

Økonometrien og Nobelprisen i økonomi

Forfatteren ser her nærmere på økonometrien, den teoretiske økonomi, de matematiske modeller og kombinationen med statistiske analyser – som var fagområderne for en række af de første økonomer, der fik tildelt Nobelprisen. Artiklen ser også på feltet over til de empiriske undersøgelser, som grundlag for økonomiske modeller og årsagssammenhænge, der blev mere og mere fremherskende i takt med adgang til stadig øget regnekraft og tilstedeværelsen af flere og flere data.



NIELS KÆRGÅRD
Professor emeritus
Institut for Fødevare- og
Ressourceøkonomi
Københavns Universitet
Email: nik@ifro.ku.dk



HENNING BUNZEL
Lektor emeritus
Institut for økonomi,
Aarhus Universitet
Email: hbunzel@econ.au.dk

Det kan med betydelig ret hævdes, at økonometrien blev født eller i hvert fald døbt med dannelsen af *Econometric Society* i 1930 og udgivelsen af dette selskabs tidsskrift *Econometrica* fra 1933. Tidsskriftets første redaktør var professor ved *Socialøkonomisk Institut*, Oslo Universitet, Ragnar Frisch (1895-1973), og han formulerer det nye fags program i en redaktionel programerklæring i første nummer af tidsskriftet:

Experience has shown that each of these three points of view, that of statistics, economic theory, and mathematics, is a necessary, but not by itself a sufficient, condition for a real understanding of the quantitative relations in modern economic life. It is the unification of all three that is powerful. And it is this unification that constitutes econometrics. (Frisch, 1933, p.2).

Der ligger tydeligt heri en erklæring om, at økonomi bør være en teknisk-matematisk disciplin, som resulterer i modeller, der kan konfronteres med data. I de første årtier af det nye fags historie blev ”økonometri” da også nærmest opfattet som al den økonomi, der var teknisk svær. *Econometrica* blev hurtigt det førende internationale tidsskrift for både det, vi i dag kalder økonometri, og for teoretisk økonomi.

Ragnar Frisch sad som redaktør af *Econometrica* frem til 1954, og Socialøkonomisk Institut blev verdens måske førende økonomiske institut. Det var også Frisch, der startede med at bruge begrebet makroøkonomi og sondringen mellem makro- og mikroøkonomi. Hans egne bidrag inden for dynamiske teoretiske og statistiske analyser var centrale for udviklingen af både økonometri og produktionsteori.

Det var derfor helt naturligt, at da der i 1969 blev indført en Nobelpris i økonomi, så var Ragnar Frisch og Jan Tinbergen de første, der fik prisen netop for at kombinere teori og statistiske analyser.

Professor Erik Lundberg sagde i sin begrundelse for prisen:

To the layman, it may seem somewhat reckless to seek, without support from experiment, for laws of development within these extremely complicated processes of economic change, and to apply for this purpose the techniques of mathematical and statistical analysis. However, the attempts of economists to construct mathematical models relating to strategic economic relations, and then to specify these quantitatively with the help of statistical analysis of time series, have, in fact, proved successful. It is precisely this line of economic research, mathematical economics and econometrics, that has characterised the development of this discipline in recent decades. It is therefore only natural that when the Bank of Sweden's Prize in Economic Science dedicated to the memory of Alfred Nobel is awarded for the first time, it should be to the two pioneers in this field of research: Ragnar Frisch of Norway, and Jan Tinbergen of Holland. (Lundberg, 1969)

Da Frisch i 1969 fik Nobelprisen, var udviklingen nået langt væk fra 1930'ernes famlende forsøg på at etablere en økonometrisk fagdisciplin. Økonometri var et etableret fag med egne lærebøger, egne kurser ved de fleste økonomistudier og egne lærestole ved førende institutter. Det var fagets ideologi, at den økonomiske teori skulle levere modeller, hvis parametre økonometrien estimerede ved hjælp af matematiske-statistiske metoder. Som Trygve Haavelmo (1911-1999 og prismodtager i 1989) formulerede det allerede i 1944:

The method of econometric research aims essentially at a conjunction of economic theory and actual measurements, using the theory and technique of statistical inference as a bridge pier. (Haavelmo, 1944, p. iii).

Man så derfor med foragt på "measurement without theory". Det var teoriens modeller, der skulle estimeres, alt andet var "ad hoc'eri". Og Frisch er da også i sin Nobel-forelæsning meget kritisk overfor de rent empiriske skoler:

The schools, however, had an unfortunate and rather naïve belief in something like a "theory-free" observation. "Let the facts speak for themselves". The impact of these schools on the development of economic thought was therefore not very great, at least not directly. Facts that speak for themselves talk in a very naïve language. (Frisch, 1971).

To Nobelprismodtagere i periferien af den økonometriske tradition, men af central betydning for de makroøkonometriske modellerne bør nævnes. Begge er eksempler på, at data først bliver virkelig værdifuld, når de er organiseret i forhold til en økonomisk teori. Richard Stone (1913-1991) fik i 1984 en nobelpris for sin indsats inden for udvikling af nationalregnskaberne. For nationalregnskaberne er input-output tabeller afgørende, og derfor bør input-output-modellernes fader Wassily Leontief (1905-1999), der fik prisen allerede i 1973, også nævnes her.

Skabelsen af konsistente nationalregnskabsdata, Keynes teoretiske arbejder og det banebrydende arbejde i Cowles Commission i Chicago i 1939-1955 er grundlaget for den store betydning af makroøkonometriske modeller frem til midten af 1970'erne.

De makroøkonometriske modeller

Flagskibet for økonometrien omkring 1969 var helt klart de makroøkonometriske modeller. Det var en- eller flersektor udgaver af den keyneske makromodel, estimeret ved hjælp af nationalregnskabstal ved brug af maximum-likelihood og varianter af mindste kvadraters metode.

Her var det afgørende, at computerne langt fra havde nutidens regnekraft, og at data normalt var nationalregnskabstal for efterkrigstiden, dvs. kun 20-25 år. Det var derfor afgørende, at de relationer, der skulle estimeres, var simple. Det var bl.a. det, den økonomiske teori blev brugt til. Man fik af den f.eks. at vide, at forbruget afhang lineært af disponibel indkomst og måske formuen. Det var en afgørende og nødvendige forenklinger.

Modeller af denne type kaldes ofte modeller af Klein-Tinbergen-typen efter de to hovedpionerer inden for denne forskningstradition. Jan Tinbergen (1903-1994) byggede allerede i

1930'erne bl.a. for Folkeforbundet modeller af den hollandske økonomi og af USA og UK. Lawrence Klein (1920-2013) fortsatte efter krigen modelarbejdet. Tinbergen delte som nævnt den første Nobelpris i økonomi med Frisch i 1969, og Lawrence Klein fik prisen i 1980.

Et statistisk hovedproblem ved estimation af disse modeller er deres simultane karakter. Det er ikke sådan, at indkomsten bare bestemmer forbruget; forbruget er også en del af den samlede efterspørgsel og dermed med til at bestemme indkomsten. At det gav skæve estimater, hvis man så bort fra disse simultaniteter, påviste Trygve Haavelmo allerede i 1943.

Formuleringen af stokastiske simulatene makromodeller, betingelser for og metoder til at estimere parametrene i de simulatene modeller var i centrum for økonometri forskningsprogrammet i Cowles Commission under ledelse af Haavelmo og Koopmans med deltagelse af Klein, (Christ 1992). De første modeller var estimeret ved hjælp af mekaniske regnemaskiner, hvorfor man ikke kunne benytte maximum-likelihood på hele systemet, men udviklede Limited Information Maximum Likelihood. Den første makromodel, som blev estimeret med LIML, var Klein's 16 ligninger model for USA, 1921-1941 (Klein 1950)¹. Simultanitetsbias, den begrænsede regnekraft og de korte tidsserier, gav sidst i 1960'erne og først i 1970'erne anledning til udvikling af et væld af andre listige estimationsmetoder: Two-stage Least Square, Three-stage Least Square osv.

Makroøkonometriens senere udvikling

I midten af 1970'erne skete der en lang række ting, der satte den daværende etablerede økonometri under pres. Milton Friedmans monetarisme (se Sandeman's artikel i dette nummer af Samfundsøkonomen) blev en alvorlig konkurrent til den keynesianske makroteori, og en del yngre forskere og studerende tilsluttede sig marxistiske økonomiske teorier. Der var derfor ikke længere enighed om en etableret økonomisk teori, man kunne bruge som fundament for de empiriske modeller. Det blev mere naturligt i stedet at bruge empirien til at teste, hvilken teori der var den rigtige. Clive W.J. Granger (1934-2009 og nobelprismodtager i 2003, jf. nedenfor) udviklede derfor et testbart kausalitetsbegreb, Granger-Kausalitet, der basalt set gik ud fra, at hvis værdien af en variabel er med til at forklare værdien af en anden variabel i næste periode, så er den første variabel årsag til den anden, Granger (1966). Christopher A. Sims (f. 1943 og prismsmodtager i 2011) testede i 1971 om indkomsten bestemte pengemængden eller pengemængden indkomsten, dvs. en af hovedkonflikterne mellem keynesianere og monetarister.

Når man overhovedet fik den tanke, at de empiriske undersøgelser kunne klare sig uden et økonomisk-teoretisk fundament

NOTE 1 Ni af de forskere, som var tilknyttet Cowles Commission 1939-1955, modtog Nobelprisen i økonomi: Trygve Haavelmo, Tjalling C. Koopmans, Kenneth Arrow, Gerard Debreu, Lawrence Klein, Harry Markowitz, Franco Modigliani og Herbert Simon. Har vi brug for en sådan ny forskergruppe til at bringe økonometri og makro økonomi videre? Se Hylleberg's artikel i dette nummer af Samfundsøkonomen)

og måske endda stille sig til dommer i teoretiske konflikter, så skyldes det utvivlsomt i betydelig grad tilstedeværelsen af flere data og mere regnekraft. Man gik i højere og højere grad over til kvartals- og månedstal i stedet for årstal. Man fik derved længere og bedre dataserier. Samtidig øgedes regnekraften, så de større datamængder kunne håndteres. De empiriske analyser fik derved så stærk en udsagnskraft, at de til syneladende kunne klare sig uden støtte af teoretiske argumenter, og en ny tidsseriemodel blev udviklet, ARIMA-modeller (Autoregressive integrated moving average modeller).

Men den øgede regnekraft var ikke uden omkostninger. Man kunne let afprøve en lang række forskellige specifikationer af f.eks. en forbrugsfunktion, og det resultat, der blev offentliggjort, kunne således komme til verden ved 'data mining' eller 'cherry picking', som nogen af skældsordene blev. De almindelige signifikationsgrænser var selvfølgelig ubrugelige, hvis den viste sammenhæng ikke var et statistisk eksperiment, men det bedste af adskillige hundrede forsøg.

Navnlig David F. Hendry (f. 1944) spillede en central rolle i 1970'ernes nyudvikling af den økonometriske teknik. Hvor man før startede med at etablere en grundmodel og så eksperimenterede med ekstra variable, blev der nu under slagordet "from general to specific" argumenteret for, at alle relevant variabler skulle med fra starten, og man fjernede så trinvis insignifikante variable. Herved undgik man problemet med systematisk søgning for variable (og inkonsistente estimater på grund af udeladte, relevante variable). Man testede netop ikke mange forskellige modeller, men startede med en stor, generel model, der indeholdt alle potentielle variable.

Samtidig blev dataserierne så gode, at man kunne håndtere det lange og det korte sigt samtidigt, det skete med de såkaldte "error correction"- eller fejlkorrktionsmodeller, hvor man i en kortsigtsrelation, dvs. en relation med sammenhæng mellem årligt svingende vækstrater, indførte en variabel, der ikke var i vækstrater, men i de variables niveau. Denne niveauvariabel skulle trække udviklingen hen imod en langsigtligevægt. I en relation, hvor ændringen i forbruget forklares med ændringer i indkomsten, kunne forholdet mellem forbrug og indkomst indgå, ud fra en betragtning om, at selv om der er en stor stigning i indkomsten, så modereres stigningen i forbruget måske, hvis forbrugets niveau i forvejen er meget højt i forhold til niveauet for indkomsten. Også på dette område var David Hendry en pioner, så det forekommer rimeligt at spørge, om han ikke burde have haft en Nobelpris for sin indsats. Men det har han altså ikke fået.

De nye makroøkonomiske tanker om rationelle forventninger, der også kom frem midt i 1990'erne, forstærkede problemerne for den klassisk økonometriske strategi, jf. Lucas (1976)². Som

nævnt ovenfor var udeladelsen af mange variable et centralt bidrag fra den økonomiske teori til estimationen; forbruget afhænger af indkomsten, ikke af eksporten eller investeringerne. Men hvis forbruget afhænger af den rationelt forventede indkomst, så afhænger den af alle modellens variable også eksport og investering, og derfor skal alle variable være med i alle ligninger.

Alt dette gjorde det fristende helt at droppe de teoretiske a priori restriktioner og lave en lineær tidsseriemodel, hvor alle variable var med i alle ligninger, og hvor teoriens eneste bidrag var valget af, hvilke variable modellen skulle omfatte. Hvor Ragnar Frisch jf. ovenfor talte om: 'Facts that speak for themselves talk in a very naive language', så blev slagordene for de moderne økonometrikere i højere grad 'Allowing the Data to Speak Freely', se Hoover, Johansen og Juselius (2008). Også på dette område var Christopher A. Sims en pioner med en *Econometrica*-artikel fra 1980, se Sims (1980), og siden da har hans VAR-modeller (Vector Autoregressive modeller) været et slagkraftigt redskab i økonometrikernes værktøjskasse.

Lange tidsserier, store datamængder, kombination af langt og kort sigt og rigelig med regnekraft har nået sit højdepunkt i de kointegrationsmodeller, der i 2003 gav Robert F. Engle (f. 1942) og Clive W.J. Granger (1934-2009) Nobelprisen. Der blev lagt vægt på, om tidsserier var stationære eller stationære i ændringer. Tidsserier har ofte en trendmæssig udvikling, og den langsigtede sammenhæng er altså mellem trendprægede tidsserier. Men her vil let optræde tilfældig korrelation. Så almindelig korrelationsanalyse bør derfor normalt foregå mellem stationære tidsserier, og det vil ofte kræve, at man går over til at estimere i ændringerne fra kvartal til kvartal, altså kortsigtede sammenhænge. Er der en langsigtet sammenhæng mellem trendede niveauvariable, må det vise sig ved, at residualerne i denne sammenhæng er stationære (altså uden trend). I sin mest simple form var ideen da, at betragte residualerne i langsigtssammenhængen som indikator for afvigelsen fra ligevægt, og så bruge dem som forklarende variabel i kortsigtsrelationen. Man kunne f.eks. estimere sammenhængen mellem forbrug og indkomst først, og så i den egentlige estimation forklare ændringer i forbruget ved hjælp af ændringer i indkomst og så residualerne fra niveaurelationen.

Estimationen af kointegrationsmodellerne er af Søren Johansen (f. 1939) perfektioneret til en samlet estimation af første og andet trin i én samlet estimation i en flerdimensional VAR-model ved hjælp af en maximum likelihood metode. Søren Johansen var i 1990'erne den meste citerede i verden i de økonomiske tidsskrifter og er utvivlsomt den dansker, der har været tættest ved den økonomiske Nobelpris, men da Nobelkomiteen i 2003 fandt tiden moden til at belønne kointegrationsteorien, valgte man altså pionererne Robert Engle og Clive Granger.

NOTE 2 Om Robert Lucas Jr. se Sandemans artikel i dette nummer af Samfundsøkonomen.

Modsat spilteorien, hvor man har givet priser til rene matematikere som John Nash og Lloyd Shapley, jf. Keiding og Leth Hougaard's indlæg i dette nummer, har man i økonometrien aldrig givet til rene statistikere.

Mikroøkonometrien

Med den øgede regnekraft, store stikprøveundersøgelser og registerdata for hele befolkningen udvikledes også en ny gren af økonometrien. Hvor næsten al økonometri i de tidligere faser byggede på nationalregnskabstal eller i hvert fald tidsrækker for et aggregeret marked, så er mikroøkonometrien kommet til at spille en større rolle med estimation af modeller over tiden for alle enkeltindivider eller enkeltvirksomheder, herunder sammenflettede serier for arbejdere og virksomheder.

Dette blev blåstemplet af Nobelkomiteen med en pris til Gary S. Becker (1930-2014) i 1992, James J. Heckman (f. 1944) og Daniel L. McFadden (f. 1937) i 2000 og Angus Deaton (f. 1945) i 2015; Becker for mikroanalyser af individers adfærd, Heckman for metoder til analysing af selektive stikprøver, McFadden for håndtering af diskrete valg og Deaton for analyser af forbrugsvalg, fattigdom og velfærd.³

Både Heckman og McFadden var meget matematisk-statistiske økonometrikere, og de bidrag, de fik Nobelprisen for, var statistisk metodemæssige. Men de brugte selv deres metoder i praksis. I dag er Heckman i brede kredse mest kendt for Heckman-kurven, der viser, at afkastet af investeringer i børns udvikling bliver større og større, jo tidligere i børnenes liv investeringerne foretages; børnenes karriere her i livet bliver i høj grad afgjort i vuggestuen, hvis ikke allerede i den prænatale fase. At lappe på det med ekstraundervisning i skolen eller senere jobtræning er ekstremt dyrt og ineffektivt.

Endnu mere anvendelsesorienteret, men også inden for mikroøkonometrien, er 2010 prisen til Peter A. Diamond (f. 1940), Dale T. Mortensen (1939-2014) og Christopher A. Pissarides (f. 1948) for deres arbejde med arbejdsmarkedet og søgteori. Hvor arbejdsløshed og beskæftigelse tidligere blev analyseret som rene makrobegreber, jf. f.eks. Philipskurven, så er arbejdsmarkedsanalyser i høj grad blevet mikroanalyser, hvor man kan følge det enkelte individs ansættelse og fyringer, og søgeprocessen fra fyring til ansættelse. Her har Danmark med de udbyggede registerdata særlige muligheder for at følge de enkelte individer på arbejdsmarkedet, og Dale T. Mortensen er da også den eneste Nobelprismodtager i økonomi, der har haft en formel tilknytning til det danske forskningsmiljø. Han var fra 2006 til sin død i 2014 knyttet til Aarhus Universitet som deltids gæsteforsker.

Afslutning

Ser man på de økonometrikere, der har fået Nobelprisen i økonomi, tegner de et næsten totalt billede af økonometriens

historie fra 1930'erne til i dag, fra Ragner Frisch til James Heckman. Det er svært at være meget uenig i valgene. Men de har fået prisen med meget forskellig forsinkelse. Haavelmo's banebrydende artikler kom i 1943-44, men han fik først prisen i 1989. Granger og Engles banebrydende artikel om kointegration kom i 1987, og prisen for den kom allerede i 2003. Der er tydeligvis nogle fagområder, Nobelkomiteen har været meget hurtigere til at anerkende end andre.

Udviklingen er løbet hurtigt videre på nogle felter, mens andre problemstillinger er blevet stående. Simultanitet og forholdet mellem økonomisk teori og statistisk estimation er permanente problemstillinger, så Haavelmo's artikler fra 1940'erne var på en eller anden måde stadig aktuelle næsten 50 år efter. David Hendry's artikler om fejlkorrigeringsmodeller og "general to specific"-strategien fra 1970'erne kom til at stå som »kun« forløbere for kointegrationsmodellerne, og man valgte da at give prisen til Granger og Engle for perfektioneringen af disse modeller, selv om det var Hendry, der startede udviklingen og nok var 1970'ernes mest nytænkende økonometrikere.

Der er i denne artikel foretaget en række valg af afgrænsning, der kan diskuteres. F.eks. kunne Lars Peter Hansen (f. 1952), der fik Nobelprisen for "empirical analysis of asset prices" sammen med Eugene F. Fama og Robert J. Stiller i 2013, oplagt rubriceres som økonometrikere; han har bl.a. udviklet estimationsmetoden GMM (Generalized Method of Moment Estimator), der kræver færre forudsætninger vedrørende fordelingerne end traditionelle maximum likelihood-metoder.

Det er også oplagt, at en række ikke-økonometriske teorier som Robert Lucas' rationelle forventninger og Milton Friedmans monetarisme og metodesyn, f.eks. i Friedman (1953), der af videnskabs-historikere er blevet omtalt som det 20. århundredes mest indflydelsesrige videnskabsfilosofiske værk inden økonomien, har haft større indflydelse på den økonometriske forskning end de fleste økonometrikere.

Man kan også spørge, hvem der endnu ikke har fået prisen? Hvilke retninger der står for tur. Når man ser på den praktiske modelbygning, er de anvendte generelle ligevægtsmodeller AGE- og DSGE-modellerne kommet til at spille en helt central rolle. Her kunne den tredje af de store Oslo-økonomer Leif Johansen (1930-1982) med MSG-modellen (Multi Sectoral Growth-model) helt tilbage fra 1960 have været en naturlig kandidat, men han døde for tidligt til, at det kunne blive aktuelt. Man kan jo også sige, at al den grundlæggende teori for disse modeller er udviklet af teoretikere som Arrow og Debreu.

Det er også oplagt, at det mikroøkonometriske område med panel-data og fixed effect-modellerne er et område, der har præget de seneste årtiers økonometri i så høj grad, at det godt kunne fortjene en pris mere. Engle modtog sin Nobelpris især

NOTE 3 Selv om James Tobin fik sin Nobelpris i 1981 for helt andre ting, bør hans Tobit-model fra 1958 nok nævnes her. Den var sammen med Logit-modellen, den klassiske måde at håndtere trunkelede variable og diskrete valg.

for tidsvariende volatility, som er knyttet til fejlede. I mikro-modeller er heterogenitet i fejllende af stor betydning ved siden af sammenhængen i middelværdierne. Idag kan man således estimere fordelingen af virkningen på alle personer af en økonomisk politik (Pedro Carneiro et.al 2001), ikke kun virkningen for det gennemsnitlige individ. Man kan kun generere den observerede lønfordeling fra søgemodellen ved at antage en fordeling af egenskaber for arbejdere og/eller virksomheder. Indtil videre er det svært at udelede teoretiske, ligevægtsmodeller med sådanne fordelinger for individer og virksomheder, men man kan forvente, at disse teorier kan danne grundlag for en mere rig makroteori end de nuværende teorier, som bygger på den repræsentative agent.

LITTERATUR:

- Box, G. E. P. & G. M. Jenkins (1970), *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, Holden-Day, San Francisco.
- Carneiro, Pedro, Karsten T. Hansen, og James J. Heckman, *Removing the Veil of Ignorance in assessing the distributional impacts of social policies*, Swedish Economic Policy Review 8 (2011), side 273-301.
- Christ, Carl F., *The Cowles Commission's Contributions to Econometric at Chicago, 1939-1955*, Journal of Economic Literature, Vol. 32, No. 1, side 30-59.
- Debreu, Gerard (1959), *Theory of value - An Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium*, John Wiley & Sons, Inc.
- Friedman, Milton (1953), The Methodology of Positive Economics, optrykt i *Essays in Positive Economics*, Chicago University Press, Chicago.
- Frisch, Ragnar (1933), Editorial, *Econometrica*, vol. 1, side 1-4.
- Frisch, Ragnar (1971), From Utopian Theory to Practical Applications: The Case of Econometrics, (Nobellecture), Oslo, (Partly printed in *American Economic Review*, Papers and Proceedings).
- Granger, C.W.J. (1966), Investigating causal Relations by Econometric Models and cross-spectral Methods, *Econometrica*, vol. 34, side 150-161.
- Hoover, Kevin D., Soren Johansen & Katarina Juselius (2008), Allowing the Data to Speak Freely: The Macroeconomics of the Cointegrated Vector Autoregression. *American Economic Review*, vol. 98(2), side. 251-55.
- Haavelmo, T. (1943), The Statistical Implication of a System of Simultaneous Equations, *Econometrica*, Vol. 11.1, side 1-12.
- Haavelmo, T. (1944), The Probability Approach in Econometrics, *Econometrica*, vol. 12 Supplement, vii + side 1-118.
- Johansen, Leif (1960), *A Multi-Sectoral Study of Economic Growth*, North Holland, Amsterdam.
- Johansen, Søren (1995), *Likelihood-based inference in cointegrated vector autoregressive models*, Oxford University Press, Oxford.
- Klein, L. (1950), *Economic Fluctuations in the United States 1921-1941*, New York.
- Klein, L. & A.S. Goldberger (1955), An Econometric Model of the United States 1929-52, North-Holland, Amsterdam.
- Koopmans, Tj.C. (1947), Measurement without Theory, *Review of Economics and Statistics*, vol. 29, side 161-174.
- Lucas, Robert E. (1976), Econometric Policy Evaluation: A Critique, in Brunner & Meltzer (ed.): *The Philips Curve and Labor Markets*, Amsterdam.
- Lundberg, Erik (2014), The Prize in Economics 1969 - Presentation Speech. *Nobelprize.org*. Nobel Media AB 2014. Web. 21 Apr 2017. <http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/1969/press.html>
- Sims, Ch.A. (1972), Money, Income and Causality, *American Economic review*, vol. 62, side 540-52.
- Sims, Ch.A. (1980), Macroeconomics and Reality, *Econometrica*, vol. 48, side 1-48.
- Tinbergen, J. (1937), *An Econometric approach to Business Cycle Problems*, Paris.