

Hovedpointer fra undervisningen i ØP B

Martin Nørgaard Petersen

3. september 2017

Følgende gennemgår udvalgte begreber introduceret i Macroeconomics (9. udgave) af Mankiw og i undervisningen i ØP B afholdt af Jesper Gregers Linaa i foråret 2017. Der tages forbehold for fejl og mangler. Eventuelle kommentarer og rettelser kan sendes til Martin Nørgaard Petersen på martin@norgaardpetersen.dk

Kapitel 3 – Nationalindkomst

Lang sigt På lang sigt gælder følgende:

- Priser er fuldt fleksible
- Der er klassisk dikotomi
- Økonomien er udbudsbestemt

Kort sigt På kort sigt gælder følgende:

- Priser og/eller lønninger er træge
- Klassisk dikotomi er ikke opfyldt
- Økonomien er efterspørgselsbestemt

Konstant skalaafkast Der er konstant skalaafkast, hvis det gælder, at $F(\lambda K, \lambda L) = \lambda F(K, L)$, hvor $\lambda > 0$.

Replikationsargumentet Hvis man har nøjagtig de samme produktionsfaktorer (K og L) kan man fordoble produktionen.

Aggregeret produktion Vi anvender antagelsen om konstant skalaafkast, når vi finder den aggregerede produktion. Vi ganger den enkelte virksomheds produktionsfunktion med antallet af virksomheder.

Indkomstfordeling Indkomstfordelingen er afhængig af løn- (W) og rentekostninger (R) på hhv. arbejdskraft og kapital. Vi har, at virksomhedens profit er givet ved $\pi = P \cdot F(K, L) - WL - RK$, som når differentieret i forhold til hhv. K og L giver:

$$MP_L(K, L) = \frac{W}{P} \text{ og } MP_K(K, L) = \frac{R}{P}$$

Aftagende marginalprodukt Værdien ved en ekstra tilført produktionsfaktor (arbejdskraft eller kapital) vil aftage med mængden. Øges en produktionsfaktor med x pct., da vil ændringen i produktionen være mindre end x pct.

Marginal forbrugstilbøjelighed Angiver ændringen i forbruget som følge af en marginal ændring i indkomsten. Typisk gælder, at $MPC \in]0, 1[$.

Realrenten (afkast målt i købekraft) Påvirker investeringerne. Realrenten afspejler

- Omkostningerne ved at lånefinansiere et investeringsprojekt
- Alternativomkostningen ved at egenfinansiere et investeringsprojekt (alternativt kunne man have holdt obligationer).

Realrenten er givet som:

$$1 + r = \frac{1 + i}{1 + \pi} \rightsquigarrow r = i - \pi \quad (1)$$

Nominal rente (afkast målt i penge) Alternativomkostningen ved at holde penge.

Crowding out Faldet i investeringerne som følge af en rentestigning efter ekspansiv finanspolitik. For en åben økonomi (med flydende valutakurs) udhules nettoeksporten ved en stigning i valutakursen.

Kapitel 4 – Monetære system

Værdiopbevaringsmidler el. aktiver Disse kan inddeles efter deres likviditet. Fx jord og huse (M3), værdipapirer (M2), indestående på bankkonti (M1) og valuta (C). Ved formue forstås alle disse værdiopbevaringsmidler.

Penge Penge er *fuldt likvide* aktiver, altså C og M1. Penge er en delmængde af formue.

Penges funktioner Penge har følgende funktioner: 1) Værdiopbevaringsmiddel, 2) Transaktionsmiddel og 3) Måleenhed

Typer af penge Vi betragter to typer af penge:

Varepenge Varepenge (byttemiddel) er en valuta, der har en iboende værdi (indre værdi) som fx. guld, cigaretter, mm.

Fiat money Fiat money (betalingsmiddel) er en valuta, der antager en større værdi end den iboende værdi i selve valutaen. Dette fremgår af *fiat* fra det latinske "lad det blive til".¹

Pengemænde, M Samlet beholdning af *likvide* aktiver hos husholdninger og virksomheder. Denne kan ikke styres direkte af centralbankerne.²

$$M = C + D,$$

¹Denne opstår, da direkte varebytte kræver *gensidigt sammenfald af behov*. Varepenge kræver ikke dette. Staten begynder at udstede mønter; vejning af varepenge (fx guld) er overflødig. Stat udsteder pengesedler med fast veksselforhold. Ingen indløser sedlerne mere og gulddindløseligheden droppes. Betalingsmiddel er opstået. Senest kommer dankort og mobilbetalinger.

²Det antager vi dog fremadrettet i modellerne.

hvor C er sedler og mønter og D er likvide indskud i pengeinstitutter. Pengemængden afhænger af definitionen af likvide indskud ($C, M1, M2, M3, \dots$)³

Pengebase Pengebasen er mængden af mønter og sedler, som husholdninger, C , og banker holder, R . Denne styres af centralbanken. Vi kan skrive:

$$B = C + R$$

Pengeskabelse Bankerne kan øge pengemængden gennem udlån. Pengemængden kan afvige fra pengebasen, når bankerne tillader to individer – henholdsvis indlåner og udlåner – at gøre krav på den samme valuta. Det er kun muligt at øge pengemængden ud fra en forudsætning om at begge personer ikke vil gøre krav på deres penge *samtidigt*. Skulle det ske, vil banken være insolvent og gå konkurs.

Reservebrøken $rr \equiv \frac{R}{D}$. Givet eksogen og sætter et minimumskrav for bankers reserve.

Kassebrøken $cr \equiv \frac{C}{D}$. Givet eksogen. Sædvanebestemt.

Kreditmultiplikatoren, m Kreditmultiplikatoren er givet ved $M \equiv m \cdot B$. Vi kan skrive følgende:

$$m = \frac{M}{B} = \frac{C + D}{C + R} = \frac{C/D + 1}{C/D + R/D} = \frac{cr + 1}{cr + rr} > 1$$

Gearing Gearingen er givet som:

$$\text{Gearing} = \frac{\text{værdi af aktiver}}{\text{egenkapital}}$$

Hvis gearingen er 8, har banken 7 kr. gæld og indskud for hver krone ejerne har i banken.

Solvensgrad Solvensgraden er givet som og kan reguleres ved lov:

$$\text{Solvensgrad} = \frac{\text{basiskapital}}{\text{værdi af risikovægtede aktiver}}$$

Likviditetstjeneste Eftersom penge intet afkast giver er det altid *ikke-dominerende*. Man holder det alligevel som følge af transaktionsmotivet for at holde penge (likviditetstjeneste).

Baumol-Tobin Samlet alternativomkostning ved N besøg i banken:

$$TC = i \frac{Y}{2N} + F \cdot N,$$

³ $M1 = C$ i "Macroeconomics" af Mankiw.

hvor $F \cdot N$ er omlægningsomkostningerne (stiger lineært med antal bankture, N) og første led er tabt rente (aftager med antallet af bankture). Disse skal minimeres.

Bemærk grundet dankort, mobilbetalingsmuligheder, mm. er antallet af nødvendige bankture blevet væsentligt begrænset. Man kan dog også se på modellen, som forskellen i afkast på en monetær investering og en ikke-monetær investering, hvor i i så fald er differencen i afkastet mellem de to og F er omkostningen ved at omforme en ikke-monetær investering til en monetær investering (fx kurtage).

Modellen er en model, der viser pengeefterspørgslen afhængighed af rente (spekulationsmotivet) og indkomst (transaktionsmotivet).

Kapitel 5 – Inflation

Inflation Stigninger i det generelle prisniveau. Nogle mener, at inflation fremmer forbrug, da ens penge vil være mindre værd i morgen – vi antager dog, at lønningerne stiger tilsvarende, så ens købekraft er den samme.

Nominel Opgjort i kroner og øre

Real Opgjort i mængder (fx opgjort i antallet af anden vare)

Kvantitetsligningen Givet ved: $M \cdot V = P \cdot T$. Dette er en identitet. Vi kan sætte $T \approx Y$.

Kvantitetsteorien Vi antager, at omløbshastigheden, V , er konstant. Dette er en adfærdsrelation og den beskriver proportionalitet mellem den nominelle indkomst og pengemængden. Pengeefterspørgslen afhænger kun af transaktionsomfanget (og ikke af renten, der er alternativomkostningen ved at holde penge), hvorfor det er en lidt problematisk antagelse. På lang sigt er Y givet og prisniveau er dermed proportional med pengemængde. Teorien antager således at økonomien er udbudsbestemt.

Intuition: Man bliver ikke rigere af at centralbanken trykker flere penge – priserne stiger blot.

Inflation og kvantitetsteorien Der gælder, at for konstant omløbshastighed $\Delta V/V = V = 0$. Vi kan omskrive⁴ kvantitetsteorien til:

$$\pi_t = \frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta M}{M} - \frac{\Delta Y}{Y} \quad (2)$$

På lang sigt er inflationen bestemt af forskellen mellem vækstraten i pengemængden og vækstraten i output.

Klassisk dikotomi Ingen nominelle variable påvirker de reale variable. Reale variable kan analyseres separat fra de nominelle. Dette er opfyldt i klassiske modeller.

Pengeneutralitet Reale variable er uafhængige af pengemængdens størrelse. Klassisk dikotomi medfører pengeneutralitet (men ikke den anden vej). Gælder på lang sigt, da pengevekst og inflation er proportionale.

⁴Tag logaritmen og find første-differencer.

Seignorage el. møntningsgevinst Staten har mulighed for at finansiere aktiviteter ved at udstede penge. Det vil imidlertid medføre en *inflationsskat* på dem, som holder penge, da disse vil blive mindre værd. Offentlige udgifter modsvares altid af en form for beskatning.

Forventet inflation Det er reelt den forventede inflation (ex ante), der påvirker den nominelle rente (man kender ikke den reele inflation ved indgåelse af lån), altså $i = r + \pi^e$. At denne påvirke pengeefterspørgslen kan også betyde at prisniveauet stiger, hvis blot folk forventer det.

Fischer-ligningen Er givet som:

$$i = r + \pi^e$$

Fischer-effekt Én-til-én relation mellem nominal rente og inflation. Vi har ifølge ligning (2), at $\frac{\Delta M}{M} \rightarrow \pi$. Pengemængdevæksten bestemmer ifølge kvantitetsteorien inflationen, således at en 1 pct stigning i pengemængden fører til en 1 pct stigning i inflationen, som fører til en 1 pct stigning i den nominelle rente. Effekten ses i langsigtmodellerne og det bemærkes, at kvantitetsteorien antager, at Y er udbudsbestemt (lang sigt), hvilket medvirker at investeringerne er givne, så renten ligeledes er given. Altså påvirker $\frac{\Delta M}{M}$ ikke r .

Omkostninger ved inflation Der er flere omkostninger ved inflation

Forudset inflation *Skolæderomkostningen*: Da alternativomkostningen ved at holde penge er stor skal man ofte i banken. *Menu-omkostninger*: Virksomhederne skal ofte ændre priser, hvilket er omkostningsfyldt. Grundet omkostningerne kommer der stor variabilitet i relative priser. *Måleenhed*: Penges egenskab som måleenhed forsvinder og endelig gøres *beskatning* sværere og forvrides.

Uforudset inflation Er generelt set mere 'farlig'. Omfordeler formue vilkårligt mellem kreditorer og debitorer (ved nominelle fordringer, obligationer). Høj inflation medfører ofte også ustabil inflation.

Den reale værdi af debtors gæld er givet som $\frac{D}{P}$. Udfordsete stigninger i prisniveauet vil gøre denne mindre.

Hyperinflation Inflation over 50 pct. pr. måned. Penge mister egenskab som værdiopbevaringsmiddel, transaktionsmiddel og måleenhed. Årsag er meget stor pengemængdevækst som regeringer bruger til at finansiere udgifter. Derfor er der adskillelse af regering og centralbank.

Fordele ved inflation Tabt konkurrenceevne kan genoprettes ved at reducere W/P – gennem højere P , da lavere W er upopulært. Samtidigt trækker negativ inflation i retning af høje realrenter, likviditetsfælde.

Kapitel 6 – Den lille åbne økonomi

Åben økonomi Der er handel, altså eksport og import ($NX \neq 0$) og frie kapitalbevægelser. Vi betragter her også en økonomi, der er lille/pristager. Dette indebærer, at $r = r^*$

Forsyningsbalancen Givet som $Y = C + I + G + X - M = C + I + G + NX$.

Importen findes ved at beskrive den del af den indenlandske efterspørgsel (efter investeringer, offentligt forbrug og privat forbrug) som dækkes fra udlandet.

Nettoeksport NX er givet som værdien af eksport fratrukket værdien af import (påvirkes af forbrugeres præferencer, priser på goder i ind- og udland, valutakurs, indkomst, transport og handelspolitik).

Nettofordrings erhvervelse Indenlandske indbyggeres køb af udenlandske aktiver fratrukket udenlandske indbyggeres køb af indenlandske aktiver (påvirkes af realt afkast på indenlandske og udenlandske aktiver samt risiko ved at eje udenlandske aktiver – valutarisiko, tilbagebetaling, mm.).

Opsparing og handelsbalance Opsparingen er givet som $S = Y - C - G$. Derved finder vi at $NX = Y - C - G - I = S - I$. Overskud på handelsbalancen (NX) er lig nettofordrings erhvervelsen.

Investeringer i åben økonomi Nu sikrer realrenten ikke længere clearing på markedet for indenlandsk opsparing og investering, da denne er givet eksogent.

Nominal valutakurs relativ pris mellem to landes valuta. Kan defineres som lokal valuta delt med udenlandsk eller omvendt. Mankiw bruger sidste.

Apprecering og revaluering Indlandets valuta køber mere af udlandets valuta. Apprecering er et resultat af markeds kræfter, revaluering er en aktiv politisk beslutning.

Depreciering/devaluering Indlandets valuta kan købe mindre af udlandets valuta.

Real valutakurs ε Relativ pris mellem to landes varer (også kendt som bytteforhold). $\varepsilon = e \cdot \frac{P}{P^*}$, hvor P er det generelle prisniveau i indland og P^* er det generelle prisniveau i udlandet. Højere real valutakurs gør det vanskeligere at afsætte varer i udlandet, mens udenlandske firmaer omvendt får lettere ved at afsætte varer indenlands.

Det betyder, at $NX(\varepsilon)$ og $NX'(\varepsilon) < 0$. Bemærk, at nettofordrings erhvervelse ($S-I$) ikke afhænger af bytteforholdet, hvorfor det er en lodret streg. (om forholdet er $1/2$ eller $2/4$ er ligegyldigt). Det bør dog bemærkes, at et højere bytteforhold har specialiseringsgevinster og vice versa.

Fortolkning $S - I$ er nettoudbud af kroner fra danskere som vil foretage nettoinvesteringer (NFE). NX er nettoefterspørgslen efter kroner fra udlændinge som vil købe danske produkter. I ligevægt er udbud af kroner til kapitalbalancetransaktioner lig efterspørgsel efter kroner til betalingsbalancetransaktioner. (Dette gælder ikke for et fast-kursregime. I følge J. Linaa bør man i stedet for nettoudbud af kroner tale om nettoudbud af varer).

Protektionisme Protektionisme afhjælper ikke underskud på betalingsbalancen. Valutakursen vil blot stige (appreciere) og der vil ske fald i både import og eksport. På lang sigt kan man kun påvirke ved hjælp af investeringer og opsparing.

Underskud på betalingsbalance Er ikke nødvendigvis skidt – afhænger af årsagen; investeringer eller uholdbart forbrug.

Inflation og valutakurs For små ændringer gælder der:

$$\frac{\Delta e}{e} = \frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon} + \frac{\Delta P^*}{P^*} - \frac{\Delta P}{P},$$

altså den nominelle valutakurs består i ændringen i den uafhængige inflation, plus den udenlandske inflation fratrukket den indenlandske inflation. Her ser man, at holder man fast valutakurs vil man have inflation som i udlandet.

Købeopparitetsteorien PPP siger, at en krone skal have samme købekraft i alle lande, ellers vil der opstå profitabel arbitrage indtil det igen er tilfældet. Implikation: Meget prisfølsom nettoeksport. Der gælder, at $\varepsilon = 1$. Dette er imidlertid usandsynligt på grund af non-tradables (imperfekte arbitragemuligheder). Fri kapitalmobilitet medfører ikke PPP.

Svag version: $\Delta \varepsilon = 0$ og der gælder: $\frac{\Delta e}{e} = \Delta \pi^* - \Delta \pi$.

Kapitel A6 – Den store åbne økonomi

Nettokapitaludstrømning, CF Den primære forskel mellem den store åbne økonomi og den lille åbne økonomi er nettokapitaludstrømningen. Denne er givet som forskellen mellem det, de indenlandske investorer udlåner, og det, de udenlandske investorer låner til indland.

Denne afhænger negativt af af den indenlandske realrenten, da investorer i udlandet vil være mindre tilbøjelige til at placere investeringer indenlandsk og mindre indenlandsk opsparing flytter til udlandet for en højere given indenlandsk realrente. Vi skriver $CF = CF(r)$ og bemærker, at denne kan være både positiv og negativ.

For en lukket økonomi er $CF = 0$

Påvirkning på global rente Grundet økonomiens størrelse kan øgede udlån fra landet medføre lavere renter og vice versa. Økonomien er altså stor nok til at påvirke den globale rente.

Fravær af perfekt kapitalmobilitet Hvis investorer foretrækker indenlandske investeringer til udenlandske kan det ske, at renten afviger fra den globale rente. Af denne årsag kan modellen for den store åbne økonomi også anvendes til mindre lande, hvor der ikke er perfekt kapitalmobilitet.

Opsparing Denne er givet som $S = I(r) + CF(r)$

Handelsbalance Er som for den lille økonomi givet som $NX = S - I$. Vi kan omskrive det til: $NX(\varepsilon) = CF$, hvor $\varepsilon = e \cdot \frac{P}{P^*}$, hvor P er det indenlandske prisniveau og P^* er det udenlandske prisniveau. Der er en negativ sammenhæng mellem real valutakurs og nettoeksport (se ovenfor).

Ekspansiv finanspolitik vil sænke opsparing og hæve renten. Det vil få kapitaludstrømningen $CF(r)$ til at falde. Når denne falder vil den reale valutakurs tilpasse sig (stige), så $NX(\varepsilon) = CF$ (når valutakursen stiger vil eksporten falde).

Stigning i investeringsefterspørgslen Renten vil stige, hvilket vil få kapitaludstrømningen til at blive mindre. Herefter vil den reale valutakurs tilpasse sig så $NX = CF$.

Importkvote Påvirker ikke renten og derfor heller ikke kapitaludstrømningen. Den reducerede efterspørgsel efter import vil gøre nettoeksporten større (ryk til højre i et diagram med real valutakurs på 2. akse og nettoeksport på 1. akse). Dette vil medføre højere real valutakurs, der vil sænke eksport og handelsbalancen er således uberørt.

Fald i CF kan ske som følge af ekspansiv finanspolitik i udlandet, der vil få renten til at falde i udlandet og skabe større kapitalindstrømning til indland. Dette får nettokapitaludstrømningen til at falde. Politisk uro kan have samme effekt, da det får investorer til at søge i 'safe haven'.

Som følge heraf falder renten, hvilket får den reale valutakurs til at stige, så nettoeksporten falder.

Kapitel 7 – Arbejdsløshed

Arbejdsløshed Forskel mellem arbejdsstyrke og beskæftigede.

Naturlig ledighed Den gennemsnitlige ledighed, som den faktiske ledighed fluktuerer omkring. I tilfælde af fuldkommen konkurrence på arbejdsmarkedet vil reallønnen sørge for clearing mellem arbejdsudbuddet (eksogent) og marginalproduktet (dette er aftagende, da effekten af én arbejder mere vil falde).

Årsager til naturlig ledighed er:

Søgeledighed / friktionsledighed Imperfekt information samt forskellighed i jobs og arbejdere gør, at det tager tid at finde arbejde. Omskiftninger i økonomien gør, at man må reallokere arbejdskraften – arbejdsløshed er undgåeligt. Samtidigt har outsideoptions også væsentlig betydning, da dette blandt andet kan fjerne incitament fra at finde et arbejde hurtigt (der er dog andre argumenter for at have arbejdsløshedsunderstøttelse). Søgeledighed er til dels frivillig.

Strukturledighed Denne form for ledighed er ufrivillig. Eksempler kan være minimumslønninger, markedsstyrke på udbudssiden (fagforeninger) – der er ikke fri løndannelse og lønnen er ikke givet udefra. Også decentralt kan en enkelt medarbejder have unikke kompetencer og dermed markedsstyrke. Fagforeningen forsøger at maksimere den gennemsnitlige velfærd for medlemmerne, hvilket kan medføre at lønnen presses over F.K-lønnen, hvilket medfører arbejdsløshed.

Manglende information + markedsstyrke på efterspørgselssiden (effektivitetsløn teori). Virksomheden er villig til at betale mere end den kompetitive løn, da det øger effektiviteten af virksomhedens ansatte. Produktionen er givet som $F(K, e(w)L)$, hvor $e(w)$ er effektiviteten stigende i lønnen. Andre parametre er: Ernæring, fastholdelse (ved højere løn), adverse selection (de bedste tager høje lønninger) og indsats (moral hazard – høj alternativomkostning ved fyring).

Konjunkturarbejdsløshed (kort sigt) Svingninger i arbejdsløshed forårsaget af konjunkturudviklingen. Er negativ ved højkonjunktur. Opstår da priserne er træge og ikke tilpasser sig øjeblikkeligt til stød i økonomien.

Dicouraged worker Ude af arbejdsstyrken på grund af længere tids ledighed. Tæller (fejlagtigt) ikke med i statistik.

Model for arbejdsløshed Arbejdsstyrke (N), antal beskæftigede (L), antal arbejdsløse ($U = N - L$), andel af beskæftigede, som mister job frem til næste periode (s), andel arbejdsløse, som finder et job frem til næste periode (f). Da kan vi skrive ved konstant arbejdsløshed:

$$\begin{aligned} sL &= fU \\ s(N - U) &= fU \\ sN &= sU + fU = (s + f)U \\ u &\equiv \frac{U}{N} = \frac{s}{s + f} \end{aligned}$$

Dette er et udtryk for arbejdsløshedsraten, u .

Kapitel 10 – Økonomiske fluktuationer

Finans- og pengepolitik På lang sigt og i den klassiske model er priserne fuldt fleksible. Det betyder, at produktionsfaktorerne udnyttes fuldt ud. Derfor er produktionen udbudsbestemt og afhænger ikke af finans- og pengepolitik, der påvirker efterspørgslen. I stedet vil der være fuld crowding out.

Output gap Forskel mellem faktisk og strukturelt BNP forårsaget af konjunktursvingninger (business cycles).

Okun's lov Negativ sammenhæng mellem arbejdsløshed og BNP.

Aggregeret efterspørgsel, simpel Kvantitetsteorien siger følgende:

$$\bar{M}\bar{V} = PY$$

hvorved vi ser, at der er en negativ sammenhæng mellem pris og output for givet pengeudbud (negativ hældning).

En stigning i pengemængden må medføre, at transaktionsomfanget må stige for at fastholde ligevægt. Økonomisk svarer det til at når kroneværdien stiger på en transaktion, må der være flere transaktioner målt i kroner.

I denne model påvirkes den reale pengeefterspørgsel ikke af renten men kun af outputtet. Det svarer til at $f = 0$ i $(M/P)^D = eY - fr$ og at der intet spekulationsmotiv er.

Aggregeret udbud Afhænger af tidshorisont. På lang sigt (LRAS) er udbud uafhængig af nominelle priser og der tegnes en lodret streg. På kort sigt gælder 1) priserne er faste, 2) producenterne tilpasser sig perfekt til efterspørgslen og 3) der er uudnyttede ressourcer (fx arbejdsløshed). Ved faste priser er kurven vandret (ved træge priser har den hældning).

Kapitel 11 – IS-LM modellen

IS-LM IS-LM modellen er en udvidelse af efterspørgselssiden fra kapitel 10.

Planlagte udgifter Anvendes i forbindelse med det keynesianske kryds. Planlagte udgifter $PE = C(Y - T) + I + G$. Denne afviger fra faktiske udgifter, hvis virksomheder 'tvinges' til at lave lagerinvesteringer. Vi har således at $IL = Y - PE$ (vi har for en stund defineret $Y = C + I + G + IL$, hvor IL er lagerinvesteringer). Hvis faktisk efterspørgsel er lig planlagt efterspørgsel er $IL = 0$.

Keynesianske kryds Afbildning af planlagte udgifter i forhold til faktiske udgifter. Situationen, hvor $PE = Y$ tegnes som en 45-graders linje i diagrammet. Kurven for de planlagte udgifter har lavere hældning end $PE = Y$, grundet den marginale forbrugstilbøjelighed.

$IL = Y - PE > 0$ Der er en uplanlagt stigning i lagrene, der får indkomsten til at falde. Der vil altså være positive lagerinvesteringer. Dette er til højre for ligevægt.

$IL = Y - PE < 0$ Der er et uplanlagt fald i lagrene, der får indkomsten til at stige. Der er altså negative lagerinvesteringer. Dette er til venstre for ligevægten.

Forbrugsmultiplikatoren Denne medvirker til at en stigning i fx offentlige udgifter har større effekt på output end blot stigningen i G . Når det offentlige forbrug øges, stiger aggregeret efterspørgsel. Virksomhederne øger deres produktion, hvilket for indkomsten til at stige; herefter stiger den private forbrugsefterspørgsel, som igen får virksomhederne til at øge produktionen. Det får indkomsten til at stige, osv. Efterhånden vil effekten konvergere mod 0, da $b < 1$.

Matematisk kan denne isoleres, hvorved man kan se den samlede effekt.

Skattemultiplikatoren En stigning i skatterne reducerer det private forbrug, hvilket reducerer den samlede efterspørgsel og dermed den samlede indkomst. Skattemultiplikatoren er for en almindelig forbrugsfunktion givet som: $\frac{dY}{dT} = -b \frac{1}{1-b}$. Herved ser man, at denne er mindre end forbrugsmultiplikatoren.

IS-kurven Denne angiver alle kombinationer af r og Y , der angiver ligevægt på varemarkedet, altså $PE = Y$. Hældningen er negativ, da et rentefald får virksomhederne til at øge investeringerne, hvilket forøger den planlagte efterspørgsel. Dette fører til lagernedbrydning. For at genoprette ligevægten på varemarkedet forøger virksomhederne deres produktion.

IS-kurven kan både beskrive kort og lang sigt, da renten er meget fleksibel, selv på kort sigt.

LM-kurven Denne angiver kombinationer af r og Y som giver ligevægt på pengemarkedet. Bygger på *likviditetspræferenceteorien*, der siger, at udbud og efterspørgsel efter likviditet/reakasse bestemmer renten.

Vi antager, at der er et fast udbud [lodret kurve] af realkasse: $(M/P)^S = \bar{M}/\bar{P}$. (Dermed har vi antaget kort sigt).

Samtidigt skriver vi: $(M/P)^D = L(r, Y)$ hvor L afhænger negativt af r og positivt af Y . Dette er et udtryk for:

Transaktionsmotivet Når indkomsten stiger, stiger transaktionsbehovet og efterspørgslen efter penge bliver større. Derfor er hældningen på LM-kurven positiv.

Spekulationsmotivet Når renten stiger bliver alternativomkostningen ved at have penge i hånden, der ikke tjener rente, større. Jo større rente, desto færre penge vil man have (se også Baumol-Tobin). Derfor er hældningen på pengeefterspørgslen negativ.

Bemærk, at vi i udtrykket har anvendt realrenten, hvor man burde anvende den nominelle rente, der er alternativomkostningen ved at have penge i hånden. Dette forsøger at forenkle modellen. Vi kan retfærdiggøre anvendelsen af den reale rente idet priserne er faste og inflationen i så tilfælde er 0. Vi ser bort fra at den forventede inflation kunne være forskellig fra 0.

Ligevægt på pengemarkedet Renten vil tilpasse sig, så der opstår ligevægt på pengemarkedet. Hvorfor? Hvis renten er høj (over ligevægt) er kursen på obligationen lav. Investorer vil derfor købe obligationen, hvilket får renten til at falde.

Omvendt vil folk have større tilbøjelighed til at holde penge i hånden, hvis renten er lav, da alternativomkostningen er lav.

Indgreb mod renten Ved at reducere pengemængden kan centralbanken hæve renten.

Kapitel 12 – IS-LM modellen i anvendelse

Fluktuationer i output Fluktuationer i output skyldes ændringer i IS-LM modellen, men hvad der spiller den største rolle er til stor diskusion. IS-kurven påvirkes af finanspolitik, som er regeringens domæne, mens LM-kurven påvirkes af pengepolitik, der er centralbankens domæne.

Hvis der sker et ryk i IS-kurven (som følge af ændringer i det offentlige budget), da er et fast rentemål ikke god stabiliseringspolitik, da det vil medvirke til en forstørret effekt på output.

Omvendt, hvis der sker et stød, der påvirker LM-kurven, da vil rentemålet sikre, at output forbliver det samme. Vi har som bekendt et rentemål (bestemt af centralbankerne). Dette kan vidne om, at centralbankerne mener, at de fleste ryk sker til LM-kurven.

AD-kurven Vi har tidligere anvendt IS-LM til at analysere kort sigt hvor P er fast. AD-kurven udledes fra IS-LM ved at finde skæringen for forskellige pris-niveauer. Vi har altså lempet vores kortsigts-antagelse om faste priser. For en given pengemængde vil en stigning i priserne presse pengemarkedet, hvilket får renterne til at stige og investeringerne til at falde. Der er en altså en negativ sammenhæng mellem pris og aggregeret efterspørgsel.

Pengepolitik og AD-kurven Ved ændringer i pengemængden (husk, at AD-kurven udledes for forskellige *prisenivauer*) rykkes LM-kurven til højre. For en given værdi af P stiger Y således; AD-kurven rykker til højre.

Finanspolitik Ved ekspansiv finanspolitik rykker IS-kurven til højre, hvilket giver et ryk i AD-kurven til højre.

Vi kan opskrive et udtryk for LM-kurven (hvor r er isoleret):

$$r = \frac{e}{f}Y - \frac{M}{fP}$$

Tilsvarende for IS-kurven, hvor $C = a + b(Y - T)$, $I = c - dr$, $L = eY - fr$:

$$r = \frac{1}{d} \left[a - bT + c + D - Y(1 - b) \right]$$

Sammen sat får vi AD-kurven:

$$Y = \frac{1}{1 - b + \frac{de}{f}} \left[a - bT + c + G + \frac{d}{f} \frac{M}{P} \right]$$

AD-kurven viser de kombinationer af Y og P , der giver ligevægt på både vare- og pengemarked.

Multiplikatoren Vi bemærker, at fordi der er *crowding-out* via investeringer gælder, at $\frac{1}{1 - b + \frac{de}{f}} < \frac{1}{1 - b}$.

Finans- eller pengepolitik Hvis investeringer ikke afhænger væsentligt af renten (d lille), så vil IS-kurven være stejl (vi anvender her sammenhængen $I = c - dr$). Derfor vil M have lille effekt på Y og G har stor virkning, da crowding-out effekten er lille.

Hvis pengeefterspørgslen ikke afhænger meget af renten (f lille), da vil LM-kurven være meget stejl og M har stor virkning på Y , mens G har lille virkning.

Det **'Keynesianske'** syn er, at d er lille og f er stor. Det **'monetaristiske'** syn er, at d er stor og f er lille.

Kort og lang sigt På kort sigt er priserne træge og chok + traditionel økonomisk politik kan påvirke Y . Modellen antager, at $P = \bar{P}$.

På lang sigt er priserne fleksible og der sker en pristilpasning, så produktionen er lig det potentielle/naturlige outputniveau. Modellen antager at, $Y = \bar{Y}$, så priserne er endogene.

Den Store Depression Vi kan anvende den udviklede AD-kurve til at forstå den store depression i 1930'erne.

Hypotesen om manglende vareefterspørgsel Nogle mener, at det var et ryk i IS-kurven mod venstre, der forårsagede krisen. Det kunne skyldes faldet i privat forbrug, aktiemarkedernes krak og/eller faldet i investeringerne. Bankerne kom også i problemer.

Pengehypotesen En anden hypotese siger, at det var Federal Reserves skyld, da de tilladte pengeudbuddet at falde med store mængder. Det ville alt andet lige medføre et ryk i LM-kurven mod venstre. Imidlertid faldt den *reale* pengemængde ikke, som ellers er det, der forårsager et skift i LM-kurven, da priserne også faldt. Samtidigt skulle man have set stigninger i renten, hvilket ikke skete.

Pigou effekt Visse økonomer sagde, at på grund af faldende prisniveau skulle pengenes realværdi stige og folk ville have større købekraft og købe mere. Dette ville give et ryk i IS-kurven til højre. Faldende prisniveau har imidlertid også andre påvirkninger:

Debt-deflation teorien Uforudsete ændringer i prisniveau omfordeler formue mellem kreditor og debitor. Et fald i prisniveau *øger* det gældens reale beløb – altså den købekraft debitor skal betale til kreditor, eftersom gælden, D , er givet som $\frac{D}{P}$. Uforudset deflation beriger således kreditorer. Hvis disse har samme forbrugstilbøjelighed påvirker det ikke AD, men der er mening i at tro, at debitor har større forbrugstilbøjelig (det er formodentlig derfor de har gæld). Dette medfører altså et fald i IS-kurven.

Forventede priser Vi kan substituere $r = i - E\pi$ i formlen for IS-kurven. Da vil et fald i forventede prisniveau medføre et fald i IS-kurven svarende til dette fald. Når virksomheder forventer prislefald, vil de låne mindre til investeringer, da det reale beløb, de skal betale tilbage vil være større. Planlagte udgifter falder og indkomsten falder ligeledes. Dette medfører et fald i pengeefterspørgslen, der medfører et fald i den nominelle rente (husk pengeefterspørgslen afhænger af i , som vi for nemheds skyld normalt erstatter med r). Den nominelle rente falder med mindre end forventet deflation, så den reale rente stiger.

Kapitel 13 – Mundell-Fleming Modellen

IS-LM for åben økonomi IS-LM modellen har tidligere været for en lukket økonomi. Vi betragter nu modellen for en lille åben økonomi. Dette betyder, at renten er givet eksogent (den tilpasser sig ikke, så der opstår ligevægt på pengemarkedet) og påvirkes ikke af ændringer i landets økonomi.

Planlagte udgifter Vi indfører nu nettoeksporten, der afhænger af $\varepsilon = e \cdot \frac{P}{P^*}$, hvor prisniveauer er givet eksogent. (e er udenlandskvaluta pr. krone). Dermed får vi:

$$PE = C + I + G + NX \left(e \cdot \frac{P}{P^*} \right)$$

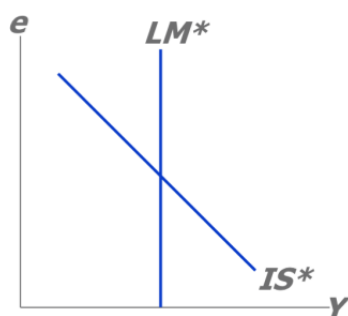
IS-kurven Når den nominelle valutakurs falder, stiger nettoeksporten, da det bliver billigere for udlandet at købe danske varer. Det rykker de planlagte udgifter opad og der sker en stigning i indkomsten. Altså er der en negativ sammenhæng mellem nominal valutakurs og output.

Den er negativt hældende, da dyrere varer indebærer lavere salg.

LM-kurven Vi betragter LM-kurven for en lukket økonomi. Når renten er givet eksogent, er der kun én værdi af Y der opfylder ligevægt på pengemarkedet og altså bestemmer den udenlandske rente vores indkomstniveau i økonomien.

Den er lodret, da ændringer i den nominelle valutakurs ikke kan ændre output.

Figur 1: IS-LM diagram for lille åben økonomi



Valutakurs Der gælder i et system, at e kan variere med den økonomiske udvikling og M er givet eksogent (flydende valutakurs) eller at e er givet eksogent og M er endogen.

Flydende valutakurs Der er flere måder at påvirke på:

Finanspolitik kan ikke påvirke BNP, på grund af crowding out. I *lukket økonomi* vil finanspolitikken udhule investeringerne ved at medføre rentestigning. I *åben økonomi* forårsager finanspolitik en stigning i valutakursen, der udhuler nettoeksporten.

Pengepolitik kan påvirke output ved at påvirke pengeefterspørgslen og derigennem LM-kurven. For en *lukket økonomi* sker der et fald i renten, som øger investeringerne og derigennem output som følge af en stigning i pengemængden. For en *åben økonomi* medfører en stigning i pengemængden at der skabes et overudbud af den pågældende valuta, som skaber en *tendens* til et nedadgående pres på renten (folk ønsker ikke at holde så mange penge i hånden som følge af spekulationsmotivet). Da der er tale om en åben økonomi med frie kapitalbevægelser, vil investorer købe udenlandske obligationer i stedet. Det reducerer efterspørgslen efter indenlandsk valuta og forårsager et fald i valutakursen. Et fald i valutakursen medfører en stigning i nettoeksporten, der øger output.

Bemærk, at ekspansiv pengepolitik øger ikke samlet efterspørgsel i verden, men flytter efterspørgsel fra udland til indland.

Handelspolitik Importrestriktioner (stigning i nettoefterspørgslen) kan ikke reducere et handelsunderskud, da appreciering (det vil blive dyrere for udlandet at købe varer indenlandsk) vil reducere eksporten. Der vil derfor være et velfærdstab, som følge af mindre

Figur 2: Opsummering af fast og flydende valutakursregime

	Valutakursregime					
	Flydende kurs			Fastkurs		
	Påvirkning					
Politik	Y	e	NX	Y	e	NX
Ekspansiv FP	0	↑	↓	↑	0	0
Ekspansiv PP	↑	↓	↑	0	0	0
Importrestriktion	0	↑	0	↑	0	↑

specialisering. Det skaber jobs i nogle sektorer, men færre i andre (sektionsskift medfører friktionsledighed)

Fast valutakurs Her er centralbanken parat til at købe eller sælge valuta, så e holdes konstant. Hvis priserne er fleksible (lang sigt) kan den reale valutakurs ændre sig. I modellen flyttes LM-kurven, så e holdes konstant.

Finanspolitik Finanspolitik er meget effektivt under faste valutakurser. Hvis IS-kurven flyttes udad (fx gennem en stigning i offentligt forbrug) tilpasser LM-kurven, så e fastholdes.

Pengepolitik Denne må ikke anvendes, da det ville ændre den nominelle valutakurs.

Handelspolitik Handelspolitik er på kort sigt (faste priser) effektivt fra indlandets side, da centralbankernes lempelige pengepolitik vil medføre, at valutakursen ikke vil appreciere.

AD-kurven findes ved at finde sammenhørende punkter for pris og output i IS-LM diagrammet. Når prisen stiger falder den reale pengemængde (udbuddet), som vil medvirke til at LM-kurven rykker til venstre. Det vil medvirke til at den reale valutakurs (om vi anvender den nominelle eller den reale valutakurs har samme effekt, da priserne er faste – vi er på kort sigt) stiger, og nettoeksporten falder. Når nettoeksporten falder, falder output og der er således en negativ sammenhæng mellem pris og output. (AD-kurven)

Når output stiger vil der komme en større efterspørgsel efter penge (transaktionsmotivet). Det påvirker, at der vil ske en *tendens* til rentestigning (men renten vil ikke stige, da denne er givet eksogent). Investorer vil købe danske obligationer indtil renten er lig det udenlandske niveau. Til dette skal de bruge indenlandsk valuta, hvilket betyder, at priserne stiger.

Monetær union Samme valuta i flere lande. Svarer til at valutakursen er fastlåst (ingen devaluering/revaluering mulig). Fordelene ved en monetær union er vekselomkostninger, sammenlignelige priser på tværs af landegrænser og politik. Omvendt kan der på tværs af (store) monetære unioner

ske asymmetriske choks, der kan være problemer med arbejdskraftmobilitet og mulighed for at føre finanspolitik.

Den umulige trekant Det er ikke muligt at have *frie kapitalbevægelser*, *uafhængig pengepolitik* og *fast valutakurs*.

Automatiske stabilisatorer

Automatiske stabilisatorer Indkomstafhængige skatter og arbejdsløshedskompensation reducerer de økonomiske fluktuationer uden yderligere reguleringer i finanspolitikken. Diskretionær finanspolitik kan være besværlig fordi politikerne skal have præcis viden om, hvordan økonomien har det.

Kapitel 14 – Aggregeret udbud (AS)

AS-kurven Der er tre teorier for aggregerede udbud, der alle har tilfældes at SRAS ikke er lodret på grund af en form for markedsimperfektion. For alle teorier fremkommer følgende ligning:

$$Y = \bar{Y} + \alpha(P - P^e), \text{ hvor } \alpha > 0,$$

hvoraf vi kan se, at det strukturelle niveau er lig det faktiske, hvis de forventede priser er lig de faktiske. På baggrund deraf kan vi også se, når det faktiske prisniveau er højere (lavere) end det forventede prisniveau er der højkonjunktur (lavkonjunktur).

Stive nominelle lønninger Nominelle lønninger er bestemt ved lønkontrakter, der fastsættes udfra et mål for reallønnen w og P^e . Den ønskede realløn er: $\frac{W}{P^e} = w$. Den faktiske løn er $\frac{W}{P} = w \cdot \frac{P^e}{P}$. Hvis de faktiske priser er større end de forventede vil den faktiske løn være mindre end den ønskede.

Beskæftigelsen er givet ved: $L = L^d(W/P)$ og produktionen er givet som $Y = F(L)$. Hvis priserne stiger, falder den faktiske løn, og beskæftigelsen stiger, da virksomhederne ansætter flere. Det medfører, at output bliver større $Y > \bar{Y}$. Vi kan på baggrund deraf approksimere $Y = \bar{Y} + \alpha(P - P^e)$, hvor $\alpha > 0$.

Vi ser, at manglende clearing på arbejdsmarkedet kan opstå (når forventede priser afviger fra faktiske) og der kan være ufrivillig arbejdsløshed.

Fastprismodellen Grundet menu-omkostninger, langsigtsskontrakter og hensyn til kunder tilpasser virksomheder ikke prisene øjeblikkeligt. Virksomhedens *ønskede* pris kan sættes som $p = P + a(Y - \bar{Y})$, hvor P er prisniveauet.

Der vil være en andel virksomheder som benytter ovenstående formel (andel: $1 - s$) og en andel med faste priser (andel s) som benytter formelen: $p = P^e + a(Y^e - \bar{Y}^e) = P^e$. Naturligvis må det forventede BNP være lig det strukturelle niveau $Y^e = \bar{Y}^e$.

Vi kan nu opskrive det samlede prisniveau som:

$$P = sP^e + (1-s)[P + a(Y - \bar{Y})] \Leftrightarrow Y = \bar{Y} + \alpha(P - P^e), \text{ hvor } \alpha = \frac{s}{(1-s)a}$$

Her ser vi, at det er muligt at have manglende clearing på varemarkedet.

Imperfekt information Denne teori siger, at SRAS ikke er lodret, da der er en fejlopfattelse af prisniveauet. Vi antager, at alle lønninger og priser er fleksible (clearing på arbejds- og varemarkedet). Hvert individ udbyder ét gode og forbruger mange. Hver udbyder kender sin egen pris, men ikke det generelle prisniveau.

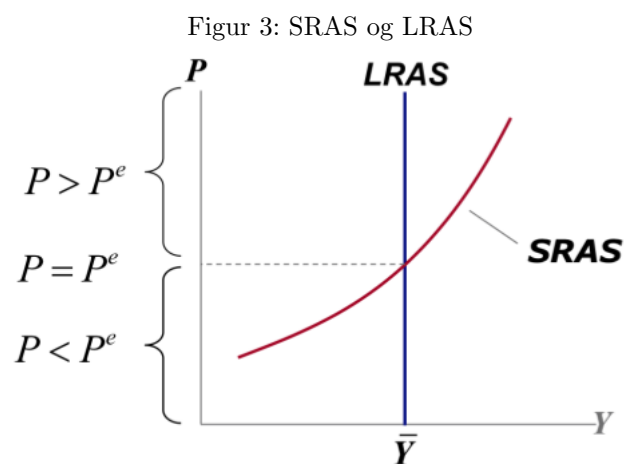
Udbuddet afhænger af den relative pris, dvs. prisen på ens egen vare delt med det generelle prisniveau. Udbyderen antager, at prisniveauet er P^e . Antag at prisniveauet stiger, uden at det var forventet. Da tror producenten, at den relative pris (hans varer er blevet mere værd ift. andre) er steget og producerer mere. Hvis alle gør dette, medfører det, at output bliver større, når $P > P^e$. Derved kan vi igen skrive: $Y = \bar{Y} + \alpha(P - P^e)$, hvor $\alpha > 0$

Ifølge denne model er der clearing på både vare- og arbejdsmarkedet.

Det betyder således, at teorierne opnår samme resultat, men afviger i forhold til om de siger, at der er imperfektioner på arbejdsmarkedet, varemarkedet og om der er markeds-clearing eller ej.

Konjunktur Hvis vi er i højkonjunktur vil priserne være højere end det forventede prisniveau og omvendt for lavkonjunktur. På lang sigt vil det forventede prisniveau være lig de faktiske priser. Når vi er over skæringspunktet mellem LRAS og SRAS er de faktiske priser større end de forventede (højkonjunktur) og under, når vi er under skæringen (lavkonjunktur).

Hældning Egentlig burde SRAS-kurven være krum, da lønkravet til en ekstra time vil blive større og større – marginalproduktet på arbejde er også aftagende. En policymaker vil være opmærksom på ikke at have for store udsving i fx højkonjunktur, da dette som følge heraf vil skabe en stor stigning i priserne.



Phillipskurven På baggrund af empiri dannede man Phillipskurven, der viste

en negativ sammenhæng mellem arbejdsløshed og inflation og præsentere dem med et trade-off mellem de to.

Simpel Phillipskurve Er givet matematisk som: $\pi = -\beta(u - u^n)$, hvor π er inflation og u og u^n er hhv. den faktiske og den strukturelle arbejdsløshed.

Moderne Phillipskurve inddrager også forventninger til inflation samt udbudsstød. Er matematisk givet som: $\pi = \pi^e - \beta(u - u^n) + v$.

Denne fremkommer af SRAS:

$$Y = \bar{Y} + \alpha(P - P^e) \Leftrightarrow P = P^e + \frac{1}{\alpha}(Y - \bar{Y})$$

$$P - P_{-1} = P^e - P_{-1} + \frac{1}{\alpha}(Y - \bar{Y})$$

$$\pi = \pi^e + \frac{1}{\alpha}(Y - \bar{Y})$$

Vi anvender Okun's lov: Negativ sammenhæng mellem arbejdsløshed og output:

$$\frac{1}{\alpha}(Y - \bar{Y}) = -\beta(u - u^n)$$

Indsætter denne i ovenstående og lægger v til

$$\pi = \pi^e - \beta(u - u^n) + v$$

Demand-pull inflation Lav arbejdsløshed 'trækker' inflationen op $-\beta(u - u^n) = \beta(u^n - u)$

Cost-push inflation Inflation 'skubbes op' ved udbudsstød (fx stigende oliepriser)

Inflationsspiral Forventet inflation skaber i sig selv inflation, som det fremgår af ligningen.

Trade off Man kan på kort sigt påvirke inflation og arbejdsløshed (ekspansiv finanspolitik medfører lavere arbejdsløshed og højere inflation) ved at 'snyde' agenterne. Dette er dog ikke muligt på lang sigt, da $\pi^e = \pi$ grundet folks korrektioner. Der gælder den klassiske dikotomi, så arbejdsløsheden vil konvergere mod sit naturlige niveau – Phillipskurven på lang sigt er lodret.

Kapitel 19 – Statsgæld og budgetunderskud

Følgende nomenklatur anvendes: D_t offentlig gæld i løbende priser, G_t offentlige udgifter i løbende priser, T_t skatteindtægter i løbende priser, i_t nominel rente, S_t offentlig saldo i løbende priser, Y_t BNP i løbende priser, x vækst i BNP i løbende priser (inflation + realvækst).

Gæld og budgetunderskud Den offentlige saldo er givet som: $S_t = T_t - G_t - i_t D_t$ og udviklingen i den offentlige gæld er $D_{t+1} = D_t - S_t$. Af hensyn til stabiliseringspolitik, udglattende skatter og intergenerational fordeling af ressourcer er det ikke hensigtsmæssigt at køre balanceret budget: $D_t = S_t = 0$.

Gældsføle Betingelsen for en uændret gældskvote er $\frac{S_t}{Y_t} = -x \cdot \frac{D_t}{Y_t}$. Det fremgår at gælden ikke må stige hurtigere en væksten i BNP, hvis man vil oprette konstant gældskvote. Gælden stiger, men man har flere penge at betale med.

Primær saldo kan findes som: $\tau_t - g_t = (i_t - x)d$. (τ er skatter i forhold til Y og g er G ift. Y). Heraf ser vi, at overskuddet på den offentlige primære saldo kan være lille, hvis væksten er høj (x) og ligeledes skal overskuddet være stort for høje renteudgifter (i).

Budgetkonsolidering i IS-LM Når vi strammer det offentlige budget sker der et fald i efterspørgsel, som får IS-kurven til at rykke mod venstre. Under fastkursregime må LM-kurven rykke med og vi får et fald i output.

Budgetkonsolidering i AS-AD Budgetkonsolideringen vil rykke AD-kurven til venstre, men ikke så meget som i IS-LM, da der er pristræghed. Priserne vil tilrette sig, så SRAS vil tilpasse sig indtil den når udgangspunktet.

En besparelse på det offentlige budget påvirker således efterspørgslen på kort sigt, men påvirker blot priserne på lang sigt.

Effekter af arbejdsudbudsreformer En reform, der øger arbejdsudbuddet vil skubbe den langsigtede udbudskurve til højre. Prisforventningerne skal dog tilpasse sig, hvilket sker ved at SRAS vil rykke mod højre løbende. Vi vil dog i en periode befinde os i en lavkonjunktur, da priserne de forventede priser er over det faktiske niveau.

Note om totaldifferentiering⁵

Totaldifferentiation anvendes, når man ikke kan isolere en endogen variabel udelukkende som funktion af eksogene variable. Man kan med andre måder ikke løse en model ved hjælp af substitution.

Totaldifferentiering anvender det matematiske udsagn, at hvis y kan skrives som funktion af x , altså $y = f(x)$ så kan ændringer i y forårsaget af en ændring i x tilnærmelsesvis skrives som:

$$dy \approx \frac{df}{dx} dx,$$

for små værdier af x . Man siges at have lineariseret modellen. Ved totaldifferentiation lineariseres alle relationerne ved denne metode:

$$dy = \frac{df}{dx_1} dx_1 + \frac{df}{dx_2} dx_2 + \dots + \frac{df}{dx_n} dx_n$$

⁵Se også "Introduktion til Modelanalyse" af C.T. Kreiner, G.Y. Michaelsen og H.J. Whitta-Jacobsen