det kan være ulik produktivitetsvekst i de forskjellige næringene; for eksempel ved at visse sektorer utsettes kontinuerlig for tekniske forbedringer, mens andre sektorer, særlig deler av den personlige tjenesteytingen, har ingen eller svært små muligheter for produktivitetsforbedringer, eller at det er egenskaper ved etterspørselen etter visse varer som påvirkes sterkere av inntektsendringer. Et eksempel kan kanskje illustrere poenget: Noen varer som konsumentene etterspør er i visse perioder luksusvarer i den forstand at varenes inntektselastisiteter er større enn én. Om det kontinuerlig skjer en bedring i produktiviteten i denne økonomien, vil realinntekten øke. Økt realinntekt vil føre til en vridning i sammensetningen av husholdningenes etterspørsel, med en relativt sterkere forskyvning mot luksusvarer som nå vil få høyere budsjettandeler. Denne vridningen, som bl.a. er typisk for en rekke tjenester (som feriereiser), vil føre til at ressursbruken vris fra produksjon av ikke-luksusvarer og over mot luksusvarer. Så lenge noen varer har inntektselastisiteter større enn én, og slike egenskaper vil selv endres over tid – bare tenk på bil og fritidsbåt som typiske luksusgoder i 1950-årene i Norge, men neppe i dag – vil produktivitetsfremgang eller realinntektsvekst kunne føre til slike vridninger som nevnt her. Slike dynamiske forhold vil bli kort introdusert i siste del av notatet, der vi skal forsøke å få formidlet sentrale faktorer bak næringsutviklingen slik vi kjenner den fra Norge; se også Rødseth (1993).[4] Gjennom slike dynamiske modeller kan vi få en forklaring på den historiske overgangen i Norge vi har observert gjennom hele det 20. århundre, fra et typisk jordbruks- og fiskesamfunn til et moderne industri- og tjenestesamfunn; jfr. tabellen over.

[4] Se A. Rødseth (1993), *Næringsstruktur og vekst*, serien for studenter nr. 27.

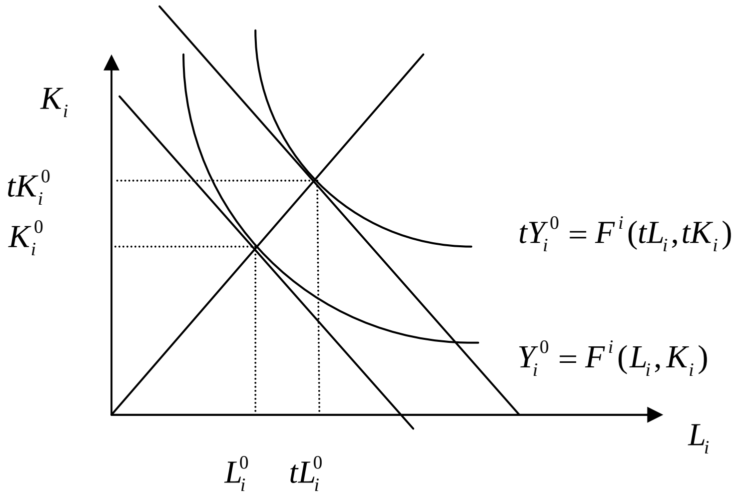
Notatet er disponert som følger: I kapittel 2 har vi en grundig gjennomgang av produsenttilpasning der vi legger særlig vekt på å utlede sentrale egenskaper ved en produsents *kostnadsfunksjon*. I kapittel 3 ser vi nærmere på egenkaper ved likevekten i en *liten åpen økonomi*. Med utgangspunkt i denne likevekten utleder vi en del viktige sammenhenger som vi betegner som *handelsteoremer*. I kapittel 4 karakteriserer vi likevekten under autarki (ingen handel med andre land). Gitt en serie forutsetninger – mer eller mindre restriktive – kan vi fastlegge *et lands komparative fortrinn* med bakgrunn i *relativ faktorrikelighet*, slik vi viser i kapittel 5, mens det i kapittel 6 pekes på en del momenter som knytter forbindelsen mellom dette notatet og en dynamisk analyse som kan forklare utviklingen i næringssammensetningen over tid.

2. OM PRODUSENTENE

2.1 Representative bedrifter. Produktfunksjonen.

Vi har en økonomi med to sektorer (bransjer, næring). I hver sektor skal vi la alle bedriftene i sum opptre som én representativ bedrift. Slik vi behandler det innebærer dette en implisitt antagelse om at alle bedriftene i en sektor er helt like. I hver sektor/representativ bedrift produseres kun én vare ved hjelp av to primære produksjonsfaktorer. Vi kunne ha tatt med flere bransjer og produksjonsfaktorer, men av pedagogiske grunner er det hensiktmessig å begrense disse til to. For å gjøre diskusjonen mer konkret vil vi kalle de to innsatsfaktorene arbeidskraft og realkapital og tolke modellen deretter. Men den teoretiske modellens resultater vil også kunne tolkes i lys av andre todelte grupperinger av innsatsfaktorene, for eksempel høyt utdannet og lavt utdannet arbeidskraft. Merk imidlertid at for at resultatene fortsatt skal ha gyldighet må man godtgjøre at en slik inndeling er i overensstemmelse med modellens grunnleggende antagelser, spesielt vil dette gjelde de som angår teknologien.

Vi tenker oss at tilgangen av hver produksjonsfaktor foreligger i en gitt mengde for *hvert land*, bestemt av forhold utenfor modellen. Disse produksjonsfaktorene er fullt mobile mellom sektorene; dette betyr bl.a. at det vil være ett og bare ett marked for hver av de to produksjonsfaktorene i vår



Figur 1

Isokvanter ved konstant skalautbytte

økonomi. Vi vil blant annet se på situasjoner der produsentene opptrer som aktører i *en liten åpen økonom.* Vi vil da anta at innsatsfaktorene bare kan flytte seg fritt mellom sektorer *innen* det enkelte land; *ikke mellom land*. Dette til forskjell fra ferdigvarene som vi under antagelsen om en liten åpen økonomi antar kan byttes fritt mellom land, det vil si uten handelshindringer av noe slag og uten at det påløper transportkostnader.

La produksjonen i sektor i ($i = 1,2$) være angitt med Y_i (kvantum produsert av vare i). Teknologien i hver sektor er representert ved en produktfunksjon $F^i(L_i, K_i)$, der L_i og K_i er henholdsvis mengden arbeidskraft og realkapital brukt i sektor *i*, så $Y_i = F^i(L_i, K_i)$. Teknologien vil være forskjellig i de to sektorene, så de har hver sin produktfunksjon. For begge sektorer forutsetter vi imidlertid at produktfunksjonen har følgende (neoklassiske) egenskaper:

1)I*sokvanter krummet mot origo.* Produktfunksjonens nivålinjer eller isokvanter (som med våre antakelser er fallende i faktordiagrammet) er kjennetegnet ved (strengt) avtakende marginal teknisk substitusjonsbrøk – isokvantene er krummet mot origo, slik som i Figur 1.

2) *Konstant skalautbytte.* Dette betyr at en proporsjonal økning i faktormengdene fører til en like stor økning i produktmengden, eller mer formelt

(1) $$F^i(tL_i, tK_i) = tF^i(L_i, K_i)$$

for alle $t > 0$. Vi sier gjerne at produktfunksjonen er homogen av grad 1 i innsatsfaktorene (se appendiks A.1 for noen viktige egenskaper ved homogene funksjoner). Når vi beveger oss langs en faktorstråle (langs hvilken vi har et gitt faktorforhold), vil isokvanten for $Y_1^0 = F^1(L_1, K_1)$ og den for c ligge i samme avstand fra hverandre uansett langs hvilken faktorståle vi beveger oss. Dette innebærer at helningen til isokvantene vil være konstant langs en faktorstråle, slik vi har illustrert det i Figur 1.

Vi pleier også ofte å anta at produktfunksjonen $F^i(L_i, K_i)$ at den er overalt og tilstrekkelig mange ganger deriverbar i hver faktor. Når disse deriverte eksisterer oversetter antagelsen om krumme isokvanter seg til at hver grenseproduktivitet er positiv, men strengt avtakende. Dette betyr at de partielt deriverte $F_L^i := \dfrac{\partial F^i(L_i, K_i)}{\partial L_i} > 0$ og $F_K^i := \dfrac{\partial F^i(L_i, K_i)}{\partial K_i} > 0$, mens

$F_{LL}^{i} := \dfrac{\partial^2 F^i(L_i, K_i)}{\partial L_i^2} < 0,\ F_{KK}^{i} := \dfrac{\partial^2 F^i(L_i, K_i)}{\partial K_i^2} < 0$. Det er også vanlig å anta at hver produksjonsfaktor er *essensiell*: For å få en positiv produktmengde, må det brukes noe av *begge* faktorer; med andre ord har vi $F^i(0, K_i) = 0 = F^i(L_i, 0)$.

Når vi bare har to innsatsfaktorer vil konstant skalautbytte og avtagende marginalprodukt også implisere at innsatsfaktorene er teknisk komplementære, eller

(2) $$\frac{\partial^2 F^i(L_i, K_i)}{\partial L_i \partial K_i} > 0.$$

Det vil si at marginalproduktet til hver innsatsfaktor øker når vi bruker mer av den andre innsatsfaktoren. Beviset for dette er lagt til Appendiks A.2.

2.2 Kostnadsminimering

Produksjonsfaktorene kjøpes i faktormarkeder til de nominelle prisene w (lønn per enhet arbeidskraft) og q (pris per enhet realkapital). Vi antar at bedriften opptrer som prisfast kvantumstilpasser i alle markeder, og hvert marked oppfattes som vanlige konkurransemarkeder, uten at noen aktører kan utøve noe markedsmakt. Ferdigvaren selges også til en for produsenten eksogent gitt pris, nemlig p_i, gitt som antall kroner per fysisk enhet av ferdigvaren.

Vi antar rasjonelle aktører, noe som i første omgang betyr at produsenten ønsker å frembringe enhver mengde av ferdigvaren til så lave kostnader som mulig. Det vil si, for gitte innsatsfaktorpriser q og w skal vi finne den kombinasjonen av innsatsfaktorene (K_i, L_i), som billigst mulig produserer kvantum Y_i^0. Dette kostnadsminimeringsproblemet kan formuleres mer formelt som:

$$(3) \qquad Min_{\{L_i, K_i\}}\ wL_i + qK_i \ \ gitt \ \ Y_i^0 = F^i(K_i, L_i)$$

Lagrangefunksjonen tilordnet dette problemet er gitt som:

$$\Lambda(L_i, K_i, Y_i^0, \lambda) = wL_i + qK_i - \lambda\left[F^i(L_i, K_i) - Y_i^0\right]$$

med λ som en positiv Lagrangemultiplikator. En indre løsning (det vil si en kostnadsminimerende faktorkombinasjon (L_i^0, K_i^0), begge strengt positive per forutsetning) må oppfylle bibetingelsen $Y_i^0 = F^i(L_i, K_i)$ der Y_i^0 er et gitt tall (gitt produksjonsnivå), samt de to førsteordensbetingelsene

$$\frac{\partial \Lambda(L_i^0, K_i^0, Y_i^0, \lambda)}{\partial L_i} = w - \lambda \frac{\partial F^i(L_i^0, K_i^0)}{\partial L_i} = 0$$

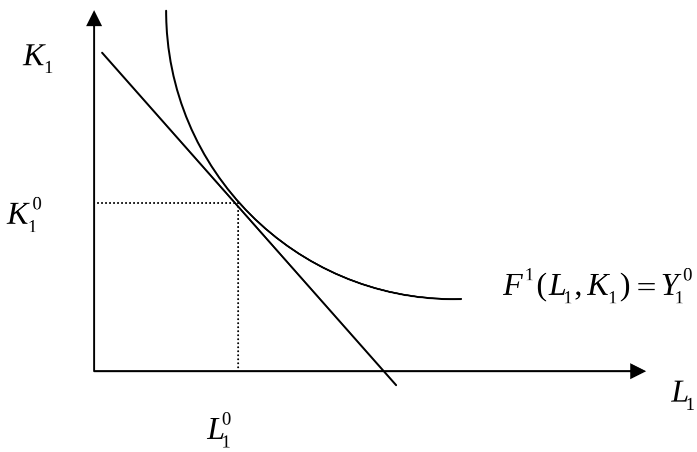
og

$$\frac{\partial \Lambda(L_i^0, K_i^0, Y_i^0, \lambda)}{\partial K_i} = q - \lambda \frac{\partial F^i(L_i^0, K_i^0)}{\partial K_i} = 0 .$$

Ved å eliminere multiplikatoren λ får vi at tilpasningen kan skrives:

$$(4) \qquad \begin{cases} MTSB(L_i^0, K_i^0) := \dfrac{\frac{\partial F^i(L_i^0, K_i^0)}{\partial L_i}}{\frac{\partial F^i(L_i^0, K_i^0)}{\partial K_i}} = \dfrac{w}{q} \\ Y_i^0 = F^i(L_i^0, K_i^0) \end{cases}$$

Den første betingelsen sier oss at den marginale tekniske substitusjonsbrøk (MTSB) må være lik faktorprisforholdet. Dette er den såkalte tangeringsbetingelsen som sier at (for en indre løsning) skal den gitte isokvanten i tilpasningspunktet tangere en isokostlinje. I Figur 2 er en isokostlinje gitt ved den fallende rette linjen. For et gitt budsjett *B*, vil samlingen av alle faktorkombinasjoner hvis totale utlegg er lik dette budsjettet, være kjennetegnet ved $wL_i + qK_i = B$, med stigningstall $\frac{dK_i}{dL_i} = -\frac{w}{q}$.)



Figur 2

Kostnadsminimering for gitt Y_i^0

2.3 Betinget faktoretterspørsel

De to betingelsene i (4) gir oss derfor to likninger som vi i prinsippet kan bruke til å uttrykke faktorinnsatsene som funksjoner av faktorprisene (egentlig faktorprisforholdet) og av det gitte produksjonskravet. For gitt produktmengde og gitte priser, vil vi få bestemt et entydig kostnadsminimerende faktorpunkt, slik som (L_i^0, K_i^0) i Figur 2. Når den eksogent gitte produksjonen endres (tilpasningen er på en annen isokvant), eller når *faktorprisforholdet* endrer seg, vil betingelsene i (4) gi et nytt kostnadsminimerende faktorpunkt. Dermed leder de to betingelsene i (4), for en vilkårlig, gitt produksjon Y_i av ferdigvaren, til *faktorfunksjonene* eller *de* *betingede faktoretterspørselsfunksjonene*. Betingingen er altså knyttet til et gitt kvantum av ferdigvaren, Y_i. Disse funksjonene kan vi skrive som $L_i(w,q,Y_i)$ og $K_i(w,q,Y_i)$.

2.4 Kostnadsfunksjonen

Når vi ser på bedrifters tilpasning i lys av kostnadsminimering er det ofte av sentral interesse å kjenne egenskaper ved den såkalte *kostnadsfunksjonen*. Denne er definert ved

(5) $$C_i(w,q,Y_i) = Min_{\{L_i,K_i\}} \left\{ wL_i + qK_i \middle| F^i(L_i,K_i) = Y_i \right\}$$

eller som det minimale faktorutlegget (kostnadene) man må ut med for å produsere Y_i når prisene er q og w. Vi sier at kostnadsfunksjonen er verdifunksjonen til kostnadsminimeringsproblemet, det vil si den angir verdien på kostnadene (målfunksjonen) når disse er minimert. Over fant vi (L_i^0, K_i^0) som løsninga på kostnadsminimeringa når $Y_i = Y_i^0$. Dermed følger det at $C_i(w,q,Y_i^0) = wL_i^0 + qK_i^0$. For en vilkårlig Y_i kan vi sette inn de betingede faktoretterspørselsfunksjonene $L_i(w,q,Y_i)$ og $K_i(w,q,Y_i)$ i stedet for L_i^0 og K_i^0 og vi får derfor

(6) $$C_i(w,q,Y_i) = wL_i(w,q,Y_i) + qK_i(w,q,Y_i)$$

Egenskaper ved kostnadsfunksjonen er helt sentrale i vår analyse av to-sektor modellen, så disse vil bli behandlet her.

2.4.1 Generelle egenskaper ved kostnadsfunksjonen

La oss først se på noen egenskaper som er tilfredsstilt av *alle* kostnadsfunksjoner. Disse egenskapene følger av kostnadsminimering alene, og har således ikke noe med de teknologiske forhold å gjøre.

$$\text{(7)}\quad \begin{array}{ll} C_i(w,q,Y_i) & \text{er ikke-avtagende i } Y_i \\ C_i(tw,tq,Y_i) = tC_i(w,q,Y_i) & \text{for alle } t>0 \\ C_i(w,q,Y_i) & \text{er konkav i } w \text{ og } q \end{array}$$

Den første egenskapen er åpenbar, det kan aldri være billigere å produsere et høyere kvantum. Den andre betingelsen er nesten like åpenbar. En proporsjonal økning av begge innsatsfaktorprisene vil ikke påvirke den kostnadsminimerende tilpasning og bare gi en økning i faktorutlegget med samme proporsjonalitetsfaktor. Mer formelt følger resultatet av følgende manipulering av kostnadsfunksjonen

$$C_i(tw,tq,Y_i) = Min_{\{L_i,K_i\}} \left\{ twL_i + tqK_i \,\middle|\, F^i(L_i,K_i) = Y_i \right\} = Min_{\{L_i,K_i\}} \left\{ t(wL_i + qK_i) \,\middle|\, F^i(L_i,K_i) = Y_i \right\}$$
$$= t \cdot Min_{\{L_i,K_i\}} \left\{ wL_i + qK_i \,\middle|\, F^i(L_i,K_i) = Y_i \right\} = tC_i(w,q,Y_i)$$

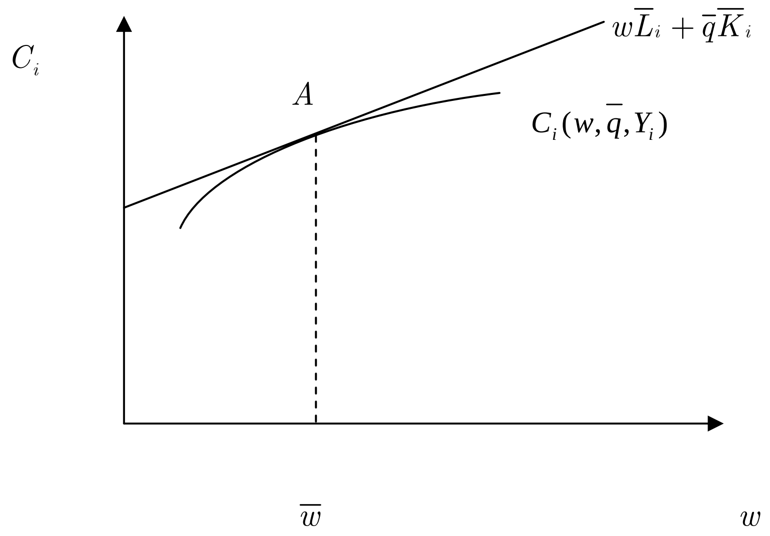
Vi sier at kostnadsfunksjonen er homogen av grad 1 i innsatsfaktorprisene.

At kostnadsfunksjonen er konkav i innsatsfaktorprisene innebærer

$$\text{(8)}\qquad C_i(\lambda w' + (1-\lambda)w'', \lambda q' + (1-\lambda)q'', Y_i) \geq \lambda C_i(w',q',Y_i) + (1-\lambda)C_i(w'',q'',Y_i)$$

for alle $0 < \lambda < 1$.

Dette er ikke like lett å vise formelt. Fordi det formelle beviset kanskje framstår noe formelt og fremmed legges det til Appendiks A.3. Her vil vi nøye oss med å se at kostnadsfunksjonen er konkav i hver enkelt faktorpris, det vil si bare betrakte konkaviteten partielt som i Figur 3. La prisen på kapital være konstant $q = \overline{q}$.



Figur 3

Kostnadsfunksjonens konkavitet i lønna

Punktet A i Figur 3 angir de minimerte kostnaden når lønna er $w = \overline{w}$. Til denne tilpasningen og dette prisparet svarer faktorbruken $\overline{L_i} = L_i(\overline{w}, \overline{q}, Y_i)$ og $\overline{K_i} = K_i(\overline{w}, \overline{q}, Y_i)$. Om lønna skulle endre seg er det klart at bedriften fortsatt *kan* produsere Y_i ved å bruke innsatsfaktorkombinasjonen $(\overline{L}_i, \overline{K}_i)$. Dette vil gi kostnader $w\overline{L}_i + \overline{q}\overline{K}_i$, det vil si at kostnadene da vil vokse lineært i lønna slik som vist ved den rette linja i figuren. De kan altså aldri gjøre det dårligere enn dette, så de minimerte kostnadene i kostnadsfunksjonen kan aldri ligge over denne linja. Men dersom det er mulig å substituere arbeidskraft (som nå er dyrere) med kapital i produksjonen, vil de som regel kunne gjøre det bedre ved å endre på faktorsammensetningen, så vi kan vente at de minimerte kostnadene, $C_i(w,\bar{q},Y_i)$, ligger strengt under denne linja. De minimerte kostnadene må selvsagt stige i lønna w når denne stiger over $\bar{w}$, men stigningen vil altså i regelen være slakkere enn helningen til den lineære kurva. Et helt symmetrisk argument gjelder dersom lønna blir lavere enn $\bar{w}$. Dermed får vi at kostnadsfunksjonen er konkav i lønna slik som tegnet i Figur 3.

For at vi skal ha streng konkavitet, og dermed at $C_i(w,\bar{q},Y_i)$ er krum slik som den er tegnet i Figur 3, må det altså være substituerbarhet mellom innsatsfaktorene. Graden av substituerbarhet vil altså bestemme graden av krumming.

Argumentasjonen for at kostnadsfunksjonen er konkav i begge faktorprisene er essensielt den samme. Men det er en viktig forskjell. Mens substitusjonsmuligheter mellom innsatsfaktorene og indre løsning var nok til å sikre at kostnadsfunksjonen var strengt konkav i innsatsfaktorprisene hver for seg, vil vi aldri ha at den er strengt konkav i begge faktorprisene samlet, det vil si at ulikheten i (8) aldri kan gjelde strengt for alle prispar. For å se dette er det nok å betrakte situasjonen hvor prisene er proporsjonale, det vil si $(w'',q'')=(kw',kq')$. Da har vi selvsagt $C_i(w'',q'',Y_i)=C_i(kw',kq',Y_i)$. Men siden kostnadsfunksjonen er homogen av grad én i prisene, må vi ha at $C_i(w'',q'',Y_i)=k\cdot C_i(w',q',Y_i)$. Som vist i appendikset bygger selve konkavitetsegenskapen (8) bare på konsekvenser av kostnadsminimering og det faktum at kostnadene er lineære i prisene, det vil si at den er uavhengig av teknologien (produktfunksjonen). Hvorvidt innsatsfaktorene er substituerbare (et teknisk forhold), vil imidlertid påvirke graden av konkavitet som vi så i det partielle tilfellet. (Graden av substituerbarhet vil selvsagt variere mellom bransjer som tar i bruk svært forskjellige teknologier. I noen bransjer, som for eksempel i kjemisk prosessindustri blir produktene ofte til ved at produksjonsfaktorene inngår i helt bestemte forhold, og dermed liten grad av substitusjon. I andre bransjer kan arbeidskraft lettere erstattes av maskiner, slik vi ser det i visse tjenesteytende aktiviteter.)

2.5 Shephards lemma

Hva er virkningen på kostnadsfunksjonen av en endring i faktorprisene? Ved å derivere kostnadsfunksjonen i (6) med hensyn på lønna *w*, får vi

$$\begin{aligned}\frac{\partial C_i(w,q,Y_i)}{\partial w} &= L_i(w,q,Y_i) + w\frac{\partial L_i(w,q,Y_i)}{\partial w} + q\frac{\partial K_i(w,q,Y_i)}{\partial w} \\ &= L_i(w,q,Y_i) + \lambda\left[\frac{\partial F^i}{\partial L_i}\frac{\partial L_i(w,q,Y_i)}{\partial w} + \frac{\partial F^i}{\partial K_i}\frac{\partial K_i(w,q,Y_i)}{\partial w}\right] = L_i(w,q,Y_i)\end{aligned} \tag{9}$$

Den andre likheten i (9) følger av førsteordensbetingelsene for kostnadsminimering som vi fant over (λ er Lagrange-multiplikatoren).
Den siste likheten grunngis med følgende resonnement:

Siden Y_i er gitt og uavhengig av faktorprisene, må $\frac{\partial Y_i}{\partial w} = 0 = \frac{\partial F^i}{\partial L_i}\frac{\partial L_i}{\partial w} + \frac{\partial F^i}{\partial K_i}\frac{\partial K_i}{\partial w}$.

Men da må innholdet i klammeparentesen i (9) være lik null. Helt tilsvarende vil vi finne at $\frac{\partial C_i(w,q,Y_i)}{\partial q} = K_i(w,q,Y_i)$. Så vi kan oppsummere **Shephards lemma** som:

$$\frac{\partial C_i(w,q,Y_i)}{\partial w} = L_i(w,q,Y_i) \geq 0, \qquad \frac{\partial C_i(w,q,Y_i)}{\partial q} = K_i(w,q,Y_i) \geq 0 \tag{10}$$

Det vil si at den deriverte av kostnadsfunksjonen med hensyn på en faktorpris er lik verdien til den betingede faktoretterspørselsfunksjonen for den faktor som får endret pris. (Merk at Shephards lemma er et eksempel på en viktig egenskap ved såkalte verdifunksjoner, nemlig det mer generelle omhyllingsteoremet.)

2.6. Egenskaper ved betingete etterspørselsfunksjoner

Shephards lemma forteller oss hvordan de betingete etterspørselsfunksjonene forholder seg til kostnadsfunksjonen. Basert på denne sammenhengen kan vi oversette egenskapene ved kostnadsfunksjonen til tilhørende egenskaper ved de betingete etterspørselsfunksjonene.

2.6.1 Homogenitet:

Det følger av Eulers setning om homogene funksjoner (se Appendiks A.1) at siden kostnadsfunksjonen er homogen av grad 1, vil dens deriverte av 1.orden være homogene av grad 0. Det vil si

$$(11) \qquad \frac{\partial C_i(tw,tq,Y_i)}{\partial(tw)} = \frac{\partial C_i(w,q,Y_i)}{\partial w}$$

(Tilsvarende for q.) Ved Shephards lemma vet vi at de deriverte av kostnadsfunksjonen med hensyn på innsatsfaktorprisene er lik de betingede faktoretterspørselsfunksjonene. Dermed må også de betingede faktoretterspørselsfunksjonene være homogene av grad 0. Vi har altså

$$(12) \qquad L_i(tw,tq,Y_i) = L_i(w,q,Y_i) \text{ og } K_i(tw,tq,Y_i) = K_i(w,q,Y_i)$$

eller med andre ord, at faktoretterspørselen er upåvirket av proporsjonale endringer i faktorprisene. Dette bør ikke være overraskende, vi husker fra løsningen av kostnadsminimeringsproblemet at det er de *relative* faktorprisene (helningen til isokost-linja) som bestemmer tilpasningen. (Tenk på følgende eksempel: Det bør være likegyldig for tilpasningen om vi måler alle priser i kroner eller øre. Dette tilsvarer $t = 100$.) For å få fram dette poenget mer eksplisitt kan vi sette $t = 1/q$, da får vi

$$(12)' \qquad L_i(w,q,Y_i) = L_i(\tfrac{w}{q},1,Y_i) := \widetilde{L}_i(\tfrac{w}{q},Y_i)$$

der den siste likhetstegnet definerer funksjonen $\widetilde{L}_i(w/q,Y_i)$ som en alternativ formulering av betinget faktoretterspørsel. Tilsvarende kan vi definere $\widetilde{K}_i(w/q,Y_i)$.

2.6.2 Effekt av prisendringer:

Som vi så i forbindelse med Figur 3 innebærer kostnadsfunksjonens konkavitet at

$$(13-i) \qquad \frac{\partial^2 C_i(w,q,Y_i)}{\partial w^2} = \frac{\partial L_i(w,q,Y_i)}{\partial w} \leq 0$$

Dersom det finnes rom for substitusjon mellom innsatsfaktorene, vil ulikheten være streng, hvilket betyr at kostnaden ikke er lineær i lønna. Jo lettere bedriften kan erstatte den dyrere faktoren med den relativt billigere, jo større er tallverdien av (13). Om det ikke skulle være noen substitusjonsmuligheter, vil vi ha likhet i (13), og hele økningen i w slår ut i økte kostnader.[5]

[5] Et eksempel på en produktfunksjon uten substitusjonsmuligheter er en med faste koeffisienter (*proporsjonal limitasjon*), der $Y_i = Min\left[\alpha L_i, \beta K_i\right]$. Denne funksjonen vil ha rettvinklede isokvanter på faktorstrålen $\frac{K_i}{L_i} = \frac{\alpha}{\beta}$, hvilket betyr at en økning i produktmengden bare er mulig om en øker faktorene proporsjonalt.

Effekten på $L_i(w,q,Y_i)$ av en endring i q kan vi finne ved først å derivere begge sider i (11) med hensyn på t. Dette gir

$$(13-ii)\begin{cases} \dfrac{\partial^2 C_i(tw,tq,Y_i)}{\partial (tw)^2}\cdot\dfrac{d(tw)}{dt}+\dfrac{\partial^2 C_i(tw,tq,Y_i)}{\partial (tw)\partial(tq)}\cdot\dfrac{d(tq)}{dt} \\ \quad =\dfrac{\partial^2 C_i(tw,tq,Y_i)}{\partial (tw)^2}\cdot w+\dfrac{\partial^2 C_i(tw,tq,Y_i)}{\partial (tw)\partial(tq)}\cdot q \\ \quad =\dfrac{\partial^2 C_i(w,q,Y_i)}{\partial w^2}\cdot w+\dfrac{\partial^2 C_i(w,q,Y_i)}{\partial w\partial q}\cdot q=0 \end{cases}$$

Først har vi derivert venstresiden i (11) med hensyn på t. Det andre likhetstegnet følger av at de deriverte er homogene av grad 0. Det siste likhetstegnet følger ved at vi setter den deriverte av venstresiden i (11) lik den deriverte av høyresiden, som jo er null fordi den er uavhengig av t. Oppsummert har vi

$$(14)\qquad \frac{\partial^2 C_i(w,q,Y_i)}{\partial w^2}\cdot w+\frac{\partial^2 C_i(w,q,Y_i)}{\partial w\partial q}\cdot q=0$$

Med indre løsning følger det da fra (10 og (13-i) at

$$(15)\qquad \frac{\partial^2 C_i(w,q,Y_i)}{\partial w\partial q}=\frac{\partial}{\partial q}\frac{\partial C_i(w,q,Y_i)}{\partial w}=\frac{\partial L_i(w,q,Y_i)}{\partial q}\geq 0$$

Igjen vil ulikheten gjelde positivt dersom vi har visse (men dog ikke perfekte) substitusjonsmuligheter.

Helt tilsvarende egenskaper vil gjelde for den betingede etterspørselen etter kapital, så oppsummert har vi

$$\frac{\partial L_i(w,q,Y_i)}{\partial w} \leq 0 \text{ og } \frac{\partial K_i(w,q,Y_i)}{\partial q} \leq 0$$

$$\frac{\partial L_i(w,q,Y_i)}{\partial q} \geq 0 \text{ og } \frac{\partial K_i(w,q,Y_i)}{\partial w} \geq 0$$

Disse egenskapene er ikke særlig overraskende, men det er vel verdt å kjenne til de formelle argumentene som ligger til grunn for dem. Merk også at vi har utledet alle egenskapene fra egenskaper ved kostnadsfunksjonen alene.

2.7 Konsekvenser av konstant skalautbytte

Ved konstant skalautbytte er kostnadsfunksjonen lineær i produksjonen. Vi kan altså i dette tilfellet skrive kostnadsfunksjonen som

(16) $$C_i(w,q,Y_i) = c_i(w,q) \cdot Y_i$$

der $c_i(w,q)$ er enhetskostnaden, det vil si hvor mye det koster å produsere hver enhet av Y_i (når hele veien K_i og L_i er valgt optimalt). Dette er et svært viktig resultat for vår analyse. Igjen er et formelt bevis noe omstendelig og legges til Appendiks A.4. Den intuitive ideen er svært enkel. Å produsere Y_i enheter er ved konstant skalautbytte løst sagt det samme som å produsere 1 enhet Y_i ganger, hvilket forklarer at enhetskostnadene er konstante. Eller noe mer utbrodert: Betrakt en vilkårlig faktorinnsats som gir oss en enhet av vare 1. La c_i være kostnadene ved å produsere en enhet på denne måten. Om vi skal produsere to enheter *kan* vi gjøre dette til kostnad $2 \cdot c_i$ ved å bruke dobbelt så mye av hver produksjonsfaktor. Derfor: dersom $c_i(w,q)$ er det minimale faktorutlegget om vi skal produsere én enhet, vil $2c_i(w,q)$ være det laveste faktorutlegget vi kan produsere to enheter til.

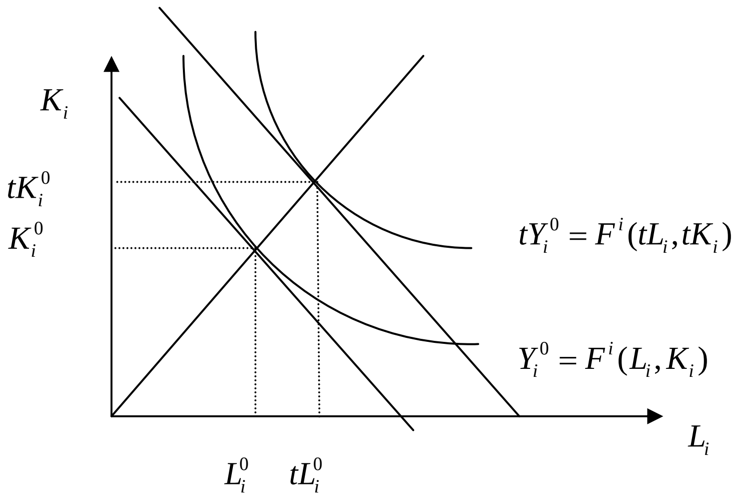
Vi husker fra Shephards lemma at de betingede faktoretterspørsels-funksjonene fremkom som de deriverte av kostnadsfunksjonen med hensyn på de respektive faktorprisene. Siden kostnadsfunksjonen er lineær i Y_i vil derfor også de betingede faktoretterspørselsfunksjonene være det, så vi kan skrive:

(17) $$L_i(w,q,Y_i) = l_i(w,q)\cdot Y_i, \qquad K_i(w,q,Y_i) = k_i(w,q)\cdot Y_i$$

der $l_i(w,q)$ og $k_i(w,q)$ er den bruken av henholdsvis arbeidskraft og kapital som produserer 1 enhet til minimerte kostnader. Som vist i Appendiks A.4 følger dette også mer direkte fra nøyaktig samme type argumentasjon som at kostnadsfunksjonen er lineær i Y_i. I den alternative formuleringen med relative priser har vi.

(18) $$\widetilde{L}_i(w/q,Y_i) = \tilde{l}_i(w/q)\cdot Y_i, \qquad \widetilde{K}_i(w/q,Y_i) = \tilde{k}_i(w/q)\cdot Y_i$$

Implisitt i denne argumentasjonen ligger det også at vi aldri vil ønske å endre det kostnadsminimerende faktor*forholdet*. Dette ser vi også av Figur 4.
Når vi har konstant skalautbytte, vil helningen til isokvantene være konstante langs en faktorstråle. Når faktorprisforholdet gir oss tangering for et bestemt nivå på produksjonen, vil det være klart at vi for et annet produksjonsnivå også må finne tangeringspunktet langs denne faktorstrålen (dvs. for samme faktorprisforhold). Men dette betyr at substitumalen (de optimale faktorkombinasjonene for forskjellige produserte kvanta, men samme faktorprisforhold) da blir en rett linje gjennom origo, slik en finner det i Figur 4 under.



Figur 4

Kostnadsminimering ved konstant skalautbytte

Med konstant skalautbytte vil derfor det kostnadsminimerende faktorforholdet bare være en funksjon av faktorprisforholdet; dvs. $\frac{K_i}{L_i} = \phi_i(\frac{w}{q})$. Dette følger også direkte av (18).

Oppsummering: Konsekvenser av konstant skalautbytte.

Vi kan nå oppsummere de viktigste konsekvensene av konstant skalautbytte:

$$F^i(tL_i, tK_i) = tF^i(L_i, K_i) \text{ for } t > 0$$
$$C_i(w,q,Y_i) = c_i(w,q) \cdot Y_i$$
$$L_i(w,q,Y_i) = l_i(w,q) \cdot Y_i, \qquad K_i(w,q,Y_i) = k_i(w,q) \cdot Y_i$$
$$\frac{K_i}{L_i} = \phi_i(\frac{w}{q}), \qquad \text{for alle } Y_i$$

2.8 Bedriftenes produksjon

Så langt har vi bare sett på de representative produsentenes tilpasning for gitte nivåer på etterspørselen. Hva er det som bestemmer selve nivået på produksjonen? Vi tar utgangspunkt i den vanlige antagelsen om at eierne av bedriftene ønsker så godt resultat som mulig. Dette innebærer at de hele tiden vil vurdere mer- eller grenseinntekten ved å endre produksjonen opp mot mer- eller grensekostnaden. Vanligvis vil vi formulere dette som et profittmaksimeringsproblem. Men med konstant skalautbytte er ikke dette et veldefinert problem, og vi vil ikke få en indre løsning. Dette er en av hovedgrunnene til at vi har fokusert så sterkt på bedriftenes tilpasning i lys av kostnadsminimering. Dette såkalte duale problemet er veldefinert også for konstant skalautbytte.

Det kompliserende forholdet er at ved konstant skalautbytte blir tilbudsfunksjonen for en vare fullkomment elastisk i egen pris. Denne tilbudssammenhengen kan avledes på følgende måte: Anta at prisen på vare *i*, her lik grenseinntekten i og med at prisen er upåvirket av den enkelte produsents disposisjoner, er litt høyere enn den produksjonsuavhengige grensekostnaden i næring *i*, $c_i(w,q)$. I denne situasjonen vil man selge hver enhet med positiv profitt, og kilen vil være konstant. Da vil en enkelt bedrift ønske å utvide produksjonen over alle grenser siden profitten da vil bli større siden begge størrelsene er konstante og uavhengige av produksjonen. Og motsatt, om $p_i < c_i(w,q)$, vil bedriften velge ikke å produsere noe i det hele tatt. Ethvert positivt kvantum vil nå gå med tap. Ved å redusere produksjonen fra et (hypotetisk) positivt nivå, vil profitten øke; den vil være negativ, men med lavere tallverdi når produksjonen innskrenkes. Derfor, den eneste muligheten som da er forenlig med at det er en likevekt i markedet for vare *i* der denne varen produseres i endelige kvanta, er at prisen er lik enhetskostnaden eller

$$(19) \qquad c_i(w,q) = p_i$$

Merk at (19) alene ikke kan sees på som en karakterisering av likevekt i markedet for vare *i*. Fordi vi har mer enn en sektor som påvirker hverandre (begge etterspør begge innsatsfaktorene), vil en beskrivelse av likevekt måtte involvere hele økonomien sett under ett. Men vi har etablert at for at en likevekt skal ha positiv og endelig produksjon av vare *i*, må vi sørge for at (19) holder.[6]

2.9 Dualitet

Shephards lemma sier oss to ting: 1) Kostnadene er ikke-avtagende i faktorprisene. 2) Vi kan finne de betingede etterspørselsfunksjonene ved å derivere kostnadsfunksjonen. Det første er langt fra overraskende. Så lenge vi bruker noe av den faktoren som er blitt dyrere, vil kostnaden helt sikkert gå opp. Det siste resultatet er på mange måter mye mer interessant. I forrige avsnitt fant vi de betingede faktoretterspørselsfunksjonene ved å ta utgangspunkt i produktfunksjonen, løse kostnadsminimeringsproblemet, for deretter å finne de kostnadsminimerende faktorkombinasjonene. Shephards lemma gir oss nå en alternativ måte å gå fram på. Vi kan ta utgangspunkt i kostnadsfunksjonen og finne de betingede faktoretterspørselsfunksjonene ved å derivere med hensyn på de respektive faktorprisene. Dersom vi kjenner kostnadsfunksjonen, trenger vi ikke bry oss om produktfunksjonen i det hele tatt for å karakterisere bedriftenes tilpasning. Dette er et eksempel på en mer generell egenskap, nemlig at all den informasjonen som ligger i produktfunksjonen og som har økonomisk relevans vil vi også gjenfinne i den tilhørende kostnadsfunksjonen. Dette kaller vi *dualitet*.

Både i det forgående og i senere avsnitt gjør vi utstrakt bruk av denne dualitetsegenskapen. Hele vår analyse kommer til å ta utgangspunkt i

[6] For å få bestemt hvor mye som vil bli produsert av vare i, må vi også trekke inn en etterspørselssammenheng for ferdigvaren.

kostnadsfunksjonen, mens vi aldri gjør bruk av produktfunksjonen for å beskrive likevekten. Dette gir en mye mer hensiktsmessig og enklere ramme for å studere likevekt. Tanken om dualitet kan kanskje likevel virke noe fremmed. Vi brukte jo tross alt produktfunksjonen for å finne de betingede faktoretterspørselsfunksjonene, og først når vi hadde disse kunne vi bestemme kostnadsfunksjonen! Det er riktig at vi trenger å gå gjennom disse stegene for å finne den kostnadsfunksjonen som hører til en spesiell produktfunksjon. Men poenget med den duale tilnærmingen er at vi helt hopper over dette problemet. For vi er jo ikke interessert i produktfunksjonen i seg selv. Vanligvis vil vi bare ha noen generelle (og kanskje vage) ideer om hva som kvalitativt kjennetegner de tekniske forhold (slik som avtagende marginalprodukt, delvis substituerbare innsatsfaktorer, konstant skalautbytte for eksempel). Vi vil typisk bare fokusere på de forholdene som har økonomisk relevans. Disse ideene søker vi å bringe inn i analysen ved å anta at produktfunksjonen tilfredsstiller noen spesielle, men ganske svake antagelser om dens kvalitative form. Men basert på teoretisk analyse kan vi også se på hvordan ideene om de teknologiske forhold oversettes til bestemte kvalitative egenskaper ved kostnadsfunksjonen. Et viktig eksempel er når vi viser at med konstant skalautbytte vil vi alltid ha en kostnadsfunksjon som er lineær i produsert kvantum. I stedet for å starte analysen med å sette opp antagelser for formen til produktfunksjonen (for eksempel konstant skalautbytte), og så bruke denne som analysens utgangspunkt, kan vi i stedet sette opp som vårt utgangspunkt, en kostnadsfunksjon som har egenskaper i overensstemmelse med de ideene vi har om de teknologiske forhold (slik som konstant skalutbytte).

3. LIKEVEKT I EN LITEN ÅPEN ØKONOMI

La oss se nærmere på hvordan de gitte faktortilgangene vil bli brukt eller allokert i vår lille åpne økonomi som står overfor gitte priser bestemt på verdensmarkedet. En likevekt må i en slik situasjon bety at samlet etterspørsel etter de to produksjonsfaktorene, arbeidskraft og realkapital, må være lik samlet tilgang. La L angi den totale tilgangen eller tilbudet av arbeidskraft, mens K er tilbudet av realkapital. Begge disse størrelsene er eksogent gitt; dvs. bestemt av forhold utenfor modellen.

Vi skal tenke oss at alt det som tilbys av en produksjonsfaktor faktisk anvendes i likevekt.[7]

3.1. Likevektsbetingelsene

Vi husker fra avsnitt 2.8 at en nødvendig betingelse for likevekt med endelig positiv produksjon var at pris var lik enhetskostnaden. Men da vil profitten bli lik null uansett hvor mye eller hvor lite bedriften produserer. Tilbudt kvantum fra den enkelte produsent er således ubestemt – den kan være hva den vil. Men da oppstår – tilsynelatende – et nytt problem som ikke nødvendigvis behøver å bry oss når vi har konstant skalautbytte i produksjonen: Hvis hver bedrifts tilbud av vare i er ubestemt når vi har $p_i = c_i(w,q)$, hvordan vil da samlet etterspørsel eller totalproduksjon av varen bli *fordelt* mellom alle bedriftene i bransjen? Dette spørsmålet lar seg ikke besvare innenfor denne modellrammen. Vi har ingen forklaring på hvordan samlet bransjeprodukt blir fordelt mellom produsentene i bransjen, men vi

[7] En likevekt kan ikke være kjennetegnet ved et etterspørselsoverskudd for noen faktor eller vare. Hvis det skulle være et etterspørselsoverskudd av en produksjonsfaktor, kan vi tenke oss en justeringsmekanisme som innebærer at prisen på vedkommende faktor blir bydd opp. På den annen side *kan* vi ha en likevekt med tilbudsoverskudd for en vare eller faktor, men da må vedkommende pris være lik null. Imidlertid, vi utelukker en slik situasjon simpelthen ved å anta at dersom en vare eller faktor skulle ha nullpris, vil det være et etterspørselsoverskudd etter vedkommende gjenstand. Dermed, alle priser vil være positive i likevekt.

trenger strengt tatt ikke å besvare dette spørsmålet for å gå videre. Det eneste vi trenger å ha klart for oss er at selve likevekten har mening eller kan bestemmes på tross av at fordelingen av produksjonen mellom bedriftene ikke kan bestemmes. Og med $p_i = c_i(w,q)$ for $i = 1,2$, og med endelig etterspørsel når prisen er endelig, har vi en meningsfull likevekt. Det er alt vi trenger her!

I likevekt må derfor følgende betingelser holde:

(19) $$\begin{cases} p_1 = c_1(w,q) \\ p_2 = c_2(w,q) \end{cases}$$

I disse likevektsbetingelsene er produktprisene (p_1, p_2) eksogent gitte størrelser; bestemt på verdensmarkedet. Siden tilbudet av hver vare er fullkomment elastisk med hensyn på egen pris, vil kvantum omsatt av hver vare være bestemt ene og alene av nivået på den totale etterspørselen etter varen for alle land under ett. Hvor mye av varene som produseres i vår lille åpne økonomi, vil nå også avhenge av faktortilgangen i landet; se (20) under.

Likevekt i de to faktormarkedene inntreffer når tilbud er lik etterspørsel for hver faktor. I likevekt må vi ha at samlet anvendelse er lik samlet tilgang av hver faktor. Dermed må vi ha:

Likevekt i faktormarkedene: $$\begin{cases} L_1 + L_2 = L \\ K_1 + K_2 = K \end{cases}$$

Disse likevektsbetingelsene kan uttrykkes ved hjelp av de betingede faktoretterspørselsfunksjonene, nemlig som:

$$(20)\qquad \begin{cases} L_1(w,q,Y_1) + L_2(w,q,Y_2) = L \\ K_1(w,q,Y_1) + K_2(w,q,Y_2) = K \end{cases}$$

Men nå kommer da "gevinsten" av de våre anstrengelser i kapittel 2: Bruk Shephards lemma i (16). Da kan våre likevektsbetingelser i faktormarkedene skrives som:

$$(20)'\qquad \begin{cases} c_{1w}(w,q)Y_1 + c_{2w}(w,q)Y_2 = L \\ c_{1q}(w,q)Y_1 + c_{2q}(w,q)Y_2 = K \end{cases}$$

(Her har vi benyttet sammenhengen mellom kostnadsfunksjon og (betinget) faktoretterspørsel: For eksempel har vi

$$L_i(w,q,Y_i) = \frac{\partial C_i(w,q,Y_i)}{\partial w} = \frac{\partial c_i(w,q)}{\partial w} \cdot Y_i = c_{iw}(w,q) \cdot Y_i \,.$$

Venstre side i (20)′ viser at samlet etterspørsel for hver faktor, der etterspørselen kommer fra de to bransjene, er lik samlet tilbud, gitt på høyre side av, der L og K er gitte eksogene tilganger.

Likevekten for vår lille åpne økonomi er dermed kjennetegnet ved følgende fire relasjoner mellom følgende fire variable, der vi har:

Endogene eller modellbestemte variable: w, q, Y_1, Y_2

Eksogene variable (bestemt utenfor modellen): p_1, p_2, L, K

bundet sammen i følgende likningssystem

$$(19-i) \quad p_1 = c_1(w,q)$$

$$(19-ii) \quad p_2 = c_2(w,q)$$

$$(20-i) \quad c_{1w}(w,q)\cdot Y_1 + c_{2w}(w,q)\cdot Y_2 = L$$

$$(20-ii) \quad c_{1q}(w,q)\cdot Y_1 + c_{2q}(w,q)\cdot Y_2 = K$$

Her har vi fire uavhengige likninger til å bestemme fire ukjente størrelser; modellen er determinert. Imidlertid ser vi at i de to prislikningene i (19) inngår kun de endogene faktorprisene, sammen med de to eksogene ferdigvareprisene, og uten at samlet faktortilgang, *L og K*, inngår. Dette betyr at de to likningene i (19) utgjør en determinert delmodell, der vi kan si at (w,q) begge blir bestemt av hvilke verdier de to ferdigvareprisene tar. Siden disse ferdigvareprisene normalt vil kunne endre seg, lar vi løsningen av likningssystemet i (19) bli skrevet som funksjoner.

De innenlandske faktorprisene som bestemmes i (19), vil derfor kun avhenge av de eksogent gitte ferdigvareprisene (p_1, p_2)*, men vil være uavhengig av innenlandsk faktortilgang!*

På generell form, vil faktorprisene i likevekt kunne skrives som:

$$(19)' \qquad \begin{cases} w = w(p_1, p_2) \\ q = q(p_1, p_2) \end{cases}$$

Vi er særlig opptatt av hvordan disse faktorprisene varierer med prisene på verdensmarkedet. Før vi etablerer slike sammenhenger, kan vi sette løsningen i (19)′ inn i de to markedsklareringsbetingelsene i (20)′. Disse betingelsene vil dermed bestemme hvor mye som vil bli produsert av de to varene. Hvor mye som vil bli produsert, vil i tillegg til de to ferdigvareprisene, også være påvirket av samlet faktortilgang.[8] Setter vi løsningen (19)′ inn i (20)′, har vi to likninger til å fastlegge de to gjenværende ukjente Y_1 og Y_2:

$$(20)'' \qquad \begin{cases} c_{1w}(w(p_1,p_2),q(p_1,p_2))\cdot Y_1 + c_{2w}(w(p_1,p_2),q(p_1,p_2))\cdot Y_2 = L \\ c_{1q}(w(p_1,p_2),q(p_1,p_2))\cdot Y_1 + c_{2q}(w(p_1,p_2),q(p_1,p_2))\cdot Y_2 = K \end{cases}$$

Dette innebærer at kvantum produsert av hver vare er bestemt av prisene på verdensmarkedet (p_1, p_2) og størrelsen på landets tilgjengelige produksjonsressurser (L, K). Løsningen er dermed likevektskvanta av de to ferdigvarene, uttrykt ved funksjonene:

$$(20)''' \qquad \begin{cases} Y_1 = Y_1(p_1, p_2, L, K) \\ Y_2 = Y_2(p_1, p_2, L, K) \end{cases}$$

Egenskaper ved disse funksjonene vil stå sentralt i det etterfølgende.

3.2. Handelsteoremene for en liten åpen økonomi

La oss anta, på samme måte som for ferdigvarer, at informasjon eller kjennskap om produksjonsteknologi flyter fritt mellom land; vi snakker i så fall om *fri teknologiflyt*. Dermed vil hver vare bli produseret ved hjelp av den mest effektive teknologien i alle de land der varen produseres. Dette innebærer at uansett hvor en vare blir produsert, vil teknologien være den samme og gitt ved en produktfunksjon som er uavhengig hvor den anvendes. Men dette må igjen innebære at alle produsenter av samme vare vil operere med samme kostnadsfunksjon. (Dette kan synes som en streng antakelse. Imidlertid ønsker vi å begrense forskjeller mellom land til kun å gjelde relativ

[8] Legg merke til at denne modellen er *rekursiv* i følgende forstand: Først løser vi ut faktorprisene fra delmodellen (19). Løsningen fra denne modellen, dvs. faktorpris-sammenhengene i (19)′, benyttes så i den gjenværende del av modellen; dvs. de to likningene i (20)′, der kun kvanta av de to ferdigvarene nå gjenstår å få bestemt.

faktortilgang. På denne måten får vi derfor rendyrket en begrunnelse for et lands komparative fortrinn; se avsnitt 5.)

Det er viktig å ha presisert modellens antakelser, slik at en kan forstå modellens mekanismer og dens implikasjoner.

Vi skal nå bruke modellen til å besvare følgende spørsmål:

Spørsmål 1: Hvordan forholder faktorprisene i et land seg til faktorprisene i andre land?

Spørsmål 2: Hva er sammenhengen mellom faktorpriser og ferdigvarepriser?

Spørsmål 3: Hvordan påvirkes produksjonssammensetningen av endringer i faktortilgang?

(Svarene på disse spørsmålene vil vi seinere bruke til å karakterisere egenskaper ved en likevekt for en lukket økonomi (autarkilikevekt) i avsnitt 5. Den innsikten gir oss dermed en mulighet til å forklare internasjonalt varebytte på grunnlag av et lands *komparative fortrinn*, og også komme opp med testbare hypoteser om *hvilke grupper som vil tjene eller tape på internasjonalt varebytte*.)

Spørsmål 1: Hva er sammenhengen mellom faktorprisene mellom land?

Et resultat vi nå skal utlede er det som i litteraturen omtales som *Faktorprisutjevningsteoremet*. I modellen blir faktorprisene for en liten åpen økonomi bestemt fra delmodellen (19), med generell løsning i (19)'. Denne løsningen gir oss en entydig sammenheng mellom de eksogent gitte ferdigvareprisene og faktorprisene i det landet vi ser på og som er avledet av de bakenforliggende kostnadsfunksjonene. Dersom det er fri flyt av teknologi mellom land i den forstand at hver vare produseres med samme teknologi i de land der den produseres, det er ingen handelshindringer, samtidig som begge varer produseres, *vil avlønningen av én produksjonsfaktor som brukes til å* *produsere samme vare i flere land, være den samme og uavhengig av hvor den brukes.* Det er dette resultatet som omtales som *Faktorprisutjevningsteoremet*.[9] Til tross for at produksjonsfaktorene er immobile mellom land, vil de oppnå lik avlønning som i andre land, så lenge landene står overfor de samme verdensmarkedsprisene på ferdigvarene. Vi får samme resultat gjennom fritt varebytte som vi ville ha fått om faktorene skulle ha vært fullt mobile mellom land! *Fritt varebytte er innenfor dette modelloppsettet et perfekt substitutt for full faktormobilitet mellom land.*

At fullstendig faktorprisutjevning ikke er oppfylt i praksis, kan ha sammenheng med at land ikke nødvendigvis produserer alle varer (antakelig det normale), at det ikke er fri internasjonal flyt av teknologi, at transportkostnader eller andre handelskostnader skaper forskjeller i nettopris mellom produsentene i de enkelte land, osv. Antakelig produseres det flere varer enn det antall produksjonsfaktorer som er tilgjengelig i et land. I en slik situasjon vil et land spesialisere seg ved kun å produsere et begrenset antall varetyper lik det antall produksjonsfaktorer landet har tilgang til. Ved delvis eller full spesialisering, vil betingelser av typen (19) og (20)′ gjelde bare for undergrupper av produserte varer.

I det stiliserte tilfellet vi har sett på, med kun to varer som produseres i hvert land, ved hjelp av to produksjonsfaktorer som er mobile innen hvert land, men immobile mellom land, ved bruk av samme produksjonsteknologi, har vi med andre ord at faktoravlønningen for en liten åpen økonomi kun avhenger av de eksogent gitte prisene på verdensmarkedet, og *ikke* av innenlandsk

[9] Dette resultatet misforstås av dem som hevder at teorien påstår at alle produksjonsfaktorer vil tjene nøyaktig det samme. Hvis de to produksjonsfaktorene tolkes som faglært og ufaglært arbeidskraft (og ikke arbeidskraft og realkapital) sier teorien at avlønningen til faglært arbeidskraft i små åpne økonomier vil bli den samme, gitt de antakelsene som modellen bygger på. (Tilsvarende for den andre faktoren – ufaglært arbeidskraft.) Det blir selvsagt *helt galt* å påstå, som noen gjør, at faglært og ufaglært arbeidskraft vil ha lik avlønning!

faktortilgang. Gitt at to land står overfor samme priser på verdensmarkedet og produserer de samme varene med samme produksjonsteknologi, da vil avlønningen av produksjonsfaktorene være den samme i de to landene!

Spørsmål 2: Hva er sammenhengen mellom faktorpriser og ferdigvarepriser?

Hvis en liten åpen økonomi produserer begge varer (ikke full spesialisering), vil de to betingelsene i (19) ha løsning slik vi har antydet i (19)′. Foreløpig har vi bare slått fast at en slik løsning finnes, men heller ikke noe mer. Imidlertid ønsker vi et mer presist utsagn om hvordan, for eksempel, lønna w endres når prisen på vare 1 øker. Med andre ord, hvilket fortegn har hver av de partielle deriverte av de to funksjonene i (19)′? (Vi antar at de underliggende funksjoner er slik at begge funksjonene i (19)′ er tilstrekkelig deriverbare for alle ikke-negative ferdigvarepriser.)

For å komme noen vei, må vi gjøre noen antakelser som igjen krever noen definisjoner. En slik definisjon er knyttet til det vi kaller *faktorintensitet*:

Definisjon 1: Faktorintensitet

Vi sier at produksjonen av vare j er relativt mer kapitalintensiv enn produksjonen av en annen vare i, dersom antall enheter realkapital per arbeidstime er større i fremstillingen av vare j enn i vare i, uansett hva faktorprisene er.

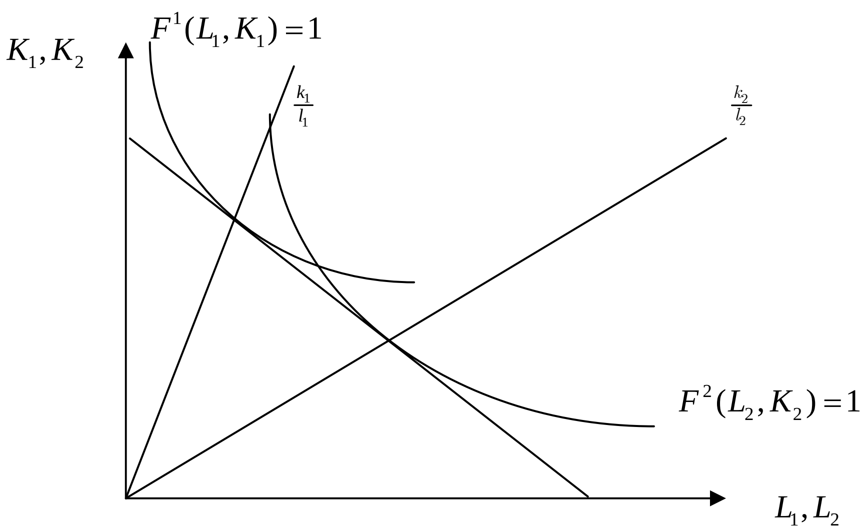
I den forbindelse innfører vi følgende antakelse:

Antakelse 1: Vare 1 kapitalintensiv, idet vi antar at $\frac{k_1(w,q)}{l_1(w,q)} > \frac{k_2(w,q)}{l_2(w,q)}$ *for alle (w,q)*

Fra (10) og (17) har vi at antall arbeidstimer per produsert enhet av vare j er gitt ved $l_j(w,q) := \frac{L_j(w,q,Y_j)}{Y_j} = \frac{\partial c_j(w,q)}{\partial w} := c_{jw}(w,q)$, som pga. konstant skalautbytte er uavhengig av produksjonsskalaen, samtidig som antall enheter realkapital per produsert enhet er gitt ved $k_j(w,q) := \frac{K_j(w,q,Y_j)}{Y_j} = \frac{\partial c_j(w,q)}{\partial q} := c_{jq}(w,q)$, som også er uavhengig av Y_j.

Hvis produksjonen av vare 1 er relativt mer intensiv i bruken av realkapital enn produksjonen av vare 2, vil substitumalen eller den kostnadsminimerende faktorstrålen, for et gitt faktorprisforhold, være brattere i sektor 1 enn den i sektor 2.

Dette kan vi vise i følgende figur. Tegn inn enhets-isokvanten for hver vare i ett faktordiagram. (En enhets-isokvant viser alle de faktorkombinasjoner som gir en produktmengde akkurat lik én enhet; dvs. den viser alle kombinasjoner av (L_j, K_j) som gir $F^j(L_j, K_j) = 1$.) Tegn disse enhets-isokvantene slik at uansett hva faktorprisforholdet er, så bruker sektor 1 mer realkapital per arbeidstime enn sektor 2. Dette gir oss følgende figur:



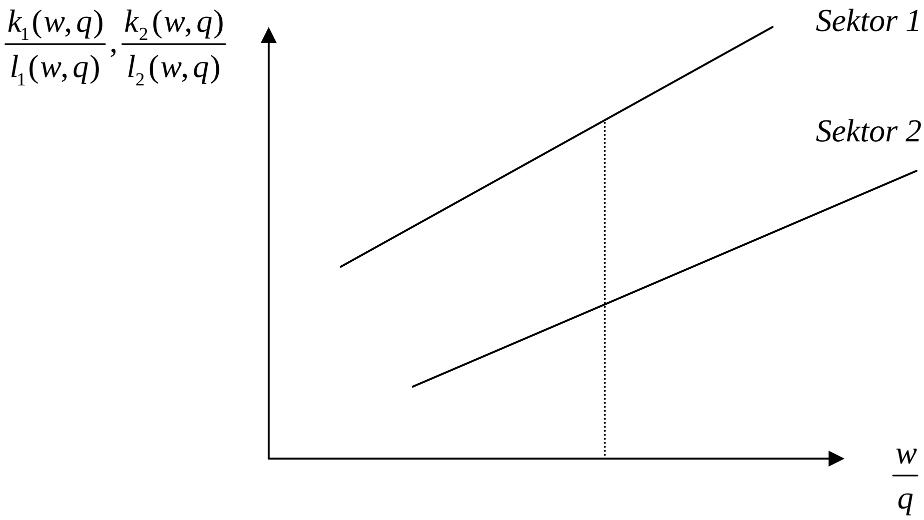
Figur 5

Beskrivelse av faktorintensitet

For et gitt faktorprisforhold (svarende til helningen på den fallende rettlinjede isokostlinjen i Figur 5), vil sektor 1, uansett hvor mye som skal produseres, velge faktorforholdet gitt ved den bratteste av de to faktorstrålene – tegnet inn i Figur 5 – nemlig den som er markert med $\frac{k_1}{l_1} = \frac{\frac{K_1}{Y_1}}{\frac{L_1}{Y_1}}$, mens kostnadsminimering i sektor 2 vil gi en tilpasning langs faktorstrålen merket $\frac{k_2}{l_2}$. Vår antakelse om at sektor 1 er overalt relativt mer kapitalintensiv, eller bare kapitalintensiv, betyr at $\frac{k_1(w,q)}{l_1(w,q)} > \frac{k_2(w,q)}{l_2(w,q)}$ for alle produserte kvanta av interesse for oss. Dette betyr igjen at isokvantene krysser hverandre kun én gang; slik som i Figur 5.

Fra tidligere vet vi at kun faktorprisforholdet er av betydning for valg av kostnadsminimerende faktorkombinasjon, og fastlagt slik at innsatsen av realkapital per arbeidstime er stigende i $\frac{w}{q}$. Dette følger direkte fra at det er substitusjonsmuligheter i produksjonen av hver vare. (Når lønna øker i forhold til kapitalprisen, vil bruken av arbeidskraft gå ned, mens bruken av realkapital vil øke, for gitt produktmengde. Med andre ord, $\frac{k_j(w,q)}{l_j(w,q)}$ er selv voksende i $\frac{w}{q}$.)

Antakelse 1 betyr, som vist i Figur 6, at til ethvert faktorprisforhold, må vi ha ulikheten $\frac{k_1(w,q)}{l_1(w,q)} > \frac{k_2(w,q)}{l_2(w,q)}$ oppfylt, og med hver faktorintensitet som en *stigende* funksjon av faktorprisforholdet $\frac{w}{q}$.



Figur 6

Sammenhengen mellom faktorintensitet og relativ faktorpris

Om faktorprisforholdet $\frac{w}{q}$ øker, vil begge faktorintensitetene, slik de er definert over, øke, men uansett faktorprisforhold, vil den, per antakelse, være størst i sektor 1.[10]

Vi skal bruke delmodellen (19) – (20) til å etablere en forbindelse mellom de eksogent gitte produktprisene på verdensmarkedet og de endogene

[10] Antakelsen om at sektor 1 er overalt mer kapitalintensiv enn sektor 2, er langt fra uskyldig. Den innebærer bl.a. at såkalte faktorintensitetsreverseringer ikke kan inntreffe. Slike reverseringer kan oppstå om isokvantene krysser hverandre mer enn én gang, hvilket vil kunne skje om substitusjonsmulighetene mellom de to produksjonsfaktorene er svært forskjellig mellom de to sektorene. For eksempel kan vi tenke oss at i en sektor er det begrensede substitusjonsmuligheter – representert ved sterkt krummede isokvanter – mens det er svært gode substitusjonsmuligheter i den andre sektoren – med svakt krummede isokvanter. Slike faktorintensitetsreverseringer kan (muligens) forklare det som i litteraturen kalles *Leontief-paradokset.* Dette paradokset eller resultatet som ble påvist i et arbeid fra 1953 av den amerikanske økonomen Wassily Leontief (tildelt Nobelprisen i økonomi i 1973), viste at eksporten fra det kapitalrikelige USA hadde lavere kapitalintensitet enn importen. Det handelsmønsteret som Leontief avdekket motsier hva Heckscher-Ohlin-Samuelson-teoremet forteller; se avsnitt 5.

faktorprisene, når vi hele tiden antar at sektor 1 er relativt mest intensiv i bruken av realkapital, slik som definert over.

Anta at prisen på vare 1 øker, mens prisen på vare 2 holder seg uendret. Høyere pris på vare 1 vil nå føre til at flere bedrifter vil ønske å produsere vare 1 i stedet for vare 2. En slik produktprisøkning vil innebære at bedriftene i sektor 1 vil øke etterspørselen etter begge produksjonsfaktorer, samtidig som lavere produksjon i sektor 2 vil frigjøre noe av begge produksjonsfaktorene. (For å få sektor 2 til å produsere mindre og dermed bruke mindre av de to produksjonsfaktorene, må det skje noe med faktorprisene.)

Fordi produksjonen av vare 1 per forutsetning er kapitalintensiv, vil det skje en relativt sterkere økning i etterspørselen etter realkapital enn etter arbeidskraft. På den annen side vil det kunne frigjøres relativt mer arbeidskraft enn realkapital når bedriftene i den arbeidsintensive sektor 2 reduserer produksjonen. Holdes faktorprisene uendret i en slik situasjon, vil vi ha en ubalanse som må rettes opp gjennom etterfølgende endringer i faktorprisene. Vi skal se hva som vil skje.

Når prisene på verdensmarkedet forandrer seg, vil prislikningene eller likningssystemet (19) bli forstyrret, og dermed vil løsningen i (19)′ også endres. En økning i p_1, vil normalt påvirke begge faktorprisene, gjennom de generelle sammenhengene i (19)′. Hvordan disse faktorprisene påvirkes av en partiell økning i p_1, finner vi ved å derivere betingelsene i (19) partielt mhp. p_1, når vi samtidig bruker at begge faktorprisene avhenger av p_1:

$$(21) \quad \begin{cases} 1 = \dfrac{\partial c_1(w,q)}{\partial w} \cdot \dfrac{\partial w}{\partial p_1} + \dfrac{\partial c_1(w,q)}{\partial q} \cdot \dfrac{\partial q}{\partial p_1} = l_1(w,q) \cdot \dfrac{\partial w}{\partial p_1} + k_1(w,q) \cdot \dfrac{\partial q}{\partial p_1} \\ \\ 0 = \dfrac{\partial c_2(w,q)}{\partial w} \cdot \dfrac{\partial w}{\partial p_1} + \dfrac{\partial c_2(w,q)}{\partial q} \cdot \dfrac{\partial q}{\partial p_1} = l_2(w,q) \cdot \dfrac{\partial w}{\partial p_1} + k_2(w,q) \cdot \dfrac{\partial q}{\partial p_1} \end{cases}$$

Fra den andre av disse betingelsene finner vi: $\dfrac{\partial w}{\partial p_1} = -\dfrac{k_2(w,q)}{l_2(w,q)} \cdot \dfrac{\partial q}{\partial p_1}$, som vi kan sette inn i den første. Fra sammenhengen $\dfrac{\partial w}{\partial p_1} = -\dfrac{k_2(w,q)}{l_2(w,q)} \cdot \dfrac{\partial q}{\partial p_1}$ kan vi trekke følgende konklusjon, nemlig at:

Konklusjon 1

Når en ferdigvarepris øker, vil faktorprisene endres; de vil bevege seg i motsatt retning; én må øke, mens én må gå ned.

Setter vi inn for $\dfrac{\partial w}{\partial p_1}$ i den første av betingelsene i (21), finner vi:

$$(21)' \quad \left[k_1(w,q) - l_1(w,q) \cdot \frac{k_2(w,q)}{l_2(w,q)} \right] \cdot \frac{\partial q}{\partial p_1} = l_1(w,q) \left[\frac{k_1}{l_1} - \frac{k_2}{l_2} \right] \cdot \frac{\partial q}{\partial p_1} = 1$$

Gitt Antakelse 1, dvs. at $\dfrac{k_1}{l_1} > \dfrac{k_2}{l_2}$ uansett hva faktorprisene er, ser vi at q vil øke og w dermed vil gå ned, når p_1 øker.

Sammenhengen mellom faktorprisene og verdensmarkedsprisen på vare 1, er dermed med våre forutsetninger, gitt ved:

$$(22) \quad \frac{\partial w}{\partial p_1} = -\frac{k_2}{l_2} \cdot \frac{\partial q}{\partial p_1} \quad \& \quad \frac{\partial q}{\partial p_1} = \frac{\frac{1}{l_1}}{\frac{k_1}{l_1} - \frac{k_2}{l_2}} > 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{\partial w}{\partial p_1} < 0$$

Vi har dermed følgende resultat som går under betegnelsen *Stolper-Samuelson—teoremet*.[11] Det lyder som følger:

Konklusjon 2: Stolper-Samuelson-teoremet

En økning i en pris på en ferdigvare, vil øke avlønningen til den faktor som brukes intensivt i produksjonen av denne varen. Når vi har to produksjonsfaktorer, vil prisen på den andre faktoren (som brukes intensivt i produksjonen av den andre varen) gå ned.

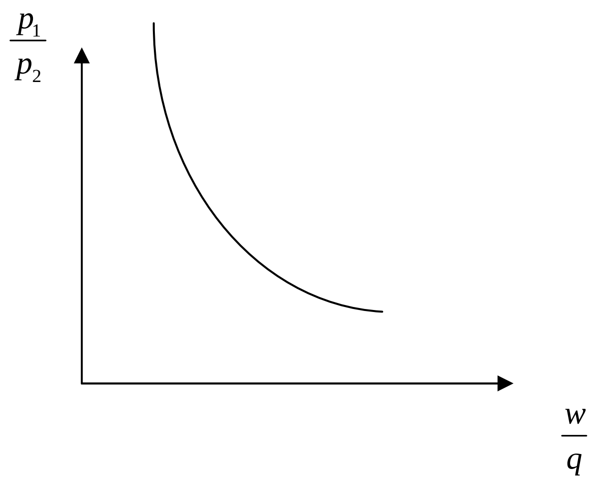
Dette teoremet viser hvilke eiere av produksjonsfaktorer som tjener eller taper på at ferdigvareprisene på verdensmarkedet endrer seg. Hvordan fungerer dette teoremet i praksis? Gir teoremet noe innsikt? La oss se på Kinas inntreden på verdensmarkedet. Som følge av at Kina har økt sin eksport av klær og tekstiler, særlig til Vesten, har prisen på klær og andre tekstilvarer gått betydelig ned på verdensmarkedet. Interesseorganisasjoner tilknyttet tekstilbransjen i USA og i EU, misliker den nye situasjonen, siden avlønningen til produksjonsfaktorer som brukes intensivt i denne sektoren, faller. Det fremmes krav om beskyttelse av innenlandsk produksjon, nettopp med det for øye å begrense, for dem, negative virkninger av prisnedgang. Tilsvarende motstand mot ytterligere liberalisering av handelen med landbruksprodukter, slik vi ser det blant bønder i Norge og i Frankrike, kan forstås med bakgrunn i dette resultatet.

Derfor, når verdensmarkedsprisen på den kapitalintensive varen øker, vil en tilpasning mot høyere nasjonalinntekt føre til en vridning i produksjonssammensetningen, i retning av høyere produksjon av den vare som oppnår en relativt høyere pris på verdensmarkedet. For å få realisert

[11] Se W.F.Stolper & P.A. Samuelson (1941), "Protection and real wages", *Review of Economic Studies* 9, pp. 58 – 73.

denne produksjonsendringen, må det skje noe med faktorprisene hjemme. Hvorfor? Jo, bedriftene i sektor 2 (som i første omgang ikke opplever noen endringer), må motiveres til å redusere produksjonen for å kunne frigjøre produksjonsressurser til sektor 1. Dette kan innenfor denne modellen kun skje ved at faktorprisene endres. Den ønskede reallokeringen av ressurser, mot høyere produksjon av den kapitalintensive varen, realiseres ved at kapitalprisen *q* øker, mens lønna *w* går ned; jfr. (22).

Vi kan illustrere sammenhengen mellom $\frac{w}{q}$ og prisforholdet $\frac{p_1}{p_2}$, slik vi har gjort det i Figur 7, der vi avsetter faktorprisforholdet langs den vannrette aksen og produktprisforholdet langs den loddrette, av grunner som vi kommer tilbake til. I denne figuren fremkommer den fallende kurven direkte fra (22).



Figur 7

Sammenhengen mellom faktorprisforhold og produktprisforhold

Ved å bruke Figur 6, ser vi at en nedgang i faktorprisforholdet $\frac{w}{q}$, vil føre til at hver sektor velger en lavere kapitalintensitet enn hva tilfellet var forut for prisøkningen på vare 1. Hva innebærer dette?

Siden samlet tilgang av de to produksjonsfaktorene er gitt, lik hhv. *K* og *L*, vil vi, når vi bruker at $\frac{K_j}{L_j} = \frac{\frac{K_j}{Y_j}}{\frac{L_j}{Y_j}} = \frac{k_j}{l_j}$ og når vi definerer sysselsettingsandelen i sektor 1 som $\mu = \frac{L_1}{L}$, fra (20), ha:

(23)
$$\frac{K}{L} = \frac{K_1 + K_2}{L} = \frac{K_1}{L} + \frac{K_2}{L} = \frac{K_1}{L_1}\frac{L_1}{L} + \frac{K_2}{L_2}\frac{L_2}{L}$$
$$= \frac{\frac{K_1}{Y_1}}{\frac{L_1}{Y_1}} \cdot \frac{L_1}{L} + \frac{\frac{K_2}{Y_2}}{\frac{L_2}{Y_2}} \cdot \frac{L - L_1}{L} = \frac{k_1}{l_1} \cdot \mu + \frac{k_2}{l_2} \cdot (1 - \mu) = \frac{k_2}{l_2} + \mu\left(\frac{k_1}{l_1} - \frac{k_2}{l_2}\right)$$

Når prisen på vare 1 (den kapitalintensive varen) øker, vil *q* øke og *w* vil gå ned, med den konsekvens at både $\frac{k_1}{l_1}$ og $\frac{k_2}{l_2}$ i første omgang går ned. Kapitalintensiteten går ned i begge sektorer. Som følge av Antakelse 1, samtidig som $\frac{K}{L}$ er konstant, må sysselsettingsandelen i sektor 1, μ, dermed øke. Det må med andre ord skje en overføring av arbeidskraft fra sektor 2 til sektor 1, slik vi har redgjort for tidligere.

Spørsmål 3: Hva er sammenhengen mellom faktortilgang og produktsammensetning?

Hvordan påvirkes produksjonssammensetningen i (20)''' av tilgangen på de to produksjonsfaktorene *L* og *K*? Kan vi på grunnlag av det vi har antatt påstå noe om hvordan bransjesammensetningen påvirkes av økt tilgang på en produksjonsfaktor? Slike endringer kan skje ved økt innvandring, avslutning eller gjennomføring av investeringsprosjekter som øker tilgangen av realkapital, gjennom økt yrkesdeltakelse eller økt pensjonsalder.

Vi har tidligere slått fast at *faktorprisene er uavhengig av faktortilgang*. Dette betyr at så lenge produktprisene holder seg konstante, vil faktorprisene også holde seg konstante. Men om tilgangen av en produksjonsfaktor skulle øke, synes det nærliggende å tro at produktsammensetningen endres slik det kommer til uttrykk i løsningen i (20)′′′. Men vi er interessert i å vite mer eksakt hva som vil skje i modellen ved en utvidelse av ressursgrunnlaget.

Det resultatet vi skal vise kalles *Rybczynski-teoremet* som viser innenlandske sektorforskyvninger som følge av endringer i tilgangen på primære produksjonsfaktorer.[12] Teoremet gir oss svar på følgende spørsmål: *Hva skjer i vår lille økonomi om det skjer en eksogen økning for eksempel i tilgangen på arbeidskraft L?*

Ta utgangspunkt i likevektssammenhengene i (20). En partiell økning i L vil, for konstante faktorpriser – husk at løsningen i (19) er uavhengig av størrelsen på L og K – gi oss følgende virkninger på Y_1 og Y_2, når vi bruker (10) og (17):

$$(24)\quad \begin{cases} 1 = c_{1w}(w,q)\cdot\dfrac{\partial Y_1}{\partial L} + c_{2w}(w,q)\cdot\dfrac{\partial Y_2}{\partial L} = l_1(w,q)\cdot\dfrac{\partial Y_1}{\partial L} + l_2(w,q)\cdot\dfrac{\partial Y_2}{\partial L} \\[2ex] 0 = c_{1q}(w,q)\cdot\dfrac{\partial Y_1}{\partial L} + c_{2q}(w,q)\cdot\dfrac{\partial Y_2}{\partial L} = k_1(w,q)\cdot\dfrac{\partial Y_1}{\partial L} + k_2(w,q)\cdot\dfrac{\partial Y_2}{\partial L} \end{cases}$$

Fra den andre av disse betingelsene får vi at $\dfrac{\partial Y_1}{\partial L} = -\dfrac{k_2}{k_1}\cdot\dfrac{\partial Y_2}{\partial L}$, som viser vårt tredje resultat nemlig:

[12] Se T.M.Rybczynski (1954), ”Factor endowment and relative commodity prices”, *Economica* 22, pp. 336 – 341.

Konklusjon 3

Om produksjonen i en sektor øker når L øker, må produksjonen i den andre sektoren gå ned.

Setter vi $\frac{\partial Y_1}{\partial L} = -\frac{k_2}{k_1} \cdot \frac{\partial Y_2}{\partial L}$ inn i første linje i (24) får vi:

$$(25) \qquad \left[l_2 - l_1 \frac{k_2}{k_1} \right] \cdot \frac{\partial Y_2}{\partial L} = 1 \quad \Rightarrow \quad \frac{\partial Y_2}{\partial L} = \frac{1}{l_2 - k_2 \frac{l_1}{k_1}} = \frac{1}{l_2 (1 - \frac{\frac{k_2}{l_2}}{\frac{k_1}{l_1}})} = \frac{\frac{k_1}{l_1}}{l_2 (\frac{k_1}{l_1} - \frac{k_2}{l_2})}$$

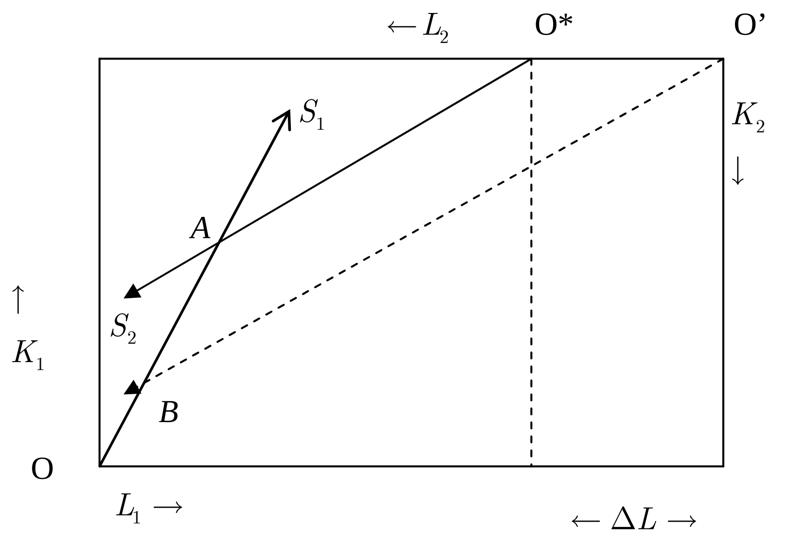
Gitt Antakelse 1 er sektor 1 kapitalintensiv, har vi at $\frac{k_1}{l_1} > \frac{k_2}{l_2}$. Dermed følger det at $\frac{\partial Y_2}{\partial L} > 0$ og $\frac{\partial Y_1}{\partial L} = -\frac{k_2}{k_1} \cdot \frac{\partial Y_2}{\partial L} < 0$. Vi kan dermed etablere følgende viktige resultat som knytter sammen "vekst" og næringsstruktur:

Konklusjon 4: Rybczynski-teoremet

Øker tilgangen på arbeidskraft i vår to-faktor-to-vare-økonomi, vil produksjonen av den vare som er arbeidsintensiv, øke, mens produksjonen av den andre varen vil gå ned.

Mer generelt (2 varer og 2 faktorer): Om tilgangen på en produksjonsfaktor øker, vil produksjonen av den vare som er intensiv i vedkommende faktor gå opp, mens produksjonen av den andre varen vil gå ned.

Siden faktorprisene er upåvirket, vil produksjonen i hver sektor foregå med uendret faktorintensitet. Vi kan derfor illustrere i en bytteboks hva som skjer med sektor- eller produksjonssammensetningen når tilgangen på arbeidskraft øker. I Figur 8 lar vi nå bredden i bytteboksen øke siden tilgangen på arbeidskraft øker med ΔL, samtidig som sektor 2's hjørne flyttes mot høyre slik som antydet i Figur 4.



Figur 8

Illustrasjon av Rybczynski-teoremet

Start med en bytteboks med stiplet "høyrevegg" som gjelder *før* den økte tilgangen på arbeidskraft. Nedre venstre hjørne, merket O, angir origo for sektor 1's isokvantkart, mens øvre høyre hjørne, merket O*, er origo for sektor 2's isokvantkart. (Vi har ikke tegnet inn isokvantene.) For gitte priser på verdensmarkedet vil vi ha et entydig innenlandsk faktorprisforhold som bedriftene tilpasser seg til når kostnadene minimeres. Til det gitte faktorprisforholdet, vil bedriftene i sektor 1 tilpasse seg på substitumalen merket OS_1 (langs hvilken den marginale tekniske substitusjonsbrøk i sektor 1 er konstant), mens bedriftene i sektor 2 vil tilpasse seg langs substitumalen O^*S_2. Pga. av Antakelse 1 er substitumalen eller strålen OS_1 brattere enn strålen O^*S_2; siden vi for alle faktorprisforhold har $\frac{K_1}{L_1} = \frac{\frac{K_1}{Y_1}}{\frac{L_1}{Y_1}} = \frac{k_1}{l_1} > \frac{k_2}{l_2} = \frac{K_2}{L_2}$.

Alle tilgjengelige produksjonsfaktorer vil bli benyttet. Derfor må likevekten i utgangspunktet være kjennetegnet ved en fordeling av de gitte produksjonsressurstilgangene (og med en tilhørende sammensetning av produksjonen), gitt ved skjæringspunktet merket *A*, der to isokvanter tangerer hverandre. (Gitt det faktorprisforholdet som gjelder, kan ikke noe annet punkt være forenlig med full utnyttelse av de gitte produksjonsressursene.)

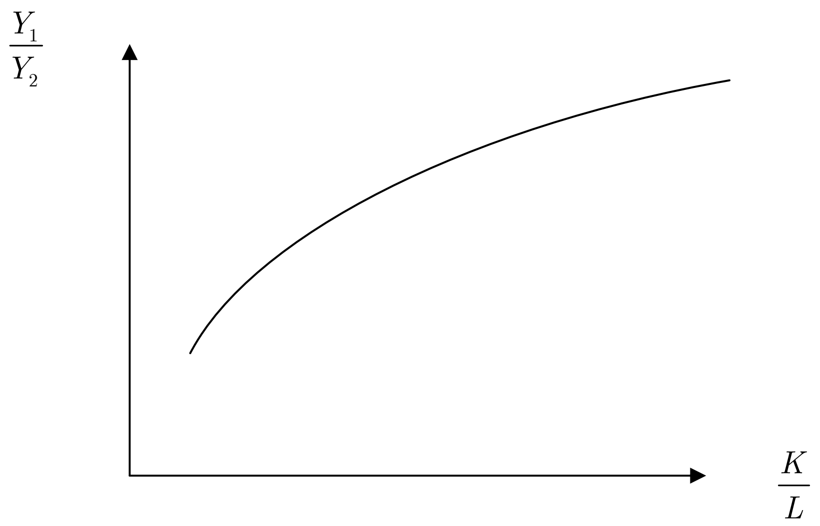
Fra et slikt utgangspunkt utsettes denne økonomien for et "positivt sjokk", ved at samlet tilgang av arbeidskraft øker med en størrelse ΔL. Dermed øker bredden i bytteboksen, slik som antydet i Figur 8.

Hva skjer? Siden faktorprisene er upåvirket av dette sjokket, vil faktorintensiteten være uendret. Det som skjer er at den opprinnelige situasjonen kopieres, men nå med den forskjell at origo for sektor 2 flyttes til det nye høyre hjørne, merket O'. Fra dette punktet kan vi igjen tegne en substitumal, parallell med $O^{*}S_{2}$. Fordi faktorprisene er uendret, produseres det med samme faktorintensitet som før økningen i *L*.

Likevekt i den nye situasjonen vil derfor måtte finne sted i skjæringspunktet mellom $0S_1$ og $O^{*}S_{2}$, merket *B*.

Siden det nye punktet *B* ligger nærmere origo *O* på strålen OS_1 enn punktet *A*, vil det være ensbetydende med at det produseres et mindre kvantum av den kapitalintensive vare 1 enn hva tilfellet var før økningen i *L*. Men det må igjen bety at produksjonen av den arbeidsintensive vare 2 alt i alt øker.

Denne sammenhengen kan illustreres, gitt Antakelse 1. Vi kan se hvordan forholdet $\frac{Y_1}{Y_2}$ varierer med $\frac{K}{L}$ som vi kan si gir et mål for landets relative kapitalrikelighet. Fordi vare 1 er kapitalintensiv, forteller *Rybczynski-teoremet* oss, gitt Antakelse 1, at det er en positiv sammenheng mellom $\frac{Y_1}{Y_2}$ og $\frac{K}{L}$, slik vi har skissert den i Figur 9.



Figur 9

"Rybczynski-sammenhengen" med vare 1 som kapitalintensiv

Rybczynski-teoremet forteller oss at økt tilgang på en produksjonsfaktor best møtes ved å endre produksjons eller sektorsammensetningen. Vi kunne alternativt ha tenkt oss at det økte tilbudet av arbeidskraft ble tatt i bruk i hele økonomien, med den konsekvens at begge sektorer ble mer arbeidsintensive, slik at grenseproduktiviteten av arbeidskraft ville gå ned i begge sektorer. Dermed vil også arbeidskraftens samlede gjennomsnittsproduktivitet gå ned. Ved å følge teoremet, slik at produksjonsressurser overføres fra kapitalintensiv til arbeidsintensiv virksomhet når tilgangen på arbeidskraft øker, unngår en nettopp ette fallet i gjennomsnittsproduktivitet. På den måten får vi større økning i nasjonalinntekten enn om vi skulle la den økte tilgangen på arbeidskraft "bli smørt tynt utover".[13]

Går vi tilbake til sammenhengen i (23), ser vi

$$(23)' \qquad \frac{K}{L} = \frac{K_1 + K_2}{L} = \frac{k_2}{l_2} + \mu\left(\frac{k_1}{l_1} - \frac{k_2}{l_2}\right)$$

der vi fra tidligere har at kapitalintensitet i sektor j er $\frac{K_j}{L_j} = \frac{k_j}{l_j}$ og sysselsettingsandelen i sektor 1 definert som $\mu = \frac{L_1}{L}$, og den i sektor 2 som $1 - \mu = \frac{L_2}{L}$.

Fra (23)′ legger vi merke til at når L øker, vil venstre side i (23)′, $\frac{K}{L}$, gå ned. For å få høyre side til å gå ned med konstante faktorintensiteter, må sysselsettingsandelen i sektor 1, μ, gå ned, så lenge vi har $\frac{k_1}{l_1} > \frac{k_2}{l_2}$.

3.3. Økonomiens tilbudsside

Produksjonssiden i vår økonomi er fullt ut beskrevet ved modellen:

$$(19-i) \qquad p_1 = c_1(w,q)$$

$$(19-ii) \qquad p_2 = c_2(w,q)$$

$$(20-i) \qquad c_{1w}(w,q) \cdot Y_1 + c_{2w}(w,q) \cdot Y_2 = L$$

$$(20-ii) \qquad c_{1q}(w,q) \cdot Y_1 + c_{2q}(w,q) \cdot Y_2 = K$$

[13] Se kap. 5 i Victor D. Norman (1993), *Næringsstruktur og utenrikshandel*, Universitetsforlaget, Oslo.

Fra denne har vi utledet alle sammenhengene presentert i foregående avsnitt. Vi skal vise at denne modellen kan hjelpe oss til å fastlegge en ”tilbudsfunksjon” for økonomien; dvs. en sammenheng mellom $\frac{Y_1}{Y_2}$ og prisforholdet $\frac{p_1}{p_2}$.

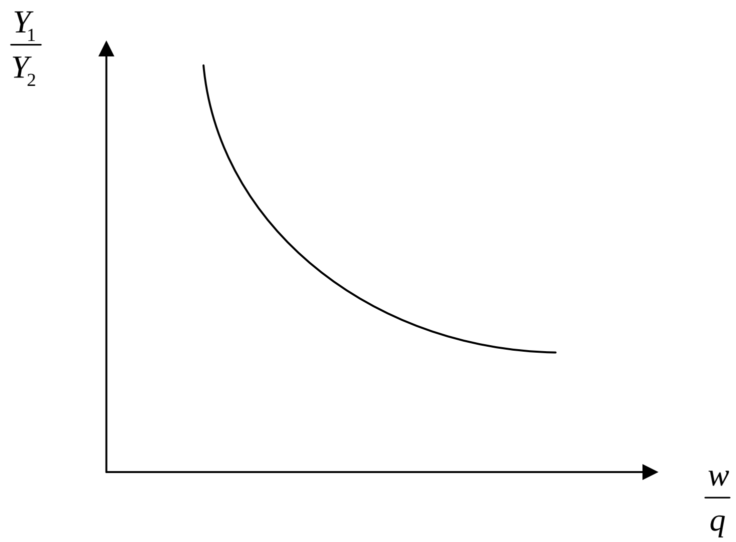
Vi har så langt etablert sammenhenger mellom $\frac{w}{q}$ og $\frac{p_1}{p_2}$ på den ene siden (Stolper-Samuelson-teoremet); jfr. Figur 7, og på den annen side, fra (20), Rybczynski-sammenhengen, som gir oss en sammenheng mellom relativ produksjon $\frac{Y_1}{Y_2}$ og relativ faktorrikelighet $\frac{K}{L}$, når vi antok at vare 1 var kapitalintensiv; se Figur 9.

I de to likevektsbetingelsene i faktormarkedene holder vi nå faktortilgang fast. Da vil disse betingelsen kunne gi svar på følgende spørsmål: *Ta utgangspunkt i et vilkårlig faktorprisforhold. Hvilken produktsammensetning vil da, til dette faktorprisforholdet, være forenlig med likevekt i faktormarkedene?* Eller sagt på en annen måte; *hvilket faktorprisforhold er forenlig med en bestemt produktsammensetning? Og hvordan må faktorprisforholdet endre seg om produktsammensetningen endres, for eksempel i favør av vare 1 (den kapitalintensive varen)?*

Om Y_1 skal øke (slik at $\frac{Y_1}{Y_2}$ øker), vil, for uendret faktorprisforhold, den økte etterspørselen etter realkapital fra bransje 1 overstige den mengde realkapital som frigjøres fra bransje 1, samtidig som det motsatte vil være tilfelle for arbeidskraft. (Relativt mye arbeidskraft frigjøres per enhets redusert produksjon i bransje 2.) Uten endring i faktorprisforholdet, vil vi få etterspørselsoverskudd for realkapital. Likevekt vil bli gjenopprettet om w

synker i forhold til q. Dermed har vi: *En høyere relativ produktmengde av den kapitalintensive varen er bare forenlig med et lavere faktorprisforhold* $\frac{w}{q}$.

Likevekt i faktormarkedene innebærer med andre ord en fallende sammenheng mellom $\frac{Y_1}{Y_2}$ og $\frac{w}{q}$, slik som illustrert i Figur 10, så lenge vare 1 er kapitalintensiv. (Dersom vare 2 var kapitalintensiv, vil vi ha en positiv sammenheng mellom relativ produktsammensetning og faktorprisforhold. Vis det!)



Figur 10

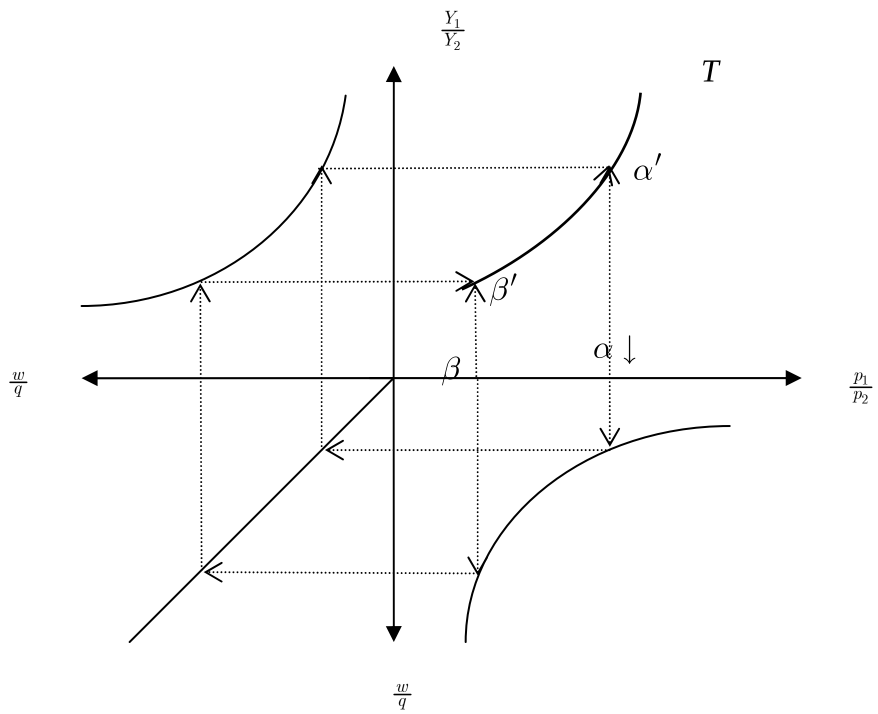
Sammenhengen mellom relativ produksjon og relativ faktorpris

På bakgrunn av prislikningene (19) slik disse er presentert i Figur 7, likevektsbetingelsene i faktormarkedene (20) slik de er presentert i Figur 10, med den antakelse at vare 1 er overalt kapitalintensiv, kan vi nå utlede en *"tilbudssammenheng"* for denne økonomien; dvs. en sammenheng mellom $\frac{Y_1}{Y_2}$

og produktprisforholdet $\frac{p_1}{p_2}$.

Dette skal vi gjøre i en figur med fire kvadranter. Tilbudssammenhengen, som vil fremtre i 1.kvadrant, skal vi konstruere oss fram til, ved hjelp av Figur 7 og Figur 10.

Tegn inn sammenhengen fra Figur 7 i 4. kvadrant og sammenhengen fra Figur 10 i 2. kvadrant, når vi igjen minner om at vare 1 er kapitalintensiv, hvilket gir helningen på disse kurvene.[14] I 3. kvadrant tegner vi inn en hjelpelinje som "tilordner faktorprisforholdet til seg selv" via en 45-graders-linje.



Figur 11

Utledning av tilbudssammenhengen

[14] Legg merke til at Rybczynski-sammenhengen fremkommer som et vertikalt skift i kurven i 2. kvadrant. Siden vare 1 er kapitalintensiv, vil en økning i $\frac{K}{L}$ skifte denne kurven vertikalt oppover, for ethvert faktorprisforhold.

Ta utgangspunkt i et vilkårlig produktprisforhold på den vannrette aksen mellom 1.og 4. kvadrant; la oss si det vi har merket med α på denne aksen. Fra dette prisforholdet går vi "nedover" i 4. kvadrant til vi finner det tilhørende faktorprisforhold fra (19). Gå deretter horisontalt til hjelpelinjen i 3. kvadrant og avsett så dette faktorprisforholdet langs den vannrette aksen mellom 2. og 3. kvadrant. Gitt dette faktorprisforholdet, og gitt relativ faktortilgang, vil vi ha likevekt i faktormarkedene til relativ produktmengde gitt ved det tilordnede punktet på kurven i 2. kvadrant. Går vi nå i horisontal retning mot 1.kvadrant fra dette punktet, samtidig som vi går vertikalt opp fra punktet α, finner vi nå punktet α'; se 1. kvadrant i Figur 11. Dette gir oss nå ett punkt på tilbudskurven.

Gjenta prosedyren for et annet produktprisforhold; for eksempel det som er merket β, ogvi kommer via samme prosedyre til punktet β' i 1. kvadrant.

Vi kan gjøre dette for alle tenkelige prisforhold og på den måten komme fram til en kurve vi har merket **T** i 1. kvadrant. Dette er tilbudssammenhengen som her viser en stigende sammenheng mellom prisforholdet $\frac{p_1}{p_2}$ og produktsammensetningen $\frac{Y_1}{Y_2}$.

4. LIKEVEKT UNDER AUTARKI (LUKKET ØKONOMI)

La oss nå se på likevekten i en økonomi som er fullstendig lukket for økonomisk samkvem med andre land, et såkalt *autarki.* Å betrakte likevekt i en slik lukket økonomi har interesse først og fremst som en viktig referansetilstand, altså som en tenkt situasjon. Spesielt vil sammenligningen av forskjellige lands hypotetiske autarkilikevekt være sentral for å forstå handel mellom land.

For en liten åpen økonomi var prisene eksogene og bestemt på verdensmarkedet. I en autarkiløsning vil vi ha at alt som produseres innenlands også konsumeres innenlands, eller likhet mellom innenlandsk tilbud av konsumgodene og innenlandsk etterspørsel etter disse. Likevekten vil være kjennetegnet ved at konsumentene tilpasser seg slik at deres marginale substitusjonsbrøker mellom de to varene er lik prisforholdet mellom de to varene (som også vil være lik marginal transformasjonsbrøk på produksjonssiden). Dette vil i tur føre til at prisene blir endogent bestemt. Det vi mangler for å karakterisere autarkiløsningen er derfor en etterspørselsside.

4.1. Etterspørselssiden i økonomien

La konsumet av de to varene være X_1 og X_2. Anta at husholdningssektoren (oppfattet som en homogen gruppe) har preferanser gitt ved nyttefunksjonen $U(X_1, X_2)$. Vi antar at denne har de vanlige egenskapene: Strengt voksende i hvert argument og med avtakende marginal substitusjonsbrøk.

La R være deres disponible inntekt, og med en budsjettbetingelse som $R = p_1 X_1 + p_2 X_2$. Gitt preferansene, vil derfor de tre variablene p_1, p_2 og R unikt bestemme tilpasningen til de nyttemaksimerende konsumentene, så etterspørselen kan generelt skrives:

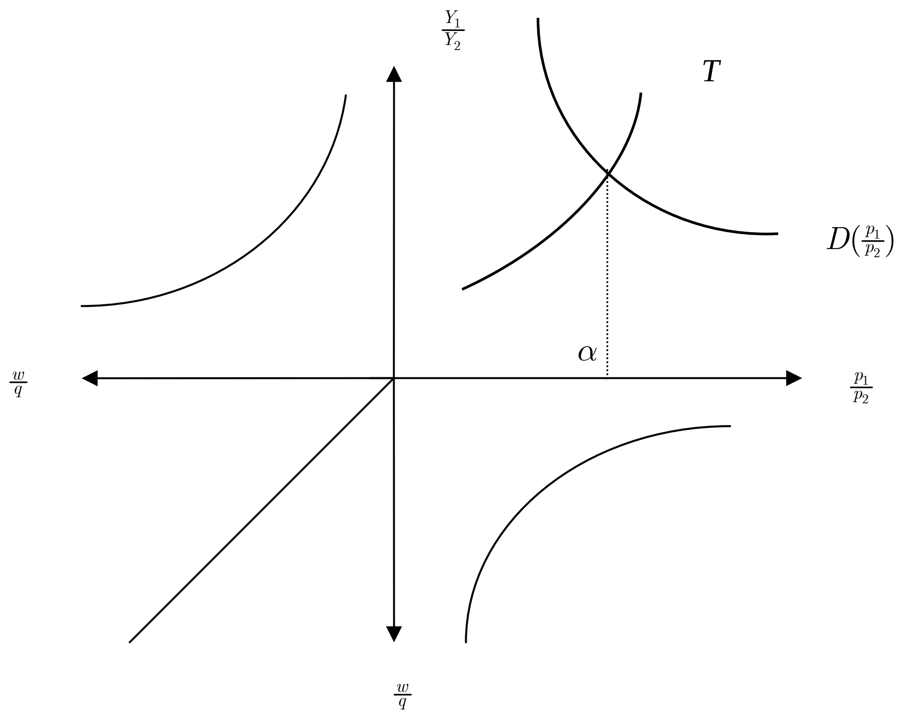
(25) $X_1(p_1, p_2, R)$ og $X_2(p_1, p_2, R)$

Fra standard konsumentteori, vet vi at en økning av prisen p_1 vil ha to effekter på etterspørselen: For det første vil en økning lede til et endret prisforhold, vare 1 er blitt dyrere relativt til vare 2. Denne endringen vil isolert sett bidra til en vridning av konsumet bort fra vare 1 mot vare 2. Dernest vil prisøkningen ha en inntektseffekt, som vi ikke uten videre kan si noe om retningen av. Tilstedeværelsen av inntektseffekten vil derfor betydelig komplisere en analyse som bygger på de generelle etterspørselsfunksjonene i (25), dette også fordi inntekten R vil være endogen i generell likevekt. For å forenkle vil vi i det meste av vår analyse derfor bare karakterisere etterspørselsiden ved følgende antagelse om forholdet mellom den relative etterspørselen etter de to varene ($\frac{X_1}{X_2}$), og de relative prisene:

$$(26) \qquad \frac{X_1}{X_2} = D(\frac{p_1}{p_2}) \quad \text{med } D' < 0$$

Når prisen på vare 1 stiger relativt til prisen på vare 2, vil etterspørselen etter vare 1 synke relativt til etterspørselen etter vare 2. Husk at endringer i prisforholdet er det samme som endret helning på budsjettbetingelsen, så slik sett er virkningen helt i samsvar med det vi forventer som et resultat av substitusjonseffekten. Implisitt i formuleringen (26) har vi også antatt at inntektseffektene for de to varene oppveier hverandre når vi betrakter virkningen på relativ etterspørsel. (En mer formell rettferdiggjøring for denne formuleringen basert på homotetiske preferanser, er gitt i Appendiks A.5.)

Tegner vi inn etterspørselssammenhengen (26) i 1. kvadrant i Figur 11, vil autarkilikevekten være kjennetegnet ved et produktprisforhold lik α.



Figur 12

Etablering av autarkilikevekten

Likevekten under autarki finner vi der etterspørselskurven skjærer den konstruerte tilbudskurven. Likevekt vil da være beskrevet ved et produktprisforhold, et faktorprisforhold og en produktsammensetning.

4.2. Full karakterisering av likevekt i autarki

Ved å inkludere den forenklende spesifikasjonen av etterspørselssiden i (26) fikk vi i Figur 12 bestemt autarkiløsningen i form av de relative størrelsene Y_1/Y_2, p_1/p_2 og w/q. Dette vil holde for all skiftanalyse vi skal gjøre med modellen. Men det er vel verdt å se også på en full karakterisering av likevekten i autarki. Vi vil la denne bygge på de mer generelle etterspørselsfunksjonene i (25).

Konsumentsiden eier produksjonsfaktorene og begge bedriftene.[15] Husholdningssektoren mottar dermed all faktorinntekt og renprofitt (som med konstant skalautbytte er lik null), slik at nominell faktorinntekt *R* fremkommer da som

$$(27) \qquad R = wL + qK$$

Vi kan samle sammen alle de sammenhengene som gjelder i den lukkede økonomien:

$$(19-i) \qquad p_1 = c_1(w,q)$$

$$(19-ii) \qquad p_2 = c_2(w,q)$$

$$(20-i) \qquad c_{1w}(w,q)\cdot Y_1 + c_{2w}(w,q)\cdot Y_2 = L$$

$$(20-ii) \qquad c_{1q}(w,q)\cdot Y_1 + c_{2q}(w,q)\cdot Y_2 = K$$

$$(27) \qquad R = wL + qK$$

$$(28-i) \qquad Y_1 = X_1(p_1, p_2, R)$$

$$(28-ii) \qquad Y_2 = X_2(p_1, p_2, R)$$

Likningene *(28i-ii)* krever likevekt i de to ferdigvaremarkedene under autarki. Dette systemet består kun av seks uavhengige likninger til å bestemme seks variable. Grunnen er at én av dem kan avledes av de seks øvrige (Walras lov). Dette ser vi av følgende resonnement: Fra budsjettbetingelsen til husholdningssektoren (og som ligger innbakt i etterspørselsfunksjonene), samtidig som vi utnytter det vi har utledet tidligere, finner vi at:

[15] Vi holder offentlig sektor utenfor.

$$\sum_i p_i X_i = wL + qK = w \cdot \left(c_{1w}(w,q) \cdot Y_1 + c_{2w}(w,q) \cdot Y_2\right) + q \cdot \left(c_{1q}(w,q) \cdot Y_1 + c_{2q}(w,q) \cdot Y_2\right)$$
$$= (wc_{1w} + qc_{1q}) \cdot X_1 + (wc_{2w} + qc_{2q}) \cdot X_2 = c_1 \cdot X_1 + c_2 X_2$$

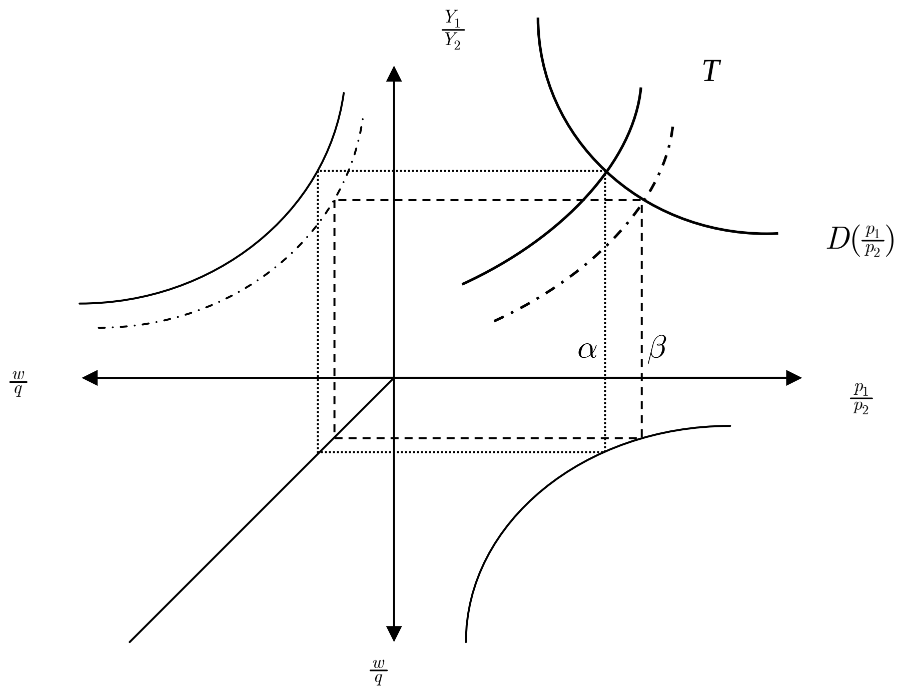
der siste likhet følger av det faktum at enhetskostnadsfunksjonen $c_i(w,q)$ er homogen av grad én i prisene. Bruker vi her *(19-i), da følger (19-ii).* Men dette betyr igjen at vi fritt kan velge målestokk, f.eks at priser og inntekt måles i enheter av vare 2, slik at vi kan sette $p_2 = 1$, og i autarkilikevekten blir dermed følgende realstørrelser bestemt: w, q, p_1, R, Y_1, Y_2. Alle disse endogene variable er funksjoner av de eksogene størrelsene (L, K) og bakenforliggende teknologier. Vi har en determinert modell for vår autarkilikevekt.

5. KOMPARATIVT FORTRINN OG FAKTORRIKELIGHET

Vi skal nå til slutt knytte en viktig forbindelse mellom relativ faktorrikelighet i et land og komparativt fortrinn. Hvis et land har lavere relativ autarkipris på vare 1 (dvs. lavere $\frac{p_1}{p_2}$) enn andre land, da har dette landet et *komparativt fortrinn i produksjonen av vare 1.* Grunnen er at relativ autarkipris gjenspeiler realøkonomisk bytteforhold på marginen, marginal transformasjonsbrøk mellom de to varene eller samfunnsøkonomisk grensekostnad for en vare. Siden det landet som har lavest marginalkostnad for en vare produserer denne varen relativt mer effektivt enn hva andre land gjør, sier vi at et land har komparativt fortrinn i produksjonen av en vare (vare 1) dersom det antall enheter av andre varer (vare 2) landet må gi opp per enhets økning i produksjonen av vare 1 er *lavere* enn i andre land. Det kan være greit å vite *hvorfor* slike forskjeller kan oppstå. La oss nå i tråd med HOS-teorien betrakte to land som er like i alle henseender bortsett fra at det ene landet har relativt mer arbeidskraft; dvs. $\frac{L}{K}$ er størst her. Teknologier og preferanser er for øvrig like. Hvordan vil forskjeller i relativ faktortilgang påvirke relativ autarkipris? I utgangspunktet handler ikke landene med hverandre. Pga. av relative ressursforskjeller, vil autarkiprisene bli forskjellige, og muligheten for gjensidig fordelaktig varebytte oppstår. Husk at ved å variere relativ faktortilgang, vil kurven i 3. kvadrant utsettes for vertikale skift, med konsekvens for beliggenheten av tilbudskurven i 1. kvadrant. (Situasjonen etter at varebytte er kommet i stand, er allerede beskrevet i første del av notatet.)

Vi tenker oss at kun ferdigvarer kan bevege seg mellom land, uten transportkostnader, samtidig som produksjonsfaktorer er immobile mellom land, men mobile mellom sektorene innen et land. Anta at vare 1 fremdeles er kapitalintensiv og anta at landene vi ser på i utgangspunktet er helt like, også i relativ faktorrikelighet. (Da er autarkiprisforholdet det samme i de to landene, og det er selvsagt ikke noen gevinster som kan høstes ved varebytte eller arbeidsdeling.)
Så skjer det en isolert økning i arbeidsstyrken i ett av landene. Hva skjer med autarkiprisforholdet i dette landet? For å svare på dette spørsmålet, kan vi utnytte Rybczynski-sammenhengen for å se hva som skjer med autarkilikevekten og hva som forårsaker endringer i de kurvene som ligger bak denne likevekten i Figur 12. Vi vil vente at kun "tilbudskurven" blir påvirket av endringen i vårt lands arbeidsstyrke. Men hvordan?
Siden det finner sted en økning i arbeidsstyrken, vil produksjonen av vare 2 øke og produksjonen av vare 1 gå ned for uendret faktorprisforhold. Dermed for ethvert produktprisforhold, vil en økning i L føre til at $\frac{Y_1}{Y_2}$ går ned; dvs. tilbudskurven får et vertikalt skift nedover i 1. kvadrant. Når L øker, vil likevektsbetingelsene i to faktormarkedene, beskrevet ved kurven i 2.

kvadrant, bli påvirket.[16] Med et større arbeidstilbud, vil en *gitt* produktsammensetning $\frac{Y_1}{Y_2}$, nå bare kunne opprettholde en likevekt i faktormarkedene til en *lavere* $\frac{w}{q}$. Kurven i 2. kvadrant vil også skifte nedover.



Figur 13

Virkning på autarkilikevekten av endret relativ ressurstilgang

Det viktigste for oss i denne omgang er å slå fast at en tilvekst i arbeidstilbudet fører til høyere relativ pris under autarki på den kapitalintensive varen eller lavere relativ pris på den arbeidsintensive varen i det landet vi betrakter. For å få avsatt denne nye produktsammensetningen i ferdigvaremarkedene under autarki, må prisene justeres. For uendret

[16] I en lukket økonomi vil alle de variable som blir bestemt avhenge av de eksogent gitte faktortilgangene.

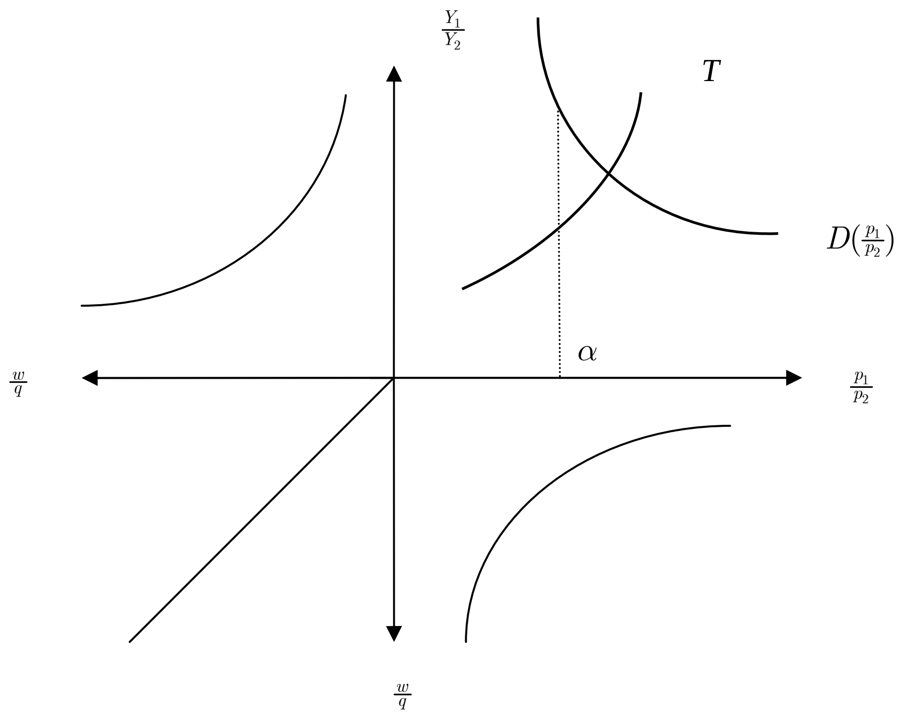
produktprisforhold svarende til α i Figur 13, vil vi ha et tilbudsoverskudd av vare 2 og et etterspørselsoverskudd av vare 1, siden konsumsammensetningen er uendret med konstant prisforholdet. For å få etablert en ny likevekt der kun prisforholdet betyr noe for *relativ etterspørsel*, må $\frac{p_1}{p_2}$ øke, til β slik som antydet i Figur 13.

Men dette må bety følgende: Fra det utgangspunktet vi startet ut med, nemlig at landene var helt like, vil en økt tilvekst i arbeidstilbudet i ett av landene føre til høyere relativ autarkipris på vare 1. Dermed vil ″utlandet″ – det landet som ikke opplevde noen endring i ressurstilgang – ha komparativt fortrinn i produksjonen av den kapitalintensive varen, mens vårt land vil ha komparativt fortrinn i den arbeidsintensive varen; dvs. *den vare som bruker intensivt den produksjonsfaktor vårt land er relativt rikelig utstyrt med.* Generelt har vi, med de forutsetninger vår modellskisse bygger på, følgende resultat:

Konklusjon 5: HOS-teoremet
Et land har komparativt fortrinn i produksjonen av den vare som bruker landets relativt rikelige produksjonsfaktor intensivt i produksjonen.

Går vi tilbake til Figur 13, ser vi at fordi den økte tilgangen på arbeidskraft i ″vårt″ land førte til at autarkiprisen økte til $\beta > \alpha$, vil det andre landet nå kunne produsere vare 1 relativt mer effektivt enn vårt land som på sin side kan produsere vare 2 relativt mer effektivt enn det andre landet. Landene kan nå vinne på å bytte til en relativ pris på vare 1 som ligger mellom α og β. Ved en slik internasjonal arbeidsdeling, vil begge land kunne vinne, selv om enkeltgrupper i hvert land vil kunne tape; jfr. Stolper-Samuleson.teoremet.

Anta til slutt at "vårt land" er et lite land, som under autarki produserer vare 2 (den arbeidsintensive varen) relativt mer effektivt enn hva utlandet gjør. Hvis relativ pris på vare 1 på verdensmarkedet er som i utlandet, og gitt som α, mens autarkiprisforholdet i vårt land er høyere, da vil vi ha en situasjon som vist i Figur 14.



Figur 14

Handelsmønsteret for en liten åpen økonomi

Til verdensmarkedets prisforhold α, har vi at $\frac{X_1}{X_2} > \frac{Y_1}{Y_2}$ (relativt konsum av vare 1 større enn relativ produksjon). Dette er ensbetydende med at vårt land vil importere vare 1 og eksportere vare 2. Gitt at vårt land er en liten åpen økonomi, vil de øvrige virkningene følge direkte fra det vi har vist tidligere;

bl.a. hvordan faktorprisene innenlands vil bli påvirket av at landet vårt kan handle til gitte priser svarende til prisforholdet α .

6. OPPTAKT TIL EN DYNAMISK ANALYSE

Det modelloppsettet vi har presentert i foregående avsnitt kan, ganske uproblematisk, bringes over i en dynamisk versjon, der tiden selv inngår på en essensiell måte. Anta at vi har en lukket økonomi og at det på hvert tidspunkt er likevekt i markedene for de to ferdigvarene og de to produksjonsfaktorene. Anta i tillegg at det er en underliggende produktivitetsvekst i begge produksjonssektorer – "disembodied technical progress" – en produktivitetsvekst som kommer uavhengig av investeringer i nytt kapitalutstyr og som kommer som "manna fra himmelen", kort og godt som en følge av at vi lærer og kan produsere enhver mengde av alle varer med mindre faktorinnsats. Vi blir med andre ord rikere over tid; vår realinntekt vokser. Hvis det i tillegg også skjer en vekst (som vi ikke forklarer) i produksjonsressursene arbeidskraft og realkapital, vil vi på ethvert tidspunkt t kunne uttrykke alle variable i økonomien som funksjon av tiden t selv. Dermed kan vi studere tidsutviklingen, for eksempel i sysselsettingen i en sektor, og forsøke å finne ut hvilke faktorer som kan forklare hvorfor tjenesteytende næringer (tertiærnæringer) har tatt en voksende andel av sysselsettingen i et land som Norge. Hvilke forhold på produksjonssiden har betydd noe? Hva betyr etterspørselen, for eksempel gjennom det faktum (som er utelukket i modellen i foregående avsnitt) at inntektsvekst vil ha ulik virkning på etterspørselssammensetningen gjennom forskjeller i varenes inntektselastisiteter. Slike spørsmål er tema i notatet til Rødseth om "Næringsstruktur og Vekst".

APPENDIKS A.

A.1. Homogene funksjoner. Eulers setning.

Homogene funksjoner:

En funksjon $F(X,Y)$ sies å være homogen av grad n dersom

$(A-1)$ $$F(tX,tY)=t^n \cdot F(X,Y)$$

for alle $t>0$. Av interesse for oss er først og fremst funksjoner som er homogene av grad 1, dvs:

$(A-2)$ $$F(tX,tY)=t \cdot F(X,Y)$$

og funksjoner som er homogene av grad 0, dvs:

$(A-3)$ $$F(tX,tY)=F(X,Y).$$

Eulers setning om homogene funksjoner:

Homogenitetsegenskapene til $F(X,Y)$ har konsekvenser også for de deriverte av funksjonen. Spesielt følger det at dersom $F(X,Y)$ er homogen av grad 1 er de deriverte homogene av grad 0. For å se dette deriverer vi begge sider av (A-2) mhp. X (Du kan selv utlede et tilsvarende resultat om du deriverer mhp. Y.)

Vi får da

$$\frac{\partial F(tX,tY)}{\partial (tX)} \cdot \frac{\partial (tX)}{\partial X} = \frac{\partial F(tX,tY)}{\partial (tX)} \cdot t = t \cdot \frac{\partial F(X,Y)}{\partial X}$$

der første likhet følger direkte ved å bruke kjerneregelen, mens andre likhet følger ved å sette den deriverte av venstre siden av (A-2) lik den deriverte av høyresiden i (A-19). Dermed har vi vist at

$(A-4)$ $$\frac{\partial F(tX,tY)}{\partial (tX)} = \frac{\partial F(X,Y)}{\partial X}$$

det vil si at den deriverte av $F(X,Y)$ er en funksjon som er homogen av grad 0.

Et annet interessant resultat følger dersom vi deriverer (A-19) mhp *t*. Ved bruk av kjerneregelen blir den deriverte av venstresiden:

$$\frac{\partial F(tX,tY)}{\partial(tX)}\cdot\frac{d(tX)}{dt}+\frac{\partial F(tX,tY)}{\partial(tY)}\cdot\frac{d(tY)}{dt}=\frac{\partial F(tX,tY)}{\partial(tX)}\cdot X+\frac{\partial F(tX,tY)}{\partial(tY)}\cdot Y$$

Dersom vi så bruker (A-4) og setter det hele likt med den deriverte av høyresiden (som blir $F(X,Y)$), får vi

$$(A-5)\qquad \frac{\partial F(X,Y)}{\partial X}\cdot X+\frac{\partial F(X,Y)}{\partial Y}\cdot Y=F(X,Y)$$

Dette sier oss at for funksjoner som er homogene av grad 1, er summen av de partiellderiverte vektet med verdien av det tilhørende argumentet lik verdien på funksjonen. (Oppgave: Hva innebærer (A-5) for renprofitten i en frikonkurranselikevekt ved konstant skalautbytte?)

A.2. Teknisk komplementaritet.

Vi sier at de to innsatsfaktorene K_1 og L_1 er *teknisk komplementære* dersom

$$(A-6)\qquad \frac{\partial^2 F^1(L_1,K_1)}{\partial L_1\partial K_1}>0$$

At den kryssderiverte er positiv innebærer at grenseproduktiviteten av en faktor får et positivt skift om innsatsen av den andre faktoren øker.

Vi skal nå vise at teknisk komplementaritet følger av at $F^1(L_1,K_1)$ har konstant skalutbytte og avtagende marginalavkastning. Funksjonen $F^1(L_1,K_1)$ er altså homogen av grad 1, så fra resultatet i (A-4) følger det at

$$(A-7)\qquad \frac{\partial F^1(tL_1,tK_1)}{\partial(tL_1)}=\frac{\partial F^1(K_1,L_1)}{\partial L_1}$$

Den deriverte av venstre siden av (A-7) mhp. t er:

$$\frac{\partial^2 F^1(tL_1,tK_1)}{\partial(tL_1)^2}\cdot\frac{\partial(tL_1)}{\partial t}+\frac{\partial^2 F^1(tL_1,tK_1)}{\partial(tL_1)\partial(tK_1)}\cdot\frac{\partial(tK_1)}{\partial t}$$

Høyresiden i (A-7) er uavhengig av *t, så den* deriverte mhp. *t* må her være lik null. Derfor må vi ha

$$(A-8) \qquad \frac{\partial^2 F^1(L_1, K_1)}{\partial L_1^2} \cdot L_1 + \frac{\partial^2 F^1(L_1, K_1)}{\partial L_1 \partial K_1} \cdot K_1 = 0$$

Her har vi på venstresiden benyttet oss av at de deriverte er homogen av grad 0. Det følger da at om arbeidskraftens grenseproduktivitet er strengt avtakende i faktoren selv; dvs. at $\frac{\partial^2 F^1}{\partial L_1^2} < 0$, da må $\frac{\partial^2 F^1}{\partial L_1 \partial K_1} > 0$ for at likheten kan være oppfylt. Dermed må innsatsfaktorene være teknisk komplementære. Merk at dette resultatet bare gjelder i tofaktor tilfellet, med flere innsatsfaktorer blir sammenhengene mer kompliserte.

A.3. Konkaviteten til kostnadsfunksjonen.

At $C_1(w, q, Y_1)$ er konkav i *w* og *q* betyr at

$$(A-9) \qquad C_1(\lambda w' + (1-\lambda)w'', \lambda q' + (1-\lambda)q'', Y_1) \geq \lambda C_1(w', q', Y_1) + (1-\lambda)C_1(w'', q'', Y_1)$$

for alle $0 < \lambda < 1$. Hvorfor? Siden kostnadsfunksjonen er definert ved at kostnadene er minimert må vi ha

$$(A-10) \qquad C_1(w', q', Y_1) \leq w' L_1 + q' K_1 \text{ og } C_1(w'', q'', Y_1) \leq w'' L_1 + q'' K_1$$

for vilkårlig valgt L_1 og K_1.

Definer prisene $w''' = \lambda w' + (1-\lambda)w''$ og $q''' = \lambda q' + (1-\lambda)q''$. Merk at prisparet (w''', q''') er et veid gjennomsnitt av prisparene (w', q') og (w'', q'') (Med $\lambda = 0.5$ er det et vanlig gjennomsnitt). La L_1''' og K_1''' betegne de verdiene på L_1 og K_1 som er kostnadsminimerende for prisene (w''', q'''). Da er

$$\begin{aligned} C_1(w''', q''', Y_1) &= w''' L_1''' + q''' K_1''' = (\lambda w' + (1-\lambda)w'')L_1''' + (\lambda q' + (1-\lambda)q'')K_1''' \\ &= \lambda(w' L_1''' + q' K_1''') + (1-\lambda)(w'' L_1''' + q'' K_1''') \end{aligned}$$

Dette uttrykker at kostnadene ved å produsere Y_1 når vi står overfor gjennomsnittsprisene (w''', q''') er de same som gjennomsnittet av de kostnadene vi ville hatt om vi, med samme faktorbruk L_1''' og K_1''', produserte

Y_1 når vi sto overfor henholdsvis prisene (w', q') og (w'', q'') (dette følger ene og alene fra at kostnadene er lineære i prisene). Vi kan altså i gjennomsnitt gjøre det like bra når vi står overfor henholdsvis (w', q') og (w'', q'') bare ved å gjøre det samme som før. Men generelt vil vi kunne gjøre det bedre i begge disse situasjonene, for L_1''' og K_1''' er ikke lenger nødvendigvis optimale. Vi kan altså utnytte eventuelle substitusjonsmuligheter til å tilpasse oss mer fornuftig til henholdsvis (w', q') og (w'', q''). For å se dette formelt, kan vi bruke (A-8) som leder til

$$\lambda(w' L_1''' + q' K_1''') + (1-\lambda)(w'' L_1''' + q'' K_1''') \geq \lambda C_1(w', q', Y_1) + (1-\lambda) C_1(w'', q'', Y_1)$$

Dermed har vi bevist (A-9), og at kostnadsfunksjonen er konkav i w og q.

Vi kan aldri ha streng konkavitet, altså at ulikheten i (A-9) gjelder strengt for alle prispar. For å se dette er det nok å betrakte situasjonen hvor prisene er proporsjonale, dvs $(w'', q'') = (kw', kq')$. Men vi kan ha at kostnadsfunksjonen er strengt konkav i en og en pris. Generelt vil dette være tilfellet dersom vi har en indre løsning og noen grad av substitusjonsmuligheter.

A.4. Kostnadsfunksjonen ved konstant skalautbytte

Vi skal her vise at kostnadsfunksjonen er lineær i produksjonen ved konstant skalautbytte. La $k_1(w,q) := K_1(w,q,1)$ og $l_1(w,q) := L_1(w,q,1)$ være den optimale bruken av innsatsfaktorene for å produsere $Y_1 = 1$ billigst mulig. Det følger da at $c_1(w,q) = w \cdot l_1(w,q) + q \cdot k_1(w,q)$. Siden bruk av l_1 og k_1 må gi oss en enhet av Y_1, må vi ha $F(l_1, k_1) = 1$. Med da må konstant skalautbytte gi

$$F^1(Y_1^0 l_1, Y_1^0{}_1 k_1) = Y_1^0 F^1(l_1, k_1) = Y_1^0 \cdot 1 = Y_1^0$$

for en vilkårlig valgt Y_1^0. Vi kan altså produsere Y_1^0 ved å bruke innsatsfaktorene $K_1 = k_1 Y_1^0$ og $L_1 = l_1 Y_1^0$. Det bør være greit å se at dette vil koste $w \cdot l_1 Y_1^0 + q \cdot k_1 Y_1^0 = (w \cdot l_1 + q \cdot k_1) Y_1^0 = c_1(w,q) \cdot Y_1^0$. Vi kan ikke gjøre det dårligere enn dette, så

$$(A-11) \qquad C_1(w,q,Y_1^0) \le c_1(w,q) \cdot Y_1^0 .$$

Men kan vi gjøre det bedre (det vil si produsere billigere, slik at ulikheten er streng)? Svaret er nei, og kan vises som følger. La K_1^0 og L_1^0 være den optimale bruken av innsatsfaktorene for å produsere Y_1^0 billigst mulig. Dersom vi nå nedskalerer bruken av begge innsatsfaktorene med en felles faktor $t = \frac{1}{Y_1^0}$ følger det fra (A-16) at

$$F^1\left(\frac{1}{Y_1^0} L_1^0, \frac{1}{Y_1^0} K_1^0\right) = \frac{1}{Y_1^0} F^1(L_1^0, K_1^0) = \frac{1}{Y_1^0} \cdot Y_1^0 = 1$$

dvs at produksjonen er 1. Kostnadene ved å produsere på denne måten er

$$w \cdot L_1^0 \frac{1}{Y_1^0} + q \cdot K_1^0 \frac{1}{Y_1^0} = (w \cdot L_1^0 + q \cdot K_1^0) \frac{1}{Y_1^0} = C_1(w,q,Y_1^0) \cdot \frac{1}{Y_1^0}$$

Dersom vi hadde streng ulikhet i (A-17) ville vi da ha at kostnadene ved å produsere $Y_1 = 1$ ved bruk av $L_1 = \frac{L_1^0}{Y_1^0}$ og $K_1 = \frac{K_1^0}{Y_1^0}$ ville da være mindre enn $c_1(w,q)$, noe som ikke kan forekomme siden kostnadene ved å produsere 1 enhet aldri kan være mindre enn $c_1(w,q)$. Følgelig må vi ha likhet i (A-11). Merk at dette resonnementet også gir oss at $L_1^0 = l_1 \cdot Y_1^0$ og $K_1^0 = k_1 \cdot Y_1^0$, så også den optimale faktorbruken er lineær i Y_1^0.

A.5. Homotetiske preferanser

Homotetiske preferanser innebærer at dersom to godekombinasjoner $X^1 = (X_1^1, X_2^1)$ og $X^2 = (X_1^2, X_2^2)$ er nyttemessig likeverdige (eller indifferente, uttrykt som $X^1 : X^2$), med $U(X_1^1, X_2^1) = U(X_2^1, X_2^2)$, da vil vi også for alle positive tall α, ha at indifferensen bevares; dvs. at $\alpha X^1 : \alpha X^2$. Egenskapen om homotetiske preferanser impliserer at de ordinære etterspørselsfunksjonene, med $R = p_1 X_1 + p_2 X_2$ som viser anvendelse av disponibel inntekt R, med p_i som nominell pris per enhet av vare i, kan skrives som:

$$(A-12) \quad X_i = X_i(p_1, p_2, R) = R \cdot x_i(\frac{p_1}{p_2}) \text{;}i\text{=1,2} \Rightarrow \frac{X_1}{X_2} = \frac{Rx_1(\frac{p_1}{p_2})}{Rx_2(\frac{p_1}{p_2})} := \quad D(\frac{p_1}{p_2})$$

Vi har at etterspurt mengde av hver vare er proporsjonal med disponibel inntekt. Hver vares inntektselastisitet er derfor én. Dette har igjen den implikasjonen at dersom R øker, vil relativ økning i etterspurt mengde for hver av de to varene være lik relativ økning i inntekten. (Hver vares budsjettandel er upåvirket av inntektsøkningen.) Relativ etterspørsel $\frac{X_1}{X_2}$ er dermed *uavhengig av R*, og kun (negativt) avhengig av prisforholdet $\frac{p_1}{p_2}$. (Jo dyrere vare 1 er relativt til vare 2, jo lavere er relativ etterspørsel $\frac{X_1}{X_2}$; dvs. vi har negativ derivert av D-funksjonen; $D'(\frac{p_1}{p_2}) < 0$.)