

# AIV-VOISUOLA – A. I. VIRTASEN ENSIMMÄINEN SUURI KEKSINTÖ

Jarmo Pulkkinen

Vaikka Artturi Ilmari Virtasen (1895–1973) nimi yhdistetään useimmiten kemian Nobelin palkinnon tuoneeseen AIV-menetelmään, hän teki urallaan myös toisen hyvin merkittävän keksinnön eli AIV-voisuolan. AIV-voisuola paransi huomattavasti suomalaisen voim kestävyyttä ja helpotti sen vientiä Keski-Eurooppaan ja erityisesti Isoon-Britanniaan. Siten sillä oli suuri taloudellinen merkitys sekä Valiolle että Suomen kansantaloudelle yleisemmin.

Voisuolan keksimiseen ja käyttöönottoon liittynyt salamyhkäisyys on kuitenkin vaikeuttanut aiheen tietehistoriallista tutkimusta. Johtuen keksinnön suuresta taloudellisesta arvosta se päätettiin pitää salassa. Salassapito onnistui aina talvisotaan asti, jolloin ruotsalaiset pääsivät siitä selville. Ajallisesti lähin lähde AIV-voisuolan keksimisprosessista on Virtasen selonteko, joka luovutettiin Suomen tiedeseuralle säilytettäväksi 2. helmikuuta 1926. Se julkaistiin vasta vuonna 1945.<sup>1</sup> Selonteossa keskitytään pääasiassa asian tiimoilta tehtyihin kokeisiin, eikä Virtanen esimerkiksi puhu lainkaan syistä, jotka saivat hänet tarttumaan ongelmaan. Sama näkökulma on vallitseva myös Matti Heikosen Virtasen elämäkerrassa, johon kaikki muut esitykset keksinnöstä ovat pääosin nojautuneet.<sup>2</sup> Heikonen valottaa hyvin voisuolan keksimisen tieteellistä ja teknistä puolta, mutta muu laajempi historiallinen konteksti jää hyvin ylimalkaiseksi. Heikonen jopa toteaa AIV-voisuolan kehitystyöstä, että ”emme tiedä [...], mistä virike tutkimuksiin tuli”.<sup>3</sup> Heikosen väite ei kui-

tenkaan pidä paikkaansa, kuten tässä artikkelissa tulen osoittamaan.

Artikkelissani tarkastelen AIV-voisuolan syntyhistoriaa, käyttöönottoa ja merkitystä laajemmassa historiallisessa kontekstissa hyödyntäen myös jonkin verran aiemmin käyttämätöntä arkistomateriaalia.<sup>4</sup> Tärkein metodologinen apuväline on Thomas P. Hughesin teknologisen järjestelmän käsite.<sup>5</sup> Aiemmassa tutkimuksessa on korostunut yksilökeskeinen ”keksijähistorian” näkökulma, jossa keksintöä on tarkasteltu pääosin A. I. Virtasen ja hänen johtamansa Valion laboratorion näkökulmasta. Tämä näkökulma korostaa kuitenkin mielestäni liikaa Virtasen merkitystä laajemmassa historiallisessa kontekstissa antaen vaikutelman, että Virtanen lähes yksin ratkaisi voim kestävyysongelmat ja ”pelasti” Suomen voivien Englantiin. Samalla kuvaus on lähestynyt teknologista determinismia, jossa tekniikan ja ympäröivän yhteiskunnan suhde näyttäytyy yksisuuntaisena. Esimerkiksi Heikosen esityksessä voisuolan keksiminen kuvataan pääosin tieteellis-teknisessä kontekstissa, ir-

rallaan ympäröivästä yhteiskunnasta. Kehitystyön jälkeen voisuola otetaan käyttöön, jolloin sillä on laaja-alaisia vaikutuksia suomalaisen meijeriteollisuuteen ja viime kädessä koko kansantalouteen. Historiallinen analyysi niistä taloudellisista, yhteiskunnallisista ja poliittisista voimista, jotka loivat ”tilauksen” voisuolalle jää puuttumaan muuten kuin hyvin pinnallisella tasolla.

Teknologisen järjestelmän käsite tarjoaa välineet, jonka avulla nämä puutteet voidaan korjata. Hughes ymmärtää teknologian hyvin laajasti. Teknologia on ongelmanratkaisua, jossa on useimmiten kyse aineellisen todellisuuden uudelleenjärjestämisestä, jotta tavaroiden ja palveluiden määrä lisääntyisi. Ongelmanratkaisu on myös teknologisten järjestelmien päätehtävä.<sup>6</sup> Tekniikan ohella teknologisiin järjestelmiin kuuluu myös inhimillisiä ja sosiaalisia osia. Hughesin teorian mukaan teknologiseen järjestelmään kuuluu fyysisten artefaktien lisäksi erilaisia organisaatioita, kuten tuotteita valmistavat ja myyvät yritykset. Näiden ohella järjestelmään kuuluu tieteellinen osa, joita ovat esimerkiksi tieteelliset julkaisut ja opetus- ja tutkimusohjelmat.<sup>7</sup>

Teknologisilla järjestelmillä on oma elinkaarensa. Ne syntyvät ”radikaalin” keksinnön ympärille, jonka hyväksikäyttö vaatii laajan infrastruktuurin luomisen. Teknologisia järjestelmiä luonnehtii myös jatkuva pyrkimys sekä toiminnan tehostamiseen että laajentumiseen uusille alueille. Teknologisella järjestelmällä on myös omat rajansa. Hughes kutsuu ”ympäristöksi” sitä osaa maailmasta, joka ei ole järjestelmän hallinnassa, mutta joka kuitenkin vaikuttaa järjestelmän toimintaan. Aikaa myöten teknologisilla järjestelmillä on taipumus liittää osia ympäristöstä itseensä, poistaen samalla epävarmuustekijöitä.<sup>8</sup> Tällöin teknologinen järjestelmä muuttuu ”avoimesta” ”suljetuksi”.<sup>9</sup> Kun järjestelmään liitetään yhä uusia osia ympäristöstä, se eristyy ympäristöstään. Samalla teknologinen järjestelmä saa

lisää liike-energiaa (*momentum*).<sup>10</sup> Varhaisessa kehitysvaiheessa ympäristön vaikutus teknologiseen järjestelmään on suuri, kun taas kehittyessään ja laajentuessaan vaikutuksen suunta muuttuu. Paljon liike-energiaa omaavat teknologiset järjestelmät muovavat yhteiskuntaa enemmän kuin yhteiskunta niitä.<sup>11</sup>

Siten teknologisen järjestelmä antaa hyödyllisen käsitteellisen kehikon, jonka avulla voidaan kuvata AIV-voisuolan syntymä, käyttöönottoa ja vakiintumista. Teknologisen järjestelmän käsite tarjoaa myös välineet, jonka avulla voidaan sekä paljastaa AIV-voisuolan synnyn taustat että arvioida sen merkitys suomalaiselle meijeriteollisuudelle ja kansantaloudelle yleisemmin.

## SUOMALAISEN VOINVIENNIN JÄRJESTELMÄ

Hughesin terminologialla 1870-luvun loppupuolella keksitty maitoseparaattori oli modernin meijeriteollisuuden synnyttänyt ”radikaali” innovaatio.<sup>12</sup> Se mahdollisti voirasvan koneellisen erottamisen ja siten myös voinin suurtuotannon. Meijeriteollisuuden organisoiminen kansainvälisesti tapahtui huomattavassa määrin osuustoimintaperiaatteen mukaisesti. Näiden kahden tekijän yhteisvaikutus loi pohjan myös suomalaisen meijeriteollisuuden synnylle.

Vaikka suomalaisen voinin viennillä on satoja vuosia vanhat perinteet, jotka ulottuvat 1500-luvulle asti, voikauppa alkoi kehittyä nopeasti vasta 1800-luvun jälkipuoliskolla. Tähän vaikuttivat sekä maitoseparaattorin käyttöönotto että myös höyrylaivojen tarjoamat parantuneet liikenneyhteydet Keski-Eurooppaan. 1900-luvun vaihteessa pääasialliseksi vientikohteeksi tuli Englanti. Samaan aikaan Suomessa ryhdyttiin perustamaan runsaasti osuustoimintaperiaatteen mukaan toimivia osuusmeijereitä, joissa maidontuottajat saivat itselleen suuremman



Valtion Vointarkastuslaitoksen käyttämä tarkastusmerkki vientivoille 1920-luvulla.  
Kuva: Karjantuote 4/1922.

osuuden voitosta. Vuonna 1905 joukko osuusmeijereitä perusti Voinvienti-osuusliike Valion. Viennin edistämisen ohella osuusliikkeen päämäärä oli korkealaatuisen voin tuottaminen, johon myös nimi *Valio* viittasi.<sup>13</sup> Vaikka Valion perustamisen taustalla olivat ulkomaiset vaikutteet, Valion ja sen ulkomaisten vastineiden välillä oli merkittävä ero. Ulkomailla osuusmeijereiden keskusosuuskunnat olivat paikallisia ja niiden toiminta rajoittui esim. jonkin maakunnan alueelle.<sup>14</sup> Sen sijaan Valio oli koko Suomen kattava organisaatio. Valio saavutti nopeasti hallitsevan aseman suomalaisessa meijeriteollisuudessa. Ensimmäisen maailmansodan alkaessa Valion osuus maan voinviennistä oli jo yli 80%.<sup>15</sup> Koko maan kattava organisaatio antoi Valiolle huomattavat voimavarat ja mahdollisti myös Suo-

men olosuhteissa mittavan tieteellisen tutkimustoiminnan käynnistämisen.

Suomalaisen voinviennin järjestelmän alkupiste oli maatilat, joilta voin raaka-aine maito kuljetettiin osuusmeijereihin. Eri puolilla Suomea sijaitsevista osuusmeijereissä valmistettu voi kuljetettiin ”voijunilla” Hankoon, jossa se lastattiin höyrylaivoihin. Höyrylaivat lähtivät Hangosta keskiviikkona ja saapuivat Pohjois-Englannin Hulliin seuraavana maanantaina. Perillä lasti myytiin englantilaisille välittäjille yleensä jatkuvilla, kahden viikon irtisanomisen varassa olevilla sopimuksilla. Hinnan puolesta ne olivat riippuvaisia Kööpenhaminan voipörssin noteerauksista.<sup>16</sup>

Suomalaisen voinviennin ensimmäisen kultakauden päätti ensimmäinen maailmansota, joka katkaisi yhteydet tärkeimpään vientikohteeseen eli Englantiin. Itsenäistymistä seurannut kansalaissota saattoi maan sekasortoiseen tilaan, jolloin myös elintarviketuotanto romahti. Laajamittainen voinvienti alkoi uudelleen vasta vuoden 1921 alussa, jolloin Suomen viranomaiset vapauttivat voinviennin kaikista rajoituksista. Saman vuoden huhtikuussa voikauppa vapautui Suomen päämarkkina-alueella Englannissa, jolloin kauppasuhteet paikallisiin tukkukauppiaisiin voitiin elvyttää.<sup>17</sup>

Tilanne voimarkkinoilla oli kuitenkin muuttunut. Valion julkaiseman *Karjantuote*-lehden sanoma oli selkeä. Lukijoille teroitettiin koventuneen kansainvälisen kilpailun merkitystä. Sotavuodet olivat totuttaneet kuluttajat margariinin käyttöön, jolloin ”ostaa esim. englantilainen kuluttaja mieluummin huokeata margariinia kuin sellaista voita, joka ei ole laadultaan ehdottoman hyvää”.<sup>18</sup> Uudesta-Seelannista ja Australiasta tuotu ”siirtomaavoi” oli muuttunut entistä pahemmaksi kilpailijaksi. Ennen ensimmäistä maailmansotaa sen osuus Englannin koko vointuonnista oli 26 prosenttia. Vuonna 1922 siirtomaavoin osuus oli noussut 47 prosenttiin.<sup>19</sup> Vastaavasti suurimman poh-

joismaisen voinviejän Tanskan osuus Englannin markkinoista oli laskenut 40 prosentista 34:ään. Suomen osuus putosi neljästä prosentista alle kolmeen.<sup>20</sup> Siirtomaavoin merkityksen kasvaessa Kööpenhaminan voipörssin noteerausten merkitys väheni, ja ostajat eivät enää olleet halukkaita tekemään pitempiaikaisia sopimuksia. Niiden tilalle tulivat kunakin viikkona erikseen tehdyt kaupat. Lisäksi epävarmuutta lisäsivät voimakkaasti vaihtelevat valuuttakurssit.<sup>21</sup>

Koska hinta määräytyi joka viikko erikseen, laatuun panostamisen nähtiin olevan Suomen ainoa keino pärjätä kovassa kansainvälisessä kilpailussa: ”*Nyt siis vaaditaan hyvää ensiluokkaista tavaraa, sen sijaan että ennen sotaa kelpasi yleensä ensiluokkainen, jopa vähän huonompikin voi.*”<sup>22</sup> Siinä oli kuitenkin parantamisen varaa. Syksyllä 1922 Valion Hullin myyntikonttorista ilmoitettiin:

”*Suomen voim myynnissä on viime aikoina tuottanut suurta häirtää voim huono laatu. Home on ollut aivan yleinen. Muutenkin on laatu ollut huonoa. Voi on yleensä myöskin kokoomukseltaan ollut huonoa. Ostajat valittavat, ettei se ei pysy tiskillä, vaan luhistuu läjään. He eivät ota uskoakseen, että lähettämämme voi on ollut tuoretta tavaraa.*”<sup>23</sup>

1920-luvulla Valiossa pyrittiin määrätietoisesti parantamaan suomalaisen vientivoim laatu. Tätä työtä johti vuosina 1908–44 Valion toimitusjohtajana toiminut F. M. Pitkäniemi. Hughesin käsitteistöllä Pitkäniemi oli ”järjestelmänrakentaja”.<sup>24</sup> Aikakautensa kuluessa Pitkäniemi rakensi Valiosta yhden Suomen merkittävimmistä yrityksistä. Voinvienti oli myös hyvin merkittävää kansantaloudellisesti. 1920-luvun puolivälissä maataloustuotteiden eli voim ja juuston vienti teki 10 % koko Suomen viennin raha-arvosta.<sup>25</sup> Siten Pitkäniemi oli samalla tärkeä hahmo Suomen koko ulkomaankaupassa, ja maan hallitus käytti häntä säännöllisesti edustajanaan kauppaneuvotteluissa.<sup>26</sup>

Pitkäniemen johdolla Valion toimintaa tehostettiin huomattavasti. Hughesin käsit-

teistöä seuraten Valio alkoi muuttua ”avoimesta” ”suljetuksi” järjestelmäksi. Keskeinen osa toiminnan tehostamista oli Valion organisaation vahvistaminen. Vuonna 1920 Valioon perustettiin Neuvontaosasto, jonka ensimmäiseksi johtajaksi tuli Kalle Jäntti. Vuonna 1922 siinä työskenteli 18 neuvonjohtajaa, yksi kutakin meijeriliittoa kohden.<sup>27</sup> Osaston tehtäviin kuului erityisesti raaka-aineen ja tuotteiden laadun parantaminen. Lisäksi neuvotat kiersivät ympäri Suomea esitelmöimässä ja auttamassa meijereiden tilinpäätösten tekemisessä.<sup>28</sup> Neuvontatyön välineenä toimivat myös Valion perustamat lehdet: *Karjantuote* ja *Karjatalous*.

*Karjantuote*-lehden sivuilla käytiin lävitse kaikki vointuotannon ongelmakohdat. Maatiloilla ei jäädytetty maitoa riittävästi, jolloin maito oli harvoin ensiluokkaista saavuttuaan meijeriin. Vastaavasti oli ”huutava epäkohta”, että meijeriin saadut kermat olivat vastaanotettaessa jo ”sakeammaksi hapanneita kuin mitä säännöllisessä hapattamisessa meijerissä halutaan”.<sup>29</sup> Osuusmeijereitä patistettiin uusimaan koneitaan: ”*Monessa meijerissä olisi vanha separaattori, joka kuorii huonosti ja kuluttaa paljon voimaa, vaihdettava uuteen, tarkkaan kuorivaan ja voimaa säästävään separaattoriin, vanhat kuluneet pastörit, jotka tuskin enää ansaitsevat pastörin nimeä, olisivat uusittavat, kuluneet, vuotavat maito- ja kermapumput olisivat korvattavat paremmilla.*”<sup>30</sup>

Tärkeä osa työtä voim laadun parantamiseksi oli erilaisten makuvirheiden poistaminen. Tuohon aikaan ne todettiin koemaittamisen avulla. Esimerkiksi vuonna 1927 Valtion vointarkastuslaitoksen arvioinnissa erotettiin toisistaan epäpuhdas, kitkerä, vanha, öljyinen, härski, kalan, talin, käynyt, keitetyn, palaneen, juuston, heran, piimän, hapan, rehun, maltaan, sipulin, savun, nave-tan, metallin, puun ja ummehtunut maku.<sup>31</sup> Näiden makuvirheiden alkuperät olivat moninaisia. Esimerkiksi keitetyn maku oli seurausta pastöroinnista liian korkeassa

lämpötilassa. Lisäksi huonosti tinatut san-  
got, saavit ja muut astiat saattoivat aiheuttaa  
voihin metallin maun.<sup>32</sup>

## A. I. VIRTANEN ALOITTAÄ VALION LABORATORIOSSA

A. I. Virtanen oli työuransa alkuvaiheista lähtien mukana suomalaisen voinvien-  
n järjestelmässä. Virtanen väitteli kemias-  
ta Helsingin yliopistossa loppuvuodesta  
1918. Talvella ja keväällä 1919 nuori tohtori  
työskenteli jonkun aikaa Kymiymhiön Kuu-  
sankosken selluloosatehtaalla, mutta siir-  
tyi heinäkuussa assistentin virkaan Valtion  
voinkarkastuslaitokseen Hankoon. Labora-  
torio oli kuitenkin sodan aikana tyhjennetty  
ja hävitetty, ja maassa valtava voipula, jo-  
ten voinäytteitäkään ei luonnollisesti saatu.  
Virtasella ei ollut paljoa muuta tekemistä  
kuin kalastaa ”laiturilta meduusoja”. Pari  
kuukautta myöhemmin häntä tuli tapaa-  
maan Valion toinen johtaja Parviala, joka  
etsi kemistiä Valion laboratorioon. Virtanen  
aloitti työskentelyn Valiolla lokakuun alussa  
1919.<sup>33</sup>

Vuonna 1916 Valioon oli perustettu ke-  
miällis-bakteriologinen laboratorio.<sup>34</sup> Labo-  
ratorion ensimmäisenä johtajana toimi A. E.  
Sandelin, joka harjoitti tiivistä tutkimusto-  
iminta olosuhteiden sallimissa rajoissa. Tilat  
koostuivat kahdesta laboratoriohuoneesta,  
kansliasta, pimeähuoneesta ja suuremmas-  
ta salista Valion järjestämiä kurseja varten.  
Ensimmäisen maailmansodan aikana lait-  
teiden ja tarvittavien kemikaalien hankinta  
oli myös hyvin hankalaa. Sandelin siirtyikin  
Turkuun Oy Åstromin tehtaiden kemistiksi  
ja teknilliseksi johtajaksi syksyllä 1918.<sup>35</sup>

Virtanen oli asettanut Valiolle tulon  
ehdoksi ulkomaiset opintomatkat. Vuosien  
1920–24 välillä hän tutustui tuon ajan huip-  
pututkimukseen keskieurooppalaisissa ja  
ruotsalaisissa tutkimuslaboratorioissa. Vu-  
oden 1921 alussa hänet nimitettiin laborato-

rion johtajaksi, mutta tuolloin henkilökunta  
koostui hänestä itsestään ja vahtimestaris-  
ta. Vuoteen 1922 mennessä laboratorio oli  
saanut neljä uutta huonetta. Laboratorioon  
oli palkattu myös kaksi assistenttia suoritta-  
maan meijereiden tilaamia kemiallisia ana-  
lyyseyä.<sup>36</sup> Tässä vaiheessa laboratorio toimi  
pääasiassa analyttisenä keskuslaboratorio-  
na Valioon liittyneitä keskusmeijereitä var-  
ten.<sup>37</sup> Esimerkiksi vuonna 1922 Virtanen  
valitti jokapäiväisten analyysien tuomaa työ-  
taakkaa, joka monesti esti tieteellistä tutki-  
mista.<sup>38</sup>

Valion laboratorion tieteellinen toi-  
minta vilkastui vasta kun Virtanen palasi  
opintomatkoiltaan Helsinkiin keväällä 1924.  
Samana vuonna Virtasesta tuli kemian do-  
senti Helsingin yliopistoon. Hän alkoi pitää  
biokemian luentoja ja ohjasi samalla opiske-  
lijoiden harjoitustöitä Valion laboratorioissa.  
Virtasen mukaan opiskelijoiden mukaantulo  
vilkastutti laboratorion tutkimustoimintaa  
entisestään.<sup>39</sup> Elokuussa 1924 laboratorioon  
palkattiin ensimmäinen tieteellinen assis-  
tenti. Henning Karströmistä (1899–1989)  
tuli nopeasti Virtasen läheisin ja tärkein työ-  
toveri.<sup>40</sup>

## VUOSIEN 1924–25 KRIISI VOINVIENNISSÄ

1920-luvun alkuvuosina Valiossa tehty työ  
voink laadun parantamiseksi kantoi nopeasti  
hedelmää. Yksi suuri ongelma oli kuitenkin  
edelleen jäljellä. Tuolloin valmistettiin ylei-  
sesti sekä ”imelää” että ”hapanta” voita.  
Edellinen valmistettiin tuoreesta, jälkimmäi-  
nen taas hapatetusta kermasta. Imelä voi oli  
kestävää, joten sitä valmistettiin erityisesti  
Australiassa ja Uudessa Seelannissa. Sillä oli  
kuitenkin heikko aromi. Happamalla voilla  
oli hyvä aromi, mutta huono kestävyys. Se  
saattoi kehittää jopa muutamassa viikos-  
sa ”öljyisen” maun, joka teki siitä nopeasti  
syömiskelvotonta. Pohjoismaissa valmistet-

tiin runsaasti hapanta voita ulkomaanvientiin, erityisesti Keski- ja Pohjois-Englantiin. Koska happaman voion matka Suomesta Englantiin kesti kauemmin kuin Tanskasta ja Ruotsista, kestävyysongelman ratkaisu oli erityisen tärkeää Valiolle. Happamen voion huono kestävyys esti myös voion varastoinnin pidemmäksi aikaa. Voion tuotanto oli suurimmillaan Suomessa keväällä ja kesällä, jolloin voion hinta oli alhaalla Englannissa. Jos kestävyysongelma saataisiin ratkaistua, voitaisiin voita varastoida pidemmäksi aikaa, ja viedä Englantiin syksymmällä, jolloin hinnat olivat korkeammat.

Vuonna 1924 kestävyysongelma tuli entistä suuremman huomion kohteeksi. Tuolloin Vointarkastuslaitos otti käyttöön voion kestävyyskokeet. Aiemmin vientiin tarkoitettu voi oli arvosteltu vain kerran, mutta nyt tarkastuskäytäntö muutettiin kaksiosaiseksi. Ensimmäisen arvion jälkeen samat tarkastajat arvostelivat saman voion uudestaan kaksi viikkoa myöhemmin. Tällöin ensimmäisen ja toisen arvostelun välinen erotus paljasti voion kestävyuden.<sup>41</sup> Tulokset eivät olleet kehuttavia. Arvostelijana toiminut Toivo Mäkinen kirjoitti marraskuun 1924 voionkestävyyskokeista:

*”Tarkastuksessa oli kaikkiaan 53 eri meijerin valmistetta, paria kolmea poikkeensta lukuunottamatta ensiluokkaisista meijereistä. Ensimmäisessä arvostelussa t . k. 3 p:nä joutui primavoiluokkaan 46 merkkiä ja sekundaluokkaan 7 merkkiä. Toisessa arvostelussa sensijaan ensiluokkaan pääsi vain 18 merkkiä; loput 35 merkkiä joutuivat toiseen ja kolmanteen luokkaan. Laadun huonontuminen ensimmäisen ja toisen arvostelun välillä eli siis tasan kahden viikon ajalla oli niin suuri, ettei se voi olla herättämättä mitä vakavinta huomiota.”<sup>42</sup>*

Vuonna 1924 voionvientiä vaivasivat muutkin ongelmat. Talvi 1924–25 oli ennätysellisen leuto. Joulukuun alkupuolella alkoi vuodenaikaan nähden erittäin lämmin jakso, joka kesti tammikuun loppuun asti.<sup>43</sup> Esimerkiksi tammikuun puolen välin tie-

noilla Helsingin Tähtitornin mäellä ”nurmi-  
kot ovat aivan viheriöitseviä ja sireenit ovat suurissa silmuissa”.<sup>44</sup> Maaseudulla rekikeliä puuttuessa heinää ja rehuja ei kyetty kuljettamaan navetoihin, eikä lannanajo pelloille onnistunut. Myös metsänhakkuut eivät käynnistyneet.<sup>45</sup> Talvi saapui Suomeen vasta helmikuun alussa, jolloin koko maahan satoi ensi kertaa kunnolla lunta.<sup>46</sup> Tilastojen perusteella tammikuu oli lämpimin siltä ajalta, jolta oli laajempia havaintoja. Esimerkiksi Helsingin kuukauden keskilämpötila oli +1,1 astetta.<sup>47</sup> Ennätys rikottiin vasta vuonna 2008.<sup>48</sup>

Lämpimän syksyn ja talven seurauksena edellisenä talvena kerätyt jäävarastot loppuivat mautiloilla ja meijereissä. Kun Etelä- ja Lounais-Suomen sekä Etelä-Pohjanmaan meijereistä loppuivat jäät, sitä jouduttiin kuljettamaan niihin rautateitse Kuopion seudulta. Tätä varten Valio anoi rautatiehallitukselta alennusta rahtimaksuihin, joihin tulikin 20 prosentin alennus huhtikuun alkuun asti.<sup>49</sup> Jään puutteen seurauksena meijereihin tuotu maito oli ollut ”virheellistä”, ja ensiluokkaisen voion valmistaminen oli ollut ”vaikeata, jopa mahdotontakin”.<sup>50</sup> Raaka-aineen huonontuminen ja siitä johtuneet pastörointi-ongelmat huononsivat entisestään voion kestävyttä. Pitkäniemen mukaan ongelmia ei lämpimän alkutalven vuoksi saatu korjattua kuin vasta helmikuulle 1925 tultaessa, ”sen jälkeen kun arvaamaton tappio oli jo tapahtunut voimme maineelle”.<sup>51</sup>

Valion johtoportaan näkökulmasta vientivoion kestävyyskokeiden aloittamisella oli ikävä sivuvaikutus. Kestävyyskokeissa saadut huonot pisteet saivat meijereitä siirtymään happamen voion valmistuksesta imeleään voihin. Koska imeleä voita oli huomattavasti helpompi tehdä, sen avulla meijerit saattoivat saada parempia arvopisteitä. Käytössä olleesta laatumaksutavasta johtuen korkeammat pisteet toivat meijereille myös suoraa taloudellista hyötyä. Valion teknillisen johtajan Pehkosen mukaan vuonna



1925 Valiolle saapuneista 245 681 astiasta jo 66 399 eli 27 prosenttia oli imelää voita. Valion johtoportaan mielestä kyseessä oli suuri kansantaloudellinen erehdys. Siirtyminen imelän voim valmistukseen merkitsi ”siirtymistä markkinoilla yhtä tasoa alemmaksi”. Tuolloin suomalainen voi kilpailisi Englannin markkinoilla imelän siirtomaa-voim kanssa, josta maksettiin huomattavasti huonompi hinta kuin pohjoismaisesta hap-pamasta voista.<sup>52</sup>

Siten suomalaisen voim huono kestävyys nousi yhä suuremmaksi ongelmaksi vuosien 1924 ja 1925 aikana. Hughesin terminologiaa käyttäen kyseessä oli sekä kriittinen ongelma että ”rintamansisennys” (*reverse salient*).<sup>53</sup> Teknologisen järjestelmän kasvaessa jotkin osat järjestelmästä voivat jäädä kehityksessään muista jälkeen. Tällöin näistä ”kriittisistä ongelmista” ja ”rintamansisennyksistä” tulee koko järjestelmän kasvua ja kehitystä estäviä tekijöitä, joiden ratkaisuun valjastetaan kaikki mahdolliset voimavarat.<sup>54</sup>

Vuosien 1924–25 kriisiä voimviennissä voidaan pitää myös alkusysäyksenä AIV-voisulan keksimiseen johtaneessa kehityksessä. Kriisitetoisuuden synnylle olivat tärkeässä roolissa marraskuun 1924 voimkestävyyskokeiden lähes katastrofaaliset tulokset. Mäkisen mukaan tulokset osoittivat suomalaisille meijereille, että ”olemme voimvalmistuksen alalla vajonneet uhkaavaan alennustilaan, josta meidän on mitä pikemmin pyrittävä nousemaan, jos mieli säilyttää asemamme ulkomaisilla voimarkkinoilla”.<sup>55</sup> Lisäksi oli välttämätöntä, että ”kaikissa meijereissämme viipymättä ryhdytään tarmokkaihin toimenpiteisiin voim laadun parantamiseksi sekä ennen kaikkea kestävyuden lisäämiseksi”.<sup>56</sup> Valion ylin johto oli samoilla linjoilla. Pitkäniemen sanoin Valiossa ryhdyttiin ”entistä pontevampiin toimenpiteisiin laadun kohottamiseksi”.<sup>57</sup> Tähän tarvittiin sekä Valion neuvontaosaston että laboratorion työpanosta.

Vuoden 1925 alussa Kalle Jäntti siirtyi *Karjantuote-* ja *Karjantalous-*lehtien päätoimittajaksi. Hänen tilalleen neuvontaosaston johtajaksi tuli A. E. Sandelin, joka oli ollut Valion laboratorion johtaja vuosina 1916–18. Sandelin ryhtyi tarmokkaasti toimiin voim kestävyuden parantamiseksi. Hän kirjoitti selonteon *Voimme laatu v. 1924*, jossa hän kävi läpi edellisen vuoden vointarkastuslaitoksen arvostelutulokset.<sup>58</sup> Lisäksi hän pohti kestävyysongelman ratkaisua kahdessa artikkelissa, *Mitä on tehtävä voimme laadun parantamiseksi* ja *Voim kestävyys*. Niissä Sandelin korosti erityisesti meijereissä tehtävien toimenpiteiden merkitystä. Esimerkiksi hän korostaa hyvän jäähdytyksen ja hapattimen merkitystä. Meijereiden olisi syytä lyhyin väliajoin uusia hapattimensa tilaamalla puhdasviljelyksiä Valion laboratorion.<sup>59</sup>

## VIRTANEN TUTUSTUU ONGELMAAN

Virtanen on itse kertonut ryhtyneensä ratkaisemaan voim kestävyysongelmaa vuonna 1924.<sup>60</sup> Vaikuttaa todennäköiseltä, että se tapahtui loppuvuodesta, ehkä juuri marraskuun kestävyyskokeiden jälkeen. Hän tutustui ongelmaan neuvontaosaston uuden johtajan Sandelinin avustuksella. Voisulan keksimisestä kirjoittamansa selonteon alussa Virtanen viittaa Sandelinin aiheesta tekemään tutkimukseen *Die Hefen der Butter* (1919).<sup>61</sup> Storgårdsin mukaan Virtanen sai myös tietoja ulkomaisesta tutkimuksesta Sandelinin kanssa käymissään keskusteluissa.<sup>62</sup> Keskustelujen ohella Virtanen todennäköisesti tutustui alkuperäisiin tutkimuksiin tai ainakin niistä julkaistuihin käännöksiin ja tiivistelmiin Valion julkaisemassa *Karjantuote-*lehdessä.

Kestävyysongelman ratkaisussa oli kyse vastaamisesta kahteen kysymykseen: ”[E]nsiksi, mistä johtuu tämä öljyinen maku, ja toiseksi, miten se voidaan estää”.<sup>63</sup> Näihin kysymyksiin oli yritetty löytää vastausta

jo 1900-luvun alusta lähtien. Tuolloin amerikkalaiset C. E. Gray ja L. A. Rogers olivat havainneet yhteyden kerman happamuuden ja voin kestävyuden välillä. Mitä happamammasta kermasta voi valmistettiin, sitä huonompi oli sen kestävyys.<sup>64</sup> Lisäksi he olivat havainneet, että ”kalan” maku ei koskaan esiinny imelässä voissa, vaan pelkästään happamassa voissa. Rogersin mukaan makuvirhe johtui trimetyyliamiinista, jota muodostui bakteerien toiminnasta valkuaisaineiden hajotessa.<sup>65</sup>

1920-luvun alkupuolella ruotsalaiset E. Haglund ja E. Waller suorittivat laajoja tutkimuksia ruotsalaisissa meijereissä. He esittivät myös ratkaisuehdotuksen, joka perustui kerman happamuusasteen säätelylle. He määrittivät kerman happamuuden titratun happoisuuden avulla, jossa happoisuutta mitattiin Soxhlet-Henkel-asteiden avulla.<sup>66</sup> Haglund ja Waller totesivat, että Ruotsin meijereissä happamuusaste kerman rasvavapaassa osassa vaihteli 27:n ja 37:n S.H.-asteen välillä. Ensimmäinen viittasi hetkeen, jolloin kerma tuli ”paksuksi”. Jälkimmäinen taas siihen kun maitohappomuodostus oli käytännöllisesti katsottuna loppunut. Koekoiden perusteella he tulivat johtopäätökseen, että mitä lähempänä happamuusaste oli alempaa arvoa, sitä kestävämpää voista tuli. Menetelmä ei kuitenkaan ollut täysin varma. Vaikka ”öljyisen” maun kehittyminen oli epätodennäköisempää, se saattoi kuitenkin esiintyä.<sup>67</sup>

Kerman neutralointi oli toinen yleisesti tunnettu tapa ehkäistä makuvirheen syntymistä. Menetelmää käytettiin myös Suomessa. Sandelinin mukaan Viipurin meijeri valmisti neutraloinnin avulla kesälläkin hyvätaasoista voita, vaikka sinne saapui välillä huonolaatuista ja hapanta kermaa varsin pitkien matkojen päästä. Viipurin meijerissä kerma neutraloitiin soodan avulla, jolloin hapantunut kerma voitiin pastöroida. Pastöroidessa soodasta kehittyi kaasumaista hiilihappoa, joka yhdessä kuumasta kermas-

ta nousevan vesihöyryn kanssa poisti suuren osan kermassa olevista sivumauista ja -hajuista.<sup>68</sup>

## VIRTANEN RATKAISEE ONGELMAN

Vuoden 1944 artikkelissa Virtanen kertoo, että kestävyysongelman tutkimisen aloittamisen jälkeen Valion laboratoriossa ”pian tultiin teoriaan, joka näytti tekevän mahdolliseksi yksinkertaisella tavalla tehokkaasti estää öljyisen maun kehittyminen voissa”.<sup>69</sup> Virtasen lähestymistapa perustui pH-käsitteen eli vetyionikonsentraation soveltamiseen. Aiemmat tutkijat olivat kiinnittäneet paljon huomiota kerman happamuusasteeseen, mutta heidän käyttämänsä titratu happoisuus on täysin eri asia kuin pH-arvon eli vetyionikonsentraation mittaaminen.

Vuonna 1909 tanskalainen S. P. L. Sørensen (1868–1939) esitteli pH-asteikon, joka kuvaa liuoksen happamuutta 0–14 välisellä logaritmisella asteikolla. Liuos on sitä happamampaa, mitä pienempi pH-arvo on. Happamuus puolestaan kuvaa vetyionien aktiivisuutta liuoksessa, jolloin pH:n lasku yhdellä yksiköllä tarkoittaa vetyionien aktiivisuuden eli tehollisen konsentraation kasvamista kymmenkertaiseksi. Virtanen kertoi nähneensä pH-mittauslaitteen ensi kertaa vieraillessaan Christian Barthelin laboratoriossa Ruotsin maataloudellisessa tutkimuslaitoksessa vuonna 1921.<sup>70</sup> pH-määritykset ilmaantuivat hänen omiin tutkimuksiinsa vasta pari vuotta myöhemmin. Niistä ensimmäinen oli *Enzymatische Studien an Milchsäurebakterien*, joka on päivätty saapuneeksi *Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie* -lehden toimitukseen 17. joulukuuta 1923.<sup>71</sup> Karströmin kertoman mukaan Virtanen toi pH-mittauslaitteiston Ruotsista keväällä 1925.<sup>72</sup> Karström ei kerro tarkkaan, milloin Virtasen matka tapahtui, mutta se lienee tapahtunut tammi-helmikuun vaihteessa. Barthelin 7. helmikuuta



Vasta-arvoastelesto  
 Jari Lundelinin Hangossa 1954 ottamat  
 Vainajista. Näytteet saatiin laboratorion 15/4 ja  
 tukkuihin 19/4

				pH	kestävyys
Koitto	282	Juuan Koitto	imela, <del>kestävyys</del>	4.34	0.4
J. M. P.	218	Joutsjärvi	Kaplan, <del>kestävyys</del>	5.19	1.7
Pera	45	Kehyri	imela, <del>kestävyys</del>	6.50	0.3
Kisko	340		Kaplan, <del>kestävyys</del>	5.46	0.3
Pyhäjärvi	136		Kaplan, <del>kestävyys</del>	4.34	1.0
Kylttö	229	Kylttö	Kaplan, <del>kestävyys</del>	5.30	0.4
Kellou	272	Kuorva	imela, <del>kestävyys</del>	5.84	0.4
Joni	123	Jonisten	Kaplan, <del>kestävyys</del>	5.36	1.0
M. O. M.	371	Mistaron	imela, <del>kestävyys</del>	5.89	0.6
Touva	437		imela, <del>kestävyys</del>	5.08	0.4
Murmes	820		Kaplan, <del>kestävyys</del>	5.08	0.4
Tuistenjoki	159		imela, <del>kestävyys</del>	5.14	0.7
Vambma	304	Tuuvian osm.	imela, <del>kestävyys</del>	5.14	2.0
Tisalmi	1094		Kaplan, <del>kestävyys</del>	4.63	0.3
Tuikka	387		Kaplan, <del>kestävyys</del>	4.75	0.7
Paavola	179		imela, <del>kestävyys</del>	5.57	0.6
Pasma	611		Kaplan, <del>kestävyys</del>	4.63	0.7
Tuor	248		imela, <del>kestävyys</del>	5.46	0.3
Tammal	150		Kaplan, <del>kestävyys</del>	5.46	0.6
Miiala	164		Kaplan, <del>kestävyys</del>	4.05	1.0
Tauhava	297		imela, <del>kestävyys</del>	5.30	0.6
Tos	94	Leinäjoki	imela, <del>kestävyys</del>	5.30	2.7
K. M.	238	Kroonin	Kaplan, <del>kestävyys</del>	4.34	0.7
Samma	200	Tamperin	Kaplan, <del>kestävyys</del>	4.34	0.6
A. M.	201	Täikajoen	imela, <del>kestävyys</del>	5.72	0.4
Koskue	134		imela, <del>kestävyys</del>	5.78	1.3
Kukka	122	Kukmalahden	imela, <del>kestävyys</del>	5.60	0.3
K. E. N.	318	Kytkijisten	Kaplan, <del>kestävyys</del>	5.08	0.4
Lähde	80	Lähden	imela, <del>kestävyys</del>	5.89	0.7
Rantala	262		Kaplan, <del>kestävyys</del>	4.05	3.6
Jalas	346	Jalasjärven	imela, <del>kestävyys</del>	5.57	0.6
Lip.	277	Lipari	Kaplan, <del>kestävyys</del>	4.80	0.7
K. O. M.	261	Kivikan	imela, <del>kestävyys</del>	5.84	0.7
Mynä	126	Mynämäen	Kaplan, <del>kestävyys</del>	4.63	1.0
Sura	288		Kaplan, <del>kestävyys</del>	4.51	0.7

A. I. Virtasen muistiinpanoja ensimmäisistä voin pH-arvojen mittauksista keväältä 1925. Kuva: Jarmo Pulkkinen/ A. I. Virtasen arkisto.

1925 päivätyn kirjeen mukaan Virtanen oli ollut juuri hieman aiemmin Tukholmassa.<sup>73</sup>

Säilyneiden tietojen pohjalta näyttää siltä, että Ruotsista tuotu laite koostui vetyelektrodista ja kalomelielektrodista, joiden välinen potentiaali mitattiin kompensatiokytkennän ja kapillaarielektrometrin avulla. Vuoden 1973 haastattelussa Virtanen toteaa, että laitteen vetyelektrodi ”periaatteessa

on ihan hyvä, mutta käytännössä hankala”.<sup>74</sup> Karströmin mukaan yksi pH-määritys saattoi kestää jopa toista tuntia. Lisäksi kapillaarielektrometri meni helposti epäkuuntoon, ja kunnostamiseen saattoi kuluja pitkiäkin aikoja.<sup>75</sup> Siten alkuperäistä laitetta oli paranneltava ennen kuin AIV-voisuolan keksimisen vaatimat koesarjat voitiin suorittaa. Virtanen kertoo, että AIV-voisuolaan johtaneet

pH-määrittäykset tehtiin Büllmanin kinhydro-nielektrodilla, jota oli helpompi käyttää.<sup>76</sup>

Toinen hidaste kokeiden aloittamiselle oli voinäytteiden saatavuus. Vointarkastuslaitos järjesti voinkestävyyskokeet muutama kuukauden välein. Marraskuun 1924 huonosti menneiden kokeiden jälkeen seuraava kerta oli Virtasen näkökulmasta liian aikaisin eli 2.–3. helmikuuta 1925. Huhtikuun alussa kaikki oli kuitenkin valmista. Tuolloin järjestettiin vuosittainen Valion neuvontaosaston edustajakokous 4. päivä huhtikuuta. Sandelin piti kokouksessa esitelmän aiheesta *Voin kestävyys*. Edustajakokouksesta säilyneestä selostuksesta ei käy ilmi oliko Virtanen paikalla Sandelinin esitelmää kuuntelemassa.<sup>77</sup> Edustajakokouksella oli kuitenkin tärkeä rooli Valion toiminnassa, joten Virtasen läsnäolo on todennäköistä. Vaikuttaa myös todennäköiseltä, että Virtanen pyysi tällöin Sandelinin apua. Edustajakokouksen jälkeen Sandelin matkusti Hankoon, jossa hän osallistui Valion edustajana tiistaina 6. päivä ja keskiviikkona 7. päivä huhtikuuta pidettyihin vointarkastuslaitoksen voiarviointeihin.<sup>78</sup>

A. I. Virtasen arkistosta löytyvien muistutpanojen mukaan Sandelinin 8.4. ottamat voinäytteet saapuivat laboratorioon 15.4. ja ne tutkittiin 16.4.<sup>79</sup> Storgårdsin mukaan pH-määrittäykset suoritettiin maisteri Lundmark.<sup>80</sup> Vertaamalla happaman ja imelän voinin saamia pH-arvoja Virtanen huomasi nopeasti imelän voinin pH-arvojen olevan aina korkeampia. Hyvän imelän voinin pH oli 6–7 ja happaman voinin pH oli 4–5,5. Lisäksi mitä korkeampi happaman voinin pH oli, sitä paremmin se säilyi. Siten Virtanen päätteli voinin kestävyuden riippuvan ”erikoisen suuressa määrin voinin vetyjoniväkevyydestä”.<sup>81</sup> Virtasen seuraava askel oli muuttaa happaman voinin pH-arvoa. Karström toteaa: ”Virtanen teki sen johtopäätöksen, että jos hapatetusta kermasta valmistetun voinin pH:ta nostetaan yli kuuden, niin [...] makuvirheitä ei pitäisi ilmestyä voihin”.<sup>82</sup> Syk-

syllä 1925 Virtanen ryhtyi tutkimaan olisiko mahdollista muuttaa happaman voinin pH:ta suotuisaan suuntaan ilman että voinin laatu kärsisi. Karströmin mukaan meijeriin hankittiin nopeasti ”meijerska”, joka alkoi valmistaa hapanta voita.<sup>83</sup>

Loka- ja marraskuun aikana Valion meijerissä suoritetuissa kokeissa valmis voita jaettiin kahteen yhtäsuureen osaan, jotka suolattiin erikseen. Ensimmäinen osa suolattiin englantilaisella PVS-suolalla (*Pure Vacuum Salt*), jota käytettiin tavallisesti voinin suolaamiseen. Toinen osa suolattiin Virtasen omalla sekoituksella, jossa PVS-suolan sekaan oli lisätty ”alkalisesti reagoivia aineita, kuten sekundääristä natriumfosfattia, tertiäristä natriumfosfattia tai suudaa + sekundääristä natriumfosfattia sopivissa määrin”.<sup>84</sup> Virtanen selvitti oman seoksensa ainesosien sopivat suhteet käytännön kokeiden avulla. Happamalla voilla suoritettiin yhteensä 23 koetta 6.10.–13.11. välisenä aikana.<sup>85</sup> Kaikissa kokeissa kolmihenkinen lautakunta arvioi voinin maun viikon välein aina viiteen viikkoon asti.<sup>86</sup> Virtasen mukaan ”kokeissa osoitettiin sitovasti, että jos voinin pH on yli 6, mieluummin 6,5–7, ei öljyistä makua koskaan synny. [...] Tämä oli emäksisen voisuolan keksimishistoria.”<sup>87</sup>

Vuoden 1925 lopulla Virtasen suola-sekoitusta testattiin Lapuan, Kyrön ja Janakkalan osuusmeijereissä. Tulokset olivat yhtäpitäviä aikaisempien kanssa. Virtasen sekoituksella suolatut voit pysyivät ensiluokkaisina, kun taas tavallisella PVS-suolalla suolatut voit alentuivat ”toisluokkaisiksi tai vielä huonommiksi” 2–8 viikon kuluttua.<sup>88</sup> Sandelin avusti Virtasta myös tässä vaiheessa. Hän oli yhtenä jäsenenä kolmihenkisessä lautakunnassa, joka arvioi voinin maun Virtasen loka- ja marraskuun aikana suorittamissa laboratoriokokeissa.<sup>89</sup> Kun Virtasen suolasekoitusta testattiin osuusmeijereissä vuoden 1925 lopulla, Sandelin oli paikalla valvomassa voininvalmistusta ainakin Lapuan ja Janakkalan meijereissä.<sup>90</sup>

Virtanen itse on viitannut inspiraation-  
sa lähteenä aiempiin tutkimuksiinsa, joissa  
hän oli käyttänyt pH-määriytyksiä: ”*Me olim-  
me silloin jo tehneet bakteereilla kasvukäyriä,  
pH-käyriä ja muuta niin, että minulle oli tullut  
kuva siitä, että se on hirvittävä tekijä se pH.  
Ajattelin, että mikähän voin pH on, ja sitten  
me teimme määriytyksiä*”.<sup>91</sup> Ajatus voin pH-ar-  
von säätämisestä oli Virtasen suurin oival-  
lus. Storgårds toteaa: ”Nyt tämä idea tuntuu  
päivänseivältä. Mutta silloin, yli 50 vuotta  
sitten tämä oli nerokas toteamus. Neutraloi-  
vien puskurisuolojen lisääminen voisuolan  
joukkoon ei kenenkään tervejärkisen mei-  
jerimiehen päähän olisi edes pälkähtänyt-  
kään. Se edellytti ennakkoluulottomuutta ja  
rohkeutta – mikä vain sellaisella henkilöllä  
on, joka ei ammattisokeudella vielä ole pi-  
lattu.”<sup>92</sup>

Lisäksi aiemmat yritykset parantaa voin  
kestävyyttä olivat keskittyneet voin raaka-  
aineen eli kerman happamuuden muutta-  
miseen, Virtanen oli ensimmäinen, joka  
yritti parannella valmista lopputulosta eli  
voita. Lisäksi hänen menetelmänsä poisti  
makuvirheen täydellisesti, eikä vain pienen-  
tänyt sen todennäköisyyttä, kuten oli kyse  
kerman happamuusasteen tarkkailussa sekä  
kerman neutraloinnissa. Lisäksi voi voitiin  
suolata AIV-voisuolalla täsmälleen samalla  
lailla kuin tavallisella suolalla. Tässä suh-  
teessa se oli huomattava parannus kerman  
neutralointiin, joka oli työlästä suorittaa ja  
vaati erityisiä kemikaaleja.<sup>93</sup>

## VOISUOLA OTETAAN KÄYTTÖÖN

Virtasen mukaan ennen kuin uusi menet-  
telytapa voitiin laskea yleiseen käytäntöön  
oli tutkittava ”miten se käytännöllisessä  
voinvalmistuksessa menestyy”.<sup>94</sup> Nämä  
tutkimukset suoritettiin syksyllä 1926. Tätä  
ennen AIV-voisuolasta jätettiin patenttiha-  
kemus huhtikuussa 1926. Patentti myön-  
nettiin 9. elokuuta 1929. Patenttivaatimuk-

set olivat ylimalkaiset, eikä niissä mainita  
tarkkoja pH-arvoja eikä Virtasen käyttämän  
voisuolan koostumusta.<sup>95</sup> Lisäksi Valio  
vuokrasi Jätkäsaaresta rakennuksen voi-  
suolan suurimittaisempaa valmistusta var-  
ten. Siellä PVS-suolaan lisättiin Virtasen  
sekoitus soodaa ja dinatriumfosfaattia ja  
lopputulos nimettiin AIV-suolaksi. Syksyl-  
lä 1926 Valion suolamylyssä valmistettua  
voisuolaa lähetettiin kokeiltavaksi kah-  
teentoista meijeriin eri puolille Suomea.  
Tuloksista Virtanen toteaa Pitkäniemelle  
osoitetussa raportissa: ”Voin kestävyys pa-  
ranee lujasti, kuten ennenkin jo on todet-  
tu”. Virtasen mukaan keksintö oli ”nyt niin  
monipuolisesti koeteltu, että kokeita on  
enää tarpeetonta jatkaa. Ennen toukokuun  
alkua olisi hyvä saada uusi suola jo laajaan  
käytäntöön”.<sup>96</sup>

Vuonna 1928 voisuolaa ryhdyttiin myy-  
mään meijereille suuressa mittakaavassa ja  
useimmat meijerit siirtyivät sen käyttöön.<sup>97</sup>  
AIV-voisuolan käyttöönotto ei kuitenkaan  
sujunut täysin ongelmitta. Happaman voin  
vesiosan pH:n nostaminen teki sen alttiiksi  
bakteriologisille virheille. Niiden seurauk-  
sena voi sai ”käyneen” maun. Ongelman  
ratkaisu vaati huomattavaa meijereiden hy-  
gieniatason nostamista. Meijereissä käytetty  
vesi oli sterilisoitava.<sup>98</sup> Siten yhden kriittisen  
ongelman ratkaisu aiheutti uuden ongel-  
man, joka kuitenkin onnistuttiin eliminoi-  
maan.

AIV-suolan käyttöönotolla oli dramaat-  
tinen vaikutus suomalaisen voin kestävyys-  
teen ja myös siitä saatuihin hintoihin Eng-  
lannissa. Kestävyyskokeissa yhä suurempi  
määrä ensimmäisessä arvioinnissa ensiluok-  
kaiseksi arvioidusta voista oli ensiluokkaista  
myös kaksi viikkoa myöhemmin pidetyssä  
toisessa arvioinnissa. Vointarkastuslaitok-  
sen johtajan Homénin esittämien tilastojen  
perusteella muutos oli huomattava. Vuonna  
1926 76,8 % ensimmäisen arvioinnin ensi-  
luokkaisesta voista oli ensiluokkaista vielä  
toisessa arvioinnissa. Seuraavana vuon-

na osuus oli 83% ja vuonna 1928 peräti 92,2%.<sup>99</sup>

AIV-voisuolan käyttö mahdollisti myös voivon pitempiäaikaisen varastoinnin. Virtanen kertoo: ”Silloin Pitkäniemi teki sen tempun, että hän säilytti suuren partian voita, joka oli valmistettu AIV-suolaa käyttäen, ja syksyllä se myytiin, ja silloin hän huomasi, että tässä onkin valtavat edut”.<sup>100</sup> Virtanen tarkoittaa ilmeisesti vuotta 1928. Tähän ainakin viittaisivat voivon myyntimäärät keväällä ja syksyllä 1928. Kesäkuun ensimmäisellä viikolla Suomesta vietiin ulkomaille 4830 astiaa voita, joista valtaosa meni Englantiin (vuotta aiemmin vieni ulkomaille oli ollut 6119 astiaa). Samaan aikaan Manchesterin voipörssin noteeraus suomalaiselle voille oli 169 shillinkiä astia.<sup>101</sup> Syyskuun alussa voipörssin noteeraus oli noussut 182 shillinkiin astia. Tuolloin Suomesta vietiin ulkomaille 5239 astiaa. *Karjantuote*-lehden mukaan edellisen vuoden vastaavan viikon vieni oli 3617 astiaa, joten ”lisäys on huomattava”.<sup>102</sup> Siten Virtasen keksintö toi Valiolle välittömästi suuren taloudellisen hyödyn. Esimerkiksi vuonna 1933 suomalaisesta voista makset-



tiin keskimäärin neljä ja puoli shillinkiä eli yhden tuolloisen markan enemmän kuin ruotsalaisesta voista. Yhteensä tämä hintaetu merkitsi muutamaa miljoonaa markkaa vuodessa.<sup>103</sup>

## VIRTASEN URA LÄHTEEN NOUSUUN

Koska öljyisen maun syntyminen voissa oli Valion näkökulmasta kriittinen ongelma, AIV-voisuolalla oli myös hyvin myönteinen vaikutus Virtasen urakehitykseen. Vuonna 1961 tehdyssä julkaisemattomassa haastattelussa hän kertoo: ”Tämä oli oikeastaan ensimmäinen sellainen keksintö, joka herätti todella mielenkiintoa Valion johdossa ja aiheutti sen, että minä sain yhä vapaammat kädet toimia ja varoja enemmän käyttöön”.<sup>104</sup> Pian AIV-voisuolan käyttöönoton jälkeen Virtanen teki toisen suuren keksinnön. Kesällä 1928 Virtanen keksi yhdessä työtoverinsa Henning Karströmin kanssa rehunsäilöntään tarkoitettua AIV-menetelmän, joka myös näytti omaavan suuren taloudellisen potentiaalin.

Tekemiensä kahden keksinnön myötä Virtanen sai nopeasti laajan toimintavapauden, ja hän myös käytti tilanteen hyväkseen. Virtanen esimerkiksi palkkasi apu-työvoimaa ilman Valion johdon suostumusta ja kirjoitti palkkoja ”keltaiselle lapulle”.<sup>105</sup> Vuoden 1973 haastattelussa Karström kertoo: ”Hän [Pitkäniemi] silloin tällöin kutsui sinut [Virtasen] luokseen ja rupesi moittimaan ja syyttämään sinua, mutta se päättyi aina siihen, että sinä syytit häntä. Häneltä puuttui näkemys näistä asioista ja Pitkäniemi oli nolona.”<sup>106</sup>

AIV-voisuolaa käytettiin voivon valmistuksessa Valiolla vielä 2000-luvulla. Kuva: Touko Perko/Valion arkisto.



Virtanen puolestaan muistelee Pitkäniemen huoneessa käytyä keskustelua, jossa tuskastunut Pitkäniemi sanoi Virtasen oikeastaan määrävän mitä Valiossa tehdään: ”Hän [Pitkäniemi] sanoi, että minä [Virtanen] saan Valiossa läpi kaikki mitä haluan, että ei hän ole oikeastaan mikään johtaja”.<sup>107</sup>

Tilanne ratkesi Biokemiallisen tutkimuslaitoksen myötä, jolloin Virtanen sai oman osittain Valiosta irrallaan olevan valtakuntansa. Virtanen oli jo vuonna 1927 alkanut suunnitella uutta laboratoriorakennusta Valiolle. Nopeassa tahdissa syntyneet kaksi merkittävää keksintöä saivat myös Pitkäniemen innostumaan asiasta. Helmikuussa 1929 Pitkäniemi kutsui koolle osuustoiminnallisten keskusliikkeiden ja tärkeimpien pankkien edustajia keskustelemaan biokemiallisen tutkimuksen edistämiseen keskittyvän säätiön perustamiseksi. Kemiantutkimus-säätiö perustettiin 14. kesäkuuta 1929. Ensimmäisessä kokouksessa säätiö puolestaan perusti Biokemiallisen tutkimuslaitoksen, jonka johtajaksi tuli Virtanen. Vuonna 1931 uudelle tutkimuslaitokselle valmistui uusi moderni laboratoriorakennus Valion pääkonttorin läheisyyteen Kalevankadulle.<sup>108</sup> Laboratoriorakennuksen avajaisjuhlissa Pitkäniemi pääsi toteamaan Virtasta tarkoittaen: ”Siellä Valiossa munittiin ja munittiin ja sitten syntyi käenpoikanen ja oli potkia hajalle koko pesän”.<sup>109</sup> Oman tutkimuslaitoksensa ansiosta Virtasesta tuli ”järjestelmänrakentaja”, joka johti AIV-menettelmän ympärille rakennettavan teknologisen järjestelmän luomista 1930-luvulla.<sup>110</sup>

## AIV-VOISUOLAN MERKITYS SUOMALAISELLE VOINVIENNILLE

AIV-voisuola kyettiin pitämään salassa 14 vuoden ajan. Vasta vuonna 1940 Suomessa opintomatalla ollut Svenska Lantmännens Riksföreningin ylikonsulentti Tore Bergman

pääsi perille asiasta. Ruotsalaiset hankkivat käsiinsä AIV-voisuolan patenttiselostuksen ja aloittivat kokeilut. Huhtikuussa 1940 ruotsalaiset ottivat yhteyttä Valion johtajaan A. E. Sandeliniin pyytäen lisätietoja ja Virtasen ehdot keksinnön luovutukselle. Virtanen myi keksinnön 50 000 kruunulla ruotsalaisille, jotka alkoivat valmistaa voisuolaa nimellä ”SMR specialsalt”.<sup>111</sup>

Onnistuneen salailun ohella aiemmassa tutkimuksessa on korostettu AIV-voisuolan roolia Valion voinviennin ”rahasampona”. Tarkkaan ottaen se oli kuitenkin sitä vain muutaman vuoden ajan. Laajemmasta historiallisesta kontekstista tarkasteltuna Virtanen teki keksintönsä juuri oikealla hetkellä eli 1920-luvun nousukauden huipulla. Huolimatta ankarasta kansainvälisestä kilpailusta ja laatuongelmista suomalainen voi meni hyvin kaupaksi maailmalla 1920-luvulla. Varsinkin vuosi 1928 oli suomalaisen voinviennin kannalta erinomainen vuosi. AIV-voisuolan käyttöönoton seurauksena voim laatuongelmat pienenevät huomattavasti. Samaan aikaan Australian ja Uuden-Seelannin vointuotanto kärsivät huonoista sääolosuhteista, joten siirtomaavoita tuli aiempia vuosia vähemmän Englannin markkinoille. Lisäksi Keski- ja Pohjois-Englannissa ei tänä vuonna ollut laajoja lakkoja, kuten vuoden 1926 yleislakko, jotka olisivat häirinneet voimarkkinoita.<sup>112</sup>

Tilanne kuitenkin muuttui vuoden 1929 lopulla. Pian maailmanlaajuisen laman alkamisen jälkeen voim hinta laski tuotantokustannusten alle. Vuonna 1932 voim keskihinta oli yli 30 prosenttia alempi kuin vuonna 1928.<sup>113</sup> Hintojen laskun taustalla olivat sekä voim maailmanlaajuinen ylituotanto että suuren laman aiheuttama massatyöttömyys. Marraskuussa 1930 *Karjatalous*-lehdessä kirjoitettiin: ”Vanhat siirtomaavoivarastot yritetään myydä kaikella voimalla jatkuvasti laskeviin hintoihin ja toiselta pallonpuoliskolta on mahdottoman suuria laiva-

uksia matkalla”.<sup>114</sup> Lisäksi kannattavuutta haittasivat tullit, joita suomalaisten maataloustuotteiden tärkeimmät vientimaat Iso-Britannia ja Saksa asettivat 1930-luvun alussa.<sup>115</sup> Suomen voinvienti tuli riippuvaiseksi kahdenkeskisistä kauppasopimuksista, jotka olivat voimassa muutaman vuoden kerrallaan.

Siten tarvittiin valtion tukea, jottei ”koko kaunis järjestelmä, joka maassamme on saatu luoduksi maidon jalostusta ja kauppaa varten, olisi tuomittu sortumaan”.<sup>116</sup> Vuoden 1933 alussa Suomessa otettiin käyttöön ”vientipalkkiot” voin ja juuston viennistä. Aluksi palkkio oli voista korkeintaan kolme ja juustosta korkeintaan kaksi markkaa.<sup>117</sup> Vaihtelevan suuruisia vientipalkkioita maksettiin koko 1930-luvun ajan. Vaikka maailmantalous elpyi, voin tuotanto ei päässyt siitä osalliseksi. Vientimaiden lisääntyneen tuotannon, tuontimaiden omavaraisuuspyrkimysten ja margariinin suosion kasvun myötä voin tarjonta pyrki alinomaa ylittämään sen kysynnän.<sup>118</sup>

Siten AIV-voisuola ehti toimi suomalaisen voinviennin rahasampona vain lyhyen aikaa vuosien 1928 ja 1929 aikana. Tämän jälkeen siitä tuli eloonjäämistaisistelun väline. Vuonna 1933 alussa *Karjatalous*-lehden palstoilla todettiin, että vaikka vuosien ankaran työn jälkeen voi oli saatu hyvälaatuisiksi, siitä saatiin tällä hetkellä huono hinta. Mutta jos tämän perusteella luultiin, että enää ei voin laadusta tarvinnut välittää, erehdyttiin pahasti. Hyvää laatua voitiin kiittää siitä, ”että olemme yleensä *saaneet sen myydyksi*, vieläpä esim. siirtomaiden voinhin verrattuna varsin hyvään hintaan”.<sup>119</sup> Ilman AIV-voisuolaa Suomen voinvienti olisi ollut vieläkin tappiollisempaa, ja vaatinut enemmän valtion tukea vientipalkkioiden muodossa.

## AIV-VOISUOLA THOMAS HUGHESIN TEKNOLOGISEN JÄRJESTELMÄN NÄKÖKULMASTA

Tässä artikkelissa olen kuvannut A. I. Virtasen voisuola-keksintöä käyttäen metodologisena apuvälineenä Thomas Hughesin teknologisen järjestelmän käsitettä. Tästä näkökulmasta AIV-voisuola on ”konservatiivinen” keksintö, joka ratkaisi suomalaisen voinviennin järjestelmää 1920-luvun alkupuolella vaivanneen kriittisen ongelman. Suomesta vietin ulkomailla hapanta voita, joka kehitti muutamassa viikossa ”öljyisen” sivumaun. Voisuola esti sivumaun syntymisen ja mahdollisti paremmat voinhinnat. Samalla AIV-voisuola toi suuren taloudellisen hyödyn Valiolle.

1920-luvun alkupuoli oli Valiossa vahvan jälleenrakennuksen ja toiminnan tehostamisen aikaa. 1800–1900-lukujen vaihteessa kukoistuskauttaan elänyt suomalainen voinvienti oli pysähtynyt täydellisesti ensimmäisen maailmansodan ja vuoden 1918 sisällissodan seurauksena. Kun voinvienti alkoi 1920-luvun alkupuolella, sitä kohtasivat uudet haasteet. Erityisesti koventunut kansainvälinen kilpailu pakotti parantamaan vientiin tarkoitettua voin laatua. Valiossa perustettiin uusi neuvontaorganisaatio ja myös laboratorio kasvoi. Tehty työ oli myös menestyksellistä. Voin laatu parani ja lopulta myös kestävyysongelmasta päästiin eroon.

Teknologisen järjestelmän käsite tarjoaa valaisevan näkökulman 1920-luvun menestyksen selittämiseen. Tässä suhteessa on keskeistä Valion ominaisluonne teknologisenä järjestelmänä. Toisin kuin ulkomaiset vastineensa, Valio oli koko maan kattava osuusmeijereiden yhteenliittymä. Koska Suomi on pieni maa, tällä oli merkittävät seuraukset. Jos suomalainen voinvienti olisi tapahtunut useamman pienen organisaation toimesta, Suomeen ei olisi syntynyt voimakasta meijerialan tutkimustoimintaa, eikä hyvin todennäköisesti AIV-voisuolan kal-



taista keksintöä. Ilman Valiota voin laadun parantaminen koko maan mittakaavassa ei myöskään olisi onnistunut, eikä AIV-voisuolan kaltaista keksintöä olisi voitu ottaa käyttöön suuressa mitassa, ainakaan ilman keksinnön paljastumista suurelle yleisölle ja ulkomaisille kilpailijoille.

AIV-voisuola voidaan nähdä myös yhtenä tekijänä, joka lisäsi 1920-luvun Valion ”liike-energiaa”. Organisaation kehittämisen, jäsenmeijereiden uudistamisen ja oman tutkimustoiminnan ansiosta Valio liitti keskeisiä osia ”ympäristöstään” itseensä ja muuttui luonteeltaan ”suljetummaksi” teknologiseksi järjestelmäksi. Lisääntynyt ”liike-energia” auttoi Valiota selviämään 1930-luvun vaihteen suuresta lamasta. Tällöin Valio oli jo siinä määrin suljettu järjestelmä, että se muovasi enemmän yhteiskuntaa kuin yhteiskunta sitä. Tästä ovat hyvinä esimerkkeinä sekä Pitkäniemen tärkeä asema Suomen kauppaneuvotteluissa että Suomen valtion käyttöönotot voin ja juuston vientipalkkiot 1930-luvun alkupuolella.

Virtaselle itselleen voisuolalla oli myös ratkaiseva merkitys. Suurelta osin voisuolasta saatu taloudellinen hyöty toi hänelle oman tutkimuslaitoksen sekä nosti hänet ”järjestelmärakentajan” rooliin. 1930-luvulla Virtanen keskittyi johtamaan toisen suuren keksintönsä eli AIV-menetelmän ympärille syntyneen teknologisen järjestelmän rakentamista. Virtanen teki myös AIV-voisuola-keksinnön juuri oikealla hetkellä. Jos keksintö olisi tehty muutama vuosi myöhemmin suuren laman alettua ja voin hinnan romahdettua, se tuskin olisi saanut osakseen samanlaista huomiota. Tämän seurauksena Virtanen ei olisi saanut omaa tutkimuslaitostaan ja hänen urastaan olisi tullut toisenlainen.

Jarmo Pulkkinen on aate- ja oppihistorian dosentti Oulun yliopistossa.

Tämä artikkeli on vertaisarvioitu. *Tekniikan Waiheita* kiittää vertaisarvioijia arvokkaista kommentista.

<sup>1</sup> Virtanen käsitteli aihetta myös edellisenä vuonna ilmestyneessä lyhyemmässä artikkelissa Voin kesätyöparantaminen (Virtanen 1944a). Henning Karström kertoo AIV-voisuolan keksimisestä muistelukirjoituksissaan (Karström 1955 ja Karström 1985). Kansallisarkistosta löytyy myös Karströmin omaelämäkerran käsikirjoitus. Karströmin muistelukirjoitusten historiallista arvoa kuitenkin laskee se, että hän ei itse suoranaisesti osallistunut voisuolan kehittämistyöhön. Kansallisarkiston A. I. Virtasen kokoelmasta löytyvät myös Virtasen vuosina 1961 ja 1973 antamat julkaisemattomat haastattelut, joissa aihetta myös käsitellään.

<sup>2</sup> Heikosen kirjan ohella keskeisin aiempi esitys, joskin lyhyt sellainen, löytyy Touko Perkon Biokemiallisen instituutin historiasta (Perko 2009, 34-37). Perko ei myöskään nojaudu Heikosen esitykseen, vaan Virtasen arkistossa säilytettävään haastatteluaineistoon.

<sup>3</sup> Heikonen 1990, 68.

<sup>4</sup> Vuonna 2011 Valio lahjoitti huomattavan määrän A. I. Virtasen ja Biokemiallisen tutkimuslaitoksen papereita Kansallisarkistolle. Tämä materiaali on pääosiltaan täysin koskematonta, sisältäen esimerkiksi laajan kirjeenvaihdon koskien AIV-menetelmän vientiyrityksiä. Artikkelin kirjoittaja kirjoittaa tällä hetkellä monografiaa AIV-menetelmän historiasta erityisesti tähän materiaaliin nojautuen. Kokoelmasta löytyy myös jonkin verran voisuolan syntyyn liittyviä asiakirjoja, esimerkiksi muistiinpanoja ensimmäisistä kokeista, luonnos Valion johtaja Pitkäniemelle tarkoitettua raportista sekä luonnos voisuolaa käsittelevästä artikkelista. Näitä lähteitä ei ole käytetty aiemmassa tutkimuksessa.

<sup>5</sup> Hughes on kehittänyt teknologisen järjestelmän käsitettä lukuisissa teoksissa ja artikkeleissa 1960-luvun lopulta lähtien (esim. Hughes 1983, Hughes 1987, Hughes 1994). Paras suomenkielinen yleisesitys Hughesin teoriasta on Michelsen (2000).

<sup>6</sup> Hughes 1987, 53.

<sup>7</sup> Hughes 1987, 51.

<sup>8</sup> Hughes 1987, 53.

<sup>9</sup> ”Suljetut” järjestelmät ovat ”keskusjohtoisia”, niillä on selkeästi määritetyt päämäärät ja arvot. ”Avoimet” järjestelmät ovat puolestaan rakenteeltaan löyhempiä ja niiltä puuttuu tiukka ylhäältä tuleva ohjaus. Avoimen järjestelmän osilla voi olla erilaiset päämäärät ja arvot (Shields 2007, 2).

<sup>10</sup> Hughes antaa neljä kriteeriä, joiden avulla teknologisen järjestelmän liike-energiaa voidaan arvioida: (1) hankitut taidot ja tiedot; (2) suuret aineelliset rakennelmat; (3) erikoiskoneet; (4) järjestäytyneet hallintokoneisto (Hughes 1994, 108).

<sup>11</sup> Hughes 1994, 112.

<sup>12</sup> Hughes erottaa toisistaan ”radikaalit” ja ”konservatiiviset” keksinnöt. Edellä mainitut synnyttävät kokonaan uuden teknologisen järjestelmän, kun taas ”konservatiiviset” keksinnöt parantavat jo olemassa

- olevien järjestelmien toimintaa (Hughes 1987, 57).
- <sup>13</sup> Simonen 1955, 45.
- <sup>14</sup> Simonen 1955, 32-33.
- <sup>15</sup> Simonen 1955, 94.
- <sup>16</sup> Simonen 1955 273.
- <sup>17</sup> Simonen 1955, 155.
- <sup>18</sup> "Alkaneen vuoden tehtäviä osuusmeijerialalla". Karjantuote 1922, 30.
- <sup>19</sup> "Alkaneen vuoden tehtäviä osuusmeijerialalla". Karjantuote 1922, 30.
- <sup>20</sup> "Suomen voin asema Englannin markkinoilla". Karjatalous 1925, 24.
- <sup>21</sup> Simonen 1955, 273.
- <sup>22</sup> "Alkaneen vuoden tehtäviä osuusmeijerialalla". Karjantuote 1922, 30.
- <sup>23</sup> "Suomen voin viimeaikaisesta laadusta". Karjantuote 1922, 678.
- <sup>24</sup> Hughesin mukaan teknologisen järjestelmän keskeisin hahmo on "järjestelmänrakentaja", joka voi olla ihminen tai organisaatio (Hughes 1987, 57).
- <sup>25</sup> "Voin kansainvälinen kauppa ja suomalainen voi". Karjatalous 1926, 316.
- <sup>26</sup> Perko 2009, 19.
- <sup>27</sup> "Valion Neuvontalaitoksen edustajakokous". Karjantuote 1923, 230.
- <sup>28</sup> Simonen 1955, 231.
- <sup>29</sup> "Työ vientivoimme laadun parantamiseksi ja tasaannuttamaksi". Karjantuote 1921, 538.
- <sup>30</sup> Sandelin 1925a, 327.
- <sup>31</sup> "Valtion Vointarkastuslaitoksen kuukausikatsaus". Karjantuote 1927, 92.
- <sup>32</sup> "Voin laadun parantaminen". Karjantuote 1926, 717.
- <sup>33</sup> Ääninauhitus Valion laboratoriossa 6.4.1973. (KA)
- <sup>34</sup> Simonen 1955, 178.
- <sup>35</sup> Ääninauhitus Valion laboratoriossa 6.4.1973. (KA)
- <sup>36</sup> Virtanen 1922, 388.
- <sup>37</sup> Storgårds 1983, 10.
- <sup>38</sup> Virtanen 1922, 388.
- <sup>39</sup> Virtanen 1944b, 57.
- <sup>40</sup> Karström 1955, 5.
- <sup>41</sup> Homén 1924. Ensimmäiset vientivoin tarkistukset järjestettiin Hangossa jo vuonna 1886. Vuonna 1903 tarkastukset muuttuivat säännöllisiksi kun vastuu niistä siirtyi samoihin aikoihin perustetulle Valtion vointutkimuslaboratoriolle. Vuonna 1913 laboratorion yhteyteen perustettiin tarkastusasema, joka alkoi tarkastaa lähes kaiken vientivoin viikottaissa tarkastuksissa. Samana vuonna otettiin käyttöön laatumerkki, joka myönnettiin ensiluokkaiselle vientivoille. Toiminta kuitenkin keskeytyi seuraavana vuonna ensimmäisen maailmansodan myötä. (Homén 1924, 25).
- <sup>42</sup> Mäkinen 1924, 715.
- <sup>43</sup> Maaseudun tulevaisuus 13.1.1925, Maaseudun tulevaisuus 12.2.1925.
- <sup>44</sup> Maaseudun tulevaisuus 20.1.1925.
- <sup>45</sup> Maaseudun tulevaisuus 20.1.1925.
- <sup>46</sup> Uusi Suomi 31.1.1925.
- <sup>47</sup> Maaseudun tulevaisuus 12.2.1925.
- <sup>48</sup> Ilkka Juga, "Toistuuko viime talven lämpöennätys?", Tieto & trendit 8/2008 ([http://www.stat.fi/tup/tietotrendit/tt\\_08\\_08.html](http://www.stat.fi/tup/tietotrendit/tt_08_08.html))
- <sup>49</sup> Maaseudun tulevaisuus 21.2.1925.
- <sup>50</sup> Mäkinen 1924, 715.
- <sup>51</sup> Pitkäniemi 1926, 72.
- <sup>52</sup> "Voinvalmistuksemme on kehittymässä väärään suuntaan". Karjantuote 9/1926, 221-223.
- <sup>53</sup> Reverse salient -käsitteen suomentaminen on osoittautunut hankalaksi. Se on käännetty ainakin seuraavilla termeillä: "akanvirta" (Airaksinen 2003 204), "motti" (Vehmas 2002, 74) ja "viivästymä" (Korvenpää 2005, 69). Oma ehdotukseni on "rintamansisennys" (Pulkkinen 2011).
- <sup>54</sup> Hughes 1987, 73-74. Hughesin "rintamansisennyksen" käsite on yksi mielenkiintoisimpia hänen teoriassaan, mutta samalla yksi hankalimmista. Tämä on seurausta sekä käsitteen metaforisuudesta että Hughesin sitä koskevien käsitysten muuttumisesta aikaa myöten. Varsinkin "rintamansisennyksen" ja "kriittisen ongelman" välinen suhde on vaihdellut. Mielestäni Shieldsin ehdotus tilanteen ratkaisemiseksi on tyydyttävien (Shields 2007). Shieldsin mukaan "kriittinen ongelma" viittaa luonnostaan teknisiin esteisiin teknologisen järjestelmän kehityksessä. Näitä ongelmia ratkaisevat sekä keksijät että insinöörit. Sen sijaan "rintamansisennys" on laajempi käsite, joka sisältää teknisten pullonkaulojen lisäksi myös yhteiskunnallisia sosiaalisia elementtejä, kuten puute rahoituksesta, paikallishallinnon vastustus ja kulttuuriset ennakkoluulot (Shields 2007, 34-35). Teknisen luonteen perusteella kutsun voin kestävyysongelmaa kriittiseksi ongelmaksi.
- <sup>55</sup> Mäkinen 1924, 716.
- <sup>56</sup> Mäkinen 1924, 717.
- <sup>57</sup> Pitkäniemi 1925, 501.
- <sup>58</sup> Sandelin 1925b.
- <sup>59</sup> Sandelin 1925c, 249.
- <sup>60</sup> Virtanen 1944, 222.
- <sup>61</sup> Virtanen 1945a, 32.
- <sup>62</sup> Storgårds 1983, 30.
- <sup>63</sup> A. I. Virtasen haastattelu marraskuussa 1961. (KA)
- <sup>64</sup> Haglund 1922a, 325.
- <sup>65</sup> Haglund ja Waller 1922b, 701-702. Nykyisin tiedetään, että öljyinen makuvirhe johtuu tyydyttämättömien rasvojen eriaisteisesta hapettumisesta (Storgårds 1983, 31).
- <sup>66</sup> Haglund 1922a, 333.
- <sup>67</sup> Haglund ja Waller 1924, 686-687.

- 68 "Miten kermameijereiden voin laatu saataisiin parannetuksi?". *Karjalalous* 2/1926, 590.
- 69 Virtanen 1944b, 222.
- 70 Ääninauhitus Valion laboratoriossa 26.7.1973. (KA)
- 71 Virtanen 1924, 300.
- 72 Karström 1955, 5. Vuoden 1973-haastattelussa Virtanen kertoo tuoneensa pH-mittauslaitteen Ruotsista vuonna 1921. Samassa yhteydessä Karström kertoo, että laboratoriossa olisi tehty pH-määryksiä vuonna 1924. Nämä tiedot ovat kuitenkin ristiriidassa Karströmin vuoden 1955-artikkelin kanssa, jonka mukaan Virtanen olisi tuonut laitteiston Ruotsista keväällä 1925. Lisätodisteena jälkimmäiselle ajankohdalle on Karströmin ja Virtasen kirjeenvaihto vuodelta 1954. Karström lähetti artikkelinsa Virtaselle tarkistettavaksi ennen julkaisua (18.11.1954). Virtanen teki muutaman pienen korjauksen, mutta ei puuttunut pH-laitteen hankintahetkeen (19.11.1954). Siten vuoden 1973 haastattelussa sekä Virtanen että Karström ovat todennäköisesti muistaneet vuosiluvut väärin.
- 73 Chr. Barthelin kirje Virtaselle 7.2.1925. (KA)
- 74 Ääninauhitus Valion laboratoriossa 26.7.1973. (KA)
- 75 Karström 1955, 5.
- 76 Virtanen 1945, 33. Biilmanin kinhydronielektrodi sai nimensä tanskalaiselta keksijältään Einar Biilmanilta (1873-1946). Biilman kehitti laitteen vuonna 1921, ja käytti sitä esimerkiksi maaperän pH-arvojen mittaamiseen (Stock 1989).
- 77 "Valion Neuvontaosaston edustajakokous". *Karjantuote* 8/1925, 178-181 ja 204-207.
- 78 "Valtion Vointarkastuslaitoksen tiedonantoja". *Karjantuote* 8/1925, 207-209.
- 79 "1:stä arvostelusta". (KA)
- 80 Storgårds 1983, 30.
- 81 Virtanen 1945, 33-34.
- 82 Karströmin omaelämäkerta. (KA)
- 83 Karströmin omaelämäkerta. (KA)
- 84 Virtanen 1945, 34.
- 85 Virtanen 1945, 35-43.
- 86 Virtanen 1945, 35.
- 87 Virtanen 1967, 357.
- 88 Virtanen 1945, 48-49.
- 89 Virtanen 1945, 35.
- 90 Virtanen 1945, 48-49.
- 91 Ääninauhitus Valion laboratoriossa 27.6.1973. (KA)
- 92 Storgårds 1983, 30-31.
- 93 "Kerman neutraloiminen". *Karjantuote* 10/1927, 166.
- 94 A. I. Virtasen raportti F. M. Pitkäniemelle (päivätty 30.12.1926, jätetty 7.1.1927). (KA)
- 95 Rekisterilehti 10/1929, 12.
- 96 A. I. Virtasen raportti F. M. Pitkäniemelle (päivätty 30.12.1926, jätetty 7.1.1927). (KA)
- 97 Ääninauhitus Valion laboratoriossa 6.4.1973. (KA)
- 98 Virtanen 1944, 227.
- 99 "Suomen vientivoi ennen ja nyt". *Karjantuote* 11/1928, 756.
- 100 Ääninauhitus Valion laboratoriossa 6.4.1973. (KA)
- 101 "Markkinatietoja". *Karjantuote* 11/1928, 395.
- 102 "Markkinatietoja". *Karjantuote* 11/1928, 556-557.
- 103 "Jäiden otto on jokaisen meijerijäsenen velvollisuus". *Karjalalous* 10/1934, 43-44.
- 104 A. I. Virtasen haastattelu marraskuussa 1961. (KA)
- 105 Ääninauhitus Valion laboratoriossa 6.4.1973. (KA)
- 106 Ääninauhitus Valion laboratoriossa 6.4.1973. (KA)
- 107 Ääninauhitus Valion laboratoriossa 6.4.1973. (KA)
- 108 Perko 2009, 53-55.
- 109 Ääninauhitus Valion laboratoriossa 6.4.1973. (KA)
- 110 Pulkkinen 2011.
- 111 Heikonen 1993, 108-109.
- 112 "Lähiaikojen voimarkkinat". *Karjantuote* 11/1928, 158-159; "Tilanne voimarkkinoilla". *Karjantuote* 11/1928, 768-769.
- 113 "Voin ja juuston hintain vakauttaminen". *Karjalalous* 9/1933, 581-583, 581.
- 114 "Markkinauutisia", *Karjalalous* 6/1930, 834-838, 836.
- 115 "Tullin vaikutukset Englannin voimarkkinoilla", *Karjalalous* 8/1932, 211.
- 116 "Voidaanko tuotannon supistamisella päästä nykyistä parempaan karjalouden kannattavuuteen?", *Karjalalous* 9/1933, 249.
- 117 "Uudelle vuodelle lähdetäessä". *Karjalalous* 8/1932, 2.
- 118 Simonen 1955, 281-282.
- 119 "Voin raaka-aine, maito ja kerma, ovat kesällä jäädytettävät". *Karjalalous* 9/1933, 84.

## LÄHTEET

### Arkistolähteet:

A.I. Virtasen kokoelma, Kansallisarkisto.  
Tauno A. Luukkasen Henning Karström kokoelma, Kansallisarkisto.

### Sanomalehdet:

*Maaseudun tulevaisuus*, vuosikerrat 1925  
*Karjantuote*, vuosikerrat 1921, 1922, 1923, 1925, 1926, 1927, 1928.  
*Karjalalous*, vuosikerrat 1925, 1926, 1930, 1932, 1933, 1934  
*Rekisterilehti*, vuosikerta 1929  
*Uusi Suomi*, vuosikerrat 1925

**Painetut lähteet:**

- HAGLUND, E. "Voin kestävyys". *Karjantuote* 5/1922, 324–326, 333–335.
- HAGLUND, E. ja E. WALLER. "Eräitä voin "öljyisyyttä" koskevia tutkimuksia". *Karjantuote* 5/1922, 699–704, 716–718, 731–736.
- HAGLUND, E. ja E. WALLER. "Kerman happamuusaste ja voivirhe "öljyinen". *Karjantuote* 7/1924, 611–614, 628–32, 647–48, 685–87.
- HOMÉN, A. "Vientivoimme kestävyys, mitä on tehty ja tehdään sen hyväksi". *Karjantuote* 7/1924, 23–26 ja 39–42.
- KARSTRÖM, Henning. "Muistelmia Artturi I. Virtasen johtaman tutkimustyön alkuajoilta", *Suomen kemistilehti* 28/1955, 5–9.
- KARSTRÖM, Henning. "A. I. V. henkilönä ja tutkijana". *Kanava* 13/1985, 409–416.
- MÄKINEN, Toivo. "Olemmeko taantumassa voimvalmistuksen alalla". *Karjantuote* 7/1924, 714–718.
- PITKÄNIEMI, F. M. "Suomen voin hintataso Englannin markkinoilla", *Karjatalous* 1/1925, 494–501.
- PITKÄNIEMI, F. M. "Suomen voin asema Englannin markkinoilla v. 1925". *Karjatalous* 2/1926, 70–78.
- SANDELIN, A. E. "Mitä on tehtävä voimme laadun parantamiseksi". *Karjatalous* 1/1925, 325–332. (1925a)
- SANDELIN, A. E. "Voimme laatu v. 1924". *Karjantuote* 8/1925, 192–196. (1925b).
- SANDELIN, A. E. "Voin kestävyys". *Karjantuote* 8/1925, 248–253, 249. (1925c)
- STORGÅRDS, Torsten. Artturi Ilmari Virtanen tiedemiehenä ja henkilönä: muistelmia Biokemiallisesta tutkimuslaitoksesta ja sen johtajasta Artturi I. Virtasesta, Solna 1983.
- VIRTANEN, Artturi. "Valion laboratorio". *Karjantuote* 5/1922, 384–394.
- VIRTANEN, Artturi. "Enzymatische Studien an Milchsäurebakterien". *Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie* 134/1924, 300–319.
- VIRTANEN, Artturi. "Voin kestävyuden parantaminen". *Karjantuote* 27/1944, 221–228. (1944a)
- VIRTANEN, Artturi. "Valion laboratorio ja Biokemiallinen tutkimuslaitos biokemiallisen tutkimus- ja opetustyön kehittäjinä maassamme". *Suomen kemistilehti* 1944, 56–60. (1944b)
- VIRTANEN, Artturi. "Syyt voin pilaantumiseen ja näiden syiden poistaminen". *Meijeritieteellinen Aikakauskirja* 7/1945, 32–63.
- VIRTANEN, Artturi. "Kuinka AIV-voisuola keksittiin". *Karjantuote* 50/1967, 355–357.

**Tutkimuskirjallisuus:**

- AIRAKSINEN, Timo. Tekniikan suuret kertomukset: filosofinen raportti. Otava, Helsinki 2003.
- HEIKONEN, Matti. AIV – keksintöjen aika. Kirjayhtymä, Helsinki 1990.
- HEIKONEN, Matti. AIV – isänmaan aika. Kirjayhtymä, Helsinki 1993.
- HUGHES, Thomas. *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880–1930*. Johns Hopkins University Press, Baltimore 1983.
- HUGHES, Thomas. "The Evolution of Large Technological Systems". Teoksessa Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes ja Trevor Pinch (toim.) *The Social Construction of Technological Systems*. MIT Press, Cambridge, Mass. 1987, 51–82.
- HUGHES, Thomas. "Technological Momentum". Teoksessa M. R. Smith, & L. Marx (toim.) *Does Technology drive History?: The Dilemma of Technological Determinism*. MIT Press: Cambridge, Mass. 1994, 101–113.
- JUGA, Ilkka. "Toistuuko viime talven lämpöennätys?", *Tieto & trendit* 8/2008. ([http://www.stat.fi/tup/tietotrendit/tt\\_08\\_08.html](http://www.stat.fi/tup/tietotrendit/tt_08_08.html))
- KORVENPÄÄ, Juha. Paavot kehiin: musiikkiteknologia suomalaisessa iskelmätuotannossa 1960-80-luvuilla. Väitöskirja: Tampereen yliopisto, Tampere 2005.
- MICHELSEN, Karl-Erik. "Onko teknologialla menneisyyttä? Pohdintoja teknologian historiasta ja sen tutkimisesta". Teoksessa Tarmo Levola (toim.) *Näkökulmia teknologiaan*. Gaudeamus, Helsinki, 62–89.
- PERKO, Touko. *Kalevalankadun Akatemia: säätiö – A. I. Virtanen – ravitsemus. Ravitsemuksen tutkimussäätiö*, Helsinki 2009.
- PULKKINEN, Jarmo. "AIV-menetelmä suomalaisena teknologisena järjestelmänä". *Tekniikan waiheita* 29/2011, 5–15.
- SHIELDS, William M. *Theory and Practice in the Study of Technological Systems*. Dissertation: Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg 2007.
- SIMONEN, Seppo. *Valio – meijereiden keskusosuusliike*, Valio, Helsinki 1955.
- STOCK, John. "Einar Biilman (1873–1946): pH determination made easy". *Journal of Chemical Education* 66/1989, 910–912.
- VEHMAS, Jarmo. "Rahat Ruotsiin ja päästöt Tanskaan": Suomen ympäristöperusteisen energianverotuksen rekonstituutio 1993–96. Väitöskirja: Tampereen yliopisto, Tampere 2002.