



Kyösti Kontturi

*26.2.1949 †28.9.2015

Emeritusprofessori Kyösti Kontturi menehtyi Helsingissä 28.9.2015 66 vuoden ikäisenä; hän oli syntynyt Vaasassa 26.2.1949. Professori Kontturi valmistui Teknillisen korkeakoulun (TKK) kemian osastolta diplomi-insinööriksi vuonna 1974 ja väitteli tohtoriksi vuonna 1983. Väitöskirjan otsikko oli *Countercurrent Electrolysis in a Thin Porous Membrane*. Työuransa Kontturi teki lyhyen jakson Suomen Sokerilla jälkeen TKK:ssa, ensin assistenttina, yliassistenttina ja dosenttina fysikaalisen kemian laboratoriossa, kunnes nimitettiin fysikaalisen kemian ja sähkökemian professoriksi vuoden 2002 alusta. Tätä virkaa hän hoiti eläkkeelle jäämiseensä saakka marraskuussa 2014.

Professori Kontturi oli ennen kaikkea aktiivinen tutkija: jo ennen professoriksi nimittämistään hänellä oli suuri joukko jatko-opiskelijoita, joiden rahoituksen hän onnistui järjestämään laajoilla suhteillaan niin Suomen kemianteollisuuteen kuin eurooppalaisiin kollegoihin. Professori Kontturi oli hyvin verkottunut eurooppalaisten sähkökemian huippujen kanssa, ja Suomen liittyttyä Euroopan unioniin hänen onnistui saada rahoitus kuuteen EU-projektiin, jois-

ta hän koordinoi kolmea. TEKESin lääketeknologiaohjelman kautta avautui 90-luvun alussa uusi fysikaalisen kemian sovellusalue farmasiassa, ja yhteistyö Kuopion ja Helsingin yliopiston farmasian tiedekuntien kanssa jatkui eläkkeelle jäämiseen saakka. Todisteena tutkimuksista on noin 270 tieteellistä julkaisua, kolme oppikirjaa ja puolen tusinaa patenttia.

Vuonna 1985 professori Kontturi oli kuusi kuukautta vierailevana tutkijana Southamptonin yliopistossa ja vuosina 1989–1990 vuoden Lontoon Imperial Collegessa. Yhteistyö Prahan Heyrovský-instituutin kanssa alkoi vuonna 1987, ja kesällä 2014 hänelle myönnettiin Heyrovský-mitali. Kontturi oli Suomalaisen Tiedeakatemian jäsen vuodesta 2012, Suomalaisen Tiedeseuran ja Electrochemical Society (USA) jäsen sekä Fellow of the Royal Society of Chemistry. Kontturi toimi myös International Society of Electrochemistryn kansallisenä sihteerinä vuosina 1996–2000.

Professori Kontturin tutkijantyö alkoi jo diplomityössä, jossa hän käytti epälineaarisia virtaherätteitä monivaiheisten elektrodireaktioiden tutkimiseksi. Kaikkiin elektrodiprosesseihin liittyy kuljetuson-

gelma, ja Kontturin väitöskirja, joka perustui irreversiibelien prosessien termodynamiikan soveltamiseen kuljetuksessa membraanien läpi, edusti uudenlaista membraanien sähkökemian. Siinä Kontturi esitelti hänelle tyypillisen lähestymistavan: kemiallisten ilmiöiden matemaattisen mallin, josta ekstrahoidaan mitattavat suureet. Väitöskirjan metodilla voidaan erottaa ioneja toisistaan jatkuvatoimisesti, ja sitä on hyödynnetty muun muassa makromolekyylien kuten proteiinien todellisten sähkövarauksien ja liikkuvuuksien määrittämiseksi. Kuljetusprosessien tutkimuksen kruununa voidaan mainita oppikirja *Ionic Transport Processes* (Oxford University Press, 2008), joka syntyi Kontturin luentomateriaalin pohjalta yhteistyössä Valencian yliopiston termodynamiikan laitoksen kanssa.

Kontturi toi 1980-luvulla Suomeen aivan uuden sähkökemian tutkimushaaran, toisiinsa sekoittumattomien elektrolyyttiliuosten kaksifaasisähkökemian, jossa varauksensiirtoprosesseja tutkitaan tyypillisesti vesi-orgaaninen faasi -rajapinnalla. Tällainen rajapinta mahdollistaa – jopa ilman ulkoista sähköistä piiriä – esimerkiksi biologisen varauksensiirron yksityiskohtaisen kineettisen ja mekanistisen tutkimuksen, kun rajapintaa muokataan amfiifiileillä kuten fosfolipideillä. Tätä Kontturi sovelsi tutkimuksissaan lääkeaineiden kykyyn läpäistä lipidikalvo ja sitoutua kalvoon. Rajapinta tarjosi myös nopean sähkökemiallisen metodin lääkeaineiden hydrofobisuuden, ts. jakautumiskertoimien määrittämiseksi. Toinen merkittävä sovellusalue oli metallien uuton tutkiminen sähkökemiallisesti neste-neste-rajapinnalla. Monet julkaisut, väitöskirjat ja EU-hankkeet syntyivätkin kaksifaasisähkökemian ympärille yhteistyössä Liverpoolin yliopiston, EPFL:n ja Heyrovský-instituutin kanssa.

Nanopartikkelien tutkimuksen voimakas nousu alkoi 1990-luvun lopulla, ja Kontturi oli erityisesti kiinnostunut metallisten nanopartikkelien mahdollisuuksista esimerkiksi katalyysissä. Hänen viimeisessä koordinoimassaan EU-projektissa ”Design and functionality of non-linear electrochemical nanoscale devices” oli tavoitteena luoda uudenlainen paradigma tietokoneen muistille rakentamalla nanokokoisista oskillaattoreista neuroverkko, joka pystyisi hahmottamaan datan häiriöisestä, osittaisestakin signaalista oskillaattorien keskinäisen synkronoinnin kautta. Tämän hankkeen partnerit tulivat Liverpoolin, Valencian ja Göteborgin yliopistoista, Münchenin teknisestä yliopistosta sekä Barcelonan molekyylibiologian instituutista.

Professori Kontturi aloitti 1980-luvun lopussa myös farmasian teknologiaan ja biofarmasiaan liittyvän tutkimuksen, jonka parissa hän teki tiivistä yhteistyötä Kuopion yliopiston ja sittemmin myös Helsingin yliopiston farmasian alan yksikköjen kanssa. Yhteistyö johti useisiin yhteisprojekteihin, julkaisuihin ja väitöskirjoihin. Kontturi toi farmasian tutkimukseen fysikaalisen kemian ja sähkökemian menetelmiä ja siten hänen panoksensa rikastutti ja syvensi farmaseuttista tutkimusta. Näissä tutkimuksissa kaksi päälinjaa olivat lääkeaineen siirto biologisten kalvojen läpi ja lääkkeiden uusien annosmuotojen tutkimus. Kontturi tutki ansiokkaasti lääkeaineiden kuljetusta ihon (transdermaalisesti) läpi ja näissä tutkimuksissa luotiin uusia näkökulmia ja matemaattisia menetelmiä transdermaalisen lääkekuljetuksen analysointiin ja ymmärtämiseen. Erityisesti tutkimus liittyi 1990-luvulla lääkkeen antoon ihon kautta käyttäen sähköä lääkeaineen siirron apuna. Lääkeaineen kuljetusprosessien lisäksi professori Kontturi kehitti lääkelaastariteknologiaa, jossa lääkeaine sidotaan ioninvai-

tomateriaaleihin ja vapautetaan sekä kuljetetaan ihon läpi sähköä avulla. Nämä tutkimukset luovat pohjaa henkilökohtaisesti säädettävälle lääkkeen annolle ihon läpi. Kyösti Kontturi kehitti ryhmineen myös menetelmän, jolla voidaan analysoida lääkeaineiden biologisten kalvojen läpäisy soluvälien kautta. Menetelmän avulla voidaan laskea kalvoille huokoisuus, solujen välisten aukkojen koko ja lukumäärä. Nämä ovat tärkeitä parametreja arvioitaessa esimerkiksi farmakokineettiseen tutkimukseen käytettävien solukkojen käyttökelpoisuutta lääketutkimuksessa ja -kehityksessä. Kontturin farmaseuttisista tutkimuksista mainittakoon vielä valolla aktivoituvat liposomit. Liposomit ovat viruksen kokoisia lipidirakkuloita, joihin lääke voidaan pakata sisään. Vuonna 2007 julkaistussa alan ensimmäisessä työssä osoitettiin, että liposomeihin pakattu malliaine voidaan vapauttaa valon avulla, mikä voi mahdollistaa lääkeaineen vapauttamisen haluttuun aikaan ja oikeassa paikassa elimistössä. Kontturin työn jälki farmasian tutkimuksessa on merkittävä.

Opettajana Kontturi oli vanhan liiton miehiä, jonka mielestä diplomi-insinööri tuli osata kemiansa ja kalkyylinsä. Hän opetti oppilaansakin lähestymään ongelmaa matemaattisen mallinnuksen kautta kuitenkin muistaen systeemin fyysikaalinen todellisuus. Malliin piti sijoittaa numeroarvot ja suureiden yksiköt, joista heti näki, oliko se realistinen. Opetusmetodi oli ilmeisen hyvä, koska hänen oppilaansa ovat si-

joittuneet Suomen kemianteollisuuden johdopaikoille ja yliopistojen professoreiksi. Kontturi ohjasi tai valvoi yli 50 diplomityötä ja väitöskirjojenkin lukumäärä lähentelee kolmeakymmentä.

Tieteellisen opetuksen lisäksi Kontturi painotti monipuolisen sivistyksen merkitystä. Tämän hän peri lapsuutensa vasemmistolaisesta kulttuurikodista Vaasassa, jossa erityisesti kirjallisuus oli vahvasti esillä, olihan hänen äitinsä Venny tunnettu kirjoittaja ja romaanikirjailija. Kirjallisuus ja lukeminen olivat Kontturille rakkaita koko elämän ajan, ja tavattuaan vaimonsa Annun hän tutustui syvästi myös klassiseen musiikkiin. Rock'n'roll oli tuttua jo kouluajoilta, jolloin hän kuunteli musiikkia Pohjanlahden yli Ruotsin radiosta. Hämästyttävät olivat Kontturin tiedot 1960-luvun rock-musiikista.

Perheen koti oli fyysikaalisen kemian laboratorion seuraelämän kiintopiste lähes 30 vuoden ajan. Lukuisat olivat ne kerrat, jolloin laboratorion väki kokoontui sinne illalliselle kuuntelemaan musiikkia ja puhumaan tieteestä ja sen vierestä. Jatko-opiskelijat saivat yksityisesti ohjausta, kannustusta ja rohkaisua. Ulkomaiset vierat saivat poikkeuksetta kutsun, jos se vain oli mahdollista. Kontturin karhumaisen olemuksen alla oli empaattinen ja sosiaalinen persoonallisuus, joka toi hänelle runsaasti ystäviä. Varsinkin viimeisinä vuosinaan Kontturi viihtyi hyvin kesämökillä Kaakois-Suomessa yhdessä perheensä kanssa, joka oli hänelle aina hyvin tärkeä.

Lasse Murtomäki ja Arto Urtti

Kyösti Kontturi

In memoriam

Professor Emeritus Kyösti Kontturi passed away in Helsinki on 28.9.2015 at the age of 66. He was born on 26.2.1949 in Vaasa, graduated in engineering at the Department of Chemistry, Helsinki University of Technology (HUT), in 1974 and gained his doctorate in 1983 with a thesis entitled *Counter-current Electrolysis in a Thin Porous Membrane*. After a short period working for Suomen Sokeri, Kontturi returned to HUT, initially as an assistant and later as a senior assistant and docent in physical chemistry, until he was appointed Professor of Physical Chemistry and Electrochemistry at the beginning of 2002. He held this chair until his retirement from the Aalto University in November 2014.

Above all, Professor Kontturi was an active researcher: he supervised a large number of post-graduates even before his nomination as professor, and managed to arrange funding via his extensive relations with the Finnish chemicals industry and European colleagues. He had an extensive network of contacts with the leading European electrochemists, and after Finland joined the EU he managed to get funding for six EU projects, coordinating three of them. A new area of application for physical chemistry in pharmaceutical research was opened up via the TEKES Pharmaceutical Technology Programme in the early 1990s, and his cooperation with the pharmaceutical faculties of the Universities of Kuopio and Helsinki continued until his retirement. His list of publications includes some 270 peer-reviewed papers, three textbooks and half-a-dozen patents.

Professor Kontturi visited the University of Southampton for 6 months in 1985 and spent 12 months at Imperial College,

London, in 1989-90. Cooperation with the Heyrovský Institute of Physical Chemistry in Prague began in 1987, and he received the Heyrovský Medal in summer 2014. Kontturi was a member of the Finnish Academy of Sciences and Letters, the Finnish Society of Sciences and Letters, and the Electrochemical Society (USA), and a Fellow of the Royal Society of Chemistry (UK). In 1996-2000 he served as the national secretary of the Finnish branch of the International Society of Electrochemistry.

Professor Kontturi began his research career in the form of his master's thesis, using non-linear current perturbations to study multi-step electrode reactions. Electrode processes are always accompanied by transport, and in his doctoral thesis Kontturi applied the theory of Irreversible Thermodynamics to membrane transport, which represented a novel type of membrane electrochemistry. The thesis manifested an approach that was typical of Kontturi: a mathematical model of a chemical phenomenon from which measurable quantities can be extracted. The method presented in the thesis enables ions to be separated continuously, and it has since been applied, for example, to the determination of the true mobility and charge numbers of macromolecules such as proteins. The results of his studies of transport processes are gathered together in the textbook *Ionic Transport Processes* (Oxford University Press, 2008), which was based on Kontturi's lecture notes and written in collaboration with the Department of Thermodynamics, University of Valencia.

In the 1980s Professor Kontturi introduced a new area of electrochemistry into Finland, the two-phase electrochemistry of mutually immiscible electrolyte solutions, in which charge transfer processes are typically studied at the water-organic phase in-

terface. This interface provides a platform for studying the kinetics and mechanisms of charge transfer in biology, for instance – even without an external electric circuit – when the interface is modified with amphiphiles such as phospholipids. Kontturi used this approach to study drug penetration through lipid films and the binding of drugs to lipids. The water-oil interface also provided a rapid electrochemical means of determining hydrophobicity, i.e. the partition coefficient of drugs. Another important area of application was the study of metal extraction across the water-oil interface. Several publications, doctoral theses and EU applications were based on the topic of two-phase electrochemistry in collaboration with the University of Liverpool, EPFL and the Heyrovský Institute.

In the late 1990s the science of nanoparticles began to attract increasing interest and Kontturi was particularly concerned with the potential of metallic nanoparticles, e.g. in catalysis. In the last EU project that he coordinated, “Design and functionality of non-linear electrochemical nanoscale devices”, the goal was to generate a novel paradigm for a computer memory by building a neural network from nano-sized oscillators. The network would be able to recognize data from distorted, partially incomplete signals via mutual synchronization of the oscillators. The partners in this far-reaching project were the Universities of Liverpool, Valencia and Gothenburg, the Technical University in Munich and the Institute of Molecular Biology in Barcelona.

Towards the end of the 1980s Professor Kontturi started studies related to pharmaceutical technology and biopharmaceutics, initially in collaboration with a group at the University of Kuopio, and later at the University of Helsinki. This collaboration produced several joint research projects, pub-

lications and doctoral theses. Kontturi introduced methods from physical chemistry and electrochemistry into pharmaceutical research, which was thereby enriched by his contribution. The two main lines of research were the transport of drugs across biological barriers and the development of new means of drug administration. In particular, Kontturi studied transdermal delivery of drugs (through the skin), introducing new aspects and mathematical methods for use in research into transdermal transport. The focus in the late 1990s was mainly on the electro-assisted transport of drugs through the skin.

In addition to the study of transport processes, Professor Kontturi developed the technology of drug-carrying transdermal patches, in which a drug was initially bound to an ion-exchange material and then released with an electric current. These studies now form the basis for personalized drug delivery through the skin. Kontturi and his team also presented a method for the analysis of drug permeation in biological membranes via the intercellular route, enabling the porosity of the membrane and the number and size of the pores to be calculated. This information can be used to assess the usefulness of cell cultures in pharmacokinetic studies during drug development. Furthermore, Kontturi’s impact on pharmaceutical research extended to light-activated liposomes. Liposomes are small lipid spheres of the size of viruses that can be used as drug reservoirs. In the first proof-of-concept work in 2007 it was shown that a drug embedded in liposomes can be released by exposure to light, which makes the controlled delivery of drugs possible at a chosen time and a chosen location in the body. Kontturi’s contribution to the pharmaceutical sciences was truly significant.

As an educator, Professor Kontturi followed the principle that a chemical engineer must know both chemistry and calculus. He also taught his students to approach a problem through mathematical modelling, but always keeping the physical situation in mind. The values and units of the quantities had to be inserted into the model, which would immediately reveal whether the model was realistic. His method was apparently a good one, as many of his students are in executive positions in the Finnish chemicals industry or work as university professors. Kontturi tutored more than 50 master's theses and about 30 doctoral theses.

Kontturi emphasized not only science, but also general knowledge and a good standard of education. He came from a culturally rich home in Vaasa where literature was a particular focus, since his mother Venny was an accomplished writer and novelist. Literature and reading were very dear to him throughout his life, and after having

met his wife, Annu, he also became deeply acquainted with classical music. Rock'n'roll was already familiar to him from his teens, when he used to listen to Swedish radio from across the Gulf of Bothnia. Kontturi's knowledge of the rock music of the 1960's was amazing.

For almost 30 years the family home was a social meeting point for the staff of the physical chemistry laboratory. The staff members gathered there for dinner on numerous occasions, to listen to music and to talk about science and matters beyond science. Post-graduates received private tutoring until the small hours, and foreign guests, including the opponents in public discussions of doctoral theses, were always invited if possible. Beneath Kontturi's sturdy exterior resided an empathic and social personality that brought him many true friends. In his last year he spent a lot of time at his summer cottage in South-East Finland with the family that was always so very precious to him.

Obituary by Lasse Murtomäki and Arto Urtti