

Interne notater

STATISTISK SENTRALBYRÅ

80/16

26. juni 1980

MAKROØKONOMISKE MODELLER - ERFARINGER MED BRUKEN AV
DEN INTERAKTIVE PROGRAMPAKKEN TROLL*)

Av

Sigurd Tveitereid

INNHOOLD

	Side
1. Hva er TROLL?	1
2. Samtalen med maskinen, inndeling i arbeidsområder	1
3. Hoveddeler i systemet	1
3.1. Dataredigering	2
3.2. Omforming av data	4
3.3. Modellredigering	4
3.4. Regresjon	6
3.5. Modellberegninger	8
3.6. Brukerens egne programmer, makroer	10
4. Bruk av TROLL i makroøkonomisk modellarbeid. Kort status, juni 1980	11
4.1. Generelt	11
4.2. KRØSUS	11
4.3. MSG-E	12
4.4. MODEX og KPM	12
4.5. KONK	12
5. Avslutning	12

*) Foredrag på NSF's etterutdanningskurs i "Kvantitative metoder",
9. - 11. juni 1980, Oslo.

1. HVA ER TROLL?

TROLL er et programsystem særlig orientert mot makroøkonomisk analysearbeid. Utviklingen av TROLL (Time-shared Reactive On-Line Laboratory) ble startet i 1966 ved National Bureau of Economic Research, men vedlikehold og videreutvikling foregår nå ved "Center for Computational Research in Economics and Management (CCREMS) ved Massachusetts Institute of Technology (MIT). Ved CCREMS arbeider det for tiden rundt 10 forskere og programmerere på heltid med TROLL. Utviklingsarbeidet er først og fremst rettet mot forskningsoppgaver i statistikk, økonometri og økonomi. Brukerne av TROLL i USA er vesentlig universiteter og forskningsinstitusjoner som driver med makroøkonomisk modellarbeid. TROLL er også tatt i bruk i Norge, Sveits og Canada.

Siden begynnelsen av 1978 har TROLL vært tilgjengelig på Norges Banks IBM-maskin. (TROLL kan bare benyttes i IMB-maskiner.) Opp til i dag har Norges Bank, Byrået, Finansdepartementet, Norges Handelshøyskole og Sosialøkonomisk institutt ved Universitet i Oslo hatt adgang til systemet.

TROLL er et fullstendig interaktivt system. Det vil si at brukeren sitter ved sin terminal og kommuniserer med systemet. TROLL er først og fremst tenkt til regresjon og simulering, men er etter hvert bygd ut med en rekke andre programmer. Utvidelsene er i hovedsak samlet under overskriften "Experimental programs". Det foregår en løpende utvikling av Experimental programs ved TROLL-senteret. Det finnes muligheter til å lage makroer, dvs. at en samler en rekke TROLL kommandoer og kjører dem under ett. I en makro kan det legges in hopp og logiske setninger. Makroene er et slagkraftig hjelpemiddel, men krever mer av brukeren enn systemet for øvrig.

2. SAMTALEN MED MASKINEN, INNDELING I ARBEIDSOMRÅDER

Brukeren sitter ved en bordterminal eller en skjerm og sender beskjeder til systemet via kommandoer og informasjon som tastes inn ved skjermen. Systemet behandler informasjonen og sender besjed tilbake om å gå videre eller gi tilleggsinformasjon. Eventuelt returneres meldinger om feil av brukeren, advarsler eller tips om å prøve noe annet. Deretter sender brukeren ny informasjon, osv. Resultatene kan også tas ut på en linjeskriver.

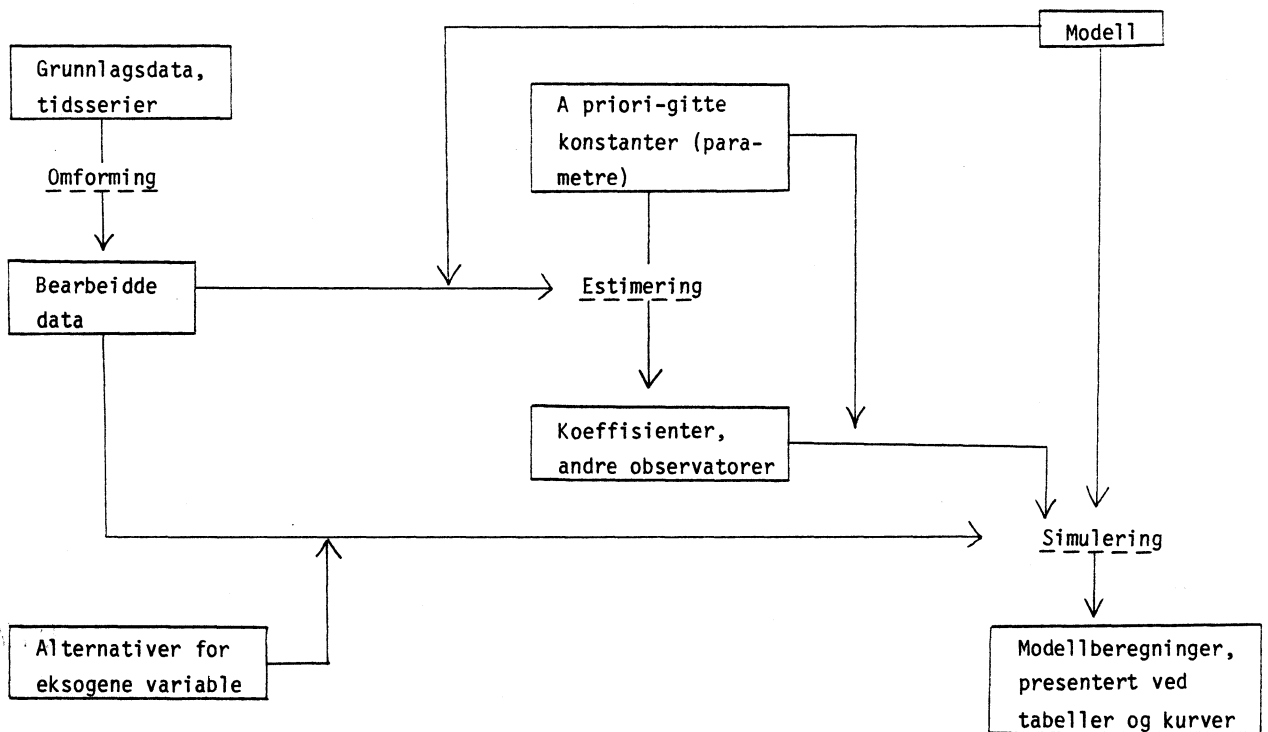
Arbeidsområdet i TROLL er delt opp slik at hver brukergruppe får tildelt sin teig. Hver teig kalles en "TROLL-maskin". I Byrået har vi pr. i dag 11 slike "TROLL-maskiner". Adgangen til en bestemt "TROLL-maskin" krever passord. Det er to typer adgang og passord:

- 1) Adgang til å skrive eller arbeide i en bestemt "TROLL-maskin".
- 2) Adgang til å lese ut informasjon fra denne "TROLL-maskinen". Hvis f.eks. en "TROLL-maskin" avsettes til dataarkiver, bør bare få ha adgang til å skrive, dvs. legge inn tall, rette opp osv., mens mange bør ha adgang til å lese resultater, dvs. bruke dataarkivet. Adgangen til å lese i andres "TROLL-maskiner" mens en arbeider i egen "TROLL-maskin", gir muligheter til å trekke på andres data, modeller og regnerutiner. Alle TROLL-brukere på en maskin er dermed knyttet sammen i et nett.

3. HOVEDDELER I SYSTEMET

Arbeidsgangen med bygging og bruk av makromodell kan skisseres som i figur 1.

Figur 1. Arbeidsgangen ved bygging og bruk av makroøkonomiske modeller



I TROLL er alle disse delene samlet i et system. Jeg skal gjennomgå de viktigste håndgrepene som skal til for å iverksette et opplegg som dette i TROLL. Hensikten er å ta leseren raskt gjennom stoffet. Den som skal bruke TROLL i praksis kan selvsagt ikke komme utenom å studere håndbøkene og gjøre praktiske øvelser.

3.1. Dataredigering

Innlesing av en tallserie, f.eks. produksjonsindeksen, kan foregå på følgende måte:

```

TROLL COMMAND: DEDIT X.IND 12 1976 4; ←
DEDIT COMMAND: ADD TOP, ←
1976 4 : 99 104 ---
  
```

Eks. 1. Datainnlesing

Ord skrevet med typene TROLL er systemets beskjeder til brukeren. Ord skrevet med typene DEDIT X.IND er brukerens beskjeder til systemet. Tegnet ← betyr at vi sender de kommandoene som er skrevet. "DEDIT" står for "Data EDITing". Denne kommandoen bringer brukeren over i dataredigeringsdelen av TROLL; derfor svarer TROLL med "DEDIT COMMAND" i neste linje. X.IND er det navnet vi gir serien, 12 angir månedsdata og 1976 4 angir start-datoen. I tillegg vil TROLL gi beskjed om dette er en ny serie, eller om data er lagt inn tidligere. Når serien er lest inn, kan den lagres, det gjøres med kommandoen

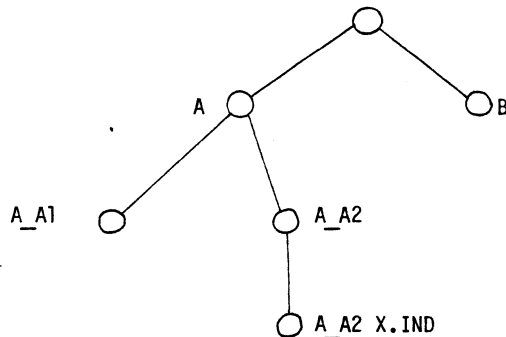
```
DEDIT COMMAND: FILE;
```

Tallseriene kan forsynes med kommentarer. Dataredigeringsdelen inneholder selvsagt også

kommandoer som kan brukes til å forandre tall, legge til tall, stryke tall, skrive ut tall osv. Tall kan leses inn direkte, som vist i eksemplet, eller tallseriene kan leses inn fra kort eller bånd. Det siste er det naturlige ved innlesing av større datamengder.

Generelt blir data, som andre typer av informasjon, arkivert i TROLL etter et opplegg som kan angis ved et omvendt tre.

Figur 2. Omvendt tre: arkivoppbyggingen i TROLL



Hvis vi ikke ber om spesiell arkivering, vil informasjonen bli uarkivert, dvs. plassert på toppen av treet i figur 2. For å holde orden er det imidlertid hensiktsmessig å benytte arkivsystemet. Vi kan f.eks. ønske å ha data for industriproduksjonen i arkivet A_A2, der understrek, _, angir overgang til nytt arkiv eller navn. Dette kan gjøres slik:

```
TROLL COMMAND: SEARCH DATA_A_A2 W;
TROLL COMMAND: DEDIT X.IND 12 1976 4;
```

Eks. 2. Søking i arkiver

SEARCH kommandoen fører brukeren til det rette arkivet, W-en gir beskjed om at data skal skrives i dette arkivet - uten W ville kommandoen gått ut på at data skulle hentes - ikke skrives.* På denne måten kan hver bruker eller hvert prosjekt arbeide hver for seg og bruke enkle symboler uten at det fører til forveksling. Ved oppbygging av større dataarkiver er arkivsystemet anvendelig for å sortere seriene i ulike klasser.

Innleste data kan hentes ut og brukes til forskjellige formål. De mest direkte anvendelsene er utskrivning av tabeller og tegning av kurver. Det kan brukeren få til ved følgende kommandoer:

```
TROLL COMMAND: PRTDATA X.IND;
TROLL COMMAND: PLTIME X.IND;
```

Eks. 3. Datautskrift

Disse enkleste formene kan utbygges til å skrive ut flere serier, f.eks. hele arkiver, bare skrive ut kommentarer eller å få tallene ut på linjeskriver:

```
TROLL COMMAND: OPRTDATA ALPHA COMMENT A_A2_>;
```

* For enkelhets skyld sløyfes sendetegnet ←.

Her ber en om å få skrevet ut kommentarene til alle seriene i arkivet A_A2 på linjeskriver ("0" først gir beskjed om at utskriften skal gå til linjeskriver). Seriene skal være alfabetisk ordnet (Ordet "ALPHA").

3.2. Omforming av data

TROLL har også en rekke kommandoer for å transformere data og en egen del med matriseoperasjoner. Jeg skal nøye meg med et par enkle eksempler på dataomforming. Innleste data oppfattes som vektorer. Følgende formel beregner et to-perioders uveid glidende gjennomsnitt:

```
TROLL COMMAND: DO GX.IND = (X.IND + X.IND (-1))/2;
```

Eks. 4. Dataomforming

Her står (-1) for en periodes lag og / er divisjonstegn. Sesongkorrigering av serien X.IND (med X.11-metoden) kan skrives:

```
TROLL COMMAND: SEASAM X.IND SEAS SX.IND;
```

Her er SX.IND navnet på den sesongkorrigererte serien.

3.3. Modellredigering

Anta at vi skal legge inn den aller enkleste Keynes-modellen med 2 likninger: økosirk og konsumfunksjon. Investeringene er eksogene og utenrikshandel finnes ikke. Vi vil kalle modellen for MINMOD og skriver

```
TROLL COMMAND: USEMOD MINMOD;
NEW MODEL: MINMOD
```

TROLL gir beskjed om at dette er en ny modell i det arkivet vi arbeider.

```
TROLL COMMAND: MOEDIT
MODEDIT COMMAND: ADDSYM ENDOGENOUS
VARIABLES: C Y,
DECLARATION TYPE: COEFFICIENT 'C;
```

Eks. 5. Modellinnlesing

Den første kommandoen, "MODEDIT", bringer oss til modellredigeringsdelen av TROLL. Vi legger her inn variable. Variable og konstanter kan deklarerer en for en eller ved å angi suffikser for klasser av variable eller konstanter. Her angis endogene variable en for en, mens koeffisienter bestemmes ved suffikset C. Alle variable som ikke deklarerer, oppfattes som eksogene. Hele denne kommandoen kunne vært sendt under ett. Vi legger deretter inn likningene:

```

MODEDIT COMMAND: ADDEQ TOP,
EQUATION: Y = C + I + G,
EQUATION: C = A'C*(Y-T) + B'C;

```

Dermed er vi ferdig. Hvis vi ønsker å legge inn kommentarer til variable, til likninger eller til hele modellen, kan vi gjøre det. Vi ønsker å se hva vi har gjort:

```

MODEDIT COMMAND: PRINT ALL;
SYMBOL DECLARATION
ENDOGENOUS: C Y
EXOGENOUS: I G T
COEFFICIENT: A B
EQUATIONS
  1: Y = C + I + G
  2: C = A*(Y-T) + B
SUFFIXES
COEFFICIENT: 'C

```

Viktig ved modellredigering er kommandoer for å legge til, slette eller forandre likninger. Nede for følger et eksempel på å forandre likninger. I stedet for en statisk konsumfunksjon vil vi ha en dynamisk: vi vil ha lagget konsum med på høyre side av likning nr. 2:

```

MODEDIT COMMAND: CHANGEQ $ + B $ + A1'C * C(-1) + B $ 2;

```

Eks. 6. Retting av modell

Vi skriver en bite av den opprinnelige teksten, (+B) - for å vise TROLLet hvor vi vil rette - og deretter skriver vi det nye uttrykket (+A1'C * C(-1) + B) - gammelt og nytt uttrykk skilles med \$-tegn. Tallet 2 angir hvilken likning som skal rettes. Modellen lagres under det navn vi gir den og plasseres i arkivsystemet for modeller. Også dette arkivsystemet er organisert som et omvendt tre.

Det er lett å bytte om endogene og eksogene variable. Det gjøres med kommandoen:

```

MODEDIT COMMAND: CHANGESYM ENDOGENOUS T,
                  EXOGENOUS C;
MODEDIT COMMAND: FILEMOD <navn>;

```

Eks. 7. Ombytting av eksogene og endogene variable

Her byttes skatter T og konsum C om å forberede en mål-middelanalyse av konsumutvikling og skattepolitikk. Denne utgaven av modellen kan - hvis vi ønsker - lagres med et eget navn.

Jeg har nå kort skissert hvorledes tall og modeller legges inn. For å starte arbeidet med estimering av koeffisienter og modellberegninger trenger vi også en måte å håndtere konstanter og parametre på. Dette gjøres ved spesielle kommandoer som ligner på dem som ble omtalt under dataredigeringen. TROLL skiller mellom to typer av enheter som legges på konstantfiler; koeffisienter og parametre. Ved simulering av modeller er det ingen forskjell, men ved estimering er parametre a priori-gitte størrelser, mens koeffisientene bestemmes ved ulike statistiske føyningsteknikker.

3.4. Regresjon

Vi ønsker å estimere konstantene i en modell som er etablert. Modellen kan inneholde mange og kompliserte ikke-lineære likninger eller den kan være så enkel som en logaritmisk trend til en variabel. TROLL-systemet er kanskje noe omstendig for den som bare ønsker en enkel regresjon - det er alltid nødvendig å gå veien om å lese inn en modell. Såvidt jeg vet arbeider TROLL-senteret i USA med forbedringer her.

Nedenfor er det gitt et eksempel på det enkleste tilfelle av regresjon: vi ønsker å estimere likning 2 i en modell med minste kvadraters metode - likningen trenger ikke å være lineær i parametrene. Ingen parametre (a priori-gitte koeffisienter) antas å være nødvendig i dette eksemplet. Det finnes data i dataarkivene med de samme navn som er brukt i likningen.

TROLL COMMAND: REG 1962 TO 1979;

Eks. 8. Regresjon, minste kvadraters metode

Her angis hvilken periode vi vi bruke i estimeringen.

REG COMMAND: DOEQ 2;

Den første kommandoen bragte oss inn i regresjonsdelen av TROLL - derfor spør TROLL oss REG COMMAND - og vi svarer - DOEQ ("estimer likning nr. 2".) Hvis vi i stedet for 2 f.eks. hadde skrevet "TOP TO BOTTOM", ville alle likningene i modellen blitt estimert. Hvis likningen ikke er lineær i parametrene, gjør TROLL beregningene ved iterasjon der brukeren kan angi initialverdier for konstantene. Hvis brukeren ikke gjør det, gir TROLL alltid initialverdien 1. Brukeren bør derfor hjelpe iterasjonen ved å gi fornuftige startverdier. Antall iterasjoner og konvergenskriterier kan gis av brukeren. Hvis ingen ting oppgis, gjør TROLL inntil 10 iterasjoner med et konvergens-kriterium på 1 promilles relativ forbedring.

Resultatet av regresjonsberegninger kan skrives ut etter de spesifikasjoner brukeren ønsker på den menyen TROLL tilbyr.

Nedenfor er det vist en kopi av en normal utskrift, denne kommer automatisk etter "DOEQ" hvis vi ikke har bedt om noe annet.

5: $C = A1 + A2 * W * A3 * P + A4 * P(-1)$

NOB = 21 NOVAR = 4
 RANGE = 1921 TO 1941
 RSQ = 0.980101 CRSQ = 0.97766 F(3/17) = 292.715
 SER = 1.0255 SSR = 17.879 DW(0) = 1.37

COEF	VALUE	ST ER	T-STAT
A1	16.23660	1.30270	12.46390
A2	0.79622	0.03994	19.93340
A3	0.19293	0.09121	2.11528
A4	0.08988	0.09065	0.99157

Brukeren kan også be om å få slippe utskrift eller få utskriften på en linjeskriver.

Med dette resultatet kan brukeren være ferdig med beregningsarbeidet. - For den som skal arbeide videre med de estimerte konstantverdiene, eventuelt andre observatorer, i en modell har TROLL et meget effektivt opplegg for å holde orden: etter at beregningen er foretatt kan en skrive:

```
REG COMMAND: FILECOEF <navn>;
```

Koeffisientene blir da lagret på en konstantfil med det navn vi angir. Uten navngivelse bruker TROLL modellnavnet som navn på konstantfilen.

For å vise av fleksibiliteten i systemet, kan vi tenke oss en bruker som stadig har behov for å regne logaritmiske trender. Han har lagt inn likningen

$$\log(Y) = A'C * TID + B'C$$

i modellen LOGTREND. Nedenfor er det vist hvorledes han går fram for å beregne en logaritmisk trend til den månedlige industriproduksjon:

```
TROLL COMMAND: USEMOD LOGTREND;
TROLL COMMAND: PERIOD 12;
TROLL COMMAND: REG 1976 4 TO 1980 4;
REG COMMAND: BINDATA Y X.IND;
REG COMMAND: DOEQ 1;
                (Utskrift)
REG COMMAND: BINDATA Y SX.IND;
REG COMMAND: DOEQ 1;
                (Utskrift)
```

Forklaring:

Linje 1: Kaller på modellen
 " 2: Månedstall
 " 3: Estimeringsperiode
 " 4: Setter inn den ukorrigerede produksjonsindeksen i stedet for variabelen Y.
 " 5: Regresjonsberegning (Utskrift)
 " 6: Setter inn den sesongkorrigerte indeksen
 " 7: Kjører ny regresjon (Utskrift)

I standardpakken for regresjon finnes det bl.a. også instrumentvariabel metode (to-trinns-estimering), estimering med polynomiske lagfordelinger og estimeringsteknikker som tar hensyn til seriekorrelasjon i restleddene (1. orden og 2. orden). Jeg skal kort vise hvorledes en går fram når en antar at det er 1. ordens korrelasjon i restleddene. (Cochrane-Orcutt estimerings-teknikk):

```
REG COMMAND: GLS AUTO 1;
REG COMMAND: DOEQ 2;
```

Eks. 10. Generalisert minste kvadraters metode

Første kommando bestemmer estimeringsmetoden, andre kommando setter i gang regresjonsberegningene.

Andre estimeringsmetoder er samlet i et eget "Experimental programs". Som nevnt innledningsvis er forbedringer og utvidelser på dette området sentralt i arbeidsprogrammet for TROLL-senteret ved M.I.T. Økonometrikere kan merke seg at følgende estimeringsmetoder er tilgjengelig i noe som kalles GREMLIN (Generalized Research Environment and Modeling Language for Integrated Network.):

Sannsynlighetsmaksimeringsmetoden, 3-trinns minste kvadraters metode, 2-trinns minste kvadraters metode, Zellners "Seemingly unrelated regression".

Ønsker en f.eks. å bruke sannsynlighetsmaksimeringsmetoden for å estimere en modell, går en fram på følgende måte:

```
TROLL COMMAND: FIML 1962 TO 1979;
GREMLIN COMMAND: BINDVAL CONST AA;
GREMLIN COMMAND: OUTLVL <valg av utskrift>
GREMLIN COMMAND: ESTIMATE;
```

Eks. 11. Sannsynlighetsmaksimeringsmetoden

Kommando 1 kaller opp metoden (Full-Information Maximum Likelihood) og estimeringsperioden. Initialverdiene for konstantene i modellen er gitt i konstantfilen AA. (kommando 2). Kommando 3 gir beskjed om hva TROLLet skal rapportere av beregningene; f.eks. bare sluttresultatet av beregningene eller hele eller deler av iterasjonsprosedyren som leder fram til resultatet. Den fjerde kommandoen, "ESTIMATE", setter prosessen i gang. Brukeren har selvsagt en del kommandoer til disposisjon som fastlegger antall iterasjoner, konvergenskriterier osv. Løsningsalgoritmen er Davidon-Fletcher-Powell's algoritme. FIML estimering leder ofte til kompliserte numeriske problemer. TROLL's generelle program vil ikke uten videre kunne klare dem på en tilfredsstillende metode.

3.5. Modellberegninger

Nedenfor er det gitt eksempel på det enkleste tilfellet av modellberegninger:

```
TROLL COMMAND: USEMOD MINMOD;
TROLL COMMAND: SIMULATE;
CREATING DSET MINMOD
SIMULTATION CAN START FROM 1962
TO 1979 AND MUST END BY 1979
ANALYSING MODEL
GENERATING CODE
SIMULATE COMMAND: SIMSTART 1968;
SIMULATE COMMAND: DOTIL 1979;
SIMULATE COMMAND: FILEMOD MINMODOO;
```

Eks. 12. Simulering

Vi skal kjøre modellen "MINMOD", i eksemplet antas det at den ikke er kjørt før eller at alle bakgrunnsresultater fra tidligere kjøring er strøket fra filene. Første kommando gir beskjed om at "MINMOD" skal kjøres. Deretter kommer kommandoen "SIMULATE" som virkelig sparer modellbrukeren for mye arbeid både med tilrettelegging av data og utvikling av løsningsalgo-

ritmer. For det første opprettes det et input datasett. Dvs. for variablene i modellen opprettes det en egen fil - et "input-dset" - med de serier som er med i modellen. Seriene finner TROLL i det dataarkivet brukeren har spesifisert. Her har vi antatt at det brukes samme navn på variable i modellen som i dataarkivet. Dette er det mest endeframme tilfellet, men det er ikke nødvendig å ordne seg slik at dette er oppfylt. Input-dset lagres som en egen filetype med samme navn som modellen, dvs. "MINMOD". TROLLet forteller oss dette ved å skrive "CREATING DSET MINMOD", den forteller oss videre for hvilket tidsrom vi kan simulere. Lengden av simuleringsperioden bestemmes av lengden på den korteste serien med eksogene variable. For hver av de endogene variable trengs det strengt tatt bare en verdi - verdiene for startåret. Det er nødvendig for å få startet løsningsprosessen. Med kommandoen "SIMULATE" lages det også et ferdig compilert program for å løse modellen. Hver ligning i modellen normaliseres med hensyn på en variabel, dvs. hver endogen variabel tilordnes en bestemt ligning som "venstreside-variabel". Modellen blokkdeles slik at variable som bestemmes simultant kommer i samme blokk. Blokkene ordnes i en rekursiv rekkefølge. Hver blokk løses så med Newtons løsningsalgoritme ved at TROLL regner ut det analytiske uttrykket for alle første-deriverte før iterasjonsprosessen settes i gang. Den første blokken i den rekursive ordningen løses først, deretter setter en resultatene inn i neste blokk osv. Dette er for 1. periode, for neste periode gjentas regnestykket. En har også andre løsningsteknikker tilgjengelig. TROLLet gir bekjed om at den lager en løsningsalgoritme ved å skrive: ANALYSING MODEL GENERATING CODE. Ved å skrive en egen kommando kan en spare på løsningsprogrammet. Når dette er utført, er brukeren klar til å kjøre modellen. Verdier på modellens konstanter og parametre finner TROLL - i det enkle eksemplet - på egen hånd ved å plukke ut den konstantfilen som heter "MINMOD". Hvis en slik fil ikke finnes, gis det beskjed. Hvis brukeren i stedet vil bruke en annen konstant-fil, f.eks. med navnet C. FIL.1, skrives:

```
SIMULATE COMMAND: BINDVAL CONST C.FIL.1;
```

Eks. 13. Alternative konstanter

Brukeren spesifiserer fra hvilken periode simuleringen skal starte, 1968, og når den skal slutte, 1979. Deretter lager TROLL en output-fil med beregningsresultater. Dette er resultatet av en modellberegning - outputfilen inneholder seriene fra de beregnede endogene variable og seriene fra de eksogene variable som er brukt. I eksemplet har vi lagret dette som dset-filen MINMOD00.

Resultatet kan kjøres ut på forskjellige måter, f.eks. ved å skrive følgende kommando:

```
TROLL COMMAND: PRDSET PCER VALUE, VARIABLES XX, RANGE 1968 TO 1979, DSETS MINMOD MINMOD00.
```

Eks. 14. Utskrift av simulering

Vi får en tabell av denne typen

Figur 3. Utskrift av simulering.

Simuleringsresultat etter variabel- XX - endogen variabel

	MINMMOD	MINMOD00	MINMOD00_PCER
1968			
.			
.			
.			
1979			

I første kolonne får en verdien på variabelen XX i input-dsetet, i annen kolonne verdien på XX i output-dsetet MINMOD00 og i tredje kolonne prosentvis avvik mellom MINMOD00 og MINMOD. Ved å skrive "PRTDSET"-kommandoen på andre måter, kan tabellene ordnes f.eks. med dset som overskrift og variable plassert i tabellens hode osv. "PRTDSET"-kommandoen kan også brukes til å beregne observatorer for nøyaktighet i modellsimuleringene.

Alternative resultater av endrede eksogene variable kan beregnes på forskjellig måte - en kan be om å få et helt nytt input-dset - eller en kan flikke på det opprinnelige input-dset osv. I stedet for å foreta en fullstendig simulering kan en - ved kommandoen "FORECAST" - simulere utviklingen i en og en endogen variabel. Ved kommandoen "SIMPER <n> vil faktiske endogene variable erstatte modellberegnete etter n perioder. Skillet mellom "SIMULATE" og "SIMPER" er aktuelt ved testing av dynamiske modeller på et historisk materiale der modellen kan gå av "sporet" over lenger simuleringsperioder.

3.6. Brukerens egne programmer, makroer

Ofte kan det være hensiktsmessig å sette sammen TROLL-kommandoer i egne programmer eller makroer. Disse kan styres med spesielle makro-kommandoer. For å skrive og redigere makroer er det laget et eget undersystem som går under navnet "MACEDIT" (en "editor"). Ved hjelp av makroer kan en altså bygge egne sett med rutiner og kommandoer. Disse programmene kan bygges opp slik at brukeren lager sine egne dialoger. Et enkelt eksempel: vi har laget et program som beregner prosentvis endring på forskjellige måter, f.eks. over året, år til år gjennomsnitt og over de n første månedene i to påfølgende år. Formlene for disse datatransformasjonene er enkle funksjoner som er lagt inn i subprogrammer. En kan da legge opp makroen slik at følgende samtale foregår mellom maskin og bruker.

```
TROLL COMMAND: &PROSENT
FRA AAR: 1978
TIL AAR: 1980
SERIER: <navn på serie, lister, arkiver>
MER? (JA/NEI): NEI
```

Eks. 15. Makro

Den første linjen kaller opp programmet. Spørsmålene fra TROLLet i de neste linjene har brukeren selv laget.

På spørsmålet om serier kan en f.eks. svare med navn på en enkeltserie, en gruppe med serier som påkalles ved å bruke navnet på listen av serien som definerer denne gruppen, eller en kan påkalle alle serier som ligger på et bestemt arkiv.

4. BRUK AV TROLL I MAKROØKONOMISK MODELLARBEID. KORT STATUS, JUNI 1980

4.1. Generelt

TROLL blir brukt i følgende modeller

- KRØSUS - kredittmodell, Norges Bank
- MSG-E - energimodell, Byrået
- MODAG - aggregert MODIS, Byrået
- MODEX - eksportmodell, Byrået
- KPM - korttids pris- og lønnsmodell, Byrået
- KONK - konkurransevne-modell, Finansdepartementet.

I Byrået vil forøvrig også KVARTS (Kvartalsmodell med 12 sektorer) bli lagt inn i TROLL. TROLL er selvsagt også brukt til rent estimeringsarbeide. Som et eksempel på en annen type beregninger kan også nevnes at de kapasitetsberegninger for industrien som er gjort i Byrået er basert på makroer og dataarkiver som er lagt inn på TROLL.

Både Norges Bank og Byrået har lagt inn dataarkiver i TROLL som benyttes i konjunkturanalysene. Denne delen av arbeidet i TROLL skal jeg imidlertid ikke gå inn på.

4.2. KRØSUS

KRØSUS har ca. 350 likninger. Mange av likningene er økosirk. Systemet kan blokkdeles slik at den største blokk inneholder ca. 60 simultane likninger. KRØSUS ble implementert i TROLL uten hjelp fra spesialister og uten spesiell bruk av de mer avanserte delene av TROLL. Senere er det utviklet spesielle tabeller for utskrift av beregningsresultater (output-dset). Alle koeffisienter i modellen har blitt lest inn i konstantfiler uten tilhørende statistisk estimering. En har dermed ikke hatt behov for systemets kopling av estimering og simuleringsrutiner.

Ved bruk av KRØSUS benyttes ofte de mulighetene for mål-middel analyse som TROLL gir: kredittpolitiske virkemidler kan enten defineres som eksogene variable med endogent bestemte bankutlån som et viktig resultat, eller bankutlånene kan oppfattes som en eksogent bestemt målsetting med den endogene virkemiddelbruken som resultat av beregningen. Erfaringene med bruk av TROLL til beregninger av denne typen av beregninger er gode.*

* TROLL har egen pakke for optimalisering av virkemiddelbruken gitt en kvadratisk velferdsfunksjon som brukeren angir. Optimaliseringen gjelder tilfeller med en kjent utvikling i eksogene variable. Tilfellet med optimalisering under usikkerhet dekkes ikke av TROLL. ("stokastisk kontroll"). Såvidt jeg vet har ingen av TROLL-brukerne i Norge hittil gjort noen erfaringer med denne spesialdelen.

4.3. MSG-E, MODAG

Ved innlesing av MSG-E i TROLL støtte en på skranker for størrelsen. En fant at summen av konstanter, eksogene og endogene variable ikke kunne overstige 4 000. Kapasitetsproblemet ble løst ved å lese inn alle konstanter som tall og ikke som generelle konstanter. I kryssløpsbaserte modeller som MSG-E gir dette opplagte besparelser. MSG-E har i dag 684 likninger. Likningene ble lest inn ved å programmere den generelle strukturen i likningene og så skrive ut den enkelte likning ved å la fotskrifter løpe over de gitte lister for sektorer og varer. Dette er en hensiktsmessig måte å gå fram på for å skrive likninger som har samme form fra sektor til sektor.

MSG-E kan løses ved å oppfatte total kapitalbeholdning som eksogen og avkastningsraten som endo- gent bestemt. Da må hele modellen løses simultant (tradisjonell løsning av MSG). Alternativt kan avkastningsraten og produksjonen i sektorer med fallende utbytte m.h.p. skalaen oppfattes som eksogene. Da faller modellen i to deler der prismodellen kan løses uavhengig av kvantumsmodellen. I den todelte versjonen kostet det ca. 30 kroner å beregne ett år. I den simultane versjonen er kostnaden 300 kroner. Det tok ca. 15 minutter å beregne et forløp fra 1980 til år 2000 med den todelte modellen.

Fra MSG-E er det laget et spesielt program (makro) for å styre input av eksogene variable og å holde orden på den tilhørende output. Opplegget er basert på et program som hjelper brukeren fram skritt for skritt ved utfyllingen av "skjema for eksogene anslag". For å holde orden på alternative beregninger fra et stort modellsystem er et slikt opplegg et nyttig hjelpemiddel. Det er også laget et spesielt tabellprogram for modellresultatene.

Systemmessig blir arbeidet med MODAG lagt opp på samme måte som arbeidet med MSG-E.

4.4. MODEX og KPM

For begge disse modellene har en hatt stor nytte av den nære sammenkoplingen mellom estimeringsrutiner og simuleringsrutiner.

4.5. KONK

KONK-modellen i Finansdepartementet er nært knyttet til arbeidet med MODIS IV. (MODIS IV er med sin størrelse uegnet for å bli programmert i TROLL.) Det er lagt vekt på å utvikle brukerrutiner for styring av input og på samspill med MODIS IV. ("virkningstall")

5. AVSLUTNING

Erfaringene med TROLL er gode og systemet brukes nå i et større omfang enn det en vel trodde vil bli tilfellet. En må kunne si at tankegangen og opplegget er skreddersydd for bygging av makroøkonomiske modeller. Med TROLL har avstanden fra lærebøkene til praktisk modellarbeid blir kraftig redusert. Systemet er ikke like godt tilpasset løpende modellbruk, men må sies å være fullt brukbart. Systemet er godt dokumentert og økonomene har klart å bruke TROLL til å løse viktige oppgaver uten hjelp fra spesialister. Erfaringene viser imidlertid klart at innsats av system- og programmeringsspesialister gir gevinster.