



LUND UNIVERSITY

Rapport från en resa till USA 24 juni 1975 - 24 januari 1976

Olsson, Gustaf

1976

Document Version:
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Olsson, G. (1976). *Rapport från en resa till USA 24 juni 1975 - 24 januari 1976*. (Travel Reports TFRT-8021). 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

RAPPORT FRÅN EN RESA TILL USA
24 JUNI 1975 - 24 JANUARI 1976

G. OLSSON

Rapport 7637(C) Juli 1976
Inst. för Reglerteknik
Lunds Tekniska Högskola

TILLHÖR REFERENSBIBLIOTEKET
UTLANAS EJ

RAPPORT FRÅN EN RESA TILL U S A

24 juni 1975 - 24 januari 1976

Gustaf Olsson

INNEHÅLL

1. Inledning och sammanfattning
2. Allmänna intryck om forskningen i reglerteknik i USA
3. Egen forskning vid University of Houston
4. Studiebesök och kontakter
5. Konferenser
6. Kurser och seminarier

1. INLEDNING OCH SAMMANFATTNING

Denna rapport är en kort redogörelse för en arbets- och studieresa i USA som jag företagit under tiden 24 juni 1975 - 24 januari 1976.

Resan finansierades från Sverige av Sverige-Amerika stiftelsen samt Landshövding Per Westlings minnesfond. Från USA stöddes min forskning av University of Houston, Houston, Texas. Till dessa bidragsgivare vill jag framföra ett varmt tack.

Huvuddelen av tiden har jag vistats vid Civil Engineering Department, Cullen College of Engineering, University of Houston, Houston, Texas. I min forskning där har jag samarbetat framför allt med professor John F. Andrews. Erfarenheterna är kortfattat sammanfattade i avsnitt 3.

Jag har också gjort studiebesök vid följande industrier eller institutioner:

Systems Control Inc., Palo Alto, California
Measurex Inc., Cupertino, California
Hyperion Treatment Plant, Los Angeles, California
EPA Pilot Plant, Blue Plains, Washington D C
Clemson University, Clemson, S.C.
John E Egan Water Reclamation Plant, Chicago
University of Wisconsin, Madison, Wisconsin
Philadelphia Water Department, Philadelphia, Pennsylvania
University of Texas at Austin, Texas
University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada

Studiebesöken är beskrivna i närmare detalj i avsnitten 4.1 - 4.10.

Under vistelsen har jag besökt fyra konferenser nämligen

- o IFAC World Congress, Boston, Mass., 25-29 aug. 1975
- o WPCF 48th Annual Conference, Miami Beach, Florida,
5 - 10 okt 1975
- o IEEE Conference on Decision and Control, Houston, Texas
10- 12 Dec 1975
- o Engineering Foundation Conference on Chemical Process Control,

Asilomar, Pacific Grove, California, 18 - 23 januari 1976
Dessa konferenser är kommenterade i avsnitt 5.

Under vistelsen har jag också hållit en del seminarier och kurser, vilka är listade i avsnitt 6.

2. ALLMÄNNA INTRYCK AV FORSKNINGEN INOM REGLERTEKNIK I USA

Denna sammanfattning av mina intryck av den reglertekniska forskningen är naturligtvis starkt personligt färgad och återspeglar endast mina egna erfarenheter. Den gör således alls ej anspråk på att vara någon bred överblick av reglerteknisk forskning i USA. På grund av att jag sysslat med ganska speciella tillämpningar delar jag in avsnittet i en mer allmän del om reglerteknik och en speciell del om reglerteknik inom miljövården.

2.1 Reglerteknik i allmänhet

Det är mitt bestämda intryck att karaktären på den reglertekniska forskningen under de sista åren fått en mer tillämpad inriktning. Detta beror antagligen på flera faktorer. En är att reglerteorin nått en sådan utvecklingsgrad, att allt fler forskare strävar efter att utnyttja de teoretiska resultaten. En annan faktor är att många bidragsgivare (t.ex. NSF, EPA, NASA, Försvaret) kommit att stödja alltmer tillämpade projekt. Denna trend synes likna den svenska situationen i ganska många avseenden. Man kan konstatera att konkurrensen om anslagen vuxit markant under de senaste åren. Kontrasten gentemot det s.k. gyllene 60-talet betonas av många forskare. De anslagsgivande myndigheterna har nu mindre medel till sitt förfogande per forskare och kräver i allmänhet mycket mer genomarbetade och målformulerade projektansökningar än vad många varit vana vid. Samtidigt upplever man på många håll att s.k. teknisk grundforskning fått svårt att finna anslag.

På flera institut jag besökt har man strävat efter att etablera fastare kontakter mellan industri och universitetsinstitutioner. Sådana kontakter ser ut att vara svårare att etablera i USA än Sverige. En anledning är att landet naturligtvis är mycket stort. En annan kanske viktigare är, att många stora industrier är så stora att man håller sig med egna avancerade forskningsavdelningar.

Därigenom har man gjort sig relativt oberoende av universiteten. Det stora flertalet av universitetsinstitutioner visar dock fortfarande en viss brist på intresse för större tillämpningsprojekt.

I teoretiska forskningen tycker man sig märka en dragning mot andra närliggande discipliner, såsom "computer science", kommunikationsteori, operationsanalys, ekonometri. Anmärkningsvärt många forskare jag träffat har också intresserat sig för socio-ekonomiska tillämpningar.

2.2 Miljö- och vattenvård

Forskning inom miljövard har liksom i Sverige vuxit fantastiskt fort i USA under de senaste åren. Gränsdragningarna är naturligtvis diffusa i många fall, och här skall endast kommenteras reglertekniska tillämpningar inom vattenvården.

Ganska många reglertekniker har visat intresse för vattenresursfrågor. Exempel på sådana är planering av vattenförbrukning i floder, modeller för spridning av föroreningar i sjöar och kustområden eller floder. Andra exempel är användningen av dammanläggningar eller planering av vattenledningsnät för stadsområden. Bland dessa typer av problem har man sökt lämpliga tillämpningsområden för optimeringsteori, hierarkiska system eller decentraliserade system. Dock finner man fortfarande mycket få tillämpningar där man gått hela vägen från teori till praktiskt utförande.

Begränsar man området till reglering av vattenkvalité och reglering av reningsverksanläggningar blir antalet forskare väsentligt mindre. Reglerteknik inom vattenvården är fortfarande mycket underutvecklad. De traditionella "sanitary engineers" har ungefär motsvarande civilingenjörsutbildning inom väg- och vattenteknik. Därför domineras frågeställningarna helt av designteknik för processer. Mycket lite uppmärksamhet har ägnats åt driftsproblemen. Delvis kan kanske detta höra ihop med utbildningen av ingenjörerna. Traditionellt undervisas ej väg- och vattenbyggnadsingenjörerna i reglerteknik eller dator-teknik. Därför finnes bland de traditionella ingenjörerna fortfarande en viss misstro mot datorer eller automatisk reglering. Det har visat sig att kemiingenjörer ofta har en lämpligare bakgrund för att förstå drift- och reglering av reningsverk. Dels har de grundkunskaper för att bättre förstå de ganska komplexa kemiska

fenomen som försiggår i en process av detta slaget, dels har de utbildning i processreglering.

Forskning inom området reglerteknik inom vattenvårdstekniken bedrivs ännu så länge på mycket få traditionella "civil engineering departments". Flera kemitekniska institutioner har dock på senare år visat ett växande intresse för dessa tillämpningar.

3. EGEN FORSKNING VID UNIVERSITY OF HOUSTON

Under min vistelse vid University of Houston har jag arbetat främst tillsammans med professor John F Andrews. Innan mitt egna arbete beskrives ges en allmän information om institutionen.

3.1 Cullen College of Engineering, University of Houston

Cullen college of Engineering är den s.k. tekniska fakulteten inom University of Houston. (UH). Universitetet är ganska ungt och grundades 1927. Totalt studerar ca 25000 studenter vid universitetet.

Professor Andrews driver en underavdelning "Environmental Engineering" inom Civil Engineering Department. Huvudinstitutionen är tämligen konventionellt inriktad som en väg- och vattenbyggarinstitution. Professor Andrews själv flyttade till Houston först i December 1974 för att starta uppbyggnaden av sin institution. Hans huvudintressen rör sig kring modellbyggnad av biologiska processer samt dynamiska problem i reningsverk, framför allt av biologisk karaktär. Genom sitt speciella intresse mot det reglertekniska hållet har han varit något av en pionjär i USA när det gäller att introducera dynamiska modeller i reningsverkstekniken.

I fakulteten på Environmental Engineering ingår vidare Jack Matson, Assistant professor och speciellt intresserad av s.k. biobäddar. Under samma tid som jag vistades vid institutionen hade den också besök av Dr Geoff Hansford från Kapstaden, Sydafrika som gästforskare. Dr Hansford har biokemisk bakgrund och har intresserat sig kring driftsproblem i reningsverk också.

Bland andra personer i Cullen college jag hade kontakt med under min tid där kan nämnas James Bailey och Dan Luss båda Chemical

Engineering Department samt Ed Tacker, Electrical Engineering Department.

Eftersom Rice University ligger i närheten förekom regelbundet seminarieutbyte mellan institutionerna för Civil Engineering. Bland kontakterna på Rice kan nämnas Mike Kessick, W.A. (Bill) Characklis, båda Civil Engineering Department.

3.2. Egen forskning

Mitt eget arbete har rört sig inom följande områden:

- (i) - biosorption i aktivslamanläggningar
- (ii) jämförelse mellan olika modellkomplexiteter för aktivslamanläggningar
- (iii) användandet av rumsberoende koncentrationer av löst syre (syreprofil) för reglering av aktivslamanläggningar
- (iv) estimering av biologisk aktivitet
- (v) dynamiska modeller för sedimentering av biologiskt slam
- (vi) identifiering av dynamiken för löst syre i biologiska processer

Biosorption av organiskt material (i) i bakterieflockar har beskrivits matematiskt i tidigare publikationer. Det har gått att visa att de tidigare beskrivningarna ej har varit matematiskt konsistenta och en annan modell har föreslagits. Den är beskriven i ref (1).

En bredare analys av olika modellkomplexiteter för aktivslamanläggningar har också genomförts, se (1). Bl.a. har problemet med beskrivning av rumsfördelningen av koncentrationer analyserats. Den tidigare analysen i (ii) har resulterat i ideer som går ut på att systematiskt använda sig av kunskapen om rumsfördelningen, framför allt av löst syre (iii). Med relativt enkel instrumentering kan man på så sätt få en god uppfattning hur den biologiska reaktionen förlöper i en aktivslamanläggning. De första ideerna är beskrivna i (1), och utkast till en artikel ligger klart.

Område (iv) har berört frågan hur man med fysikaliska mätningar av framför allt syrehalt skall kunna estimerar biologisk aktivitet i en aktivslamanläggning. Ideerna är delvis beskrivna i en översikts-

artikel (2) och utkast till en mer detaljerad artikel tillsammans med Dr Andrews föreligger.

Område (v) gäller fysikaliska modeller för sedimentering av biologiskt slam. Det har gått att visa att traditionell teori (s.k. Kynch teori) ej är relevant i dynamiska fallet. En betydligt mer komplex teori måste då anbringas. En artikel är under utskrift.

Fullskaleexperiment för identifiering av dynamiken i reningsverk har utförts på Käppalaverket i Stockholm under våren 1975 och resultaten av dessa experiment tolkades och skrevs ned under vistelsen, (vi). De har resulterat i två rapporter, ref (3) och (4).

Färdiga rapporter

- (1) G. Olsson: "Activated Sludge Dynamics. Static Analysis"
- (2) G. Olsson: "State of the Art in Sewage Treatment Plant Control"
Invited survey paper, Engineering Foundation Conference on
Chemical Process Control, Asilomar, Pacific Grove, California,
Jan 18-23, 1976
- (3) G. Olsson, O. Hansson: "Maximum Likelihood Identification of
the Dissolved Oxygen Dynamics of the Käppala Wastewater treatment
plant"
- (4) G. Olsson, O. Hansson: "Modeling and Identification of an
Activated Sludge process" Paper, IFAC Symposium on Identifi-
cation and System Parameter Estimation, Tbilisi USSR, Sep,
1976
- (5) J.F. Andrews, G. Olsson: "A computer based operational strategy
for the joint treatment of municipal and industrial wastewaters"
Paper, Third National Conference on Complete Water Reuse,
American Institute of Chemical Engineers, Cincinnati, Ohio,
June 27-30, 1976

4. STUDIEBESÖK OCH KONTAKTER

I detta avsnitt beskrivs kortfattat ett antal studiebesök på olika institutioner och anläggningar.

4.1 Systems Control

27 juni 1975 samt 17 januari 1976

1801 Page Mill Road, Palo Alto, Ca 94304

Kontaktade personer:

Dr. Robert Larson, vice president

Dr. Y. Bar-Shalom

Dr. Harish Rao

Dr. Bjørn Frogner

Dr. N. Gupta

Systems Control har på ett fåtal år vuxit till ett företag av anseelig storlek. På företaget arbetar nu över 200 personer och av dessa är många reglertekniker med hög akademisk utbildning. På senare år har dock den avancerade forskningen tonats ned betydligt och företagets verksamhet bygger helt på uppdrag utifrån av typen konsultkaraktär eller direkta forskningsuppdrag av mer långsiktig karaktär.

Inom Systems Control sysslar man med många tillämpningar av processidentifiering. Den teoretiska forskningen inom identifieringen är inte lika aktiv som tidigare. Däremot har antalet tillämpningar på den civila sidan vuxit avsevärt. Bl.a. Dr. Gupta bedriver programutveckling på maximum likelihood-program. Harish Rao och Bjørn Frogner är huvudansvariga för tillämpningar på kärnreaktorsidan. Bl.a. har man ett intressant samarbete med General Electric och har från detta företag erhållit mätningar från fullskaleförsök på Dresden-reaktorerna. Förutom intressanta tillämpningsresultat har man också stött på vissa teoretiska svårigheter. Bl.a. är insignalerna störda av brus och inte direkt mätbara.

Systems Control har tidigare haft ett större projekt inom reningsverksbranschen. Efter detta projekt har gruppen

splittrats och verksamheten vad beträffar reglering av reningsverk har minskat betydligt. Man har en aktuell beställning till Franklin, Ohio, på en datorreglering som är praktiskt taget en kopia av den tidigare installationen i Palo Alto, Californien.

Vid det första besöket den 27 juni presenterade jag ett föredrag: Identification of Nuclear Reactor Dynamics.

4.2 Measurex Inc.

27 juni 1975

10475 Imperial Av., Cupertino, Ca 95014

Kontaktade personer:

Dr. Chuck Wells

Dr. Dave Stepner

Dr. Nils Leffler

Den dominerande marknaden för Measurex är reglering av pappersmaskiner och andra processer inom cellulosaindustrin, t.ex. sulfitkokare. För ytviktsreglering av pappersmaskiner har man lanserat ett System 2000 som baseras på traverserande ytviktsmätare. För operatörskommunikationen har man färg-TV-display som ger en mycket avancerad typ av information. Systemet baseras på en dator HP, som är försedd med kärnminne 80 K men däremot inget skivminne. Hittills har man endast använt enkla regulatorer för DDC-styrningen men dödtidskompensering har också använts för vissa kretsar. Samma system har också lanserats för gummiindustrin och textilindustrin.

4.3 Hyperion Treatment Plant

2 juli 1975

12000 Vista del Mar, Playa Del Rey, Californien

Kontaktad person:

William F Garber, Chief Engineer

Hyperion Treatment Plant mottar sitt avloppsvatten från själva staden Los Angeles, däremot inte de förstäder som ligger i en krans runt själva staden. Ca 1/3 av vattnet renas biologiskt

medan 2/3 endast har mekanisk rening innan utsläppet i Stilla Havet. Vattnet leds ut i en 9 km lång ledning och det rötade slammet i en 5 km lång ledning ut i havet. Båda ledningarna mynnar på ca 100 meters djup. På grund av de speciella bottenförhållandena i Stilla Havet är denna lösning av utsläppet inte kritiskt för vattenkvaliteten i närheten av stränderna. Bottenförhållandena på Östkusten, t.ex. vid New York, är däremot helt annorlunda. Den flata botten i Atlanten orsakar stora problem på grund av att utsläppt avloppsvatten eller slam återigen spolats tillbaka till stränderna. Man har i Stilla Havet en kontinuerlig kontroll av recipienten och hittills har den ekologiska påverkan av reningsverket varit knappt mätbar. Det totala slamflödet är ca 19 000 kubikmeter per dygn.

Inom de allra närmaste åren kommer reningsverket att få byggas om och till väsentligt. Orsaken är de nya krav på det renade vattnet som staten Californien har utarbetat. Dessa innebär att allt vatten måste renas biologiskt och vidare att allt utsläpp av slam i havet kommer att förbjudas. För att förbereda utbyggnaden håller man på att genomföra en rad pilot-skaleförsök. Dessa består av en aktiv slamänläggning med rent syre i stället för luft, en konventionell aktiv slamänläggning samt dessutom olika slambehandlingssystem.

På Hyperion Treatment Plant producerar man även en produkt som går att sälja. Rötkamrarna ger så pass mycket metangas att överskott kan säljas kontinuerligt till staden Los Angeles.

Ur reglerteknisk synpunkt erbjuder för närvarande inte Hyperion Treatment några större möjligheter. På grund av att bara 1/3 renas biologiskt gör man flödet till aktiva slamänläggningen hela tiden konstant. Därvid tar man bort väsentliga störningar som annars finns i reningsverk. Mätmöjligheterna är små och de hittillsvarande kraven på utsläppsstandard har inte motiverat en mer avancerad reglering.

4.4 EPA Pilot Plant, Blue Plains, Washington D.C.

20 augusti 1975

5000 Overlook Ave, Washington D.C. SW.

Kontaktad person:

Walter Schuk

Anläggningen vid Blue Plains är en av EPA's större forskningsanläggningar i halvstor skala. Jag besökte den vid ett tidigare tillfälle 1973 och därför har anläggningen som sådan beskrivits annorstädes (1). Vid detta besök diskuterade jag ingående vissa speciella problem med Walter Schuk. Han är ansvarig för instrumentering och reglering av anläggningarna. Därmed innehar han en central funktion inte bara vad beträffar instrumenteringen utan också dynamiska experiment, underhållsproblem, datorisering och regleralgoritmer. Schuk är framför allt en praktiker och har lång erfarenhet, vilket gör att man tillmäter hans omdömen en ganska stor vikt.

Sedimentering

Man har på sista tiden i Blue Plains ägnat problem kring sedimentering ganska stor uppmärksamhet. Genom att man i pilotanläggningen har kunnat renodla betingelserna för sedimentering har man kunnat isolera olika störningstermer och kunnat visa praktiskt att slamnivån varierar under dygnet med dygnsvariationerna i inkommande koncentration av avloppsvatten. Denna kunskap om slamnivåns beteende är central om en bättre reglering med hjälp av returslam skall kunna erhållas.

EPA har nyligen igångsatt ett samarbete mellan Blue Plains och Clemson University. I projektet skall man undersöka vilka biologiska egenskaper som påverkar biologiskt slams sedimenteringsegenskaper och förtjockningsegenskaper. Simuleringsstudier och modellförsök göres vid Clemson medan större försök utföres vid Blue Plains.

Aktiv slam-anläggningar med rent syre

På senare år har det blivit allt populärare att bygga aktiv

- (2) J B Stamberg et al:
Activated Sludge. Treatment Systems with Oxygen.
EPA-670/2-13-073, Sep 1973
- (3) J B Stamberg et al:
System Alternatives in Oxygen Activated Sludge.
EPA-670/2-75-008, April 1975

4.5 Clemson University

2 september 1975

Environmental Systems Engineering

Clemson University, Clemson, S.C. 29631

Kontaktade personer:

Dr. John Austin, professor, chairman

Dr. Thomas Keinath, associated professor

Mr. Dennis George

Vid Clemson University har man under ett antal år haft en mycket stark ställning inom forskningen på reningsverk. Sedan John Andrews flyttat till Houston har verksamheten kring biologisk rening tonats ned och huvudintresset kretsar nu kring fysikalisk-kemisk rening samt sedimenteringsproblem. Dessa områden är Thomas Keinath's specialområden. Under dagen diskuterade jag framför allt två specialområden, dynamiska modeller för sedimentering samt biologiska modeller för aktiv slamavläggningslaggningar.

Dennis George doktorerar för Thomas Keinath och har genomfört en rad experiment på kontinuerlig sedimenteringsprocess i laboratoriet. Experimenten har sedan jämförts med simuleringar och det har därvid visat sig att den traditionella s.k. Kynch teori inte alls gäller i förtjockningszonen på en sedimenteringsanläggning. Liknande resultat har också erhållits av Mike Stenstrom, som tidigare doktorerat vid avdelningen.

Jag höll också ett seminarium med titeln "Some Modelling Problems in Biological Waste Treatment".

Referenser

(1) Mike Stenstrom: A Dynamic Model and Computer Compatible Control Strategies for Waste Water Treatment Plants.
Ph.D. Thesis, Clemson University 1975

(2) Dennis George: Dynamics of Continuous thickening.
Forthcoming Ph.D. thesis, Clemson University 1976

4.6 John E Egan Water Reclamation Plant, Chicago

2 oktober 1975

The Metropolitan Sanitary District of Greater Chicago, Illinois
100 East Eire, Chicago III

Kontaktad person:

Dr. Steve Graef, principal sanitary engineer

Reningsverket John Egan plant kommer att tagas i drift under senare delen av 1975, så under mitt besök höll man på att slutföra alla installationer. Reningsverket är en mycket intressant konstruktion på grund av att man byggt in en osedvanligt stor flexibilitet både i konstruktionen och instrumenteringen. Nominella flödet beräknas till 1,3 kubikmeter per sekund och medelflödet under den första tiden beräknas hållas mellan 0,7 och 0,9 kubikmeter per sekund.

Reningsverket är efter svenska förhållanden ganska stort men trots detta betraktas det i Chicago som en pilotanläggning. Man kommer nämligen inom några år att bygga ett verk för Chicago med en kapacitet över 50 kubikmeter per sekund och är därför mycket angelägen att prova så många operativa villkor som möjligt innan man går vidare med det större bygget. Reglersystem och datorinstallationen har beskrivits i ett konferenspapper (1).

Datorsystemet

Datorsystemet har levererats av General Electric. Det är anmärkningsvärt att man satsat på 2 parallella datorer varav den ena är ett back-up-system. Man har lagt så mycket tonvikt

på pålitlighet att man ansett detta motiverat. Dator nr 2 kommer att i denna pilotanläggning också användas för utvecklingsarbeten.

Datorerna användes för övervakning och rapportering. En del analog reglering sköts via börvärdesreglering från datorn. Den direkta reglering som sköts av datorn är mer av typen programstyrning. Så t.ex. skötes back-wash av filtren från datorn.

Allmänt om anläggningens konstruktion

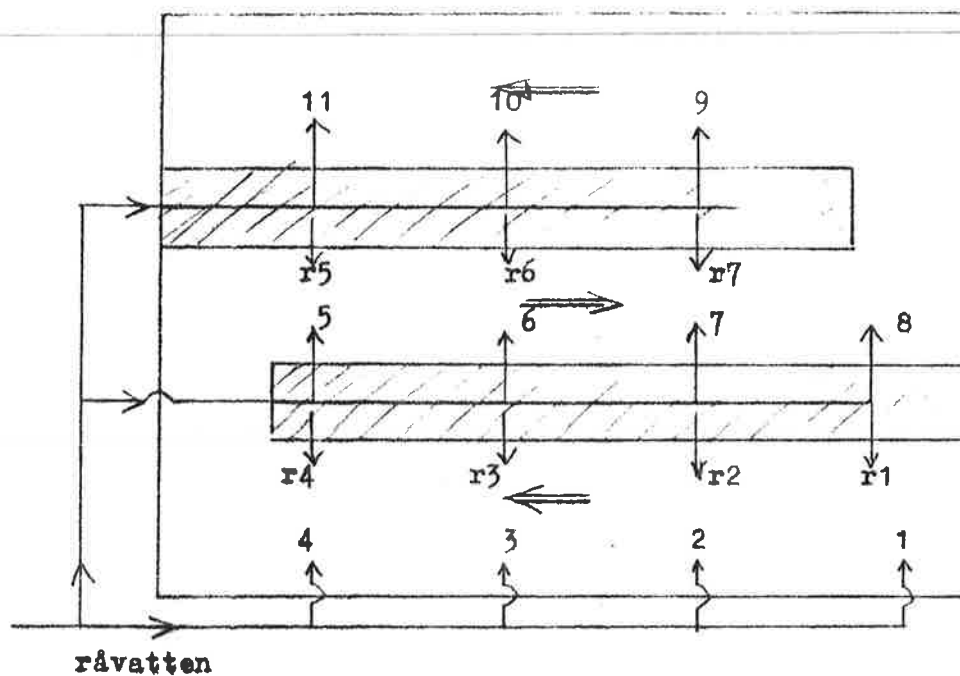
Verket har ingen primär sedimentering beroende på att inkommande vattnet har ganska låg substrathalt endast 100-125 mg/l. Man har istället dimensionerat aktiv-slamdelen något större. Denna del består av två steg. I första steget sker väsentligen reduktion av organiskt material samt efterföljande sedimentering. I andra steget sker nitrifikation med separat sedimentering. Efter aktiv-slamdelen följer flermediafilter för polering av utgående vattnet.

Stegbeskickning av aktiv slamanläggningen

Råvattnet matas in i luftningsbassängerna enligt figur 1. Figuren visar ett av de två stegen i biologiska delen. Även returslammet kan stegbeskickas. Man säger ärligt nog att man inte vet om det är vettigt att stegbeskicka returslam, men man vill för säkerhets skull bygga in en sådan flexibilitet. Råvattnet matas in i 11 öppningar enligt figuren (1-11) och kommer in i alla 3 kanalerna som utgör steg 1 respektive 2. Öppning 1 tjänstgör som regulator av flödet. Denna ventil är alltid öppen. Med hjälp av venturimetrar regleras sedan övriga öppningar som en procentuell del av master-flödet genom öppning 1. Det råder vissa tveksamheter om hur denna konstruktion skall fungera, eftersom öppning 1 ej är den som ligger längst bort hydrauliskt från råvattenintaget.

Mätning av profiler för syre- och slamkoncentration

Mätningen av syrehalter och suspensionshalter är relativt sofistikerade och definitivt de mest avancerade jag sett. I



Figur 1. Skiss över stegbeskickningen i John Egan plant.

varje kanal finns 3 mätare för syrehalter och 3 för suspensionshalt, vilket betyder 9 mätpunkter för vardera variabeln i varje steg i aktivslamdelen. För syremätningen har man 9 elektroder med 3 mätare, vilket betyder att signalerna multiplexas. För slamkoncentrationsmätningen pumpas man upp vattenprov för 9 olika ställen, vilka pumpas vidare till turbiditetsmätningen. Suspensionshalten mätes var 20 minut.

Referens

- (1) S P Graef et al: Start-up of the Computers and Control System for the John E Egan Water Reclamation Plant. Presented at the Water Research Centre Conference on Instruments and Control Systems for the Water Industry, Reading, England, 15-17 september 1975

4.7 University of Wisconsin

1 oktober 1975

Departments of Civil and Environmental Engineering, Chemical Engineering and Statistics, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin 53706.

Kontaktade personer:

Dr. Paul MacBerthoeux, associate professor, Civil and Environmental Engineering

Dr. William Hunter, associate professor, Statistics

Mr. Lars Pallesen, doktorand, Statistics

I Madison bedriver man sedan några år ett intressant samarbete mellan Departments of Statistics och Civil Engineering kring forskning på reningsverksdynamik. Detta är den enda grupp i USA, där man systematiskt arbetar med statistiska metoder, bl.a. identifiering, för att undersöka reningsverksdynamik. Professor Berthoeux betalas med halva sin lön ifrån statistikavdelningen och halva sin lön från Civil Engineering Department. Tyvärr har man mött mycket stora svårigheter i att kommunicera mellan olika grupper och har också fått ett ganska litet finansiellt stöd utifrån. Därför har man t.ex. inte kunnat åstadkomma mycket experimentellt underlag för verksamheten, men

vissa mätningar från reningsverk i Wisconsin har analyserats, dock med mycket stor möda.

Den reglertekniska verksamheten är uppdelad på flera avdelningar. Inom Chemical Engineering har man en professur i processdynamik. Vid mitt besök var denna tjänst vakant men kommer att under 1976 besättas av W. Harmon Ray från Buffalo, New York.

Vid statistikinstitutionen intresserar man sig i stor utsträckning för tidsserieanalys och professor George Box driver ett stort antal tillämpningsprojekt kring detta. Man forskar också på identifiering av slutna system. Lars Pallesen arbetar på detta område under professor Box. Man har också samarbete med t.ex. John MacGregor vid McMaster University, Hamilton, Ontario.

Vid mitt besök höll jag ett seminarium för de tre ovan nämnda avdelningarna med titeln "Control Problems in Waste Water Treatment".

4.8 Philadelphia Water Department

16 oktober 1975

City Hall, Philadelphia, Pennsylvania 19103

Kontaktade personer:

Mr. Carmen Guarino, Commissioner

Mr. Elmer Ballotti, Greeley & Hansen, Engineers

Mr. Harold Gilman, Greeley & Hansen, Engineers

I Philadelphia planeras för den närmaste femårsperioden en utbyggnad av 3 större reningsverk till en total kostnad över 250 miljoner dollar. Staden Philadelphia är speciellt intressant inte minst för sin mycket progressive Commissioner, vilken också är ovanligt tekniskt kunnig på området. Detta gör att man i planeringsfasen av de aktuella reningsverken varit intresserad av att få kontakt med reglertekniker för att redan i konstruktionen av verken ta hänsyn till reglertekniska problem. Så har man t.ex. skapat en mera flexibel rördragning

samt gjort flexibla mätstationer för instrumenteringen. Dessutom planeras ett mycket avancerat datorsystem till de aktuella anläggningarna. Varje reningsverk skall förses med en central dator som under sig har ett flertal minidatorer för de olika enhetsprocesserna. Huvuddatorn från varje reningsverk skall sedan rapportera till en central dator för Water Department. På denna skall göras administrativa rutiner, rapportering, programutveckling o.s.v.

Ett av reningsverken planeras att byggas för rent syre i stället för luft för luftningsbassängerna. Detta är av speciellt intresse för Sverige, eftersom det nya stora reningsverket i Köpenhamn väntas bli en direkt kopia av detta i Philadelphia.

Vid mitt besök vid Water Department höll jag också ett seminarium kallat "Experiences of On-line-computers in Waste Water Treatment Plants".

4.9 University of Texas at Austin

14 november 1975

Environmental Health Engineering
Cockrell Hall, Austin, Texas 78712

Kontaktade personer:

Prof. Joseph Malina Jr, Environmental Health Engineering
Prof. Thomas Edgar, Chemical Engineering
Prof. M.J. Humenick, Environmental Health Engineering
Prof. Joel O. Hougen, Chemical Engineering
Prof. Gaudy, Chemical Engineering (visiting professor)

Avdelningen Environmental Health Engineering, University of Texas, Austin, leds av professorerna Malina, Humenick, Armstrong och Rohleck. Professor Malina arbetar med tillämpad processteknik. Professor Humenick arbetar främst med aktiv slamprocessen med rent syre, medan professor Armstrong främst sysslar med biologisk påverkas av närsalter, gifter m m. Institutionen har i genomsnitt ca 50 undergraduate-studenter och ca 30 graduate-studenter. Vid mitt besök pågick 3 doktorandarbeten med processteknisk inriktning.

Institutionen är genomgående mycket experimentellt inriktad i sin verksamhet. Man sysslar först och främst med designproblem samt laboratorieuppställningar av olika enhetsprocesser. Dynamiska problem har man knappt ägnat någon som helst uppmärksamhet. Sådan verksamhet är istället mer knuten till Chemical Engineering Department, där professor David Himmelblau intresserat sig en del för frågor kring dynamiska modeller av bakteriekulturer. Vid mitt besök var professor Himmelblau inte hemma. Dr. Gaudy som är gästprofessor från Kansas State University samarbetar med professor Himmelblau kring dynamiska modeller av bakteriekulturer. Jag hade också en del diskussioner vid mitt besök med professor Thomas Edgar om reglering av destillationskolonner med flervariabla styrlager. Professorerna Edgar och Himmelblau bl.a. har varit aktivt engagerade i ett läromedelspaket i ämnet Process Dynamics, det s.k. CACHE. Delar av detta är av direkt intresse för undervisningen t.ex. vid LTH i Sverige, framför allt i reglerteknik för kemister.

Vid mitt besök gav jag ett seminarium för de båda avdelningarna Environmental Health Engineering och Chemical Engineering med rubriken "Computer Control of Waste Water Treatment Plants".

4.10 University of Alberta, Edmonton

15 januari 1976

Department of Chemical and Petroleum Engineering
University of Alberta, Edmonton,
Alberta, Canada T6G 2G6

Kontaktade personer:

Professor Dale Seborg
Professor Joseph Wright
Professor R.K. Wood

De kemiingenjörer som utbildas vid denna avdelning får en mycket imponerande experimentell utbildning i reglerteknik. På institutionen finns två stora pilotanläggningar, en indunstare och en destillationskolonn. Båda dessa processer har byggts upp vid institutionen och åtskilliga manår har spenderats på uppbyggnad och experimentell verksamhet. Till båda processerna

kan knytas både analog och digital reglering med minidatorer. Avdelningen förfogar dessutom över en IBM 1800 dator på vilken utföres såväl off-line-beräkningar som on-line-reglering av olika laboratorieprocesser. Förutom dessa större pilotanläggningar förfogar man över gaskromatograf, hybridmaskin EAI 640 och en IR-spektrofotometer. Studenterna och doktoranderna får således en mycket omfattande utbildning i laborativ verksamhet vid avdelningen.

Man har länge på avdelningen intresserat sig för olika flervariabla styrlagar samt deras tillämpningar på verkliga processer. Speciellt professorerna Dale Seborg och Fisher (professor Fisher befann sig vid tillfället vid McMaster University, Hamilton, Ontario, som gästprofessor) har intresserat sig mycket för de flervariabla styrlagarna. Alldeles innan mitt besök hade en monografi av dessa två kommit ut, (1). Man har också på avdelningen intresserat sig starkt för självinställande regulatorer, vilka utvecklats vid institutionen för reglerteknik, Lund. Dessa höll på att utprovas både på indunstaren och destillationskolonnen. Dessutom var man angelägen att prova regulatorerna på en katalytisk reaktor för dehydriering av titan. Det senare projektet diskuterade jag med professor Joseph Wright från McMaster University, Hamilton, Ontario, som för tillfället befann sig vid institutionen som gästprofessor.

Vid mitt besök gav jag också ett seminarium med titeln "Identification and Control of Waste Water Treatment Plants".

Referens

- (1) D G Fisher and D E Seborg: Multivariable Computer Control, A Case Study. North Holland Publ. Co., 1976.

5. KONFERENSER

5.1 IFAC World Congress, Boston, Mass., 25-29 augusti 1975

Detta var den sjätte stora IFAC kongressen som anordnats. De hålles vart tredje år och den första arrangerades 1960. Eftersom kongressens ämnesområden är mycket omfattande var också antalet bidrag och besökare mycket stort, ca 360 föredrag i 60 sessioner och mer än 1400 deltagare. Jag satt som ordförande i sessionen nr 11, Process Identification I.

Mitt allmänna intryck från konferensen var en ganska stor strävan mot tillämpningar av den teori som utvecklats under de senaste 10-15 åren. På teorisessionerna fann jag mycket lite av nya stora idéer. De flesta gav intryck av att vara förfiningar av tidigare teoriutveckling. De praktiska tillämpningarna visade samtidigt i flera fall att man haft mycket svårt att åstadkomma standardlösningar med god teori. Många kompromisser och anpassningar av teorin hade måst göras. Man kan konstatera att utvecklingen av små datorer blivit en mycket intressant pusselbit i sammanhanget. På grund av mikrodatorutvecklingen har också nya tänkesätt kunnat lanseras med lokal reglering, hierarkiska strukturer och decentraliserade databanker.

Vid kongressen diskuterade jag bl.a. med följande personer:

John Mac Gregor, Mac Master University, Hamilton, Ontario

Dale Seborg, University of Alberta, Edmonton, Canada

Mogens Kummel, DTH, Lyngby, Danmark

Per Martin Larsen, DTH, Lyngby, Danmark

M.M. Shah, Univ. of Nairobi, Kenya

D. Mayne, Imperial College, London

R.V. Patel, University of Cambridge, Cambridge, England

Michael Athans, MIT, Cambridge, Mass., USA

James Bailey, University of Houston, Houston, Texas, USA

M. Denn, University of Delaware, Newark, Delaware, USA

Peter Falb, Brown University, Providence, R.I., USA

Leonard Gould, MIT, Cambridge, Mass., USA

Narendra Gupta, Systems Control, Palo Alto, Calif., USA

Harmon Ray, State University of New York, Buffalo, N.Y., USA

Timothy Johnson, MIT, Cambridge, Mass., USA

A.J. Koivo, Purdue University, Lafayette, Ind., USA

Robert E Larson, Systems Control, Palo Alto, Calif., USA

Sanjoy Mitter, MIT, Cambridge, Mass., USA
 Nils Sandell, MIT, Cambridge, Mass., USA
 George Saridis, Purdue University, Lafayette, Ind., USA
 Donald Wiberg, UCLA, Los Angeles, Calif., USA
 W.A. Wolowich, Brown University, Providence, R.I., USA

5.2 Water Pollution Control Federation 48 Annual Conference, Miami Beach, Florida, 5-10 oktober 1975

Den årliga konferensen för WPCF är en kombinerad jätteutställning och konferens, och är den största konferensen inom området vattenrening som hålles inom USA. Denna hade samlat uppskattningsvis 8000 besökare.

Det viktigaste syftet för mitt besök var själva utställningen. Över 400 olika företag hade ställt ut sina produkter som omfattar all tänkbar utrustning inom området. Personligen intresserade jag mig för datorsystem för reglering av reningsverk samt on-line instrumentering för drift av reningsverk. Fyra olika processregleringsföretag kunde presentera större datorsystem för datainsamling i reningsverk. Ingen hade dock någon mer avancerad reglering än konventionell reglering av syrehalt samt suspensionshalt i aktivslamanläggningar. Som helhet gav utställningen en mycket god bild av aktuell kunskap och utrustning som är kommersiellt tillgänglig.

Konferensprogrammet presenterades i 34 olika sessioner. Ur forskningssynpunkt är endast några få föredrag intressanta. Många föredrag presenterar driftserfarenheter, nya installationer eller allmänna frågor kring lagstiftning eller policyfrågor.

5.3 IEEE Conference on Decision and Control, Houston, Texas, 10-12 December, 1975

Denna årliga konferens har fått ett allt större anseende för att vara en av de viktigare reglertekniska konferenserna i USA under året. Standarden på föredragen var i genomsnitt mycket god. Bidragen presenterades i sammanlagt 36 sessioner i grupper om 6 parallella. Själv följde jag under konferensen främst områdena Estimation, Identification, Adaptive systems samt Environmental problems.

Den kanske intressantaste sessionen var "NASA's F-8 Adaptive Flight Control Program". Denna session bestod av ett antal inbjudna föredrag. NASA har lagt ut uppdrag på ett antal institutioner för att låta undersöka i vilken mån som modern teori kan ligga till grund för en autopilot till ett modernt flygplan F-8. Olika lösningar presenterades av Electronic Systems Laboratory på MIT, NASA Langley Research Center, Honeywell, Rensselaer Polytechnic Institute samt Draper Laboratories. De erhållna resultaten hade plockats fram på olika sätt och med olika metoder. Autopiloterna kommer i nästa etapp att provflygas.

5.4 Engineering Foundation Conference on Chemical Process Control, Asilomar, Pacific Grove, California, 18-23 Jan., 1976

Bakgrunden till denna speciella konferens eller symposium är ett länge känt behov hos många reglertekniker att öka kommunikationen mellan alla de grupper som sysslar med processreglering i någon form. I många konventionella konferenser blir denna kommunikation mellan teoretiker och praktiker ofta mycket bristfällig, vilket gör att man kanske på ömse håll missar mycket av utvecklingen. Samtidigt kanske man på många håll inte löser de problem som känns mest angelägna.

För att arrangera detta symposium hade Engineering Foundations Conferences, vilket lyder under NSF (National Science Foundation) givit en garantisumma. Alla deltagare var inbjudna för att man på så sätt skulle erhålla en så bred representation som möjligt.

Genom att alla bodde på konferensanläggningen i Asilomar fanns rikliga tillfällen i både pauser och på kvällar knyta många och nya kontakter. Det var möjligt därför att diskutera praktiskt taget med var och en av alla de drygt 80 deltagarna. Listan på samtliga deltagare återgives i appendix.

Uppläggningsen av programmet var mycket originell. Var och en av de fyra konferensdagarna hade ett enda huvudtema. Först presenterades under ca 1 timme rapporter av inbjudna experter över "Assessments and Needs". En frågepanel hade sedan möjlighet att "korsförhöra" föredragshållarna kring det ämnesområde som tagits upp. Under den återstående 1 - 2 timmarna under förmiddagspasset var det fritt fram för en allmän diskussion. Genom att många kategorier var samlade

blev debattviljan mycket livlig och många fruktbärande ideer fördes fram under dagarna.

Eftermiddagarna var fria från organiserade program och kunde användas efter deltagarnas godtycke. Detta utnyttjades till både rekreation, små gruppdiskussioner och chans till många enskilda kontakter med forskarkollegor.

Kvällssessionen bestod av ett större "keynote") och tre kortare föredrag som hade karaktären av översikt över universitetsforskning eller industriella projekt. Själv var jag inbjuden "keynote speaker" att tala över ämnet "State of the Art in Sewage Treatment Control". Rapporten är refererad i avsnitt 2.

De fyra dagarnas teman var:

1. Current and Projected industrial problems in process control and process modeling.
2. Application of multivariable process control including optimal control
3. Systems Problems in Implementation of Advanced Process Control Systems.
4. System Identification and Adaptive Control.

Totalintrycket av symposiet var mycket gott. Kontakterna med nya kategorier forskare, de många diskussionerna samt konfrontationen med många problem kom att stimulera tänkandet för lång tid framåt.

6. KURSER OCH SEMINARIER

Under höstterminen 1975 har jag haft en doktorandkurs i form av en seminarieserie över ämnet "Control problems in wastewater treatment". Deltagare var doktorander samt fakultetsmedlemmar från Environmental Engineering samt Chemical Engineering Department vid University of Houston.

Förutom denna kurs har jag haft ett antal seminarier:

- 27 juni 1975 "Identification of nuclear reactor dynamics" samt informell information om verksamheten vid institutionen för Reglerteknik LTH.
Systems Control Inc., Palo Alto Calif.
- 2 sept 1975 Some modeling problems in biological waste treatment. Environmental systems engineering, Clemson University, Clemson, S.C.
- 1 okt 1975 "Control problems in wastewater treatment"
Departments of Civil and Chemical Engineering samt Department of Statistics, University of Wisconsin, Madison, Wis.
- 16 okt 1975 Experiences of on-line computers in wastewater treatment plants. Water Department, City of Philadelphia, Penn.
- 30 okt 1975 "Computer control of a wastewater treatment plant".
Cullen college of Engineering, University of Houston samt Department of Civil Engineering, Rice University, Houston.
- 14 nov 1975 Computer control of a wastewater treatment plant".
Department of Civil Engineering samt Department of Chemical Eng., University of Texas at Austin, Austin, Tx.
- 15 jan 1976 Identification and control of wastewater treatment plants, Department of Chemical Eng., University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada.
- 19 jan 1976 State of the art in sewage treatment plant control.
Inbjudet översiktsföredrag, Engineering Foundation conf.
On Chemical process control, Asilomar, Pacific Grove, Calif.

1976 ENGINEERING FOUNDATION CONFERENCE

"CHEMICAL PROCESS CONTROL"

ASILOMAR CONFERENCE GROUNDS
PACIFIC GROVE, CALIFORNIA
January 18-23, 1976

David Ahlberg
Technical Specialist
Polysar Ltd.
Vidal Street
Sarnia, Ontario, CANADA

Paul C. Badavas
Senior Application Development
Engineer
The Foxboro Company
38 Neponset Avenue
Foxboro, Massachusetts 02035

Ian Cheyne
Process Engineer
Polysar Ltd.
Vidal Street
Sarnia, Ontario, CANADA

Joseph Alford
Senior Process Control
Engineer
Eli Lilly & Co. Dept. K408
307 E. McCarty Street
Indianapolis, Indiana 46206

C.A. Barkeley
Senior Staff Physicist
Shell Development
P.O. Box 1380
Houston, Texas 77001

Thomas G. Chin
Chevron Research Co.
576 Standard Avenue
Richmond, California 94802

Al al-Shaikh
Manager, Control Technology
Measurex Corporation
One Results Way
Cupertino, California 95014

Roger L. Barron
President & Chairman
Adaptronics, Inc.
7700 Old Springhouse Road
McLean, Virginia 22101

Dudley F. Church
Manager, Process Control
Planning
Crown Zellerbach
P.O. Box 5035
Vancouver, WA 98663

Dr. Andreas Asbjørnsen
Professor
Norsk Hydro a.s.
Porsgrunn Fabrikker
N-3900 Porsgrunn, NORWAY

G. Bornard
Ecole National Supérieure
D'Electronique & De Genie
Physique
24 Domaine Des Plantees
Biviers, 38330-Saint-Ismer
FRANCE

John B. Clark
Project Manager
Standard Oil Company (Indiana)
P.O. Box 400
Naperville, Illinois 60540

Karl Johan Astrom
Professor
Lund Institute of Technology
Dept. of Automatic Control
P.O. Box 725, S-220 07
LUND 7, SWEDEN

G. F. Bryant
Imperial College
Computing and Control Dept.
Queens Gate
London, ENGLAND SW7

David E. Clough
Assistant Professor
University of Colorado
Dept. of Chemical Engineering
Boulder, Colorado 80309

Michael Athans
Professor
M.I.T.
Room 35-308
Cambridge, MA 02139

Edgar H. Bristol
Senior Research Engineer
The Foxboro Company
38 Neponset Avenue
Foxboro, Massachusetts 02035

Dr. Leonce Cloutier
Professor, Chemical Engineering
Laval University
Faculte Des Sciences & De Genie
Quebec, Quebec G1K 7P4

CHEMICAL PROCESS CONTROL

PAGE 2

T. F. Edgar
Assistant Professor of
Chemical Engineering
University of Texas
Dept. of Chemical Engineering
Austin, Texas 78712

Leonard A. Gould
Professor of Electrical
Engineering
M.I.T.
Rm 38-476, Dept. of E.E. &
Cambridge, Massachusetts (

Sandford S. Cole
Director of Conferences
Engineering Foundation
345 East 47th Street
New York, New York 10017

G. Duyfjes
Control Engineer
DSM Chemical Industries
P.O. Box 18
Geleen, THE NETHERLANDS

Emmitt E. Griffie Jr.
Senior Systems Analyst
Standard Oil (Indiana)
Mail Code 1006
200 East Randolph Road
Chicago, Illinois 60601

Harrison R. Cooper
President
Harrison R. Cooper Assoc. Inc.
AMF Box 22014
Salt Lake City, Utah 84122

Walter R. Ellingsen
Consultant-Instrumentation
E.I. Dupont De Nemours & Co.
Louviers Building
Wilmington, Delaware 19898

Earl M. Grove
Senior Process Control
Engineer
Crown Zellerbach Corporati
P.O. Box 5035
Vancouver, Washington 986

P. B. Deshpande
Associate Professor
University of Louisville
Louisville, Kentucky 40208

D. Grant Fisher
Professor
University of Alberta
Dept. of Chemical Engineering
Edmonton, Alberta T6G 2G6
CANADA

M.D. Harter
Manager, Control Systems
Mobil Research & Developme
Corporation
Box 1026
Princeton, New Jersey 085

Morton Denn
Professor of Chemical Engineering
University of Delaware
Dept. of Chemical Engineering
Newark, Delaware 19711

Alan S. Foss
Professor of Chemical
Engineering
University of California
Berkeley, California 94720

John C. Hassler
Assistant Professor
V.P.I. and State Universit
Dept. of Chemical Engineer
Blacksburg, Virginia 2406

John G. Dobson
Manager, Corporate Market
Planning
The Foxboro Company
38 Neponset Avenue
Foxboro, Massachusetts 02035

James W. Garzanelli
Systems Consultant
Cities Service R&D Company
Drawer 7 Prospect Plains Road
Cranbury, New Jersey 08512

Robert A. Heidemann
Associate Professor of
Chemical Engineering
University of Calgary
Calgary, Alberta CANADA

Ray Dollar
Process Control System Specialist
Dow Chemical Company
P.O. Drawer K.
Freeport, Texas 77541

Christos Georgakis
Assistant Professor of Chemical
Engineering
M.I.T.
77 Mass. Avenue, Room 12-144
Cambridge, Massachusetts 02139

Joel O. Hougen
Professor of Chemical
Engineering
University of Texas (Austi
1206 Falcon Ledge Drive
Austin, Texas 78746

James M. Douglas
Professor
University of Massachusetts
335 Long Plain Road
Leverett, Massachusetts 01054

Professor E.D. Gilles
Universitat Stuttgart
Institut fur Systemdynamik und
Regelungstechnik
Keplerstrasse 17
Stuttgart, WEST GERMANY

Gabriele Iorio
Assistant Professor
University of Naples
Istituto Di Principi Di
Ingegneria Chimica
Piazzale Tecchio, Naples Ita

CHEMICAL PROCESS CONTROL

PAGE 3

Professor Leon Lapidus
Department of Chemical
Engineering
Princeton University
Princeton, New Jersey 08540

D.A. Mellichamp
Associate Professor
University of California
Dept. of Chemical Engineer
Santa Barbara, CA 93106

J. A. Jones
Group Supervisor
Monsanto
P.O. Box 711
Alvin, Texas 77511

Pierre R. Latour
Biles & Associates Inc.
P.O. Box 26125
Houston, Texas 77032

Robert H. Meyer
Energy Conversion Research
Engineer-Fossil
Northeast Utilities
P.O. Box 270
Hartford, Connecticut 06101

Stephen Kahne
Professor
Dept. of Electrical Engineering
University of Minnesota
Minneapolis, Minnesota 55455

Robert E. Levy
Engineering Associate
Exxon Research & Engineering
Company
P.O. Box 101
Florham Park, New Jersey 07932

William E. Miller
Consulting Engineer
General Electric Company
1501 Roanoke Blvd.
Salem, Virginia 24153

J. Patrick Kennedy
Systems Consultant
Taylor Institute PCD
1661 Timothy Box 2297
San Leandro, California 94577

Michael P. Lukas
Project Engineer
Bailey Meter Company
29801 Euclid Avenue
Wickliffe, Ohio 44092

Norman T. Mills
Assistant Director- Process
Research
Inland Steel Company
3001 East Columbus Drive
East Chicago, Indiana 46312

Marion A. Keyes
Vice-President, Engineering
Bailey Meter Company
29801 Euclid Avenue
Wickliffe, Ohio 44092

Professor A.G.J. MacFarlane
University of Cambridge
Engineering Department
Mill Lane
Cambridge, Cambridgeshire
ENGLAND CB2 1SF

Robert Mollenkamp
Assistant Professor
University of Missouri
Chemical Engineering Dept.
Rolla, Missouri 65401

Richard Koepcke
Research Staff Member
I.B.M.
5600 Cottle, Building 282
San Jose, California 95193

Richard D. Martin
Student
University of California
Dept. of Chemical Engineering
Berkeley, California 94720

L.G. Niccoli
Research Assistant Professor
Chemical Engineering
University of Washington
Joint Center for Graduate St
100 Sprout Road
Richland, Washington 99352

Lowell B. Koppel
Professor and Head
School of Chemical Engineering
Purdue University
West Lafayette, Indiana 47907

John F. MacGregor
Assistant Professor
McMaster University
84 Glenfern Avenue
Hamilton, Ontario, CANADA

A.E. Nisenfeld
Consultant
355 Purdy Hill Road
Monroe, Connecticut 06101

Sudarshan Kumar
Graduate Student
California Institute of
Technology
Dept. of Chemical Engineering
Pasadena, California 91125

R.K. Mehra
Professor
Harvard University
Pierce Hall
Cambridge, Massachusetts 02138

Gustaf Olsson
Assistant Professor
Lund Institute of Technology
Lund, SWEDEN

Reuel Shinnar
Professor
Dept. of Chemical Engineering
City College of New York
New York, New York 10031

Henrik Wallman
Technical Secretary
University of California
Dept. of Chemical Engineering
Berkeley, California 94720

Robert E. Otto
Senior Engineering Fellow
Fisher Controls Company
Technical Center
Marshalltown, Iowa 50158

James Silva
Research Assistant
University of California
Dept. of Chemical Engineering
Berkeley, California 94720

Robert Weaver
Professor
Chemical Engineering Manager
Tulane University
School of Engineering
New Orleans, Louisiana 70118

David V. Powers
Systems Engineer
Taylor Instrument
95 Ames Street
Rochester, New York 14601

Cecil L. Smith
Professor & Chairman
Dept. of Computer Science
3001 Columbus Drive
Baton Rouge, Louisiana 70803

Vern W. Weekman Jr.
Manager, Systems Research Gr
Mobil Research & Development
Corporation
Paulsboro, New Jersey 08066

W. H. Ray
Professor
Dept. of Chemical Engineering
State University of New York
Buffalo, New York 14214

Clifford C. Smith
Research Engineer
Inland Steel Company
3001 East Columbus Drive
East Chicago, Indiana 46312

Charles H. Wells
Pulping Systems Manager
Measurex Corporation
One Results Way
Cupertino, California 95014

Frank M. Ryan
Editor & Associate Publisher
Instrumentation Technology
Journal of the Instrument
Society of America
400 Stanwix Street
Pittsburgh, Pennsylvania 15222

H.W. Smith
Vice-Dean, Graduate School
University of Toronto
Toronto, M5S 1A1 CANADA

Robert G. Wilhelm Jr.
Manager, Control Systems
Industrial Nucleonics Corp
P.O. Box 4887 650 Ackerman F
Columbus, Ohio 43202

Dr. Dale E. Seborg
Professor
University of Alberta
Dept. of Chemical Engineering
Edmonton, Alberta, T6G 2G6
CANADA

Timothy Stephens
M.I.T.
Cambridge, Massachusetts

Joseph Wright
Professor
University of Alberta
Dept. of Chemical Engineering
Edmonton, Alberta T6G 2E1
CANADA

John H. Seinfeld
Professor
California Institute of
Technology
Pasadena, California 91125

T.M. Stout
President
Profimatics, Inc.
6355 Topanga Canyon Boulevard
Woodland Hills, CA 91364

Dennis Zientara
Senior Systems Engineer
Taylor Instrument Division
95 Ames Street
Rochester, New York 14601

Michael S. Shigemura
Projects Manager
Measurex Corporation
One Results Way
Cupertino, California 95014

Vernon L. Trevathan
Supervisor
Monsanto Company
800 N. Lindbergh Boulevard
St. Louis, Missouri 63166

GUESTS
Mrs. Harrison Cooper
Donna Edgar
Mrs. M.D. Harter
Marjorie Lukas
Miryam Shinnar