



**AALBORG UNIVERSITET**  
STUDENTERRAPPORT

Titel

Gensyn med Okun's lov i udvalgte OECD lande

Andreas Porsborg Larsen (20144837)

dato: 01-03-2022

Vejleder: Mikael Randrup Byrialsen

Antal anslag: 80.201

## **Abstract**

This Thesis is about examining whether Okun's law still is current and usable according to establish a link between unemployment and growth rate. Arthur Okun Was a Keynesian economist, who published at paper in 1962 based on an empirical regression of unemployment and economic growth, the law states that "A one-point increase in the cyclical unemployment rate is associated with two to 3 percentage points of negative growth in real GDP".

This relationship has been used since been a valuable tool in establishing a link between two variables, that theory is to some degree struggling to establish on its own. While the use of Okun's law has declined over the decades, it is still use in government reports and in economic modeling, an example of this was in a report from the Danish ministry of Finance in 2020.

Since Okun's original article this relationship has been revisited several times, and with increasingly poor results, but as a rule the conclusion is that the relationship still stands but that both the value is changing, and the variance becoming more and more volatile over time.

In this paper I find that Okun's law while increasingly volatile, it still has merit as in most cases the impact of a fall in unemployment is smaller than found by Okun and others, but that the variation from year to year is growing and the exact value is becoming more and more difficult to pinpoint. Significant variance is also found between countries, to the point where Australia and Belgium appear to have close to no discernable connection between unemployment and economic growth, and Finland where Okun's law appear to hold even to this day, both finding a Okun coefficient within the original two to three percent as found by Okun, and a comparatively small variance over time.

# Indholdsfortegnelse

<b>Abstract</b>	<b>1</b>
<b>1 Indledning</b>	<b>3</b>
<b>2 Problemformulering</b>	<b>4</b>
<b>3 Afgrænsning</b>	<b>4</b>
<b>4 korrelationer</b>	<b>4</b>
<b>5 Teori og empirisk overblik</b>	<b>7</b>
5.1 Teori . . . . .	8
5.1.1 Den klassiske fremgangsmåde . . . . .	8
5.1.2 Keynesianisme og den Keynesianske fremgangsmåde . . . . .	11
5.1.3 DSGE model . . . . .	17
5.1.4 Husholdninger . . . . .	18
5.1.5 Firmaer . . . . .	19
5.1.6 Centralbanken . . . . .	20
5.1.7 Fisher modellen . . . . .	20
5.2 Arbejdsløshed . . . . .	22
5.3 Okun 1962 . . . . .	22
5.4 Empirisk overblik . . . . .	23
<b>6 metode</b>	<b>25</b>
6.1 OLS-regresion . . . . .	25
6.2 Stationaritet og enheds rods-test . . . . .	28
6.3 panel estimation og enhedsrods tests . . . . .	29
6.4 Data . . . . .	30
<b>7 analyse</b>	<b>32</b>
<b>8 Diskussion</b>	<b>39</b>
<b>9 Konklusion</b>	<b>41</b>
<b>Kildehenvisning</b>	<b>42</b>

## 1 Indledning

I sammenhæng med krisetider både rent økonomiske og mere praktiske kriser med vidtrækkende økonomiske konsekvenser såsom den nuværende COVID-19 pandemi, opstår der en række både kortsigtede og langsigtede økonomiske konsekvenser. To af de mest brugte mål for både disse konsekvenser, og hvor hurtigt en økonomi kan overkomme disse er økonomiens produktion og arbejdsløshed. Det er derfor vigtigt, at vi kan relatere de indikatorer vi benytter til både real økonomien og til hinanden.

Fra et logisk perspektiv er produktionen begrænset af arbejdsstyrken, da det er en kombination af arbejdsstyrke, kapital og teknologi, der sætter den øvre grænse for en økonomis produktion. På den måde kan der etableres en sammenhæng mellem arbejdsløsheden og produktionen, en sammenhæng der blev diskuteret efter den store depression mest af alt med henblik på at forudsige og forhindre en krise, som den store depression med start i 1929.

Med henblik på at modellere en økonomi og forudsige store økonomiske fluktuationer, arbejdede en række økonomer på modeller, der kan bruges til at estimere en række signifikante indikatorer. Samtidig arbejdede andre økonomer med et empirisk udgangspunkt, blandt disse var Arthur Okun, som i sin 1962 artikel introducerede sit empiriske værk, der senere resulterede i Okun's lov.

Okun's lov siger, at "Ændringen i økonomisk output er omvendt proportional med ændringen i arbejdsløshed". Det er en bredt accepteret regel, der bruges i økonomisk teori såvel som i politik til at relatere til ændringer i økonomiens output og til ændringer i arbejdsløsheden. Okun (1962) fandt et 2 til 3 procent-point fald i real Brutto National Produkt (BNP) vækst, til et 1 procent-point fald i arbejdsløsheden - en værdi der fortsat tildeles til Okun's lov i økonomiske teoribøger. Arthur Okun fandt denne sammenhæng empirisk i 1962. Der har siden da været flere årsager til at tvivle på denne sammenhæng. Det mest brugte eksempel på et brud med Okun's lov sker tiden efter den økonomiske krise i USA, hvor forventningen - i følge Okun's lov - ville være, at arbejdsløshed og output vil stige i samme takt. Hvad der rent faktisk skete var, at output steg, men det tog væsentligt længere tid for arbejdsløsheden at falde igen. (Owayang and Sekhposyan, 2020)

I Europa har der også været flere brud på Okun's lov, specielt i lande med et mindre fleksibelt arbejdsmarkeds<sup>1</sup> struktur som er tilfældet i flere midt- og sydeuropæiske lande. I de nordiske lande er arbejdsmarkedets struktur mindre stift. Logisk betyder det, at arbejdsløsheden skulle falde hurtigere end i andre europæiske lande. I dette projekt vil jeg undersøge sammenhængen mellem arbejdsløshed og BNP vækst i Danmark. Dette med henblik på at undersøge sammenhængen mellem arbejdsløshed og økonomisk vækst og teste, hvorvidt Okun's lov gælder for en række af OECD lande. Specifikt for Danmark er denne sammenhæng signifikant da den senest er brugt til at estimere arbejdsløsheden i en rapport fra finansministeriet i 2020. Finans ministeriet (2020) (Herman, 2011)

<sup>1</sup>En arbejdsmarkeds struktur der gør det svært at hyre og fyre, med lav lønfleksibilitet

## 2 Problemformulering

I hvilket omfang er Okun's lov stadig en valid størrelse, og hvad forklarer variationen i denne mellem udvalgte OECD lande?

## 3 Afgrænsning

Formålet med dette projekt er at undersøge, om Okun's lov fortsat er en størrelse, der kan benyttes til at etablere en sammenhæng mellem arbejdskraft og økonomiske vækst. Dette gøres på baggrund af en lineær regressions analyse af Okun's lov med henblik på at teste, om der fortsat er en statistisk signifikant sammenhæng mellem arbejdsløshed og økonomisk vækst.

Det første skridt er at finde ud af, om der findes nogen form for korrelation mellem variabler. Hvis der ikke kan findes korrelationer mellem variablerne, vil det ikke give mening at fortsætte med en analyse. Hvor dette er et indledende skridt, kan specielt ændring i korrelation over tid blive vigtig, specielt når der er tale om, hvor stabilt forholdet mellem arbejdsløsheden og væksten er over tid.

Okun (1962) som er baggrunden for den empiriske sammenhæng kendt som Okun's lov, blev udviklet i en periode, hvor den keynesianske tilgang til økonomi var i fremgang. Dette betyder at den keynesianske tilgang vil blive præsenteret i dette projekt, og at denne er den primære tilgang til Okun's lov.

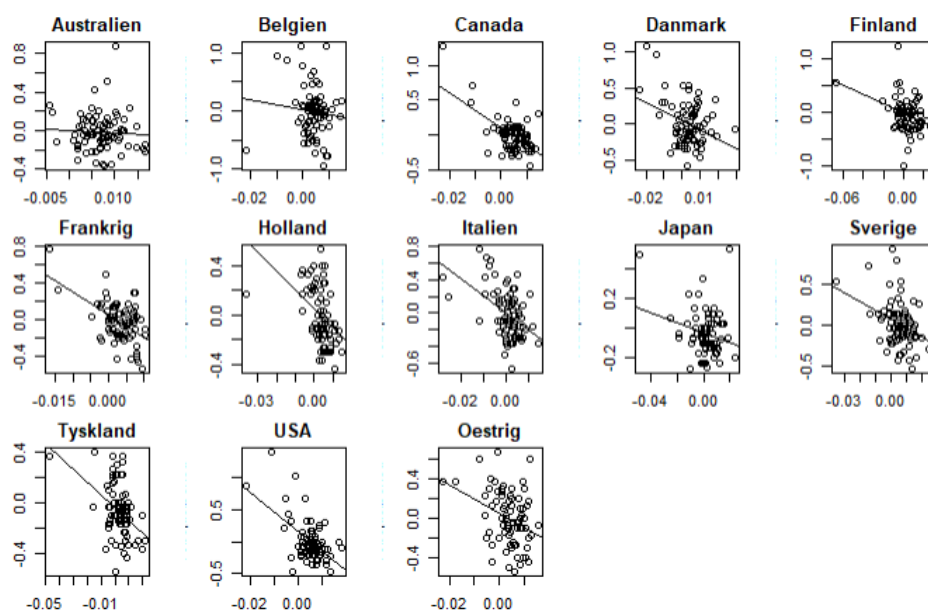
En stor del af dette projekt vil tage udgangspunkt i Okun (1962) samt en række af artikler, der er relateret dertil.

## 4 korrelationer

Okun's lov etablerer en empirisk sammenhæng mellem arbejdsløshed og output. Fra et logisk perspektiv vil en stigning i antallet af individer i arbejde resultere i en stigning i output. På trods af dette har en række undersøgelser fundet, at der over tid er mindre og mindre direkte korrelation mellem de to variable. (Owayang and Sekhposyan, 2020)

Figur 1 viser spredningen af data samt en trendlinje for 13 lande. I alle tilfælde er der klare klynger med et antal outliers, hvilket betyder, at det godt kunne se ud som om, der er en god mulighed for, at der er en sammenhæng mellem de to variable. Der er også inkluderet tendenslinjer i figuren. Disse tendenslinjer viser, at i flere tilfælde er der en mulighed for en lineær sammenhæng, men der er også nok outliers til, at der kan blive tvivl om, hvor stabil Okun's lov er i en moderne økonomi.

Figur 1: Spredning



For at teste om der er en sammenhæng mellem disse to variable, tages korrelationen mellem arbejdskraft og output for hvert land. Jo tættere korrelationen er på 0, jo mindre er den statistiske sammenhæng. Tabel 1 viser disse korrelationer for datasættet. I de fleste tilfælde kan der findes korrelationer, der tyder på, at der er en sammenhæng mellem arbejdsløshed og produktion. For Australien og Belgien er korrelationen meget tæt på 0, hvilket betyder, at ved en simpel korrelation findes der meget lille sammenhæng mellem arbejdsløshed og produktion. I alle andre tilfælde er der negative værdier, der ligger mellem -0,24 og -0,57, hvilket betyder, at der er en god chance for, at der er en eller anden statistisk sammenhæng mellem de to variable.

Table 1: Korrelationer

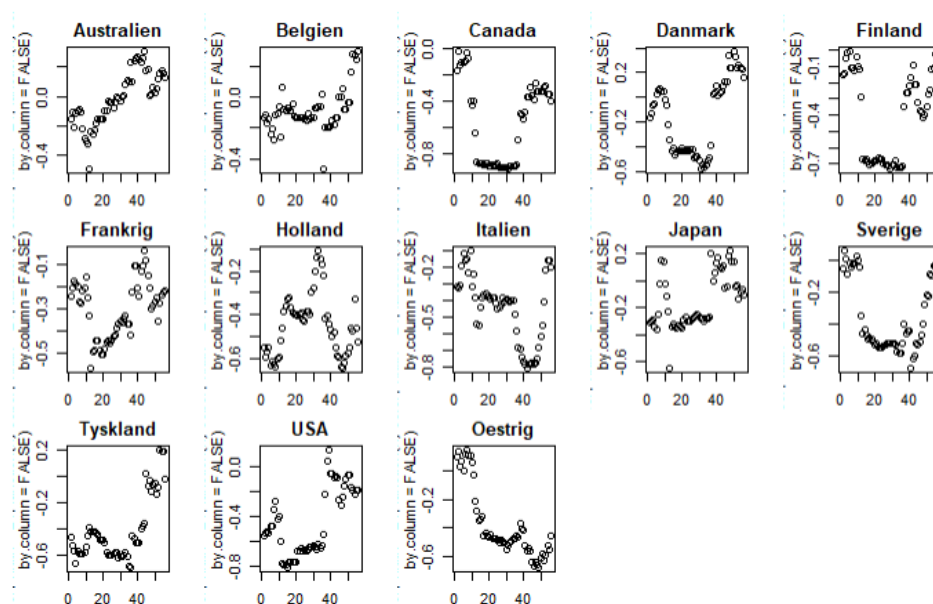
Land	Korelationer
Australien	-0.07410143
Belgien	-0.09648967
Canada	-0.6457109
Danmark	-0.334162
Finland	-0.4891879
Frankrig	-0.3652176
Holland	-0.4402235
Italien	-0.4867057
Japan	-0.2434508
Sverige	-0.3290057
Tyskland	-0.4340417
USA	-0.5762034
Østrig	-0,2224105

Owayang and Sekhposyan (2020) fandt, at hverken korrelationen eller variationen er stabil over tid. Dette betyder, at der selv i de tilfælde, hvor der er meget lille korrelation, er en mulighed for at finde korrelation i perioder. For at undersøge dette tages en rullende vindue tilgang<sup>2</sup> til korrelationen,

---

<sup>2</sup>En tilgang hvor kun en række af observationer tæt på hindanden i tid tages i betragtning til estimationen, så der gennereres et resultat baseret på data inden for et bestemt tidsvindue.

Figur 2: Rullende vindue korelation



Figur 2 har rullende vindue korrelation data for hvert af de lande, der indgår i analysen. Hver korrelation er fundet ved en 6 års periode med kvartalsdata. Korrelationerne over tid er i de fleste tilfælde tilsyneladende ustabil. Dette betyder, at det kan forventes, at Okun's lov også er ustabil over tid. Dette demonstreres også i litteraturen på området, som er fokus for det følgende afsnit.

## 5 Teori og empirisk overblik

I dette afsnit vil jeg fokusere på Okun's lov. Først vil jeg etablere et overblik over teorien efterfulgt af reviews af nogle artikler, der behandler Okun's lov fra efter Okun's 1962 artikel og frem. I det teoretiske overblik vil jeg begynde med en kort introduktion af Athur Okun og nogle af de originale overvejelser i Okun's 1962 artikel samt de resultater der fortsat bruges i økonomiske modeller. Dernæst et overblik over, hvad løn og arbejdsløshed er i et teoretisk perspektiv, og hvordan disse to interagerer, med fokus på modeller der behandler økonomiske fluktuationer.

For at danne et empirisk overblik vil jeg kort præsentere nogle artikler, der undersøger økonomiske fluktuationer med fokus på Okun's lov med nogle forskellige udgangspunkter og overvejelser. Her vil jeg primært inddrage nyere artikler, men også medtage lidt ældre artikler for at give en forståelse af, hvordan Okun's lov har udviklet sig over tid.



## 5.1 Teori

Okun's lov, og hele diskussionen om en sammenhæng mellem arbejdsløshed og output, stammer fra "The Great Depression" og de store økonomiske fluktuationer i perioden omkring den anden verdenskrig, hvor det Amerikanske BNP faldt 27% mellem 1929 og 1933 og steg herefter med en gennemsnitlig årlig rate på 10%, hvilket resulterede i at arbejdsløsheden i 1944 faldt til 1,4%. Efterfølgende faldt GDP 13% mellem 1944 og 1947 og arbejdsløsheden steg op til 3,9%. Hvor det var disse fluktuationer, der ledte til Okun's 1962 artikel, var det ikke de eneste store makro økonomiske fluktuationer i denne periode. (Romer, 2001, Side 170- 172)

Hvad dette førte til i et teoretisk perspektiv var en række økonomer begyndte at udvikle modeller med henblik på at forudsige signifikante økonomiske udviklinger. Som udgangspunkt blev arbejdsløsheden og real BNP behandlet som to vidt forskellige værdier som kun indirekte interagerer. For at give et billede af hvordan disse makroøkonomiske fluktuationer behandles, vil der her blive gennemgået forskellige teoretiske paradigmers fremgangsmåder startende med den klassiske/ neo-klassiske efterfulgt af den keynesianske fremgangsmåde.

Et af de største problemer i diskussionen omkring Okun's lov er, at mange modeller vælger at betragte en økonomi, hvor der enten ikke er arbejdsløshed, hvilket ofte er tilfældet i klassiske modeller, eller at arbejdsløsheden altid vil bevæge sig i retning af et given optimalt niveau, hvilket er den mere keynesianske fremgangsmåde. Da Okun's lov er udviklet som del af det keynesianske paradigme, starter dette afsnit med en meget hurtig gennemgang af en klassisk model, der kan bruges til estimation af økonomisk vækst og etablere en indirekte sammenhæng mellem arbejdsløshed og vækst. Dette bliver efterfulgt af en mere grundig og generel gennemgang af keynesianisme og det simple 45 graders diagram, efterfulgt af en model, der tager udgangspunkt i keynesianisme der kan estimere vækst og igen etablere et indirekte link mellem arbejdsløshed og vækst.

### 5.1.1 Den klassiske fremgangsmåde

Den simpleste fremgangsmåde for estimering af BNP er en model, der ikke tager højde for asymmetrisk information, manglende markeder eller manglende information. Dette kaldes en "Walrasian" model. Denne type model er alsidig, da den ignorerer alt, hvad der ikke direkte påvirker en afhængig variabel. Dette betyder, at alle agenter normaliseres og behandles som rationelle, og at det ikke bare er asymmetrien i økonomien, der ikke tages højde for, men også det faktum, at husholdningerne ikke er homogene. (Romer, 2001, Side 172-174)

Et godt eksempel på en "Walrasian" model er Ramsey modellen. Den følgende model tager udgangspunkt i Ramsey modellen og udvider denne ved at introducere forstyrrelser uden shocks, hvilket gøres ved at introducere forstyrrelser i teknologien. Dette gøres ved at introducere ændringer i produktionsfunktionen fra periode til periode. Den anden ændring er at gøre beskæftigelsen endogen, hvor den traditionelt enten gives eksogen eller stiger lineært over tid. Dette gøres ved at lade husholdningernes nytteværdi være afhængig af

ikke bare forbrug, men også af hvor meget de arbejder. Dette betyder, at beskæftigelsen afgøres ved hjælp af udbud og efterspørgsel frem for ved hjælp af eksogent fastsatte værdier. Modellen er en diskret tidsserie variation af Ramsey modellen. Da målet er at finde en specifik kvantitativ udvikling i økonomien, antages en specifik funktionel form af produktion og husholdningens nytteværdis funktioner. (Romer, 2001, Side 173-175)

yderligere antagelser:

- Økonomien består af et stort antal identiske pristagende virksomheder.
- Husholdninger lever for evigt
- Alle husholdninger er ens
- Uden shock i teknologier  $\ln A_t$  lig  $\bar{A} + gt$
- Trend vækstraten i pr. capita offentligt forbrug er lig trend vækstraten i teknologi.

Produktionsfunktionen er en Cobb-Douglas funktion hvilket output i perioden t:

$$Y_t = K_t^\alpha (A_t L_t)^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1. \quad (1)$$

Hvor  $Y_t$  er output, K er kapital, L er arbejdskraften, A er teknologi. Output er delt mellem forbrug (C), investering (I), regerings forbrug (G)  $\delta$  er andelen capital afskrives over tid.

$$\begin{aligned} K_{t-1} &= K_t + I_t - \delta K_t \\ &= K_t + Y_t - C_t - G_t - \delta K_t. \end{aligned} \quad (2)$$

Det offentlige forbrug finansieres af engangs skattebeløb, der er lig med betalinger i hver periode. Arbejdskraften og kapital finansieres med deres egne marginal produkter. Hvilket betyder at reallønnen og real renten i perioden t er:

$$w_t = (1 - \alpha) K_t^\alpha (A_t L_t)^{-\alpha} A_t \quad (3)$$

$$= (1 - \alpha) \left( \frac{K_t}{A_t L_t} \right)^\alpha A_t \quad (4)$$

$$r_t = \alpha \left( \frac{A_t L_t}{K_t} \right)^{1-\alpha} - \delta \quad (5)$$

Den repræsentative husholdning maksimerer den forventede værdi af:

$$U = \sum_{t=0}^{\infty} e^{-pt} u(c_t, 1 - \vartheta_t) \frac{N_t}{H} \quad (6)$$

$u(c_t, 1 - \vartheta_t)$  er nytteværdis funktionen for det repræsentative medlem af husholdningen,  $\rho$  er diskonteringsraten.  $N_t$  er populationen,  $H$  er antallet af husholdninger hvilket betyder at  $\frac{N_t}{H}$  er antallet af medlemmer af husholdningerne, hvor populationen vokser eksogent med hastigheden  $n$ .

$$\ln N_t = \bar{N} + nt, \quad n < \rho \quad (7)$$

u funktionen har to argumenter, det første er forbrug pr medlem af husholdningen, det andet argument er fritid, hvilket er mængden af tid pr medlem af husholdningen minus den tid hver medlem af husholdningen arbejder. Siden alle husholdninger er ens  $c = \frac{C}{N}$  og  $\vartheta = \frac{L}{N}$  ydermere normaliseres hvert medlem af husholdningens tid til 1 hvilket giver den log lineære u()

$$u_t = \ln c_t + b \ln(1 - \vartheta_t), \quad b > 0. \quad (8)$$

pr. antagelserne er væksten i det offentlige forbrug lig vækstraten i teknologi, og ekskluderes shocks i teknologien er  $\ln A_t$  lig  $\bar{A} + gt$  hvilket giver.

$$\ln A_t = \bar{A} + gt + \tilde{A}_t, \quad (9)$$

Hvor  $\tilde{A}$  er et udtryk for effekten af shock i teknologien hvilken antages at følge en første ordens auto regressiv proces.

$$\tilde{A}_t = \rho_A \tilde{A}_{t-1} + \epsilon_{A,t}, \quad -1 < \rho_A < 1 \quad (10)$$

Hvor  $\epsilon_{A,t}$ , er et støj begreb der betyder at teknologien varierer over tid.

$$\ln G_t = \bar{G} + (n + g)t + \tilde{G}_t \quad (11)$$

$$\tilde{G}_t = \rho_G \tilde{G}_{t-1} + \epsilon_{G,t}, \quad -1 < \rho_G < 1 \quad (12)$$

Hvor  $\epsilon_G$  er et støjbegreb, der ikke er korreleret med  $\epsilon_A$ . Denne model er relativt simpel, og da det er en "Walrasian" model, er modellen shock drevet og modellen reagerer på disse shock på den mest mulige optimale måde. Denne type model har en række styrker, mest af alt at den på en relativt simpel måde kan demonstrere fluktuationer i en økonomi, specifikt for at estimere produktivitet er den effektiv.

Et kendetegn ved klassiske og neoklassisk økonomiske modeller er, at der ikke er friktion i modellen. Dette betyder blandt andet, at det antages, at husholdningerne er ensartede, og at der altid er tilstrækkelig med arbejdskraft, og at arbejdsløshed som udgangspunkt ikke eksisterer. Implikationerne af dette er, at en model som Ramey og andre Walrasian modeller er gode til at estimere øjeblikkelige effekter af stød til en økonomi, men har det svært ved mere langsigtede effekter både da modellen reagerer øjeblikkelig på stød og fordi meget af den friktion, der er i en moderne økonomi, ikke er tilstede i modellen.

### 5.1.2 Keynesianisme og den Keynesianske fremgangsmåde

Keynesianisme er en primær makroøkonomisk tankegang baseret på økonomen John Maynard Keynes' ideer. Disse ideer blev udviklet som følge af den store depression, hvor arbejdsløsheden steg fra 3,2 procent i 1929 og steg op til 25,2 procent i 1933. Hvor den økonomiske teori op til dette tidspunkt fokuserede på det frie marked, hvor alle parter agerer så optimalt som muligt ud fra den tilgængelige information, begyndte Keynes at udpege nogle af de svagheder, der fandtes i det frie marked. (Froyen, 2013, s 83)

I Storbritannien begyndte arbejdsløsheden allerede at stige i 1920'erne og blev ved til langt ind i 1930'erne. Dette ledte til en debat blandt økonomer og politikere om, hvordan arbejdsløsheden kunne bringes ned. Keynes tog del i disse debatter. Debatter der senere førte til de teorier præsenteret i "The General Theory of Employment, Interest and Money" som senere danner fundament for det keynesianske system.

I følge Keynes var den lave arbejdsløshed et resultat af manglende aggregeret efterspørgsel i perioden, den lave aggregerede efterspørgsel var videre opstået som reaktion på for lav efterspørgsel efter investering. Klassiske økonomer med Alfred Marshall i spidsen argumenterede for, at arbejdsløsheden var et resultat af manglende viden, og at den bedste måde at modvirke arbejdsløshed på, var at uddanne arbejdstyrken for at forbedre effektivitet. (Froyen, 2013, s 83- 84)

Keynes og hans støtter argumenterede for, at den bedste måde at modvirke arbejdsløsheden, var at investere i offentlige projekter for at drive beskæftigelsen op, hvilket vi nu kender som ekspansiv finanspolitik. Modstandere af dette argument tog udgangspunkt i det klassiske system, hvor det offentlige budget er en balance mellem skat, udgifter og offentlige investeringer, der ikke er i stand til at påvirke økonomien positivt eller negativt. For at balancere budgettet i en periode hvor arbejdsløsheden stiger og skatteindtægten falder, skal skatten enten hæves eller de offentlige udgifter reduceres. (Froyen, 2013, s 84- 86)

Denne udvikling betød, at op gennem 1930'erne begyndte tilgangen til makroøkonomien at bevæge sig væk fra den klassiske tankegang, og Keynes fik gradvist større og større anerkendelse. Dette førte til en mere formaliseret teori omkring aggregeret efterspørgsel og udbud.

#### Den simple keynesianske Model

45 graders modellen er en ligevægtsmodel, der tager navn fra det diagram, der oftest benyttes til at illustrere ligevægten mellem den aggregerede efterspørgsel og output. For at stille modellen op er det derfor nødvendigt at kunne etablere output og aggregeret efterspørgsel. En af hjørnesteinene i den simple keynesianske model er, at output skal være lig med den aggregerede efterspørgsel. (Froyen, 2013)

$$Y = E \quad (13)$$

Hvor Y er den totale produktion, og E er det aggregerede efterspørgsel. Den aggregerede

efterspørgsel er en kombination af det samlede forbrug for Husholdninger (C), den samlede efterspørgsel efter investeringer (I) og den samlede offentlige offentlige efterspørgsel efter varer og tjenester samt netto eksporten (NX) som er en kombination af import og eksport (X - I). (Froyen, 2013) (McDowell et al., 2012)

$$Y = E = C + I + G + NX \quad (14)$$

Dette er den aggregerede efterspørgsel. Alt efter modellen kan denne deles op i autonom efterspørgsel og en endogen komponent. I mere komplicerede modeller kan hver variabel findes endogen, i dette tilfælde vil netto eksporten, investeringerne og skattesatser sættes autonomt. Dette kan skrives som. (McDowell et al., 2012)

$$\bar{A} = \bar{C} + c\bar{T} + \bar{I} + \bar{N}X \quad (15)$$

Dette betyder, at der er et fast niveau forbrug plus en given mængde af yderligere forbrug, der er afhængig af forbrugstilbøjeligheden og det samlede output (cY). På denne måde kan den planlagte aggregerede efterspørgsel PAE findes.(McDowell et al., 2012)

$$PAE = \bar{A} + cY \quad (16)$$

(Froyen, 2013)

$$Y \equiv C + S + T \quad (17)$$

Ligning 17 er en bogholder definition. Dette betyder at den nationale indkomst Y betales til husholdningerne, som igen benytter hele indkomsten til forbrug (C), betale skat (T) og sætte i opsparing (S). Fordi Y er det nationale produkt, kan de realiserede investeringer ( $I_r$ ) bruges. hvilket giver ligning 18

$$Y \equiv C + I_r + G + NX \quad (18)$$

Givet ligningerne 17 og 18 findes der kan 14 omskrives vil 2 alternative definition af ligevægten hvilket giver ligning 19.

$$C + S + T \equiv Y = C + I + G + NX \quad (19)$$

Dette kan nemt omskrives til.

$$S - I - NX = G - T \quad (20)$$

Hvilket betyder, at hele opsparingen og skattebetalingen bliver brugt til investering og offentligt forbrug, når økonomien er i ligevægt. Ligeledes kan 14 og 18 omskrives til

$$C + I_r + G + NX \equiv Y = C + I + G + NX \quad (21)$$

Ved at trække forbrug offentligt og privat samt netto eksporten fra på hver side findes.

$$I_r = I \quad (22)$$

Dette betyder, at vi nu har 3 forskellige måder at udtrykke ligevægten i modellen. Hvert udtryk er væsentlig, da de hver især beskriver beholdninger og strømme af ressourcer i økonomien.

$$Y = E = C + I + G + NX \quad (23)$$

$$S - I - NX = G - T \quad (24)$$

$$I_r = I \quad (25)$$

En af antagelserne bag modellen er, at hele nationalindkomsten  $Y$  går fra erhvervssektoren til forbrugeren, som har 3 betalingsstrømme 1 forbrug, som går til erhvervssektoren, 2 opsparing, som går ud på de finansielle markeder og investeres derigennem i erhvervssektoren (I) og 3 Skat (T) som efterfølgende resulterer i offentligt forbrug (G) hvilket giver efterspørgsel til erhvervssektoren. Hvis modellen er i perfekt ligevægt, vil størrelsen på disse strømme følge ligevægts betingelserne fundet i ligning 23, 24 og 25. (Froyen, 2013)

Vi ved, at for at modellen kan være i ligevægt, skal strømmen af penge til skat og opsparing balanceres af en lige mængde af offentligt forbrug og investering pr. ligning 24. Ser vi på ligning 25 kan det ses, at de samlede ønskede investeringer skal være lig med de samlede realiserede investeringer. (Froyen, 2013)

Med strømme og ligevægtsbetingelser fastlagt, er det nødvendigt at se på, hvordan beholdninger og størrelsen af de forskellige strømme. For at gøre dette betragtes de tre dele af aggregeret efterspørgsel separat, disse er forbrug, investering og offentligt forbrug. (Froyen, 2013)

### Forbrug

Forbrug er den største post, og den udgør ifølge Keynes mellem 60 og 70 %, og er en stabil funktion, hvor den disponible indkomst ( $Y_D$ ) er, i den simple model, national indkomst minus skattebetaling  $Y_D = Y - T$ . Den specifikke form af produktionsfunktion foreslået af Keynes, tog formen.

$$C = a + bY_D, \quad a > 0, \quad 0 < b < 1 \quad (26)$$

Forbruget er altså en kombination af (a), som er et basisniveau af forbrug, når den disponible indkomst er 0. (b) er en parametervariabel, der udgør hældningen af funktionen og udgør dermed hvor meget forbruget stiger, når den disponible indkomst stiger.

Fra definitionen af national indkomst

$$Y \equiv C + S + T \quad (27)$$

Udledes

$$Y_D \equiv Y - T \equiv C + S \quad (28)$$

hvilket viser, at den disponible indkomst pr. definition er lig forbrug plus opsparing, hvilket betyder, at størrelsen af opsparingen også findes igennem forbruget. I den keynesianske tankegang findes opsparingen ved.

$$S = -a + (1 - b)Y_D \quad (29)$$

hvilket betyder, at opsparingen stiger med  $(1-b)$  enheder, når den disponible indkomst stiger med en enhed. (Froyen, 2013)

### **Investering**

Investeringer er i den keynesianistiske teoretiske verden pr natur ustabil. Dette skyldes, at der til en hver tid kan findes ny information, der fører til køb eller salg af finansielle aktiver. Som udgangspunkt antages det, at investeringer er omvendt relateret til renten, højere rente reducerer villigheden til at låne for at financiere projekter. Som individer investerer penge baseret primært på erfaringer, tidligere trend, og hvordan andre i resten af verden vælger at investere, hvilket er grundlaget for, hvordan investering håndteres i det keynesianske økonomiske system. (Froyen, 2013)

### **Offentligt forbrug**

Det offentlige forbrug er lige som investeringerne givet eksogent. Vi antager, at det offentlige forbrug ligesom skattetrykket er givet gennem politiske beslutninger. En mere realistisk tilgang til offentligt forbrug og beskatning kan benyttes, hvor skattetrykket fastlægges gennem politiske beslutninger, og at den reelle skat varierer alt efter indkomstniveauet. Denne antagelse gør udregningerne mere komplicerede, men ultimativt nåes den samme konklusion. (Froyen, 2013)

### **Netto eksport**

Netto eksporten består af to dele, importen og eksporten. I denne model er netto eksporten en given autonom størrelse. I en model hvor denne størrelse findes endogent, separeres de to størrelser import og eksport, og udledes ofte igennem variation i prisniveauer.

### **Equilibriumsmodellen**

Med dette har vi alle delene for at konstruere  $45^\circ$  diagrammet. Figur 3 viser  $45^\circ$  graders modellen. Navnet kommer at det faktum, at i en optimal situation vil hele indkomsten blive mødt af en aggregeret efterspørgsel. Som forbrugsfunktionen antyder er der et basisniveau

af forbrug, hvilket betyder, at der altid vil være mere end 0 enheder aggregeret efterspørgsel. På den anden side vil den marginale tilbøjelighed til af forbruge være mindre end en, hvilket betyder at hældningen af forbrugsfunktionen er mindre end 45 grader.

Equilibrium's output ( $Y$ ) er en endogen variabel, offentligt forbrug, investerings niveau og skat ( $I$ ,  $G$  og  $T$ ) er eksogent givet.

$$Y = E = C + I + G + NX \quad (30)$$

Privat forbrug er for det meste en endogen variabel, der følger den keynesianske forbrugsfunktion.

$$C = a + bY_D = a + bY - bT \quad (31)$$

Hvor anden del af ligningen benytter definitionen af disponibel indkomst ( $Y_D$ ) som er indkomst minus skat ( $Y_D \equiv Y - T$ ) vi løser ligningen med henblik på  $\bar{Y}$

$$Y = C + I + G + NX \quad (32)$$

$$Y = a + bY - bT + I + G + NX \quad (33)$$

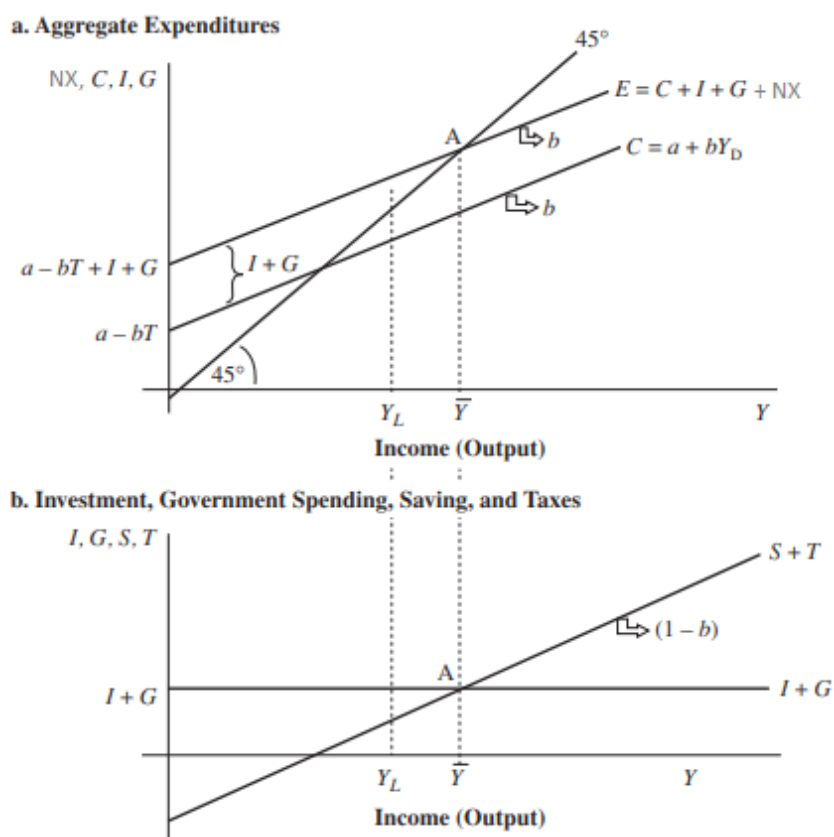
$$Y - bY = a - bT + I + GNX \quad (34)$$

$$\bar{Y} = \frac{1}{1-b}(a - bT + I + G + NX) \quad (35)$$

Figur 3a viser afgørelsen af equilibrium's indkomsten, indkomsten er målt ud af x-aksen og delene til aggregeret efterspørgsel op af y-aksen. Modellen er i ligevægt i det øjeblik den aggregerede efterspørgsel er lig den indkomstdrevne efterspørgsel - altså hvor det aggregerede forbrug  $E$  er lig den aggregerede efterspørgsel ( $C$ ,  $I$ ,  $G$ ) hvilket er tilfældet i skæringen med 45 graders linjen. Figur 3b viser ligevægts betingelsen i ligning 24.



Figur 3: 45° diagrammet



(Froyen, 2013, s 95)

Modellen er i ligevægt, når det planlagte aggregerede forbrug skærer det realiserede forbrug, hvilket i figur 3a sker i punktet A, hvilket er ligevægten udtrykt i ligning 23. Figur 3b viser ligevægts udtrykket i ligning 24, da investering og offentligt forbrug er konstante, er linjen ( $I + G$ ) vandret, og opsparingen og skatten varierer med indkomsten, hvilket giver linjen ( $S + T$ ).

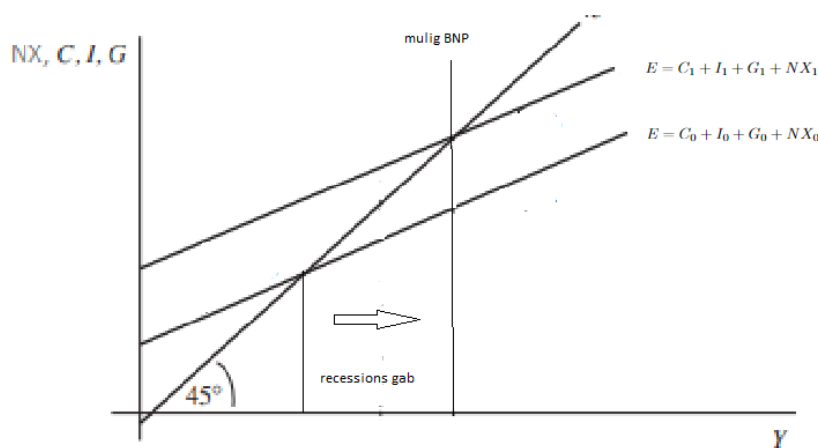
Da dette projekt primært handler om forholdet mellem arbejdsløshed og output, vil fokus nu være på hvordan arbejdsløshed påvirker modellen. Da der ikke er en variabel i modellen, der direkte håndterer arbejdsløshed, vil jeg først se på, hvad arbejdsløshed er i keynesianistisk teori, specifikt definerer Keynes 3 typer af arbejdsløshed. Friktions arbejdsløshed, hvilket er den arbejdsløshed, der opstår, når en arbejdstager bevæger sig mellem jobs, og der er en kort periode, hvor individet står uden job. I klassisk regi er dette den primære type af arbejdsløshed. Frivillig arbejdsløshed er de tilfælde, hvor et individ af den ene eller anden grund vælger ikke at arbejde. Som oftest antages det, at denne grund er, at individet ikke er villig til at arbejde for den løn, der er tilgængelig. Den tredje type af

arbejdsløshed defineres af Keynes som ufrivillig arbejdsløshed, hvilket er en situation, hvor et individ er villig til at arbejde for markedslønnen, men ikke kan finde et job. (Keynes, 1936, side 12-13)

Som udgangspunkt er der ikke forskel på, hvordan de tre typer af arbejdsløshed påvirker modellen, men mængden af arbejdsløshed kan variere kraftigt alt efter prioriteter blandt arbejdsstyrken og de lønninger, der er tilgængelige på arbejdsmarkedet.

De praktiske konsekvenser af arbejdsløshed i modellen er et fald i løn og dermed et fald i den disponible indkomst, hvilket betyder, at forbruget, skatten og opsparing falder, og det samlede forbrug falder. Da det antages at alt arbejdsløshed ud over den strukturelle arbejdsløshed betyder at modellen befinder sig uden for en ligevægt, kan figur 4 konstrueres.  $E_0$  linjen viser en økonomi med arbejdsløshed, efterhånden som arbejdsløsheden falder og går nærmere og nærmere den strukturelle arbejdsløshed vil resesions gabet gradvist lukkes og modellen bevæger sig mod ligevægten hvor  $E_1$  skære 45 graders linjen.

Figur 4: Arbejdsløshed i 45° diagrammet



(Froyen, 2013, s 95)

### 5.1.3 DSGE model

En Keynesiansk model for økonomiske fluktuationer tager ofte udgangspunkt i en "Dynamic Stochastic General-Equilibrium" model (DSGE), og er en samling af en række byggeblokke, der sammen giver en model, der kan benyttes til at estimere økonomiske fluktuationer. De byggeblokke tager udgangspunkt i en økonomis sektorer, disse byggeblokke danner fundamentet for en række forskellige modeller inden for den ny keynesianske teoretiske verden. (Romer, 2012)

For simplicitet inkluderes regerings og international handel ikke i det følgende. Husholdningerne maksimerer ud fra sat løn og realrente, firmaerne ejes af husholdningerne og maksimerer ud fra den diskonterede værdi af profit, Centralbanken sætter realrenten gen-

nem monetær politik. (Romer, 2012)

#### 5.1.4 Husholdninger

Der er et fast antal husholdninger, der i modellen lever for evigt. Den repræsentative husholdnings objektive funktion defineres ved:

$$\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [U(C_t) - V(L_t)], 0 < \beta < 1. \quad (36)$$

hvor  $U(C)$  er den nytte husholdningen får af deres forbrug,  $V(L)$  er husholdningernes villighed til at arbejde. Den funktionelle form af  $U$  og  $V$  defineres ved:

$$U(C_t) = \frac{C_t^{1-\theta}}{1-\theta}, \theta > 0 \quad (37)$$

$$V(L_t) = \frac{B}{\gamma} L_t^\gamma, B > 0, \gamma > 1, \quad (38)$$

$W$  er den nominelle løn,  $P$  er prisniveauet, formelt er  $p$  prisindekset korresponderet til et forbrugsindeks. For simplicitet antages det, at log af pris indekset er gennemsnittet af firmaet log priser. En stigning i arbejdskraft i perioden  $t$  af størrelsen  $dL$  øger husholdningernes realindkomst med  $(W_t/P_t)dL$ . den første ordens betingelse for udbud af arbejdskraft er derfor givet ved:

$$V'(L_t) = U'(C_t) \frac{W_t}{P_t} \quad (39)$$

da forbrug er den eneste mulige måde at sælge output, er det givet at reallønnen må  $C_t$  og  $L_t$  være lig  $Y_t$ . derfor må reallønnen være givet ved:

$$\frac{W_t}{P_t} = \frac{V'(Y_t)}{U'(Y_t)} \quad (40)$$

Den funktionelle form af ligningerne 37-38 substitueres ind i ligning 40 og solve for reallønnen findes.

$$\frac{W_t}{P_t} = B Y_t^{\theta+\gamma-1} \quad (41)$$

Det antages, at firmaer og forbrugere kun kan observere prisniveauet og ikke pengemængden og monetær politik, som går gennem centralbanken, holder den ny keynesianske IS-kurve

$$\ln Y_t = \ln Y_{t+1} - \frac{1}{\theta} t_t \quad (42)$$

### 5.1.5 Firmaer

Firmaerne producerer output i perioden  $t$  i forhold til deres produktions funktion ( $Y_{it} = L_{it}$ ), hvor efterspørgslen findes ved  $Y_{it} = Y_t(P_{it}/P_t)^{-\eta}$  findes firmaets realprofit i perioden  $t$ :

$$R_t = \left(\frac{P_{it}}{P_t}\right) Y_{it} - \frac{W_t}{P_t} Y_{it} \quad (43)$$

$$Y_t \left[ \left(\frac{P_{it}}{P_t}\right)^{1-\eta} - \left(\frac{W_t}{P_t}\right) \left(\frac{P_{it}}{P_t}\right)^{-\eta} \right] \quad (44)$$

Hvor  $R_t$  er indtægter minus omkostninger. Siden firmaets profit går til husholdningerne, profit-maksimeres der med henblik på at levere så meget nytte til husholdningerne som muligt. Den marginale nytte virksomhederne giver den repræsentative husholdning i periode  $t$  er relativ til periode 0  $\beta^t U'(C_t)/U'(C_0)$  hvilket i det følgende betegnes  $\lambda_t$ .  $q_t$  er sandsynligheden, at den pris der blev fastsat i periode 0, fortsat er i effekt i periode  $t$ .

Virksomheden fastsætter dermed sin pris i periode 0 ved at maksimere  $\sum_{t=0}^{\infty} q_t \lambda_t R_t \equiv A$  hvilket betyder at  $A$  kan skrives som:

$$A = \sum_{t=0}^{\infty} q_t \lambda_t Y_t P_t^{\eta-1} Y_t \left[ \left(\frac{P_i}{P_t}\right)^{1-\eta} - \left(\frac{W_t}{P_t}\right) \left(\frac{P_i}{P_t}\right)^{-\eta} \right] \quad (45)$$

Det prisniveau  $P_i$  der maksimerer  $A$  er i ligning 45 ikke specielt klart, da en stor del af prisdannelses processen både i virkeligheden og i modelverdenen bygger på antagelser. I denne model antages det, at inflationen er lav og at økonomien derfor altid er tæt på den fleksible prisligevægt. Den anden antagelse er, at husholdningernes diskonterings faktor,  $\beta$  er tæt på 1. Dette betyder, at 45 kan omskrives til:

$$A = \sum_{t=0}^{\infty} q_t \lambda_t Y_t P_t^{\eta-1} (P_i^{1-\eta} - W_t P_i^{1-\eta}) \quad (46)$$

Produktionsfunktionen antyder, at de marginale omkostninger er lig  $W_t$ , og at efterspørgslen for firmaets varer er konstant. Dette betyder, at den pris der maksimerer profit i perioden  $t$   $P_t^*$  er konstant gange  $W_t$ . Dette betyder at ligning 46 kan udtrykkes ved bare  $p$  og dermed log af  $p$ , hvilket giver ligning 47

$$A = \sum_{t=0}^{\infty} q_t \lambda_t Y_t P_t^{\eta-1} F(p_i, p_t^*) \quad (47)$$

hvor  $p_i$  og  $p_t^*$  er log af  $P_t$  og  $P_t^*$  denne mere simple form af produktionsfunktionen har 2 implikationer, først at  $\lambda_t Y_t P_t^{\eta-1}$  har en forsvindende lille effekt sammenlignet med  $q_t$  og  $p_t^*$  den anden er at funktionen  $F$  kan estimeres med en anden ordens aprksimatrion omkring  $p_i = p_t^*$ . Periode  $t$  profit er maksimeret når  $p_i = p_t^*$  så  $p_i = p_t^*$ ,  $\partial F(p_i, p_t^*)/\partial p_i$  er nul og  $\partial^2 F(p_i, p_t^*)/\partial p_i^2$  er negativ hvilket betyder at problemet med at vælge prisen kan løses ved

$$F(p_i, p_t^*) \simeq F(P_t^*, P_t^*) - K(p_i - p_t^*)^2, K > 0. \quad (48)$$

$$\min_{p_i} \sum_{t=0}^{\infty} q_t (p_i - p_t^*)^2. \quad (49)$$

og første ordens for  $p_i$  kan findes ved.

$$\min_{p_i} \sum_{t=0}^{\infty} w_t E_0 [p_t^*], \quad (50)$$

hvor  $w_t \equiv q_t / \sum_{t=0}^{\infty} q_t$  er sandsynligheden for, at den pris virksomheden sætter i periode 0, er den pris, der findes i periode t divideret med det forventede antal af perioder mellem 0 og t. Den estimerer dermed hvor vigtig periode t er for valget af prisen i periode 0. Sidste skridt for at finde prisen er at antage, at virksomhederne sætter deres pris baseret på deres forventninger til prisen, hvilket giver ligning 51.

$$p^* = p + \ln[\eta/(\eta - 1)] + b + (\theta + \gamma - 1)\gamma \quad (51)$$

hvor E er forventningen til prisen fra periode 0, virksomhedens profitmaksimerende real pris  $P^*/P$ ,  $\ln[\eta/(\eta - 1)]$  gange reallønnen  $W/P$  ved vi at den profitmaksimerende pris er:

$$p_t^* = \phi m_t + (1 - \phi)p_t. \quad (52)$$

For at forenkle dette udtryk, lad m være log nominel BNP og  $p + y$  definerer  $\phi \equiv \theta + \gamma - 1$ , og antag  $\ln[\eta/(\eta - 1)] + b = 0$  hvilket giver:

$$p_i = \sum_{t=0}^{\infty} w_t E_0 [\phi m_t + (1 - \phi)p_t]. \quad (53)$$

### 5.1.6 Centralbanken

Ligning 53 er nøgleligningen for det aggregerede udbud side af modellen, 44 beskriver den aggregerede efterspørgsel givet en real rente. Dette betyder, at der skal inddrages en real rente i modellen.

Dette kan gøres på en række forskellige måder. Den simpleste er at antage, at renten følger den nominelle BNP, hvilket er  $m_t$ . En oftere brugt metode er, at nationalbanken følger en regel for, hvordan Centralbanken fastsætter en form for regel for real renten.

### 5.1.7 Fisher modellen

Med det keynesianske framework kan Fisher modellen stilles op. Det antages her, at virksomhederne fastsætter priser for 2 periode hver anden periode, så en pris fastlagt i periode 0 gælder for perioderne 0 og 1.

Dette betyder, at prisen fastsættes som følger.

$$p_t = \frac{1}{2}(p_t^1 + p_t^2), \quad (54)$$

Hvor  $p_t^1$  er prisen sat af firmaer, der fastlægger prisen i periode t-1, og  $p_t^2$  er prisen sat af firmaer, der fastlægger prisen i t-2. Da antagelserne for prisdannelsen indikerer at  $p_t^1$  er lig med forventningen til prisen i  $p_t^2$  gælder det at

$$p_t^1 = E_{t-1}[\phi m_t + (1 - \phi)t_t] \quad (55)$$

$$= \phi E_{t-1}m_t + (1 - \phi)\frac{1}{2}(p_t^1 + p_t^2), \quad (56)$$

$$p_t^2 = E_{t-2}[\phi m_t + (1 - \phi)p_t] \quad (57)$$

$$= \phi E_{t-2}m_t + (1 - \phi)\frac{1}{2}(E_{t-2}p_t^1 + p_t^2) \quad (58)$$

Hvor  $E_{t-T}$  er forventningen til prisen givet den information, der findes fra forgående periode. Målet med dette er at finde ud af, hvordan prisniveauet udvikler sig over tid givet niveauet af m. For at finde dette løses ligning 55 og 59 med henblik på prisen i periode 1 og 2 hvilket giver:

$$p_t^1 = \frac{2\phi}{1 + \phi}E_{t-1}m_t + \frac{1 - \phi}{1 + \phi}p_t^2 \quad (59)$$

$$E_{t-2}p_t^1 = \frac{2\phi}{1 + \phi}E_{t-2}m_t + \frac{1 - \phi}{1 + \phi}p_t^2 \quad (60)$$

Ligning 60 kan substitueres ind i 58 hvilket giver:

$$p_t^2 = \phi E_{t-2}m_t + (1 - \phi)\frac{1}{2}\left(\frac{2\phi}{1 + \phi}E_{t-2}m_t + \frac{1 - \phi}{1 + \phi}p_t^2 + p_t^2\right) \quad (61)$$

ligning 61 kan solves med hensyn til  $p_t^2$  hvilket giver

$$p_t^2 = E_{t-2}m_t \quad (62)$$

Ligning 62 kan nu substitueres ind i ligning 59 hvilket giver ligevægten for modellen, der kan skrives som

$$p_t^1 = E_{t-2}m_t + \frac{2\phi}{1 + \phi}(E_{t-1}m_t - E_{t-2}m_t). \quad (63)$$

Til sidst kan ligning 62 og 63 sættes ind i udtrykket for prisniveauet og output  $p_t = (p_t^1 + p_t^2)/2$  og  $y_t = m_t - p_t$

$$p_t = E_{t-2}m_t + \frac{\phi}{1 + \phi}(E_{t-1}m_t - E_{t-2}m_t), \quad (64)$$

$$y_t = \frac{1}{1 + \phi} (E_{t-1}m_t - E_{t-2}m_t) + (m_t - E_{t-1}m_t) \quad (65)$$

Implikationerne af denne model er der en del af. Det primære fokus er på de faktorer, der påvirker det endelige output  $y_t$  og husholdningerne, da det er disse variable, der er i fokus for dette projekt. Den nok mest signifikante implikation af denne model er, at et skift i den aggregerede efterspørgsel har en næsten 1 til 1 effekt på output. Dette er tilfældet, da det antages, at virksomhederne ikke kender  $m_t$  i prissættelses processen. Dette kan ses ved  $m_t - E_{t-1}m_t$ .

Hvad betydningen for den enkelte husholdning er, kan udtrykkes i form af, hvor meget nytte husholdningen kan få ud af at arbejde. Hvor nytten af at arbejde må gå op, når lønnen stiger eller priserne falder. Det vil i modellen give et midlertidigt stød til økonomien.

## 5.2 Arbejdsløshed

Både Ramsey modellen og Fisher modellen er gode til at estimere output baseret på en række makroøkonomiske fluktuationer, men modellerne er ikke gode til at behandle et begreb som arbejdsløshed. Første skridt for at implementere arbejdsløshed i en makroøkonomisk model er at afgøre, hvad arbejdsløshed er, og om længervarende arbejdsløshed simpelthen er en fejl i markedet, der forhindrer markedet i at klare. Der er mange forskellige meninger om dette. På den ene ekstrem er arbejdsløshed bare friktioner, der sker i forbindelse med at matche arbejdskraften med jobs. Den anden ekstrem er, at arbejdsløshed bare er et spild af ressourcer, som modellen skal arbejde uden om. (Romer, 2012, side 456)

Et andet stort problem med at implementere arbejdsløshed i en model ligger i den cykliske udvikling af arbejdsmarkedet. Reallønnen ser ud til at være moderat procyklisk hvilket stemmer overens med forventning til en Walrasian model. For at reallønnen kan være moderat cyklisk i en Walrasian model, er der imidlertid behov for at udbuddet af arbejdskraft er elastisk eller at skift i arbejdsudbuddet er central for udviklingen i reallønnen, hvilket der ikke findes empirisk bevis for. (Romer, 2012, side 456)

Der er blevet foreslået en række forskellige måder, hvorpå arbejdsløshed kan behandles modelteknisk. Den løsning der oftest tages i brug, er at sætte en gennemsnitlig arbejdsløshed som modellen varierer omkring. Dette giver som udgangspunkt et godt billede af den arbejdsløshed, der opstår som følge af friktion på arbejdsmarkedet. Det kan imidlertid ikke forklare mere langvarig arbejdsløshed, hvilket ville kræve et væsentlig mere substantielt mikroøkonomisk grundlag, der kan resultere i en mindre funktionel model. (Romer, 2012, 493-494)

## 5.3 Okun 1962

Arthur Okun 1928-1980 var en amerikansk økonom, der bl.a. var professor på Yale's universitet og var del af "Council of Economic Advisers" CEA. I 1962 præsenterede Okun

sin artikel omkring sammenhængen mellem arbejdsløshed og økonomisk vækst. I artiklen regnes Okun arbejdsløsheden som funktion af BNP vækst.

$$\Delta u_t = \alpha + \beta \Delta y_t + e_t \quad (66)$$

Hvor  $u_t$  er arbejdsløshedsraten,  $y_t$  er den naturlige logaritme af produktionen målt med real BNP. (Owayang and Sekhposyan, 2020) Okun præsenterer sine resultater i sin 1962 artikel. Han tester sin model for både BNP og samlet virksomhedsprofit. Han finder at modellen med de to forskellige forklarende variable kan forklare 97 % af variationen i arbejdsløsheden med ca. en 3 procent negativ afvigelse at output fra trenden per procent point højere arbejdsløsheds rate. (Okun, 1962, Side ? - ? )

Okun's lov kom senere i takt med, at flere empiriske undersøgelser blev lavet, og undersøgt efter undersøgelse fandt resultater, der mindede om Okun's 1962 resultater, hvilket førte til, at det blev accepteret, at der er en lineær sammenhæng mellem arbejdsløshed og output. (Owayang and Sekhposyan, 2020, Side ? - ? )

Okun lavede yderligere en variation af ligningen 66, hvor han benyttede outputgabet som den afhængige variabel. Den variation kan ses i ligning 67, hvor  $y_t^n$  er det potentielle niveau for output og  $y_t$  er det reelle niveau så  $y_t^g$  er outputgabet. (Okun, 1962, Side ? - ? )

$$\begin{aligned} u_t &= \alpha^g + \beta^g (y_t - y_t^n) + e_t^g \\ u_t &= \alpha^g + \beta^g y_t^g + e_t^g \end{aligned} \quad (67)$$

I Okun's undersøgelse førte denne fremgangsmåde til en  $\beta$  værdi på -0.36, hvilket betyder, at de 3 % afvigelse bliver til ca. 3,6 % i stedet. Over tid er denne afvigelse blevet justeret til at være mellem 2 og 3 %, men i teoretisk sammenhæng og til brug i modeller er Okun's lov forblevet relativt stabil. Efterhånden som de moderne økonomier har udviklet sig er der blevet sat spørgsmålstegn ved, om Okun's lov er et godt udgangspunkt for at estimere arbejdsløsheden på baggrund af produktion.

## 5.4 Empirisk overblik

Frem til nu har jeg fremstillet Okun's lov på baggrund af Okun's oprindelige artikel fra 1962. En stor andel af empiriske undersøgelser på området har fokus på den amerikanske økonomi. Specielt de tidligere undersøgelser har fokus på den amerikanske økonomi. De tidligere artikler har også tendens til at godtage Okun's lov som udgangspunkt og undersøge om hvorvidt denne har ændret sig over tid så som Gordon (1984).

Senere undersøgelser af Okun's lov tester ofte, hvorvidt Okun's lov er robust, eller om den giver nogen form for mening for den moderne økonomi, hvilket er den fremgangsmåde Lee (2000) og Owayang and Sekhposyan (2020) har anvendt.

Gordon (1984) har primært fokus på den økonomiske ekspansion i USA 1983-84, hvor der var et stort fald i arbejdsløsheden samt en høj økonomisk vækst. Udgangspunktet for denne



artikel er, at ekstreme økonomiske situationer påvirker forholdet mellem arbejdsløsheden og økonomiens produktion, men at Okun's lov som udgangspunkt er gældende. Gordon (1984) benytter data fra kvartalsdata 1948 4. kvartal til 1984 3. kvartal med særligt fokus på perioden 1979 3. kvartal til 1984 3. kvartal. I perioden, der ledte op til ekspansionen i starten af 1980-erne, fandt Gordon (1984) at både BNP og arbejdsløshed havde været subjekt for mindre ekstreme ændringer over tid, og at Okun's lov havde behov for en revision. På baggrund af disse resultater foreslår Gordon (1984) at Okun's lov burde reduceres fra 3 procentpoint fra Okun's 1962 artikel til 2,4 procentpoint.

Baggrunden for de fleste undersøgelser af Okun's lov er, at ekstreme økonomiske situationer resulterer i at estimater af arbejdsløsheden adskiller sig fra forventninger dannet på baggrund af Okun's lov. For Gordon (1984) var det den økonomiske ekspansion for de næste artikler er tiden efter finanskrisen hvor den økonomiske vækst blev dannet uden at have et korresponderende fald i arbejdsløsheden.

Knoester (1986) estimerer Okun koefficienten for 4 forskellige lande. For USA estimeres denne til 5,7 %. Der observeres desuden nationale forskelle, 4,6 % i Tyskland, 3,8 % i Holland og 3,7 % i U.K. Disse regionale forskelle observeres i en række af undersøgelser, se Paldam (1987) og Kaufman (1988).

Lee (2000) tester, hvor robust Okun's lov er på baggrund af efterkrigstids data fra en række OECD lande. Udgangspunktet for denne artikel er, at der er perioder, hvor Okun's lov er asymmetrisk, og der er eksempler på reelle strukturelle brud i perioden omkring 1970. Lee (2000) finder, at der er tilstrækkelig empirisk evidens for, at Okun's lov kan blive som en tommelfingerregel, men at der er voksende asymmetri mellem forventninger og realiserede værdier for arbejdsløshed og BNP. Den voksende asymmetri er tydeligst i perioder med store konjunktursvingninger, hvor der observeres reelle brud på Okun's lov. Asymmetrien varierer mellem OECD landene. USA fremstår for Lee (2000) som en outlier i forhold til alle andre OECD lande, hvilket forklares ved en mere streng arbejdsmarkedspolitik i en række europæiske lande.

Economou and Psarianos (2016) går mere i dybden med de Europæiske lande og udvider den originale model ved at tilføje en variabel for aktiv arbejdsmarkedspolitik. Hvad de finder, er en robust model, med en række meget forskellige resultater landene imellem. Resultater der adskiller sig meget fra resultaterne fra tidligere undersøgelser, hvor en 1 procent fald i BMP betyder, at arbejdsløsheden stiger med 0,073 procentpoint i første difference versionen af modellen. Et resultat der bekræfter at der er en sammenhæng mellem BNP og arbejdsløshed, men at denne er afhængig af blandt andet arbejdsmarkedspolitik.

Owayang and Sekhposyan (2020) artikel samler en række af forskellige metoder til at analysere Okun's lov i forhold til den amerikanske økonomi. Formålet med artiklen er at finde ud af, om der er en stabil sammenhæng mellem arbejdsløsheden og output vækst eller output gab. For at teste denne sammenhæng udføres en regression for både at tage højde for fluktuationer over tid samt usikkerhed i forbindelse med estimering. Owayang and Sekhposyan (2020) finder en voksende ustabilitet i forhold til Okun's lov, specielt i

forbindelse med vækstperioder umiddelbart efter recessioner.

Alle de anvendte metoder falder ind under en af to kategorier. Først benyttes dummies for recessioner for at modvirke den gennemsnitlige varians. Den anden måde hvorpå varians håndteres er ved at benytte "rolling windows", hvor der vælges en periode på 12 år for hvert vindue for at garantere, at der er mindst en krise inden for perioden.

Med disse to metoder for at håndtere varians, estimerer (Owayang and Sekhposyan, 2020) henholdsvis hældnings- og gennemsnits-koefficienterne for sammenhængen mellem arbejdsløsheden og BNP vækst og tilføjer et confidens interval for at have et mål for, hvornår Okun's lov ikke er tæt på et konstant ensartet niveau.

(mangler lige at tilføje lidt med hensyn til hvad jeg vil gøre i min analyse.)

Owayang and Sekhposyan (2020) konkluderer, at Okun's lov holder i forhold til den Amerikanske økonomi nogenlunde lige så ofte, som den brydes. Bruddene sker som oftest i forbindelse med finansielle kriser specielt i tiden efter den finansielle krise med start i 2008.

De økonomiske og politiske implikationer af Okun's lov er vidt spredte, og efterhånden som den empiriske sammenhæng bliver mindre signifikant har forskere forsøgt at udvide Okun's lov. Nogle af de mere signifikante specifikationer inkluderer Moosa (1997), Weber (1995), Knotek (2007), Oberst and Oelgemöller (2013) og Economou and Psarianos (2016), hvor nationalt forbrug på aktiv arbejdsmarkedspolitik inkluderes som en yderligere forklarende variabel. I alle tilfælde findes at den yderligere variabel er signifikant i forbindelse med at estimere output, men at dette ultimativt er en midlertidig lappeløsning.

## 6 metode

Okun's lov er en relativ simpel lineær sammenhæng. Dette betyder, at den stillers på en simpel lineær tidsserie model så ændringen i arbejdsløsheden er afhængig af ændringen i BNP. Denne model vil blive stillet op for hver af de økonomier, der inkluderes i analysen. Dette gøres med henblik på at vurdere Okun's lov i forhold til moderne økonomier og på den måde etablere en baseline for resten af analysen. Som flere undersøgelser indikerer med hensyn til Okun's lov, bliver den mere usikker med tiden. Den har brug for at blive opdateret, så den passer bedre sammen med en moderne økonomi eller helt afskaffes.

For at teste Okun's lov udføres en OLS-regression. I denne proces benyttes tests for stationaritet og kointegration

### 6.1 OLS-regresion

Lineær regresion, både simpel og multipel, benytter Ordinary Least Squares (OLS). Simpel lineær regresion i OLS har 5 antagelser samt 4 sætninger forbundet med Gauss-Markov teoremet, multipel lineær regresion har yderligere en antagelse.

Antagelserne bag Siple Lineær Reggresion (SLR) og Multiple Lineær Regresion (MLR), er meget lig hinanden med en række mindre forskelle. Idet der er tale om en tidsserie,

er der mindre forskelle specifikt i forbindelse med den anden antagelse da observationer pr. definition ikke kan være fuldkommen uafhængige af hindanden for at sikre en unbiased analyse.

- – SLR.1

Forholdet mellem den afhængige og den uafhængige variabel samt forstyrrelsen derimellem er lineær. Dette kan skrives som:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + u,$$

hvor  $\beta_0, \beta_1$  er ukendte parametre og  $u$  er fejleddet

- MLR.1

den statistiske model for populationen kan skrives som

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + u,$$

hvor  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  er ukendte parametre, og  $u$  er fejleddet

- – SLR.2

Vi har en tilfældig prøve med størrelsen  $n$  ( $x_i, y_i$ ), hvor alle observationer er uafhængige af hinanden.

- MLR.2

vi har en tilfældig stikprøve bestående af  $n$  antal observationer. Observationerne kan skrives  $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}, y_i$ , hvor  $i = 1, 2, \dots, n$ .

- – SLR.3

Variable kan ikke være konstante, og der er ingen præcis lineær sammenhæng mellem variable.

- MLR.3

Der er ikke perfekt kollinearitet, fordi ingen uafhængige variable i stikprøven er konstante, og fordi der ikke er en perfekt lineær sammenhæng mellem de uafhængige variable. Perfekt kollinearitet<sup>3</sup> kan skrives på formlen

$$x_j = a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_{j-1} x_{j-1} + a_{j+1} x_{j+1} + \dots + a_k x_k,$$

hvor mindst et  $a_i \neq 0$ .

MLR.3 er aldrig opfyldt, hvis  $n < k + 1$ .

- – SLR.4

Eksogenitet, fejleddet har en forventet værdi på 0 givet værdi af uafhængige variable. Med andre ord.

$$E(\epsilon | x_i)$$

---

<sup>3</sup>Lineær sammenhæng mellem uafhængige variable.

## – MLR.4

Den betingede middelværdi for fejleddet er nul. Det kan skrives som

$$E(u \mid x_1, x_2, \dots, x_k) = 0.$$

Denne antagelse kan fejle, hvis forhold mellem afhængige og uafhængige variable er misspecificerede.

## • – SLR.5

Homoskedasticitet: fejleddets varians har den samme varians givet en hvilken som helst værdi af den uafhængige variabel så :

$$Var(\epsilon \mid x_i)$$

## – MLR.5

Fejleddet  $u$  har samme varians for alle værdier af de uafhængige variable, hvilket betyder, at der er homoskedasticitet<sup>4</sup>. Dette kan skrives som

$$Var(u \mid x_1, x_2, \dots, x_k) = \sigma^2.$$

- – MLR.6 Fejleddet er uafhængig af de forklarende variable og er normalfordelt<sup>5</sup> med nul-middelværdi og nul-variens, hvilket skrives

$$u \sim Normal(0, \sigma^2).$$

Det betyder også, at estimerne er normalfordelte. Ved at lave et QQ-plot af studentiserede residualer<sup>6</sup> kan vi se, om denne antagelse opfyldes.

Tilhørende disse 6 antagelser er Gauss-Markov teoremet. Den første sætning i Gauss-Markov siger, at OLS-estimerne er centrale. De første fem antagelser viser, om estimatet er BLUE (Best Linear Unbiased Estimator), og den anden sætning i Gauss-Markov teoremet siger, at OLS-estimerne er unbiased. Gauss-Markov teoremet er opfyldt, når de første fem antagelser for OLS-estimatet er opfyldt.

- Den første sætning i Gauss-Markov teoremet skrives

$$E(\hat{\beta}_j) = \beta_j, j = 0, 1, \dots, k.$$

Dette gælder for alle værdier af  $\beta_j$ . Det betyder, at OLS-estimerne er unbiased estimer af populationens parametre, og at OLS-estimerne er centrale.

<sup>4</sup>Variansen for fejleddene i de uafhængige variable er ens.

<sup>5</sup>Det er fordelingen omkring gennemsnittet. Normalfordelingen viser sig som en klokkeform, så fordelingen er symmetrisk på begge sider.

<sup>6</sup>Når variansen for fejleddene er estimerede.

- Den anden sætning i Gauss-Markov teoremet skrives

$$\text{Var}(\hat{\beta}_j) = \frac{\sigma^2}{[SST]_j(1 - R_j^2)}, \text{ for } j = 1, 2, \dots, k,$$

hvor

$$[SST]_j = \sum_{i=1}^n [(x_{ij} - \bar{x}_j)]^2.$$

Fra denne sætning ønsker vi at få den mindst mulige varians for OLS estimaterne, da store værdier for variansen vil betyde større konfidensintervaller og mindre præcise hypotesetest.

- Den tredje sætning i Gauss-Markov teoremet gælder også under antagelserne MLR.1 til MLR.5, og den skrives

$$E(\hat{\sigma}^2) = \sigma^2.$$

Det betyder, at den forventede varians er lig med den faktiske varians. Dette bruges til at finde en unbiased estimator for variansen af OLS estimaterne.

- Den fjerde sætning i Gauss-Markov teoremet gælder også under antagelserne MLR.1 til MLR.5 og skriver, at OLS-estimerne er BLUE for parametrene.

I en tidsserie model er disse antagelser overholdt, hvis man antager, at modellen er lineær, og hvis hver af variablene er stationære, og model residualerne er stationære.

## 6.2 Stationaritet og enheds rods-test

Stationaritet i en tidsserie er en stokastisk proces, hvor sandsynlighedsfordelingen ikke varierer over tid. Dette betyder, at gennemsnittet og varians ikke ændrer sig over tid, Dette betyder også, at OLS antagelserne 1-5 er overholdt.

Dette kan skrives mere formelt ved: En diskret stokastisk proces  $X = \{x_i; i \in Z\}$  er stationær hvis

$$F_X = (x_{t_{1+\tau}}, \dots, x_{t_{n+\tau}})$$

For  $T \subset Z$  med  $n \in N$  og en hvilken som helst  $\tau \in Z$

For at vurdere hvorvidt en variabel er stationær eller non stationær, testes der for, om der er en enhedsrod i tidsserien. Hvor enhedsroden er en parameter værdi, der i fald den er 1, betyder det at en tidsserie er ustabil. Dette betyder, at en enhedsrods-test benytter en t-test statistik til at teste, hvorvidt der er en enhedsrod.

Der er flere forskellige tests, der benyttes til dette formål. En af de mere prominente tests er Dickey-Fuller testen eller den Augmenterede Dickey-Fuller test (ADF-test). ADF-testen gør det muligt at teste højere orden autoregressive processer, hvilket betyder, at den i de fleste tilfælde er at foretrække frem for Dickey-Fuller testen. ADF-testen opstiller en model der tester:

$$\Delta y_t = \alpha + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^h \beta \Delta y_{t-1} + \epsilon_t$$

Null hypotese: Der er en enhedsrod i tidsserien  $H_0 : \delta = 0$

Alternativ hypotesen: Tidsserien er stationær  $H_1 : \delta < 0$

Hvis  $H_0$  er overholdt, er tidsserien non-stationær. Hvis det derimod det kan bevises, at  $\delta$  ikke kan være 0, er der ikke en enhedsrod i tidsserien, og serien er stationær. Der findes flere variationer af ADF-testen, variationer der er blevet udviklet til at håndtere en række af specielle tilfælde. En ADF-test udføres ved en simpel t-test, men der benyttes andre deterministiske værdier

Table 2

Deterministiske værdier for ADF-test

Prøve størrelse	Uden trend		Med trend	
	1%	5%	1%	5%
T = 25	-3.75	-3.00	-4.38	-3.60
T = 50	-3.58	-2.93	-4.15	-3.50
T = 100	-3.51	-2.89	-4.04	-3.45
T = 250	-3.46	-2.88	-3.99	-3.43
T = 500	-3.44	-2.87	-3.98	-3.42
T = $\infty$	-3.43	-2.86	-3.96	-3.41

### 6.3 panel estimation og enhedsrods tests

Da dette projekt benytter serier af data til at beskrive én sammenhæng for en række forskellige lande, og denne sammenhæng antages at være konstant over tid, benyttes en panel data model, som benytter OLS-estimation på en cross-section af tidsserie data. Estimation baseret på panel data har en række styrker og svagheder, der primært er bundet op på, at det er nødvendigt at antage at: Der er ingen individer med unikke attributter inden for datasættet og ingen universelle effekter over tid.

Dette betyder, at der inden forundersøgelsen antages at alle individer, i dette tilfælde lande, har en Okun's lov estimation, der kan beskrives med en model af samme form og at de ikke kan være den samme. Metodisk betyder dette, at den simple Engel-Granger test og Johannesens testen ikke længere kan benyttes, dog benyttes disse til at teste, om der er enhed rødder i enkelte serier, men ikke i andre. Dette er et nødvendigt ekstra tjek, da en unit-root test af en panel- estimation har en  $H_0$ : ingen kointegration og en  $H_a$ : alle serier er kointegrerede.

Som udgangspunkt ligner paneldata regression meget simpel lineær regression.

$$y_{ti} = X'_{ti}\beta + u_{ti}, i = 1, \dots, N, t = 1, \dots, T \quad (68)$$

Hvor  $y_{ti}$  er observationen i periode  $t$  og i region  $i$ , hvor  $u_{ti}$  er forstyrrelsen i vektorform.

$$u_{ti} = \mu + \epsilon_t \quad (69)$$

med

$$\epsilon_t = \lambda W_{\epsilon_t} + v_t, \quad (70)$$

Hvor  $u'_t = (u_{t1}, \dots, u_{tN})$ ,  $\epsilon_t = (\epsilon_{t1}, \dots, \epsilon_{tN})$  og  $\mu_t = (\mu_{t1}, \dots, \mu_{tN})$  viser effekten af tilfældige regionsbaserede effekter. Baltagi (2003)

## 6.4 Data

I dette projekt bruger jeg data fra OECD's database, Organisation for Economic kooperation and Development (OECD) indsamler normaliseret data fra de 37 medlemslande samt flere andre lande. Ud af de 37 lande vil der blive benyttet et udvalg af lande, først Danmark og derudover 12 andre OECD lande og prominente økonomier. Disse lande er valgt, da der er data for alle variablene i perioden, og med undtagelse af USA, som er med da Okun's lov blev udviklet på baggrund af den amerikanske økonomi, er alle landende medlemmer af OECD.

De nødvendige variable for at estimere Okun's lov er for differens versionen økonomiens output vækst målt i procent vækst af BNP og arbejdsløsheden målt i procent af arbejdsstyrken. Den valgte periode er 2000 1. kvartal frem til de seneste tilgængelige data, hvilket er 4 kvartal 2019.

En inspicering af data viser, at det kunne tyde på, at vi på nuværende tidspunkt befinder os i en lavkonjunktur, hvilket kan påvirke model estimater negativt. Som følge af COVID-19 er alle landene påvirket på lignende vis, hvilket betyder at jeg vil arbejde med data frem til da lav-konjunktoren begyndte, hvilket begrænser data til 2019 4. kvartal, hvorefter BNP væksten falder drastisk, og arbejdsløsheden begynder at stige.

Okun (1962) benytter ændringen i væksten i real BNP samt ændringen i arbejdsløshed til estimationen. I dette tilfælde benyttes væksten i real BNP, hvorefter første differensen tages, hvorefter variabelen er klar til regression. Ændringen i arbejdsløsheden findes ved, at tage første differensen af arbejdsløshedsvariablen.

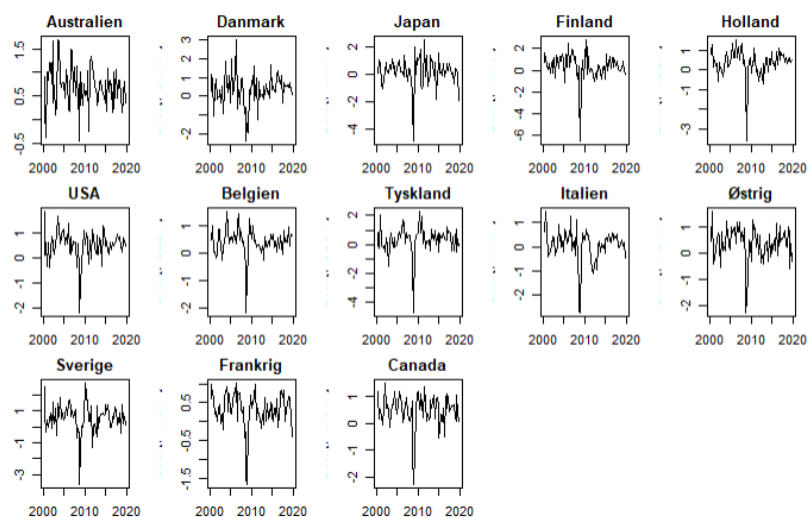
For at give et bud på om Okuns'lov er en valid størrelse i en moderne økonomi, er det først nødvendigt at erkende, at der er forskelle økonomier imellem. Disse forskelle er opstået som reaktion på lokale økonomiske, historiske og politiske udviklinger, der præger økonomier.

- Australien

- Belgien
- Canada
- Danmark
- Finland
- Frankrig
- Holland
- Italien
- Japan
- Sverige
- Tyskland
- U.S.A
- Østrig

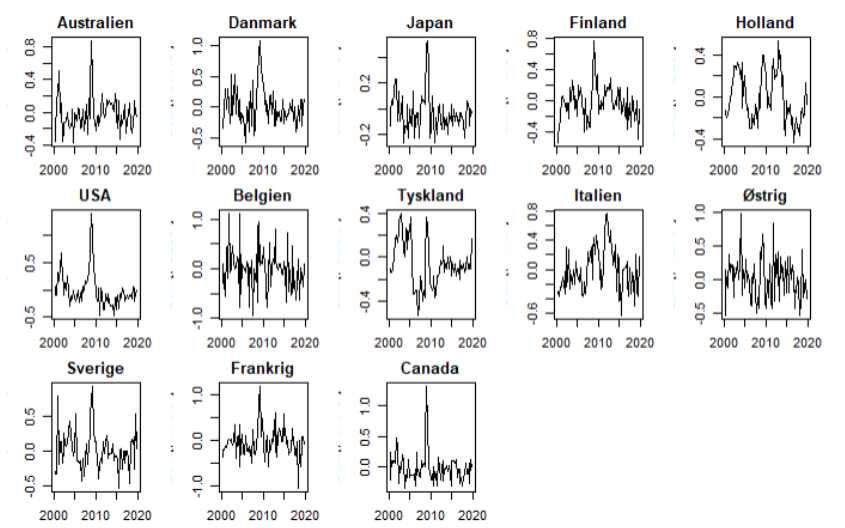
Data plottes i figurene 5 og 6

Figur 5: Realøkonomisk vækst





Figur 6: Arbejdsløshed



## 7 analyse

### Model specifikation

Okun (1962) introducerede 2 forskellige versioner af den model, der blev til Okun's lov. Først Differens-modellen som er baseret på arbejdsløsheden og log BNP og Gap versionen som bygger på outputgabet.

Denne model udtrykker output  $y_t$  som en funktion af arbejdsløsheden  $u_t$  begge variable i første differens form.

$$\Delta y_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta u_t + \epsilon_t, \quad t = 1, \dots, T. \quad (71)$$

Hvor  $\Delta$  er differens operator og  $\epsilon_t$  er en white-noise forstyrrelses term.  $\beta_0$  er et estimat for gennemsnits vækstraten,  $\beta_1$  er Okun-koefficienten. Disse resultater vil blive præsenteret i analysen, men som (Lee, 2000) kommenterer, er der fundet evidens for, at hver variabel er en I(1) process, og at der er risiko for kointegration mellem de to variable, hvilket betyder, at ligning 71 er misspecificeret. Ved hjælp af en Engel-Granger test findes der imidlertid ikke klart bevis for kointegration, men at en eller begge variable er I(1) processer, hvilket betyder, at de allerede benyttede første differencer kan håndtere dette.

Okun's lov 2 til 3 procent-point fald i real brutto nationalprodukt vækst til et 1 procent-point fald i arbejdsløsheden pr. Okun (1962). Okun's undersøgelse inkluderer kun USA. Der er i midlertid store forskelle mellem økonomier. Nogle af disse forskelle vil blive demonstreret i det følgende. Hvor der er tydelige forskelle, vil hvert lands Okun koefficient blive beskrevet med den samme model, hvilket betyder at en panel data baseret model giver mening, hvis

modellen kan beskrive hvert lands Okun koefficient.

Denne analyse vil tage udgangspunkt i differens-versionen af Okuns lov. Da loven tager udgangspunkt i BNP vækst og første differensen af arbejdsløsheden er mit første skridt at estimere modellen. I de fleste tilfælde vil det første skridt være at udføre en ADF-test for at teste om variablene er en I(1) proces, i dette tilfælde vil jeg estimere modellen først og benytte enhedsrods tests til at undersøge om variablene burde have en anden form i et eventuelt alternativ.

Okun's lov estimeres ved:

$$\Delta u_t = \alpha + \beta \Delta y_t + e_t \quad (72)$$

Okun's koefficient estimeres forventes at være 2 - 3 %. I det følgende vil den blive estimeret, Figur 3 indeholder resultaterne af denne estimation.

Table 3: Regression af Okun's lov

Differensmodel				
land	konstant	beta	$R^2$	P(t)
Australien	0.6962677	-0.1633284	0.005491	0.516
Belgien	0.406774	-0.1161914	0.0093	0.398
Canada	0.477949	-1.594118	0.4169	0.000 ***
Danmark	0.33472	-0.9245903	0.1117	0.003 **
Finland	0.2902146	-2.579637	0.2393	0.000 ***
Frankrig	0.3047728	-0.5261431	0.1334	0.001 ***
Holland	0.3594023	-1.233075	0.1938	0.000 ***
Italien	0.0543017	-1.124623	0.2369	0.000 ***
Japan	0.1167133	-1.6916	0.0593	0.031 *
Severige	0.5720615	-1.060276	0.1082	0.003 **
Tyskland	0.2009401	-1.838635	0.1884	0.000 ***
USA	0.4971803	-1.053859	0.332	0.000 ***
Østrig	0.3835814	-0.6828131	0.1076	0.003 **

Tabel 3 viser resultaterne for differens-modellen for hvert af de 13 lande. Der er en række interessante resultater. Først og fremmest er der kun 1 tilfælde - Finland, hvor  $\beta$  er mellem -2 og -3 hvilket i følge Okun's lov er den værdi der forventes. Mere generelt kan det observeres, at alle parameter variablene  $\beta$  er negative, hvilket betyder at et fald i arbejdsløsheden fører til at produktionen falder.

Individuelt er der stor forskel på resultaterne genereret for hvert land. Finland er det eneste tilfælde, hvor beta koefficienten ligger mellem 2 og 3 procent. Yderligere statistiske indikationer viser, at den relation er statistisk signifikant med en P værdi, der ligger meget tæt på nul og forklaringsgraden ( $R^2$ ) på 0,2393, hvilket i en simpel model som denne er

signifikant.

Hvor Okun's lov tilsyneladende holder for Finland, er der ingen andre tilfælde hvor loven passer nær så godt. Lande som Tyskland, Holland, Canada og USA har Okun's værdier mellem 1 og 2 procent, med  $R^2$  værdier mellem 0,4169 for Canada og 0,1938 for Holland der viser, at en del af variationen i vækst kan forklares af variation i arbejdsløshed. I alle disse tilfælde er P-værdien meget nær 0, så der er en statistisk sammenhæng mellem de to variable inden for 0,1 % signifikans.

Danmark, Sverige og Østrig har alle lave  $\beta$  værdier meget tæt på -1, relativt lave forklaringsgrader meget tæt på 0,1 og P værdier på 0,003. Dette er fortsat statistisk signifikant, hvilket betyder, at Okun's lov ikke entydigt kan afvises, men koefficientens størrelse er væsentligt forskellig fra de 2 til 3 % Okun fandt.

Japan har en koefficient på - 1,6916, men forklaringsgraden er 0,0593 og P værdien 0,031 hvilket fortsat er inden for 5 % signifikansniveau, men da kun godt 6 % af variationen i BNP kan forklares ved hjælp af arbejdsløsheden, er der væsentligt tvivl omkring modellens evne til at estimere væksten.

Det kan i de fleste tilfælde vises, at arbejdsløsheden er signifikant i forbindelse med estimering af output og derudover kan forklare en stor del af variationen i output. Der er 2 væsentlige outliers Australien og Belgien. I begge tilfælde er forklaringsgraden meget lav, og det tyder på at arbejdsløsheden ikke er specielt signifikant i estimering af output. ( $R^2$ ) værdien er meget lav i begge tilfælde, P-værdierne er så høje, at det ikke kan vises, at koefficienten er væsentligt forskellig fra 0. Dette kan have en række forskellige årsager. I artikler som Lee (2000) findes det, at der er kointegration. Dette testes ved hjælp af en ADF-test af residualerne, hvilket resulterer i tabel 4. For at der er kointegration til stede i en model, skal der findes en kombination af 2 individuelt ikke stationære variable, der har en lineær kombination, som er stationær. Først for at teste dette, testes arbejdsløsheden og BNPvæksten ved hjælp af en ADF-test. Hvis disse er ikke stationære, laves en regression af de to variable, hvorefter en enheds rodtest af residualerne for regressionen kan bruges til at teste, om der er en lineær sammenhæng mellem variablene.

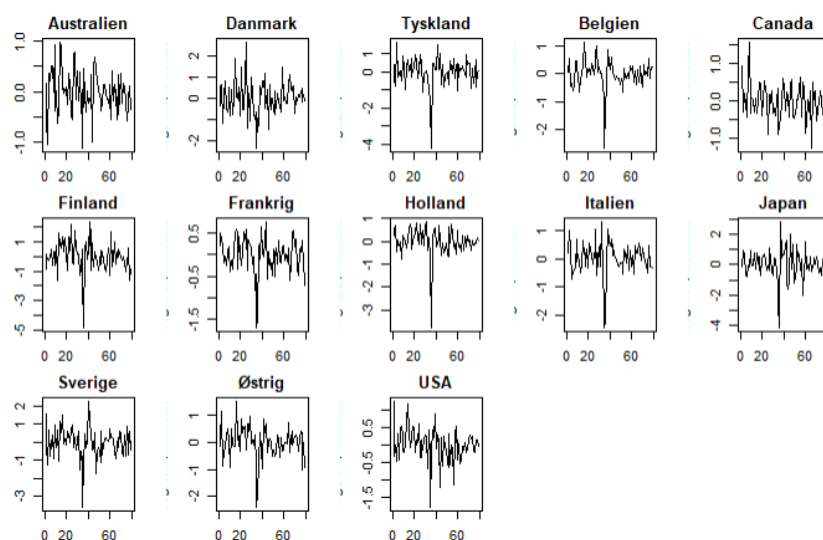
Hvis det kan konkluderes, at arbejdsløsheden og BNP væksten er ikke stationære, og residualerne af en lineær sammenhæng er stationære med de Dickey-Fuller værdier angivet i tabel 2, er der kointegration til stede i modellen. Da der er 79 observationer i modellen, bruges de deterministiske værdier for  $T = 100$  med trend hvilket er -4,04 for 1% signifikans niveau og -3,45 for et 5 % signifikans niveau.

Table 4

ADF-test			
land	Arbejdsløshed	BNPvækst	Residualer
Australien	0.01	0.01	-5.0439
Belgien	0.01	0.01	-3.694
Canada	0.01	0.01	-3.9415
Danmark	0.01	0.01	-4.1214
Finland	0.01	0.01	-3.4763
Frankrig	0.01	0.03	-3.5656
Holland	0.01	0.01	-3.9472
Italien	0.01	0.01	-3.6327
Japan	0.01	0.01	-4.6824
Severige	0.01	0.01	-4.5658
Tyskland	0.01	0.01	-3.5234
USA	0.01	0.01	-4.3703
Østrig	0.01	0.01	-2.9398

Tabel 4 viser først P-værdierne, der findes ved en ADF- test af første differensen af arbejdsløshed og BNP-vækst, hvilke alle tyder på, at de variable der benyttes i regressionen er stationære. Dette betyder, at der som udgangspunkt ikke kan være kointegration til stede i modellen. Dette medfører, at jeg ikke kan etablere, at der er en langsigtet sammenhæng. Dette betyder ikke, at der ikke er en langsigtet sammenhæng, men blot at jeg ikke kan vise, at den eksisterer.

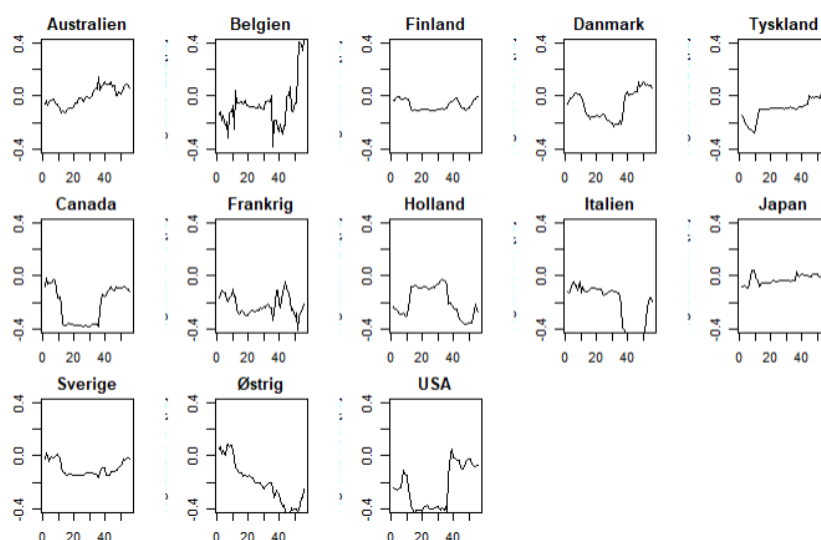
Figur 7: Residualer



Da Belgien og Australien er de to outliers, vil jeg nu fokusere nærmere på dem, og sammenligne med Finland hvor Okun's lov frem til nu ser ud til at holde bedst og Danmark hvor Okun's lov blev benyttet til estimation af ændringer i arbejdsløsheden så sent som i 2020. (Finans ministeriet, 2020)

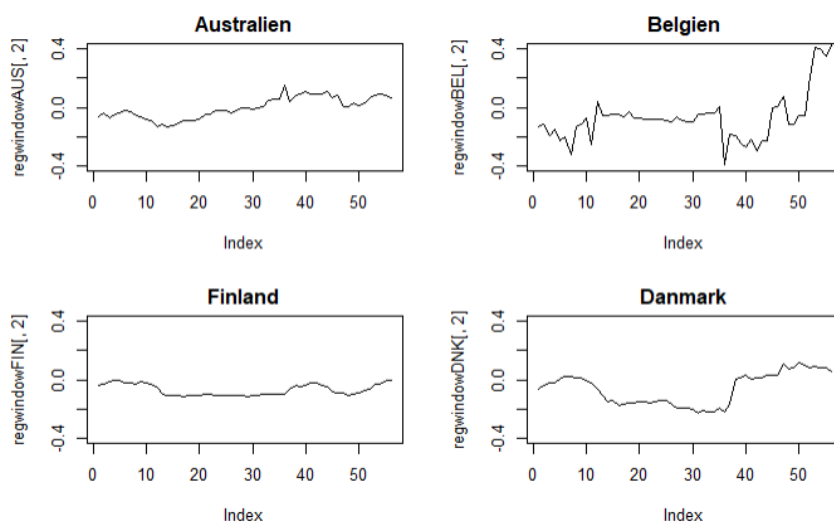
Figur 9 viser et plot af rullende værdier af Okun koefficienten, hvis Okun's lov holder over hele perioden forventes det, at grafen vil variere omkring en hældningskoefficient og der ikke findes en tendens og at variationen ikke er meget stor. Figur 8 viser dette plot for alle landene, det kan ses at der kun er få tilfælde hvor estimationen af Okun koefficienten er relativt stabil over tid. Det er Japan, Finland og til mindre grad Tyskland, der har relativt stabile estimater over tid, i alle tilfælde med undtagelse af de tre kan der findes enten strukturelle skift eller tydelige tendenser.

Figur 8: Rullende vindue estimation



Figur 9 viser dette plot for de fire lande, Variationen i Okun koefficienten for Finland er i forhold til de andre lande meget stabil over perioden og der kan ikke observeres en tendens hvilket stemmer overens med den tidligere analyse. Ser man på Australien kan der observeres en tendens til at Okun koefficienten nærmer sig nul, men derudover ser koefficienten ikke variere kraftigt omkring tendensen.

Figur 9: Rullende vindue estimation Australien, Belgien, Finland og Danmark



Grafen for Belgien ser ud til at have 2 strukturelle skift første gang mellem periode 10 og 13 og anden gang mellem 33 og 35, hvilket stemmer over ens med et skift i henholdsvis 2005 og 2011. Hen mod slutningen af perioden, ser det ud til at Okun koefficienten stiger. Ser man på de sidste perioder for Australien, Belgien og Danmark, ender perioden med en positiv Okun koefficient, hvilket fra både et logisk og teoretisk udgangspunkt bør være umuligt i en længere periode. Da det er i slutningen af perioden, kan dette blot være en et resultat af en midlertidig anomalitet og det vil rette sig op over tid. I Danmarks tilfælde er der ikke nogen åbenlys tendens, men men et muligt strukturelt skift også hen mod 2011.

På grundlag af dette kan det konkluderes at Okun's lov, i alle tilfælde med undtagelse af Finland ikke er de 2 til 3 procent som Okun fandt. Det kan ikke entydigt vises at loven ikke er en valid størrelse, men der er tilfælde som Australien og Belgien hvor loven er brudt. Der er tydelig variation i forholdet mellem BNP vækst og arbejdsløshed, denne variation er til nogen grad konjunkturdrevet hvor der er strukturelle skift i perioden omkring finanskrisen. I nogle tilfælde sker skiftet inden og efter krisen i andre kun efter og i nogle få tilfælde USA og Canada sker skiftet væsentligt inden finanskrisen. Samlet set kan det ikke bekræftes at Okun's lov er en god størrelse for estimation af vækst, men den kan heller ikke kategorisk afvises på baggrund af denne analyse. Der er store forskelle mellem estimerne landene imellem, og der er også store forskelle over tid.

Da det kan observeres at der er en tydelig variation over tid, vil der rent statistisk være en en større sandsynlighed for at flere datapunkter vil resultere i en mere statistisk signifikant analyse. En måde at sikre flere datapunkter, er at estimere Okun's lov på baggrund af panel data analyse.

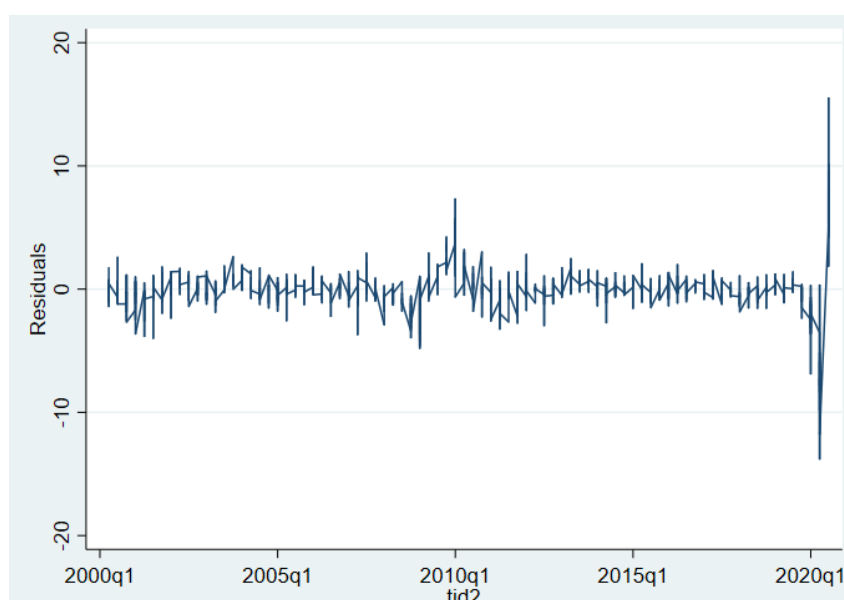
Table 5

Panel differens model	konstant	$\beta$	$R^2$	$\beta P(t)$
	0,3419337	-0,7526142	0,0757	0.000

Tabel 5 viser resultatet af panel data regressionen for differens modellen  $\beta$  værdien er negativ, men stemmer heller ikke over ens med de 2 - 3 % Okun's lov siger. P værdien viser at arbejdsløsheden er signifikant i estimasjon af output, det er dog problematisk, at modellen kun kan forklare 7,5 % af variationen i output.

Overordnet set er det tydeligt at Okun's lov ikke er mellem 2 og 3 procent, kun i forhold til Finland tyder det på at værdien er inden for denne ramme og er signifikant. På den anden side, kan det bekræftes at alle  $\beta$  værdierne er negative og i de fleste tilfælde kan det vises at modellen er signifikant og variation i arbejdsløsheden kan forklarer variation i produktion.

Figur 10: Residualplot for panel data versionen



Figur 10 viser et plot af residualerne for paneldata regressionen, sammenlignes der med figur 7 er der færre tydlige outliers, men der er fortsat relativt store udsving omkring finanskrisen. Derudover er der et meget stort udsving i de sidste kvartaler i perioden, som udgangspunkt er denne form af Okun's lov væsentligt bedre end de nationale regressioner til en generalisering af Okun's lov. På den anden side, er de nationale versioner af loven et bedre valg hvis loven skal bruges i forbindelse med den enkelte økonomi.

## 8 Diskussion

Diskussionen kommer til primært at fokusere på Belgien og Australien, da disse er de to outliers, men inden jeg går mere i dybten med dem, vil jeg starte lidt mere generelt. Okun's lov er et empirisk forhold, der siger, at et 2 til 3 procent point fald i real brutto national produkt vækst svarer til et 1 procent point fald i arbejdsløsheden. For at Okun's lov er en valid størrelse skal loven være relevant i en moderne økonomi med så lille varians fra periode til periode.

Fra et logisk perspektiv må et fald i arbejdsløsheden resultere i et korresponderende fald i produktiviteten og dermed i væksten. Fra et keynesiansk teoretisk standpunkt vil det forventes, at økonomien søger mod et equilibrium, hvor der er et minimum af arbejdsløshed, og at al arbejdskraften bidrager til både efterspørgsel og produktivitet. Derfor vil et fald i arbejdsløsheden også betyde, at væksten vil stige, hvilket kan ses i figur 4.

Dette betyder, at der kan etableres en eller anden negativ sammenhæng mellem arbejdsløsheden og væksten. Ser man på resultaterne i tabel 3 og 5, kan det etableres, at hvis der er en sammenhæng mellem arbejdsløsheden og væksten, er den som forventet negativ. Det kan dog ikke vises at den statistiske sammenhæng er mellem 2 og 3 procent point som Okun (1962) fandt. Kun Finlands Okun koefficient er inden for intervallet, i alle andre tilfælde er niveauet mindre end 2 procent point.

Udviklingen henmod at Okun koefficienten er mindre end de to procent point, kan spores op gennem litteraturen på området. Efter Okun (1962) blev det observeret, at Okun koefficienten steg op til 5,7 procent i USA som dokumenteret af Knoester (1986), hvorefter fald i Okun koefficienten kunne observeres. Lee (2000) tager udgangspunkt i efterkrigstiden og estimerer Okun koefficienten for en række lande til et niveau der er mindre end 2 procent. Der er en række væsentlige geo-politiske udviklinger, der opstår i relation til verdenskrigen. Finanspolitisk føres der igennem en længere periode ekspansiv finanspolitik, hvilket betyder at arbejdsløsheden falder og holdes på et lavt niveau i længere tid. Samtidig vinder den Keynesianske økonomiske skole frem, og det bliver acceptabelt at gribe ind på markedet på en pengepolitisk front. Dette resulterer i en faldende rente, der fortsat holdes lav gennem den europæiske centralbank. Den lave rente betyder, at det er billigere at investere i for eksempel flere jobs, hvilket hjælper med at holde arbejdsløsheden nede og fastholde en relativt konstant vækstrate over tid.

Den faste lave rente og stabile vækst vil, hvis Okun's lov skal holde, betyde at arbejdsløsheden også må stabilisere sig over tid. Ved at sammenligne figur 5 og figur 6 kan det observeres, at arbejdsløsheden varierer mere over tid, end realvæksten gør. Denne observation kan være med til at forklare en stor del af variansen, der kan observeres i figur 7.

På baggrund af regressions-resultaterne i tabel 3, er det vanskeligt at lave en entydig konklusion på, om Okun's lov er en valid størrelse eller ej. Der er dog tilstrækkeligt med problematikker til at sætte spørgsmålstegn ved den. Der er store forskelle landene imellem,



hvilket jeg gik i detaljer med i analysen. Det bedste tilfælde, hvor både værdien af Okun koefficienten passer med Okuns undersøgelse og der ikke er stor variation i størrelsen af koefficienten, som det kan ses i figur 9, er Finland. Dette er det eneste tilfælde, hvor det ikke er nemt at kritisere Okun's lov som en valid empirisk størrelse, og dermed det bedste eksempel på et tilfælde hvor Okun's lov tilsyneladende holder helt op til nu.

På den anden side er der Australien og Belgien, hvor jeg ikke ud fra min analyse kan vise, at der er en signifikant sammenhæng mellem arbejdsløsheden og realvæksten. I Australiens tilfælde er det relativt nemt at finde en hypotese for, hvorfor denne sammenhæng er vanskelig at etablere, idet der blandt de største handelspartnere findes en række lande, der handler væsentligt mindre med alle de andre lande, der er medtaget i analysen. Den største handelspartner er Kina, som også handler med andre vestlige lande. Blandt disse nære handelspartnere findes også Sydkorea, Singapore, New Zealand og Malaysia, som er lande Australien deler grænser med, og som ikke handler meget med for eksempel Europa.

Det er mere besværligt at forklare, hvorfor regressionen for Belgien ser ud som den gør. De nærmeste handelspartnere er lande som Tyskland, Holland og Frankrig, som alle er del af denne analyse. Okun's lov nærmer sig et godt fit omend Okun koefficienterne varierer kraftigt over tid. I figur 8 kan det ses, at fra begyndelsen af perioden fra 2000 og frem til slutningen af finanskrisen omkring 2010-2011, følger variationen i størrelsen af Okun koefficienten, der findes i Frankrig og specielt Holland, hvorefter den stiger. For at forklare variationen eksisterer der vækst i Belgien, der ikke er afhængig af arbejdsløsheden.

For at skabe vækst i en økonomi uden at reducere arbejdsløsheden væsentligt, er der to generelle løsninger, hvor den første er at øge produktiviteten, og den anden er, at arbejdsstyrken vokser nok til at forklare væksten. For at gøre arbejdsstyrken mere produktiv kan befolkningens uddannelsesniveau hæves. Der kan implementeres ny og bedre teknologi gennem kapitalinvesteringer i arbejdsmarkedet. Begge løsninger tager lang tid og kan ikke alene forklare den afvigelse, der observeres i figur 8. Ser man på ændringer i arbejdsstyrken, kan der observeres en voksende arbejdsstyrke - både deltagelsesraten er stigende og import af arbejdskraft er voksende i perioden. Analytics (2021) Ceicdata (2020)

Isoleret set er Okun's lov ikke en valid størrelse i Australiens og Belgiens tilfælde. Hvorvidt dette skyldes nogle af de forklaringer, jeg har foreslået, kan jeg ikke benytte Okun's lov til.

I det følgende vil jeg komme nærmere ind på, om Okun's lov er en valid størrelse i de lande, hvor der er mere usikkerhed om Okun's lov. Jeg vil fokusere først på USA og Canada, hvorefter jeg vil gå mere i dybten med de resterende land med fokus på Danmark.

Regressionerne for USA og Canada minder meget om hindanden. Beta værdierne er -1 og -1,5, men ser man på figur 8 følger de samme tendenser med en meget kraftig variation i perioden omkring finanskrisen. Da USA var den oprindelige basis for Okun (1962), er denne særligt interessant. Hvor Belgien og Australien kunne se ud til at følge en tendens i figur 8 ser det ud til, at USA og Canada blot oplever at have en laverer Okun koefficient i perioden omkring finanskrisen og den normaliseres efterfølgende. Dette betyder, at på trods af at

regressionens fit ikke er godt i alle perioder, kan Okun's lov ikke kategorisk afvises i forhold til de to lande, men det er nødvendigt at være meget forsigtig med brugen af loven, da der er risiko for store udsving.

I de resterende lande er der en række mere eller mindre passende fits, som jeg kom nærmere ind på i analysen, men fælles for dem alle er at Okun's lov varierer så meget over tid, at jeg ikke entydigt kan konkludere, at Okun's lov kan benyttes i en moderne økonomi.

## 9 Konklusion

Okun's lov er en på papiret meget nyttig empirisk sammenhæng, men der er over tid blevet sat spørgsmålstegn ved, hvor brugbar loven egentligt er. Da loven omhandler en lineær sammenhæng mellem to variable, er en lineær regressions model optimal for at estimere hvor brugbar den er i en moderne økonomi. Givet en simpel lineær regression, kan det etableres, at der er en sammenhæng mellem arbejdsløshed og realvækst, men det er ikke klart, hvad den størrelse helt nøjagtigt er. Da det kan etableres, at der er en sammengæng, kan Okun's lov ikke afskaffes, men variationen, der er observeret i dette papir, viser, at den sammenhæng der er, nok ikke kan fanges ved hjælp af en simpel lineær regression. Validiteten af Okun's lov i en moderne økonomi er altså tvivlsom, og det er nødvendigt at være meget forsigtig med brugen af loven, som den ser ud.

Det er ikke bare over tid, der kan observeres variation i størrelsen af Okun's lov, men også mellem lande og kontinenter ses det. Dette er tydeligst for USA og Canada, som er meget nære handelspartnere, og variationen i Okun koefficienten er meget ens for de to lande. Andre eksempler på variation, der minder om hinanden, er Holland, Frankrig samt Italien og Belgien frem til estimatet for 2011.

Der er et tilfælde, hvor jeg ikke har kunnet kritisere brugen af Okun's lov. Dette tilfælde er Finland. Både den lineære estimation for hele perioden og den rullende vindue estimation holder næsten helt konstant over hele perioden.

## Litteraturliste

M. Analytics. Belgium labour force, 2021. URL <https://www.economy.com/belgium/labor-force>.

B. H. S. H. S. W. K. Baltagi. Testing panel data regression models with spacial error correction. *Journal of econometrics*, 117, 2003. URL <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0304407603001209?token=3BEE52BAD684E30E7D8DE891F76D7BD4939B8C8C4B83B394DF7021EFA590660AD34A0E908F03223332151D4386BD0originRegion=eu-west-1&originCreation=20220301024818>.

Ceicdata. Belgium Labour Force Participation rate, 2020. URL <https://www.ceicdata.com/en/indicator/belgium/labour-force-participation-rate>.

A. Economou and I. N. Psarianos. Revisiting Okun's Law in European Union countries. *Journal of Economic Studies*, 43(2):275–287, 2016.

Finans ministeriet. No Title. Technical report, 2020. URL [https://fm.dk/media/18185/oekonomisk-redegoerelse\\_august-2020\\_web.pdf](https://fm.dk/media/18185/oekonomisk-redegoerelse_august-2020_web.pdf).

R. T. Froyen. *Macroeconomics Theories and Policies*. Pearson Education Limited, 2013.

R. J. Gordon. Unemployment and Potential Output in the 1980s. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2, 1984.

E. Herman. The Romanian Economic Journal 47 The Impact of Economic Growth Process on Employment in European Union Countries. *The Romanian Economic Journal*, 2011. URL [https://www.researchgate.net/publication/265226152\\_The\\_Impact\\_of\\_Economic\\_Growth\\_Process\\_on\\_Employment\\_in\\_European\\_Union\\_Countries](https://www.researchgate.net/publication/265226152_The_Impact_of_Economic_Growth_Process_on_Employment_in_European_Union_Countries).

R. T. Kaufman. An international comparison of Okun's laws. *Journal of Comparative Economics*, 12(2):182–203, 6 1988. ISSN 10957227. doi: 10.1016/0147-5967(88)90002-9.

J. M. Keynes. *The Genral Theory of Employment, interest and money*. 1936. URL [https://www.files.ethz.ch/isn/125515/1366\\_KeynesTheoryofEmployment.pdf](https://www.files.ethz.ch/isn/125515/1366_KeynesTheoryofEmployment.pdf).

A. Knoester. Okun's law revisited. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 122(4):657–666, 12 1986. ISSN 00432636. doi: 10.1007/BF02707853. URL <https://link-springer-com.zorac.aub.aau.dk/article/10.1007/BF02707853>.

E. S. Knotek. How Useful is Okun's Law? Technical report, 2007. URL [www.KansasCityFed.org](http://www.KansasCityFed.org).

J. Lee. The robustness of Okun's law: Evidence from OECD countries. *Journal of Macroeconomics*, 22(2):331–356, 2000.

- M. McDowell, R. Thom, I. Pastine, R. Frank, and B. Bernanke. *Principles of economics*. McGraw-Hill Higher Education, 2012.
- I. A. Moosa. A Cross-Country Comparison of Okun's Coefficient. *Journal of Comparative Economics*, 24(3):335–356, 6 1997. ISSN 01475967. doi: 10.1006/jcec.1997.1433.
- C. Oberst and J. Oelgemöller. Economic Growth and Regional Labor Market Development in German Regions: Okun's Law in a Spatial Context. *SSRN Electronic Journal*, 4 2013. ISSN 1556-5068. doi: 10.2139/ssrn.2240260. URL <https://papers.ssrn.com/abstract=2240260>.
- A. M. Okun. The Predictive Value of Surveys of Business Intentions. *The American Economic Review*, 1962.
- M. T. Owayang and T. Sekhposyan. Okun's Law over the Business Cycle: Was the Great Recession All That Different? *Federal Reserve Bank of St. Louis*, 2020. URL [https://files.stlouisfed.org/files/hdocs/publications/review/12/09/399-4180wyang\\_rev.pdf](https://files.stlouisfed.org/files/hdocs/publications/review/12/09/399-4180wyang_rev.pdf).
- M. Paldam. How much does one percent of growth change the unemployment rate?. A study of 17 OECD countries, 1948-1985. *European Economic Review*, 31(1-2):306–313, 2 1987. ISSN 00142921. doi: 10.1016/0014-2921(87)90044-4.
- D. Romer. *Advanced Macroeconomics*. McGraw-Hill Higher Education, 2 edition, 2001.
- D. Romer. *ADVANCED MACROECONOMICS*. McGraw - Hill, 4th editio edition, 2012.
- C. E. Weber. Cyclical output, cyclical unemployment, and Okun's coefficient: A new approach. *Journal of Applied Econometrics*, 10(4):433–445, 10 1995. ISSN 08837252. doi: 10.1002/jae.3950100407. URL <http://doi.wiley.com/10.1002/jae.3950100407>.