



LUND UNIVERSITY

Instrumentation and Control for Wastewater Treatment Systems

Reseberättelse från konferens i London och Paris 17-21 september 1973

Olsson, Gustaf

1974

Document Version:

Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Olsson, G. (1974). *Instrumentation and Control for Wastewater Treatment Systems: Reseberättelse från konferens i London och Paris 17-21 september 1973*. (Travel Reports TFRT-8010). 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

INSTRUMENTATION AND CONTROL FOR WASTEWATER
TREATMENT SYSTEMS

Reseberättelse från konferens i London och
Paris 17-21 september 1973

GUSTAF OLSSON

Report 7410(C) May 1974
Lund Institute of Technology
Division of Automatic Control

TILLHÖR REFERENSBIBLIOTEKET
UTLÄNAS EJ

INSTRUMENTATION AND CONTROL FOR
WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS

Reseberättelse från konferens i
London och Paris 17-21 september 1973

Gustaf Olsson
Inst. för Reglerteknik, LTH

STU kontrakt nr 72-1761/U1329
Styrning av reningsverk

INSTRUMENTATION AND CONTROL FOR WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS

Konferens i London, Paris 17 - 21 september 1973

Konferensen som anordnats av IAWPR (International Association for Water Pollution Research) hölls i två delar. Själva symposiet varade i fyra dagar och avslutades den femte dagen med ett besök vid reningsverket Achères i Paris, Europas största och tillika datoriserat.

Totalt presenterades 64 papper inför drygt 200 deltagare. Alla bidrag presenterades i en session.

Författaren deltog inom ramen för STU-projektet Styrning av reningsverk, kontrakt nr 72-1761/U1329.

Kontaktade personer

Prof John F Andrews, Clemson University, SC, USA

Dr Otis Balis, Fisher & Porter, Warminster, Pa, USA

Robert D Bargman, Director, Bureau of Sanitation, City of Los Angeles, Ca, USA

Mr. R Briggs, Water Pollution Research Laboratory, Stevenage, England

Dr Joseph B Busby, Environmental Systems Engineering, Clemson, SC, USA

Dr Geraldine Cox Raytheon Oceanographic and Environmental Services, Portsmouth, RI, USA

Docent K I Dahlkvist, Käppalaverket, Lidingö

Mr. R A R Drake, Greater London Council, England

Mr Furusato, Nishihara Environmental Research Corporation, Tokyo, Japan

Dr Steve Graef, Metro Sanitary District of Greater Chicago, Ill, USA

Ing P Lundberg, Källe Regulator, Säffle

Dr David Stepner, Systems Control Inc, Palo Alto, Ca, USA

Allmänna intryck av symposiet

Konferensen gav tydliga belägg för hur man kommit att mer och mer uppmärksammas på instrumenterings-, drifts- och reglerproblem i reningsverk. Orsaken är kombinationen av ökade krav på renare vatten och jämnare kvalitet, samtidigt som detta medför ökade driftskostnader, känsligare drift och större kvalitetskänslighet.

Ett reningsverk håller på att bli något av en kemisk fabrik, och man vet mycket lite om både mängd och sammansättning av den råvara som kommer in. Samtidigt är kraven högt ställda på kvaliteten för den utgående produkten från reningsverket.

Man har därför anledning att utveckla både instrumentering och reglering för reningsverk. Samtidigt måste man bättre förstå dynamiken i de ingående enhetsprocesserna för att godtagbart reglera ut de störningar som påverkar processerna.

Man kunde under konferensen tydligt märka, att reglering av reningsverk fortfarande är ett pionjärområde. Många talade om reglering såsom man gjorde inom kemiska industrin för kanske 20 år sedan. Skälen för och emot datorisering kändes också igen från andra branscher och upplevdes stundtals som förlegade.

Den uttalade försiktigheten beror dock delvis på att det i reningsprocesser finns många unika problem, som hänger samman med karakterisering av störningar, råvattensammansättningar, slam etc. Biologiska processernas dynamik är mindre väl känd och instrumentproblemen är svåra, både beroende på den påfrestande omgivningen för dem och på grund av den nämnda svårigheten att analysera föroreningarnas karaktär.

Nyheter beträffande enhetsprocessers dynamik, reglering av dessa eller driftserfarenheter av automatisk reglering var ytterligt få. Det talades däremot mycket om vad man borde göra eller skulle göra i befintliga verk. Deltagarnas intresse för dessa frågor var mycket stort, varför man kan räkna med att inför en kommande konferens åtskilligt mer borde finnas att rapportera.

Matematiska modeller förekom knappast alls rapporterade, även om en del hänvisningar till sådana gjordes under presentationerna. Det saknades dock ekvationsunderlag för matematiska modeller, varför diskussionerna tyvärr alltför ofta blev diffusa och dåligt underbyggda. Likaså var kvantitativa resultat av både simuleringar och jämförelser mellan modeller och processer nästan inte alls förekommande.

De störningar som intresserade mest var flödesvariationer i råvattenflöde. Eftersom inflödet nästan aldrig är som designflödet, innebär det att verket inte fungerar bra utom i undantagsfall. Man talade därför mycket om utjämning av inflödet med olika metoder, eller om prediktion av råvattenflödet. Däremot hade man inte samma förståelse för att sådana störningar kunde åtgärdas med reglertekniska metoder, ett tänkande som för många verkade helt nytt.

Instrumenterings- eller instrumentproblem hade en mycket framträdande plats i programmet, något som också kändes angeläget. Tyvärr presenterades i allt för hög utsträckning kända principer för instrument, och nyheter var få. Ett intressant bidrag var dock papper nr 12, som presenterade slamhaltsmätare för halterna 1 - 8 % baserad på korskorrelations-teknik. Ett annat (37) visade en kommersiell ultraljudsmätare för slam-täthet.

Det gavs också ett par givande översikter över instrumentering. Tyvärr var det dock mycket svårt att erhålla driftserfarenheter, pålitlighet, noggrannhet, störningsnivå o s v. I flera fall presenterade instrument-firmerepresentanter instrumenten. Det är då lätt att gripas av miss-tanken, att prestanda skulle presenteras så gynnsamt som möjligt.

Det märktes tydligt, att datorer är en relativt ny företeelse inom branschen. Minst fem papper innehöll bidrag om datorer med allmänt kända elementära fakta. Diskussionerna präglades också av en något deprimerande konservatism angående datorernas roll i processen. Dock skall sägas att vissa deltagare å andra sidan hade en desto större insikt och erfarenhet från verkliga installationer.

Översikt över konferensbidragen

Bidragen kan grupperas enligt följande indelning:

(Numren hänvisar till programmet sid 8-12. Vissa nummer presenterades aldrig i tal eller skrift).

Allmän problemöversikt: 1, 7, 8

Designfilosofi för hela verk eller enhetsprocesser: 5, 31, 32, 68, 70

Översikt instrumentering (principer och erfarenheter): 3, 6, 11, 13, 18, 30, 50

Speciella instrument: 12 (slamhalt 1-8 %), 14 (slamflöde), 15 (flöde), 15a (pumpreglering), 16 (TOC, COD) 17 (TOC), 19 (syrehalt), 22 (COD), 25 (jonselektiva elektroder), 26 (slamhalt i aktiv slam), 37 (slamtäthet ultraljud)

Råvattenflöde, prediktion och reglering: 8, 34, 35, 53

Kostnader: 9

Slamborttagning i sedimenteringsbassänger: 36, 49, 54

Syrehaltsreglering: 19, 20, 21, 39, 51

Reglering aktivslamanläggning: 9, 38, 43

Allmän reglerfilosofi biologiska processer: 27, 29, 30, 40, 41, 42, 46, 69

Beskrivning av anläggningar: 28, 46, 49, 52, 57

Datorer i reningsverk

allmänt om datorer: 55, 59, 60, 62, 63

datorinstallationer: 65, 67

Fysikalisk-kemisk behandling: 72, 73

Klorering av utgående vatten: 47

Denitrifikation: 48

Översikt mätvärdesinsamling utflöde: 3

"- avloppssystem: 4, 56

Instrumentering

Av de översiktsföredrag som hölls över ämnet bör speciellt nämnas Briggs (11), som gav en nyanserad bild av läget i dag. Briggs förbereder dessutom en mer detaljerad rapport från Stevenage om instrumentering i reningsverk.

Briggs m fl (12) presenterade också en ny koncentrationsmätare för torrhaltarna 1 - 8 %, vilken baserats på korskorrelationsmätningar. Mätprincipen går ut på att torrsubstans har annan konduktivitet än vätska.

Det kan konstateras att de mätprinciper som i dag är väletablerade är syrehalt, konduktivitet, temperatur, klorhalt, turbiditet, flöde, pH, samt jonselektiva elektroder, dock av vissa slag. Bättre pålitlighet för de sistnämnda önskades (46).

De mätare som bygger på våtkemiprincipen, t ex COD-mätare, skall också omnämnas bland dessa. Vissa deltagare ville hävda att våtkemimätare fortfarande befann sig i första generationen. Mer var att vänta på detta område.

Bland önskemålen om billiga och pålitliga instrument kan nämnas mätare för slamaktivitet (respirometrar), ammoniakkväve, nitrater, fenol, cyanider samt vissa bakterieföroreningar. Att mäta slamhalter i samband med slambehandling är också ett starkt önskemål. En kommersiellt tillgänglig ultraljudsmätare för slamtäthet presenterades av Furusato (37). En koncentrationsmätare för området 1 - 8 % omnämndes tidigare (12). En förbättring av slamnivåmätningar önskades också.

Det allmänna bekymret för instrumentering ansågs vara att instrumentindustrin inte skulle vara tillräckligt intresserad för miljövårdsmarknaden. Fortfarande utgör detta tillämpningsområde en så liten marknad, att andra tunga intressenter t ex kemisk industri indikerar vad som behövs på instrumentmarknaden. Detta gör att få instrumenttillverkare är benägna att anpassa sina produkter speciellt till kraven på reningsverk. Detta är dock inte alltid en nackdel, eftersom kraven från andra industrier beträffande noggrannhet inte är mindre än i reningsverksbranschen.

Ett undantag kan sägas utgöras av analytiska instrument, speciellt av autokemistkaraktär, där efterfrågan är stor i miljöområdet. Tyvärr är dock även här marknaden relativt liten, så att utvecklingskostnaderna måste slås ut på relativt få användare.

Ett problem som sken igenom i alla diskussioner gällde utbildning av personal. Att erhålla tillräckligt kvalificerad personal för att på ett relevant sätt sköta avancerad instrumentering ansåg många vara det största hindret för en pålitlig drift av reningsverk.

Matematiska modeller

I de papper och föredrag som presenterades konstaterades en nästan fullständig avsaknad av formler och matematiska modeller. Däremot fanns en hel del kvalitativa resonemang om dynamik. Papperet av Busby (43) bör här omnämnas. Busby har i sin doktorsavhandling gjort en matematisk modell av aktivslamanläggning. Processen är en stegbeskickad process, vars design kan ändras från ytterligheterna "plug flow" till en kontaktstabiliseringsprocess.

Reglersystem

I bidraget av Busby (43) har endast en enkel proportionell reglering simulerats för en aktivslamanläggning. I fall 1 ändras returslamflödet proportionellt mot förändringen i slamnivå, i fall 2 ändras överskottsslamflödet proportionellt mot samma slamnivå.

Övriga reglerkretsar som diskuterades var endast lokala kretsar. Reglering av syrehalten i aktivslamanläggningar diskuteras av flera författare, men resultat visades ytterst sparsamt. Enda intressanta bidraget var Stepner-Wells (64), som presenterade resultat från reningsverket i Palo Alto, Californien, något som tidigare presenterats i reserapport från USA (se ref(1)).

Man kan konstatera att man diskuterade besparingar på ca 20 % av energikostnader för blåsmaskinerna genom en god syrehaltsreglering (11).

Andra kretsar som diskuterades var MLSS (Mixed Liquor Suspended Solids) reglering i aktivslamanläggningar med hjälp av returslamflöde. Likaså diskuterades automatisk slamborttagning i sedimenteringsbassänger. Framför allt rörde det sig i detta fall om programstyrning. Reglering på slamnivån i sedimenteringstanken efter aktivslamanläggning diskuterades, men inga kvantitativa resultat visades.

Drift av filteranläggningar diskuterades, men få resultat visades.

Balansering av inflödet till reningsverket för att åstadkomma ett jämnare flöde diskuterades av flera författare (8, 34, 35, 38). Framför allt talade man om byggandet av uppehållstankar för att utjämna flödet.

På slambehandlingssidan diskuterades en del reglerkretsar, även om mycklitlet dokumenterades i de skriftliga bidragen. Regleringen gällde framför allt rötkammare och ugnar, men även drift av centrifuger uppmärksammades.

Besök vid reningsverket Achères, Paris den 21 september 1973

Reningsverket Achères i Paris betjänar större delen av Paris befolkning, närmare bestämt 5 milj personekvivalenter eller $900\,000\text{ m}^3/\text{dag}$ ($\sim 10\text{ m}^3/\text{s}$). Det kan dock nämnas att reningsverket i Chicago (se ref 1) fortfarande är en storleksordning större med sina $40\text{ m}^3/\text{sek}$.

Verket består av primärbehandling, aktivslamanläggningar samt klarbassänger. Däremot finns ingen kemisk fällningsanläggning. Verket har byggts ut i tre etapper, den första år 1942, den andra år 1965 samt den tredje under år 1972.

Själva vattenreningen är av konventionell art, men en dator Telemechanique T 2000 har installerats för att samordna mätningar samt sköta några lokala reglerkretsar. Kärnminnet är 12 K.

Reglerkretsar i vattenreningen

Väsentligen tre viktiga reglerkretsar skötes av datorn.

1) Water flow control (bräddningsreglering)

Detta är en regulator (P-regulator) som sköter luckregleringen till ingången på primärsedimenteringsbassängerna. Differentialtrycket mäts i inflödet, varvid lucköppningen ändras.

Detta reglersystem kan också reglera flödet mellan primärbassängerna och aktivslamanläggningen eller styra det direkt till Seine. Den senare regulatorn är en PI-regulator.

2) Syrehaltsreglering

Man mäter syrehalten på flera ställen i luftningsbassängerna. Baserat på dessa mätningar regleras sedan blåsmaskinerna med en PID-regulator i datorn.

3) Reglering av överskottsslammet

I detta system mäter man slamnivån i klarbassängen, slamflödena från aktivslamanläggningen samt luftflödet från blåsmaskinerna. Man har sedan gjort en massbalansekvation runt aktivslamanläggningen. Baserat på denna styrs sedan flödet av överskottsslam med en PID-regulator. (Jämför systemet för styrning av returslammet i Palo Alto, se ref 1).

Referens

- (1) Olsson G och Ulmgren L: Reglering av avloppsreningsverk. Studieresa till USA och Canada 24/4 - 16/5 1973.

Statens Naturvårdsverk, Solna samt Inst. för Reglerteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lund.

PROGRAM**Session I: Instrumentation, Automation and Control for Wastewater Treatment Systems**

Chairman: John Finch, UK assisted by: R. Best, UK

1. The Contribution of the Directorate General Water Engineering to the Promotion of Instrumentation Control and Automation — R. Suriyadasa (O) *
3. Effluent Control by Instrumentation: Europe — A. W. Davies (O)
4. Potential Computer Use in Co-ordinating a Combined Sewer Collection System with Storage Reservoirs, Treatment Plants, Receiving Streams and Power Demands for Flood and Pollution Control — F. C. Neil (W) †

Discussion

5. The Construction Industry Research and Information Association Optimization Study of Sewage Treatment: Its Significance for the Control of Treatment Works — K. Bowden, D. E. Wright (O)
6. Instrumentation and Control Problems in the Design of Modern Sewage Works and Wastewater Treatment — K. Allom, W. J. Robinson (O)

* (O) Signifies that the paper will be orally presented at the Workshop

† (W) Signifies that the paper will appear among the pre-prints but will not be presented orally.

7. State Level Analysis of Treatment Plant Evaluation Systems for Surveillance of Wastewater Treatment Plant Performance — R. K. Tinsley, J. J. Anderson, J. F. Andrews

Discussion

8. Problems Involved in Automating the Wastewater Treatment Plant — R. Kudukis (O)
9. Automatic Control of the Activated Sludge Process and Potential Savings in Treatment Costs — R. W. Bayley, R. W. Ayling (O)

Session II: Instrumentation for Measurement of Wastewater Characteristics

Chairman: C. F. Guarino, U.S.A. assisted by: J. J. Anderson U.S.A.

11. Instrumentation and Control Equipment in Sewage Treatment — R. Briggs (O)
12. Sludge Solids Concentration and Velocity Flow Measurement Using Electrical Noise Techniques — C. N. Wormald, M. S. Beck, R. Briggs, A. Cornish (O)
13. Continuous Monitoring of Nitrate, Ammonia, Suspended Solids, Dissolved Oxygen and Temperature in Activated Sludge Treatment — V. H. Lewin (O)

- 14. Magnetic Flow Meters — M. J. Scott (W)
- 15. Flow and Level Measurement — B. L. Thurley (W)
- 15a. Pneumatic & Hydraulic Pump Control Device — R. Kelerton (W)

Discussion

- 16. Experiences in Instrumental and Automated Determination of Organic Matter in Sewages and Effluents — D. G. Willets, A. E. Hey, X. V. M. Snaddon, J. Cope (O)
- 17. Determination of Total Organic Carbon in Water — B. T. Croll (O)
- 18. Quick-Time Instrumental Measurements of Wastewater Organic Characteristics — T. Helfgott, F. L. Hart (W)

Discussion

- 19. Dissolved Oxygen Control of Sewage Plants — D. Meredith (O)
- 20. Dissolved Oxygen Control for the Activated Sludge Process — P. F. Woodruff (O)
- 21. Automatic Control of Oxford Diffused Air Aeration Plant with Dissolved Oxygen Probe — V. H. Lewin (W)
- 22. Hydromat — a continuous COD-measuring instrument. G. Schierjott.
- 25. Automatic On-Line Selective Ion Monitor — D. E. Collis (O)
- 26. Instrumental Measurement of Suspended Solids for Activated Sludge Plant Control — K. H. Swanwick (W)

Session III: Control Systems for Wastewater Treatment — I

Chairman: J. Bernard, France assisted by: J. Federico USA

Announcements

- 27. Development of Control Strategies for Wastewater Treatment Systems — J. F. Andrews (O)
- 28. Process Control in Wastewater Treatment — W. Stevens (O)
- 29. A Unified Approach to Process Control Systems — H. K. Chatterjee (W)
- 30. Commercially Available Proven Measuring and Control Systems: A Critical Review of U.S. Practice — R. H. Babcock (W)

Discussion

- 31. Planning, A Necessary Prerequisite to Automation Design — F. A. Sanders and J. W. Hawthorne (O)
- 32. Installation of Field Equipment in Automated Process Control Systems — J. R. Briggs (O)
- 34. Load Balancing at Greater London Council Works — A. E. Collins (O)
- 35. Automatic Flow Balancing — A. D. Maskell (O)
- 36. The Development of a System for the Automatic Withdrawal of Raw Sludge from a Primary Sedimentation Tank — N. Barnes (O)
- 37. Measurement of Sludge Density by Ultrasonic Wave — A. Furusatu (O)

Discussion

- 38. Process Control for the Biological Treatment of Organic Industrial Wastewaters — W. W. Eckenfelder, C. E. Adams, B. Goodman (O)
- 39. Control and Stability of Industrial Activated Sludge Plants Subject to Toxic or Inhibitory Waste Load Fluctuations — J. C. Chi, J. A. Howell (W)

Session IV: Control Systems for Wastewater Treatment — II

Chairman: W. von der Emde, Austria assisted by: H. B. Tench. UK

- 40. Activated Sludge Process Control: Instrumentation and Automation — C. F. Guarino (O)
- 41. Design of a Flexible Control System for an Activated Sludge Plant — B. Vawser, A. J. Fretwell, H. B. Tench (O)
- 42. Emphasis of Hydraulic Factors in Biological Process Control — J. Bernard (O)
- 43. Control Strategies for the Activated Sludge Process — J. B. Busby, J. F. Andrews (W)

Discussion

- 46. Biological Treatment of Processes and Process Automation — R. D. Bargman, J. M. Betz, W. F. Garber (O)
- 47. Chlorine Residual Control in Wastewater Treatment — G. F. Connell (O)

Discussion

- 48. Control of denitrification process at wastewater treatment plant. E.H. Pitman, P.W. Hill.

49. Automation of Witlingham Works — A. McVie,
A. Yallop, P. Cotton (O)

Discussion

50. Has your Plant too Many Instruments? — A. M.
Crossley (O)

51. What Degree of Automation? — Blackbirds Works
Case Study — R. Wood (O)

52. Control Equipment Installation — I. Cookman (W)

Session V: Computer Control for Wastewater Treatment Systems — I

Chairman: J. F. Andrews, U.S.A. assisted by: Geraldine V. Cox, U.S.A.

Announcements

53. An Application Study of Computer Control to
Sewage Treatment — B. W. Wells (O)

54. Computer monitoring and control for the
primary tanks at the Philadelphia South West
water pollution control plant. H.D. Gilman.

55. Computers in Process Control — P. R. Perkins (W)

Discussion

56. Interfacing the Treatment Plant with the Sewer
Network and Receiving Stream — J. J. Anderson (O)

57. Instrumentation and Control of Hoscer Sewage
Works — H. C. Parkman (O)

58. Techniques for Remote Data Acquisition and Control
in Sewerage Networks — M. J. Brooks (W)

Discussion

59. Interfacing the Process Computer with the Plant
Operator — O. T. Balis (O)

60. Interfacing the Computer to the Operator and the
Plant — P. Cotton (O)

62. The Interface between the Operator and the Computer
Controlled Plant — A. W. Manning (W)

63. The Design of Control Panels — A. M. Crossley (W)

64. Automatic Control of a 35 MGD Secondary Wastewater Treatment Plant — C. H. Wells, R. N. Doty, J. F. Roesler (0) and D. Stegner.
65. Computer Applications at Salt Creek Water Reclamation Plant — M. E. Rogers (0)

Session VI: Computer Control for Wastewater Treatment Systems — II

Chairman: J. W. Lovatt, UK assisted by: K. Wrigley UK

Announcements

67. Instrumentation and Computer Systems for Automatic Control of Chicago's Salt Creek Water Reclamation Plant — B. T. Lynam (0)
68. Design of Wastewater Treatment Plants for Computer Control — V. J. Beckman (0)

Discussion

69. Activated Sludge Wastewater Treatment Plant Control by Instrumentation and Computer — E. F. Ballotti (0)
70. Design of Activated Sludge Plants for Computer Control — W. E. Dobbins (0)
72. Physical/Chemical Wastewater Treatment under Digital Computer Control — D. F. Bishop, W. W. Schuk, R. Yarrington, J. E. Bowers, H. D. Fein, H. W. Treupel (0)
73. Computer Applications in Operation of a Physical/Chemical Treatment Plant — F. Green (0)