



# LUND UNIVERSITY

## Reserapport från USA - 1 oktober 1975 - 15 april, 1976

Gustavsson, Ivar

1976

*Document Version:*  
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Gustavsson, I. (1976). *Reserapport från USA - 1 oktober 1975 - 15 april, 1976*. (Travel Reports TFRT-8020). Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology (LTH).

*Total number of authors:*

1

### General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00

TRRT - 8020

RESERAPPORT FRÅN USA  
I OKTOBER 1975 - 15 APRIL 1976

I. GUSTAVSSON

Rapport 7629 (C) Juni 1976  
Inst. för Reglerteknik  
Lunds Tekniska Högskola

TILLHÖR REFERENSBIBLIOTEKET

UTLANAS EJ

RESERAPPORT FRÅN USA

1 oktober 1975 - 15 april 1976

I. Gustavsson

Rapport 7629(C) Juni 1976  
Inst. för Reglerteknik  
Lunds Tekniska Högskola

RESERAPPORT FRÅN USA 1 oktober 1975 - 15 april 1976

I. Gustavsson

#### SAMMANFATTNING

Denna rapport sammanfattar verksamhet och intryck under en studieresa till USA under tiden oktober 1975 till april 1976. Av denna tid tillbringades tre månader vid MIT, Cambridge, Massachusetts, samt en månad vid vardera Harvard University, Cambridge, Massachusetts, Stanford University, Stanford, California och University of Southern California, Los Angeles, California.

## 1. INLEDNING

Denna rapport sammanfattar en studieresa till USA, som jag företog under tiden 1 oktober 1975 - 15 april 1976.

Resan finansierades genom bidrag från Ernhold Lundströms Stiftelse, Gålöstiftelsen, H. Ax-son Johnsons Stiftelse, Skandinaviska Enskilda Banken, Stiftelsen Blanceflor Boncompagni Ludovisi, Sverige-Amerika Stiftelsen, MIT, Harvard University, Stanford University och USC. Jag vill härmed uttrycka min stora tacksamhet för dessa bidrag.

Ungefär halva tiden, oktober-december 1975, tillbringades vid Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge, Massachusetts. Av den återstående tiden var jag ungefär en månad vid vardera Harvard University, Cambridge, Massachusetts, Stanford University, Stanford, California och University of Southern California (USC), Los Angeles, California.

I avsnitt 2 ges en kort sammanfattning av den forskning jag bedrev.

Utöver de nämnda universiteten besökte jag

McMaster University, Hamilton, Canada	3 dec. 1975
Toronto University, Toronto, Canada	4-5 dec. 1975
Brown University, Providence, R.I.	15 dec. 1975
UCLA, Los Angeles, California	26 mars 1976

Mina intryck från mina besök finns sammanfattade i avsnitt 3.

Under resan har jag gett en rad seminarier. Dessa är uppräknade i avsnitt 4. Slutligen görs ett försök att sammanfatta mina intryck i avsnitt 5.

## 2. EGEN VERKSAMHET

Min egen verksamhet har varit koncentrerad kring följande problem

- 1) Identifiering av återkopplade system
- 2) Undersökning av snabba algoritmer för rekursiv identifiering
- 3) Studier av strukturproblem vid tidsserieanalys
- 4) Stokastiska approximationsalgoritmer för identifiering

En uppföljning av tidigare verksamhet inom området identifiering av återkopplade system har skett. Bl.a. har ett noggrant litteraturstudium utförts, I. Gustavsson, L.Ljung och T.Söderström: Identification of Processes in Closed Loop- Identifiability and Accuracy Aspects, Rapport 7602C, Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology. Denna rapport är egentligen ett översiktspapper för IFAC-symposiet i identifiering, Tbilisi, september 1976. En utvidgad version har sänts till Automatica för publicering. Ytterligare ett papper som behandlar identifierbarhet av återkopplade system har insänts till IEEE Transactions on Automatic Control. Båda dessa papper har skrivits tillsammans med L. Ljung och T. Söderström.

Under mitt besök i Stanford gjorde jag ett programpaket för rekursiv identifiering. Systemet innefattade enkel simulering av data, identifiering med ett antal olika metoder bl.a. minsta kvadratmetoden, generaliserade minsta kvadratmetoden och den utvidgade minsta kvadratmetoden. Samtliga dessa algoritmer implementerades med konventionell beräkningsteknik. Den rekursiva minsta kvadratmetoden implementerades också som en s.k. snabb algoritm. Målet var att göra jämförelser mellan konventionella algoritmer och snabba algoritmer vad beträffar räknetid och noggrannhet. Endast preliminära undersökningar kunde utföras på den begränsade tiden som stod till förfogande. De snabba algoritmerna hade väsentligt kortare räknetid för höga ordningstal på systemen.

Ordningstal upp till 20 kördes. Däremot visade sig den variant av snabba algoritmer som användes vara numeriskt känsligare än den konventionella, vilket yttrade sig i att den till och med divergerade för vissa system av hög ordning. Ytterligare studier av olika implementeringar av snabba algoritmer är emellertid nödvändiga för att kunna dra definitiva slutsatser.

Ett problem vid tidsserieanalys av vissa seismiska data som tycks vara aktuellt är att prediktera bruset. Detta problem har behandlats av prof. Mendel vid USC. Det går att lösa om man känner en model för processen. Om denna är okänd står man också inför problemet att identifiera denna från mätdata. Fullständig identifiering utan strukturinformation är emellertid omöjlig. Man kan t.ex. inte särskilja mätbrus och systembrus.

I ett flertal artiklar och böcker som beskriver stokastiska approximationsalgoritmer för identifiering användes tekniken att bara utnyttja vart  $n$ :te mätdata. Motiveringarna för detta skiftar, men oftast försöker man genom denna teknik undvika medelvärdesfel på parameterskattningarna. Det har i dessa sammanhang publicerats felaktiga slutsatser, t.ex. att minsta kvadratmetoden skulle ge medelvärdesriktiga skattningar vid korrelerat brus om bara  $n$  väljs lagom stor. I andra algoritmer tycks det inte vara felaktigt men däremot ett slöseri med tillgänglig information att slänga bort mätdata.

För dessa tre sistnämnda problem finns f.n. enbart preliminära resultatutkast.

### 3. STUDIEBESÖK OCH KONTAKTER

I detta avsnitt beskrivs kortfattat mina intryck från studiebesök vid olika universitet.

#### 1. MIT, Cambridge, Massachusetts

1 oktober - 31 december 1975

Vid MIT finns en mycket stor grupp med reglerteknisk inriktning. Flera stora forskningsprojekt pågår parallellt. Dessa finns bl.a. inom områdena stokastisk reglerteori, adaptiv reglering, stora system, distribuerade system och styrning av informationsflöden i datorsystem. Tillämpningar av dessa teorier är t.ex. adaptiv styrning av flygplan, styrning av trafikflöden på motorvägar, styrning av USA:s ekonomi samt olika biologiska tillämpningar.

Man håller på att studera en adaptiv autopilot för ett experimentflygplan, F-8C. Olika styrlagar skall testas på detta flygplan. Speciellt testar man på MIT metoden att använda parallella Kalmanfilter, ett för varje flygfall. On-line bestämmer man sedan residualerna för varje filter och med hjälp av dessa en sannolikhet att man befinner sig i ett visst flygfall. Motsvarande styrlagar viktas sedan ihop med dessa skattade sannolikheter till den slutliga styrlagen.

Ett annat projekt sysslar med modellering och styrning av trafikflöden på motorvägar. Styrningen sker med trafikljus och eventuell omdirigering av viss trafik på alternativa vägar. Man vill försöka minska risken för trafikstockningar. I detta problem kommer bl.a. problematiken med decentraliserad styrning in.

Ett samarbete sker med olika ekonomiinstitutioner för att utröna i vad mån stokastisk och adaptiv reglerteori är användbar för att styra t.ex. USA:s ekonomi. Man har bl.a. gjort simuleringar med olika linjärkvadratiske styrlagar.

Olika projekt med biologisk inriktning pågår. Ett sådant studerar vad som händer med s.k. bioelektroder, ett annat hastighetsfördelningen av signaler i nervknippen.



Jag träffade och hade diskussioner med bl.a. M.Athans, T. Johnson, A. Segall, A. Willsky, S. Gershwin, P. Houpt och M. Bello. Jag gav själv en seminariereserie, se avsnitt 4, och besökte ett flertal gästseminarier, varvid jag bl.a. hade diskussioner med V. Jain, University of South Florida, Tampa, Florida.

## 2. McMaster University, Hamilton, Canada

3 december 1975

Jag besökte Department of Chemical Engineering, där gruppen kring Prof. MacGregor har en reglerteknisk inriktning. Man tillämpar modern reglerteori på olika kemiska processer, bl.a. för styrning av en katalytisk reaktor (dehydrering av butan). Denna process anses utgöra ett exempel på ett svårt reglerproblem inom kemisk industri. Man har t.ex. jämfört linjärkvadratiska regulatorer baserade på olika typer av modeller med konventionella och adaptiva (självinställande) regulatorer.

Jag hade diskussioner med J. MacGregor och N.K. Sinha samt höll ett seminarium.

## 3. Toronto University, Toronto, Canada

4-5 december 1975

Den reglertekniska forskning vid Department of Electrical Engineering är bl.a. inriktad på flervariabla system, biologiska tillämpningar och identifiering. E.J. Davison höll t.ex. på med en "tuning regulator" för flervariabla system. P.E. Caines studerade egenskaper hos prediktionsfelsesmetoder, identifiering av återkopplade system och tester av olika identifieringsalgoritmer.

Jag gav två seminarier och hade diskussioner med främst P.E. Caines och E.J. Davison.

## 4. Brown University, Providence, R.I.

15 december 1975

Jag besökte Division of Engineering och Applied Mathematics Division. A. Pearson håller på med en identifieringsmetod

som skall göra det möjligt att eliminera inverkan av initialvärden. En utvidgning av denna skall leda till adaptiva regulatorer.

Jag gav ett seminarium och hade diskussioner med bl.a. A. Pearson och H.Kushner.

5. Harvard University, Cambridge, Mass.

1 januari - 31 januari 1976

Vid Decision and Control-gruppen vid Harvard forskas det inom områdena bilinjära system, differentialgeometri, optimering av algoritmer för t.ex. matrismanipulationer (R.Brockett), "differential games" (Y.C.Ho) och identifiering (R.K.Mehra).

Jag gav ett seminarium och hade diskussioner med bl.a. R.Brockett, M.Clark (Besökare under ett år från Imperial College, London) och R.K.Mehra.

6. Stanford University, Stanford, California

15 februari - 14 mars 1976

Vid Information Systems Laboratory bedrivs bl.a. forskning inom estimationsteori (T.Kailath). Man håller på med olika teoretiska aspekter av s.k. snabba algoritmer. Ett tillämpningsområde är modellering av tal.

En annan intressant idé är adaptiv bruseliminering (B.Widrow). Idén baserar sig på att man gör två mätningar, en av den önskade signalen med brus, en av en signal som är korrelerad med bruset men innehåller föga av signalen. Med hjälp av dessa två mätningar försöker man sedan rekonstruera den önskade signalen. Intressanta tillämpningar är t.ex. att kontrollera fosters hjärtverksamhet och att kunna få god hörbarhet vid radiokontakt med piloter i bullriga kabiner.

Jag träffade och diskuterade med T.Kailath, M.Morf och E.Tse. Jag höll ett seminarium.

7. USC, Los Angeles, California

15 mars - 15 april 1976

Vid USC pågår forskning bl.a. inom estimering och identifiering (J.Mendel, K.Glover), f.n. i samband med analys av seismiska signaler vid oljeletning. Vidare inom realisationsteori (L.M.Silverman).

Jag gav två seminarier och diskuterade med bl.a. J.Mendel, K.Glover, L.M. Silverman och G.A.Bekey.

8. UCLA, Los Angeles, California

26 mars 1976

Vid UCLA pågår bl.a. forskning inom medicinska tillämpningar (D.Wiberg) och inom ekonomiska tillämpningar (M.Aoki).

Det medicinska projektet sysslade i första hand med modeller av andning. Olika försök gjordes och man tillämpade bl.a. identifieringsteknik för att ta fram modeller.

Jag gav två seminarier och diskuterade med bl.a. D.Wiberg och M.Aoki.

## 5. ALLMÄNNA INTRYCK

I detta avsnitt försöker jag sammanfatta de intryck som jag fått.

- 1) Till mycket stor del kommer stödet för forskningen från olika anslagsgivande organ (NSF, AFOSR etc) eller industrier. Att märka är att detta stöd till mycket stor del gäller grundforskning. Den stora konkurrensen om dessa pengar får flera konsekvenser. Bl.a. leder den till en överproduktion av artiklar och konferenspapper eftersom sådana är meriterande för nya anslag. Den gör också att reglertekniken måste söka sig in på nya områden där det för tillfället finns gott om pengar, f.n. miljövård och energiproblem.
- 2) Kontakter med industrin i form av gemensamma projekt är sällsynta. De flesta kontakterna sker på personlig konsultbasis. Även i dessa fall tycks ofta slutresultatet i regel enbart bli en teoretiskt inriktad rapport. Implementeringen om sådan sker handhas av industrins eget folk. En bidragande orsak är säkert att industrin ofta har stora grupper för lösande av dessa problem men också ett bristande intresse från universitetens sida. Praktiska projekt genererar färre artiklar.
- 3) Mitt intryck är att doktorsavhandlingar i USA ofta är mera teoretiskt inriktade. Det mest praktiska som ingår är möjligen någon enkel simulering. Jag har också intrycket att doktoranderna åtminstone under avhandlingsarbetet arbetar mera koncentrerat på sitt eget problem och därvid kanske får en något snävare inriktning.
- 4) Biologiska och socio-ekonomiska tillämpningar är ganska vanliga. Man sneglar också på andra områden, t.ex. kommunikationsteori.

#### 4. KURSER OCH SEMINARIER

Under besöket på MIT gav jag en informell kurs : "Identification and Self-Tuning Regulators", omfattande 13 seminarier. Kursen var i första hand avsedd för doktorander.

Dessutom har jag presenterat följande seminarier:

- |              |   |
|--------------|---|
| 3 dec. 1975  | "Recursive Identification Methods", McMaster University, Hamilton, Canada   |
| 5 dec. 1975  | "Recursive Identification Methods" och "Identification of Closed Loop Systems", University of Toronto, Toronto, Canada  |
| 15 dec. 1975 | "Identification of Closed Loop Systems", Brown University, Providence, R.I.   |
| 27 jan. 1976 | "Identification of Closed Loop Systems", Harvard University, Cambridge, Mass.   |
| 8 mars 1976  | "Recursive Identification and an Interactive Identification Program Package", Stanford University, Stanford, California |
| 25 mars 1976 | "Recursive Identification Techniques", USC, Los Angeles, California   |
| 26 mars 1976 | "Recursive Identification Methods" och "Closed Loop Identification", UCLA, Los Angeles, California                      |
| 1 april 1976 | "Practical Identification Problems and an Interactive Program Package for Identification", USC, Los Angeles, California |