

KUN SÄHKÖ TULI SUOMEEN

GOTTFRID STRÖMBERG JA SÄHKÖTEKNIIKAN MUITA SUOMALAISIA URANUURTAJIA

Timo Myllyntaus

Niin sanottu toinen teollinen vallankumous käynnistyi edistyneimmissä länsimaissa 1870-luvulla sen jälkeen, kun 1700-luvulla alkanut ensimmäinen teollinen vallankumous oli ehditty saada päätökseen. Tieteen tuoreimpia saavutuksia ryhdyttiin tuolloin soveltamaan tekniikkaan ja teollisuuteen aivan uudella laajuudessa. Uranuurtajaloina olivat sähkötekniikka ja kemian teollisuus. Niiden uusimmat tuotteet perustuivat vakiintuneeseen käsityksen mukaan suurelta osin tieteellisiin teorioihin ja akateemisiin tutkimustuloksiin eikä leimaa-antavasti pitkään käytännön kokemukseen, kuten vanhoilla teollisuudenaloilla oli ollut tapana. Sähkövalaistus oli 1870-luvun huipputekniikkaa, jonka hyödyntäminen edellytti perehtyneisyyttä myös luonnontieteiden ja tekniikan ajanmukaisiin tutkimustuloksiin.¹

Sähköteknisen teollisuuden läpimurto tapahtui 1800-luvun viimeisellä kolmanneksella. Vuoteen 1866 mennessä saksalainen Werner Siemens ja eräät muut keksijät olivat kehittäneet niin sanotun itse-indusoivan dynamon. Ensimmäisen, laajaan kaupalliseen käyttöön tulleen dynamon keksi Pariisissa asunut belgialainen Zénobe T. Gramme vuonna 1870. Hänen konstruoimillaan rengasankkuridynamoilla ryhdyttiin syöttämään sähkövirtaa kaarilamppuihin, joita sijoitettiin suurkaupunkien toreille, kaduille, teattereihin, rautatieasemille, tavarataloihin, palatseihin ja muihin vastaaviin julkisiin tiloihin.²

Sähkötekniikan johtaviksi maiksi nousivat Saksa ja Yhdysvallat. Muut teollistuneet maat pyrkivät seuraamaan niitä tiiviisti. Sähköteknisen tietämyksen leviämiseen vaikuttivat huomattavasti vilkas kansainvälinen kanssakäyminen ja 1890-luvulla nopeasti kasvaneet sähkötekniikan suuryhtiöt, kuten

amerikkalaiset Edison General Electric Company, Thomson-Houston Company ja George Westinghouse Corporation sekä saksalaiset AEG ja Siemens & Halske.³

Maatalousvaltaisen Suomen suuriruhtinaskunnan lähtökohdat tarttua huipputekniikan sovellutuksiin näyttivät 1870-luvulla heikoilta.⁴ Valtaosa, miltei 80 prosenttia kansasta sai toimeentulonsa varsin vanhakantaisella maataloudella. Teollisuutta oli vähän ja sekin teknisesti melko yksinkertaista.⁵ Kaupunkien uusista kansakouluista huolimatta koulutustaso oli varsin vaatimaton. Vielä vuonna 1880 yli kymmenvuotiaista suomalaisista vain joka kahdeksas (13 %) osasi kirjoittaa.⁶ Edes yliopiston ja polyteknillisen koulun piirissä toiminut pieni luonnontieteisiin perehtynyt eliitti ei ollut selvillä sähkötekniikan saloista, sillä täältä käsin ei ollut kovin helppoa seurata uusinta tutkimusta.⁷

1870-luvun Suomi oli vasta toipumassa edellisen vuosikymmenen nälänhädästä, jol-

loin yli 130 000 suomalaista, noin 7 prosenttia kansasta, oli kuollut tauteihin tai aliravitsemukseen.⁸ Kansalaisten ostovoima ei ollut vahva, sillä maaseudun väestö eli vielä suurelta osin omavaraistaloudessa ja kaupunkilaisten keskimääräinen tulotaso oli alhainen. Siksi muun muassa edellisen vuosikymmenen teknisiin uutuuksiin kuulunut öljylamppu vasta teki tuloaan sisämaan sydänmailla. Valaistuspäreet ja kynttilät olivat edelleenkin laajimmalle levinneet valaistusmenetelmät.⁹

Yhteydet ulkomaihin olivat jäästeiden vuoksi poikki vuosittain joulukuusta huhtikuulle. 1870-luvulla ei vielä ollut ainoatakaan jäänmurtajaa. Sen sijaan vuosikymmenen alussa avattu rautatieyhteys Riihimäeltä Pietariin muodosti toimivan liikennöintiväylän talvellakin.¹⁰ Tiedonsiirron kannalta kuitenkin lennättimellä oli suurin merkitys. Lennätinlinjojen avulla suomalaislehdet hankkivat länsimaisia uutisia päivittäin. Huonot liikenneyhteydet eivät olleet ainoa tiedonsiirron este. Venäjän hallituksen asettamien rajoitusten vuoksi esimerkiksi ulkomaisten lehtien tilaaminen ei ollut yksinkertaista. Kotimainen lehdistö oli puolestaan ennakkosensuurin alaisuudessa ja sen tuli tarkoin valikoida uutisensa.¹¹

Maaltamme – eräältä Euroopan syrjäisimmältä kolkalta – näytti puuttuvan edellytykset sähkötekniikan nopeaan omaksumiseen. Monen muunkin tekniikan kohdalla oli odotettu, että ne ensin kehitetään ulkomailla kaupallisesti valmiiksi tuotteiksi, ennen kuin valmistajat ryhtyvät markkinoimaan niitä Suomeen.

Näin ei kuitenkaan sähköalalla käynyt. Sähkötekniikka tuli Suomeen – olosuhteet huomioon ottaen – odottamattoman varhain. Aloitteentekijöinä eivät olleet vakiintuneet instituutiot ja kokeneet asiantuntijat. Sähkön toi Suomeen joukko nuoria miehiä,

jotka vasta aloittelivat liikemiesuraansa sähkölaitteiden maahantuojina, valmistajina, markkinoijina ja asentajina. Alkuvaiheessa he kytkeytyivät etabloituneeseen yritysmaailmaan varsin löyhästi. He eivät myöskään olleet suuryritysten työntekijöitä, vaan yleensä itsenäisiä yrittäjiä. Tässä suhteessa sähkövalaistustekniikan kehitys 1870- ja 1880-luvun taitteessa muistuttaa henkilökohtaisten tietokoneiden alkuaikojaa sata vuotta myöhemmin tai internet-huuman vanavedessä nousutta it- ja uusmedia-alan liiketoimintaa 1990-luvulla.

SÄHKÖISTYKSEN KÄYNTIINLÄHTÖ

Bruttokansantuotteella asukasta kohden laskevan 1800-luvun Suomi kuului kehitystasoltaan samaan sarjaan Etelä- ja Itä-Euroopan maiden kanssa. Kulttuurin kehittyneisyyden ja monimuotoisuuden suhteen Suomi saattoi olla jopa näitä alueita jäljessä. Kuitenkin sähkötekniikka omaksuttiin täällä ulkoiset edellytykset huomioon ottaen yllättävän varhain, jo 1870-luvulta alkaen.

Taulukko 1. Ensimmäiset Edison-sähkövalaistulaitokset Euroopassa.

Pariisin sähkönäyttely	Pariisi	Ranska	Elok. 1881
Rautatieasema	Strasbourg	Ranska	5.1.1882
Holborn Viaductin voimala	Lontoo	Englanti	12.1.1882*
Kristallipalatsin näyttely	Lontoo	Englanti	14.1.1882
Läntinen rautatieasema St. Lazare	Pariisi	Ranska	31.1.1882
Oopperatalo La Scala	Milano	Italia	11.2.1882
Finlaysonin puuvillatehdas	Tampere	Suomi	15.3.1882
Pörssitalo	Berliini	Saksa	15.5.1882

* Sähkövoimala avattiin virallisesti vasta 12.4.1882.

Taulukko 1. Lähde: Timo Myllyntaus, *Electrifying Finland. The Transfer of a New Technology into a Late Industrialising Economy*, London: Macmillan & ETLA, 1991, s. 28.

Amerikkalainen hehkulampun kehittäjä Thomas Alva Edison on legendaarisin keksijä sähkötekniikan alalla. Hän ei kehittänyt vain sähkölamppua kaupallisesti menestyväksi tuotteeksi, vaan loi kokonaisen sähkövalaistusjärjestelmän höyryvoimalla toimivine dynamoineen, jakelujohtimineen ja valaisimineen. Järjestelmänsä Edison esitteli yleisölle Pariisin sähkönäyttelyssä elokuussa 1881. Tämän jälkeen hän ryhtyi markkinoimaan sähkövalaistuslaitoksiaan niin Yhdysvalloissa kuin Euroopassa.¹² Tamperealainen Finlaysonin puuvillatehdas oli eräs hänen ensimmäisistä asiakkaistaan. Itse asiassa, jos jätämme määräaikaiset näyttelyt pois laskuista, niin Finlaysonin valaistuslaitos oli Euroopassa vasta viides kiinteä kohde, johon Edisonin järjestelmän mukaiset sähkövalot asennettiin. Tämä käy ilmi taulukosta 1.¹³ Mielenkiintoista on myös se, että Finlayson sai sähkövalaistuksen puoli vuotta aiemmin kuin Edison avasi kuuluisan ensimmäisen sähkövoimalansa New Yorkin Pearl Streetillä.¹⁴

Edisonin järjestelmä ei ollut ainoa maahantuotu sähkövalaistusratkaisu, vaan Suomessa otettiin melko varhain käyttöön myös englantilaisen keksijän Joseph Swanin hehkulampuin varustettuja valaistuslaitoksia. Ensimmäisen asensi tukholmalainen Elektriska A.B. Attu-yhtiön sahalle Paraisille kesällä 1883 vain pari–kolme vuotta sen jälkeen, kun ensimmäiset käytännön Swanlamppusovellutukset toteutettiin Brittein saarilla.¹⁵

Miksi Suomi pystyi ripeämpään sähköistymiseen kuin monet muut samaan tulo- luokkaan kuuluneet myöhään teollistuneet maat? Merkittävä taustatekijä oli maan teollisuuden nopea kasvu 1800-luvun viimeisellä neljänneksellä. Investointitoiminta oli ver- raten ripeää ja uusia energiaratkaisuja tarvittiin. Samaan aikaan sähkön kanssa kilpaile-

via teknologisia järjestelmiä, kuten kaasulaitoksia, oli varsin vähän. Lisäksi puu- rakenteisissa taloissa ja tehtaissa avotulen käsittely oli huomattava turvallisuusriski. Saha- ja muut tehdaspalot olivat tuolloin miltei jokavuotisia tapahtumia. Katalyyttinä oli myös suomalaisen yhteiskunnan taipumus ottaa innolla vastaan uusia innovaatioita sekä avaintekijänä pieni, vajaan tusinan miehen joukko, jotka omatoimisuudellaan nousivat sähkötekniikan uranuurtajiksi maassamme.¹⁶

Suomalaisten sähkötekniikan pioneerien ydinryhmän muodostivat fyysikko Karl Selim Lemström (1838–1904), nuorempi lennätinmekaanikko, FM Daniel Johannes Wadén (1850–1930), liikemies ja insinööri Carl von Nottbeck (1848–1904), lehti- ja liikemies Fritz C. G. Wilén (1857–1899), insinööri Carl August Wahl ja insinööri Axel Gottfrid Strömberg (1863–1938).¹⁷

Suomen ensimmäisen sähkövalaistusnäytöksen järjesti 39-vuotias, Helsingin yliopiston vt. professori Karl Selim Lemström Valtionrautateiden Pasilan konepajalla yhdessä opinahjonsa mekaanisen instituutin johtajan Martin Wetzlerin kanssa vuonna 1877. Tämä näytös tehtiin lähinnä tieteellisestä mielenkiinnosta. Heidän jälkeensä tuli nuorten käytännön miesten vuoro. Daniel Wadén toi maahan ensimmäisen sähködynamonsa 28-vuotiaana vuonna 1878, ja syksyllä 1884 hän perusti Helsingin ensimmäisen 'sähkölaitoksen'.¹⁸ Carl von Nottbeck asensi Amerikasta höyrylaivalla tuomansa Edison-sähkövalot sukunsa omistamalle Finlaysonin tehtaalle 33-vuotiaana.¹⁹ Lehtimies Fritz Wilén myi tamperelaisille katuvalot 31-vuotiaana.²⁰ Gottfrid Strömberg rakensi oman dynamonsa kesälomallaan kotonaan Varkaudessa vain 17-vuotiaana koululaisena pikkusiskonsa avustamana.²¹ Vastavalmistunut insinööri Carl Wahl puo-

lestaan perusti vuonna 1887 Suomeen ensimmäisen sähköteknisen konepajan, jonka nuorekkaasta työntekijäkunnasta nousi useita Suomen sähköteknisen teollisuuden uranuurtajia.²²



Carl August Wahl. Kuva: Museoviraston kuva-arkisto.

Näitä miehiä yhdisti toisiinsa moni asia. He olivat iältään nuoria, kielitaitoisia ja kansainvälisesti koulutettuja. Puolet heistä aloitti toimintansa sähköalalla alle kolmikymmenvuotiaana. Ruotsin ja suomen lisäksi he osasivat kahdesta neljään vierasta kieltä: saksaa, ranskaa, venäjää ja/tai englantia. Brittein saarilla syntynyttä Wiléniä lukuun ottamatta kaikki mainitut uranuurtajat olivat opiskelleet ulkomailla. Heidän koulutustasonsa oli varsin korkea: kolmella oli insinöörin tutkinto, neljäs oli filosofian maisteri ja viides peräti luonnontieteiden tohtori. Aktiivisina persoonallisuuksina he tunsivat ulkomaita kohtaan suurta mielenkiintoa ja olivat keskimääräistä herkempiä ottamaan vastaan uusia vaikutteita. He seurasivat ulkomaisia lehtiä, lukivat ulkomaista kirjallisuutta ja tekivät liike- ja opintomatkoja ulkomaisiin näyttelyihin,

tehtaisiin ja kokouksiin. Näiden piirteidensä ansiosta heillä oli suhteellisen selkeä käsitys siitä, mitä sähkötekniikan alalla oli ulkomailta tapahtumassa. Heillä oli kyky omaksua ja soveltaa uutta teknologiaa Suomeen.²³ Harva suomalainen sähkötekniikan uranuurtaja oli kuitenkin itse keksijä, vaan he olivat valtaosin ulkomailta omaksutun teknologian soveltajia. Poikkeuksena oli lähinnä vain Carl Wahl ja eräät hänen työtoverinsa Viipurissa Wahl & Co:n sähköosastolla. Heille myönnettiin useita patenteja sekä kotimaassa että ulkomailla.²⁴

SÄHKÖVALOSTA SÄHKÖTEKNIIKAN OPETUKSEEN

Kehitys kulki siten, että ensin nuoret harrastelijat toivat sähkötekniikan Suomeen 1870- ja 1880-lukujen vaihteessa ja vasta siten maan oppilaitoksissa, ensimmäisenä Polyteknillisessä opistossa, ryhdyttiin harkitsemaan sähkötekniikan opetuksen aloittamista. Ongelmana oli, ettei silloisessa opettajakunnassa ollut ketään, joka olisi ollut pätevä opettamaan sähkötekniikkaa. Siksi opiston johto ei keksinyt muuta ratkaisua, kuin kouluttaa vastavalmistuneesta oppilaastaan ja itseoppineesta sähköharrastajasta, Gottfrid Strömbergistä, erikoisopettaja ulkomailla senaatin apurahalla. Siten sekä sähköbisnes että sähkötekniikan opetus joutuivat luontevasti nuoren miespolven käsiin.²⁵

Strömberg palasi kotimaahan toukokuussa 1887 opiskeltuaan Carl Wahlin kanssa vajaan kaksi vuotta sähkötekniikkaa Berliinin ja Hannoverin teknillisissä korkeakouluissa. Seuraavana syksynä hän aloitti Polyteknillisessä opistossa ylimääräisenä sähkötekniikan opettajana. Vaikka stipendikirjassa oli vaadittu Strömbergiä opettamaan opistossa vain kaksi vuotta, hän jatkoi tehtäväänsä kevääseen 1897 saakka. Vähillä määrä-

rahoilla Strömberg tilasi Saksasta kirjoja ja laitteita, ja piti näin sekä itseään että opetustaan ajan tasalla. Vain osa polyteekin oppilaista oivalsi tuolloin, millainen tulevaisuuden ala sähkötekniikka tulisi olemaan.²⁶ Siksi Strömbergillä oli pieni, mutta innostunut oppilasjoukko, josta monet opistosta valmistuttuaan matkustivat ulkomaille Saksaan, Ruotsiin tai Sveitsiin jatkamaan sähkötekniikan opintojaan.²⁷ Ensimmäisestä sähköinsinöörisukupolvesta yli puolet opiskeli ulkomailla. Kansainvälistä kokemusta kartutettiin usein myös ulkomaisella työharjoittelulla. Vuosisadan alun sähköinsinöörit olivat ylpeitä maailmanmiehen maineestaan.²⁸

Strömbergin toiminta liike-elämässä – ensin Paul Wahl & Co:n sähköosaston asiamiehenä Helsingissä ja sitten itsenäisenä sähköalan yrittäjänä – vaikutti siihen, että hänen opetuksensa oli taatusti käytännönläheistä. Opetuksen ammattisuuntautuneisuus paransi polyteknillisestä opistosta valmistuneiden insinöörien mahdollisuuksia työmarkkinoilla. Asiansa osaavilla sähköinsinööreillä ei tuolloin ollut huolta työttömyydestä. Sähköala oli rajussa kasvussa. Suunnittelijoita, rakennusvalvojia, työnjohtajia, konsultteja ja yritysjohtajia tarvittiin eri puolilla maata. Kotimaisten taitajien puutteessa insinööripulaa pyrittiin lieventämään värväämällä ammattimiehiä ulkomailta, varsinkin Ruotsista ja Saksasta, kunnes kotimainen sähkötekniikan opetus pystyi tuottamaan maahan riittävästi alan ammattilaisia.²⁹

Mallia teknisen koulutuksen organisointiin otettiin lähinnä Ruotsista ja Saksasta.³⁰ Helsingin polyteknillisen opiston opetusohjelmaan kuului muutamia sähkötekniikan kursseja vuodesta 1883 lähtien. Kun polyteekista tuli vuonna 1909 teknillinen korkeakoulu, vahvistettiin samalla sähkötek-

niikan opetusta perustamalla alalle oma oppituoli. Hieman myöhemmin oli mahdollista suorittaa diplomi-insinöörin tutkinto sähkötekniikassa.³¹



Axel Gottfrid Strömberg. Kuva Lars Lybeckin yksityiskokoelmasta, julkaistaan erityisluvalla.

Maamme ensimmäiseksi sähkötekniikan professoriksi nimitettiin Johannes Sohlman, joka oli toiminut suunnittelijana Carl Wahlin johtamassa innovatiivisessa sähköalan yrityksessä Viipurissa.³² Tässä tapauksessa tietotaito siirtyi käytännön yritysmaailmasta teknilliseen korkeakouluun; toisin sanoen sähkötekniikan kehitys ei välttämättä ollut niin tiedelähtöistä ja oppilaitos-

vetoista kuin aiemmin on oletettu. Autonomian ajan Suomessa sähkötekniikan uutuudet otettiin ensin käyttöön talouselämässä ja vasta sitten niiden taustalla olevaa teknisteoreettista tietoa ryhdyttiin opettamaan maassamme alan oppilaitoksissa.

SUUNTAVIIVOJA

Suomen taloudellinen kehitys 1800-luvun lopulta nykypäivään on perustunut siihen, että suomalaiset ovat menestyneet muutamalla erikoisalalla poikkeuksellisen hyvin. Sähkötekniikka ja sen moninainen hyväksikäyttö taloudessa kuuluvat ilman muuta teollisen läpimurron avainaloihin Suomessa. Voidaan kysyä, oliko sähkötekniikan ripeä omaksuminen ja valinta avainkasvualaksi maamme kaukonäköisen teollisuuspolitiikan

aikaansaannosta. Yksinkertainen vastaus on: ei ollut. Sähkön suhteellisen varhainen tulo Suomeen ei ollut maan valtainstituutioiden tavoitteellisen toiminnan tulosta, vaan nuorten sähkötekniikan harrastajien valvutuneisuuden ja oma-aloitteisuuden ansiota. Sähkötekniikan mittava menestys Suomessa lähes 130 vuoden aikana osoittaa, että kansantalouden suuretkin kehitystrendit voivat lähteä liikkeelle kansalaisten ruohonjuuritasolla osoittamasta aktiivisuudesta.

¹ Cardwell 1994, ss. 334-359; Derry & Williams 1982, ss. 608-621.

² Derry & Williams 1982, ss. 613-615.

³ Cardwell 1994, ss. 352-353; Hughes 1993, ss. 175-210.

⁴ Myllyntaus 1992a, ss. 17-55.

⁵ Myllyntaus 1992b, ss. 28-41.

⁶ Myllyntaus 1990, ss. 153-171.

⁷ Myllyntaus, 2003 ss. 299-328.

⁸ Suomen taloushistoria 3, 1983, ss. 17-19, 38-39; Pitkänen, 1993, ss. 68-72.

⁹ Myllyntaus 1991, ss. 21-24.

¹⁰ Rasila 1982, ss. 114-125.

¹¹ Myllyntaus 1984, ss. 1-29.

Gottfrid Strömberg ja Carl Wahl oppilastovereidensa ympäröimänä Hannoverissa. Kuva vuosilta 1886–1887 heidän opiskellessaan sikkäläisessä teknillisessä korkeakoulussa. Kuva Lars Lybeckin yksityiskokoelmista, julkaistaan erityisluvalla.



- ¹² Hughes 1993, ss. 39-46.
- ¹³ Myllyntaus 1991, ss. 27-29.
- ¹⁴ Myllyntaus 1991, s. 28; Myllyntaus, 1999, ss. 8-9.
- ¹⁵ Raevuori 1938, s. 24; Brown, 1978, ss. 35-37.
- ¹⁶ Teknologian siirrostä Suomeen lähemmin, kts. Myllyntaus 1992a.
- ¹⁷ Tähän joukkoon kuuluu myös kotoaan 16-vuotiaana Saksaan tekniikkaa opiskellemaan karannut John Didrik Stenberg (1841–1886), joka perusti vuonna 1876 Helsinkiin oman konepajan ja oli aloittamassa sähködynamoiden valmistusta, kun menehtyi huvilansa tupaantuliaisissa sydänkohtaukseen. Samoin mukaan voidaan lukea insinööri Hugo Mäkin, josta tuli 25-vuotiaana vastaperustetun sähkölaitoksen, Helsingin Sähkövalaistus Osakeyhtiön tekninen johtaja vuonna 1890 ja viisi vuotta myöhemmin fuusioituneen, suuremman yhtiön toimitusjohtaja. Reuter 1928, ss. 7-9; Turpeinen 1984, ss. 30-53; Myllyntaus 1991, ss. 24-37.
- ¹⁸ Turpeinen 1984, ss. 19-25.
- ¹⁹ Raevuori 1938, ss. 19-24, 71-74.
- ²⁰ Raevuori 1938, ss. 32-40, 102; Turpeinen 1984, ss. 30-34.
- ²¹ Aktiebolaget Gottf. Strömberg 1919, s. 5; Sukselainen 1940, s. 9-11.
- ²² Bertini 1890, ss. D.3-4; Christiernin 1930, ss. 61-70; Paavolainen 1946, ss. 279-282.
- ²³ Myllyntaus 1991, ss. 36-37.
- ²⁴ Petterson, 1905, ss. 9-11, 118-124; Myllyntaus 1991, s. 33; Myllyntaus 1999, ss. 18-19.
- ²⁵ Christiernin 1930, ss. 61-85; Aktiebolaget Gottfrid Strömberg 1919, s. 27; Seppälä 1997, ss. 27-33.
- ²⁶ Hoffman 1989, ss. 28-31; Seppälä 1997, ss. 34-40.
- ²⁷ Myllyntaus 1996, ss. 138-163; Myllyntaus 2003, ss. 299-328.
- ²⁸ Myllyntaus 1991, ss. 151-157.
- ²⁹ Hoffman 1989, ss. 31-38; Seppälä 1997, ss. 41-51.
- ³⁰ Myllyntaus 2004.
- ³¹ Wuolle 1949, ss. 553-561.
- ³² Johannes Sohlman suunnitteli 1800-luvun lopussa muun muassa Lavolan vesivoimalaitoksen 175 kVA:n ja 50 Hz:n kolmivaihegeneraattorit, joiden erikokoisiin kuului suurijännitekäämitykset staatorissa ja johtimeton pyörivä induktori. Paavolainen 1946, ss. 279-281; Myllyntaus 1999, ss. 18-19.

LÄHTEET:

Arkistolähteet:

Lars Lybeckin yksityiskokoelma, Helsinki
 Museovirasto, Kuva-arkisto, Helsinki

Kirjallisuus:

- Aktiebolaget Gottfr. Strömberg Osakeyhtiö, Juhlajulkaisu 1889–1919. Helsinki 1919.
- BERTINI, Francois. Suomen teollisuus-sanakirja 1889, Tampere 1890.
- BROWN, C. N., J. W. Swan and the Invention of the Incandescent Electric Lamp. London: Science Museum 1978.
- CARDWELL, Donald. The Fontana History of Technology. London: Fontana 1994.
- CHRISTIERNIN, Georg. Elektroteknikens pionärer i Finland, Lehdessä: Tekniska Föreningen i Finland. Förhandlingar 1930 no 2. ss. 53-85.
- DERRY, T. K. & WILLIAMS, Trevor I. A Short History of Technology. From the Earliest Times to A.D. 1900. Oxford: Oxford University Press (1960) 1982.
- HOFFMAN, Kai. Sähkötekniikan taitaja – Strömberg 1889–1989, Vaasa 1989.
- HUGHES, Thomas P. Networks of Power. Electrification in Western Society, 1880–1930. Baltimore: Johns Hopkins University Press (1983) 1993.

- MYLLYNTAUS, Timo. The Growth and Structure of Finnish Print Production, 1840–1900. Helsingin yliopiston talous- ja sosiaalhistorian laitoksen Tiedonantoja no 16, Helsinki 1984.
- MYLLYNTAUS, Timo. Education in the Making of Modern Finland. Teoksessa: Education and Economic Development since the Industrial Revolution, Toim. Gabriel Tortella. València: Generalitat Valenciana 1990.
- MYLLYNTAUS, Timo. Electrifying Finland. The Transfer of a New Technology into a Late Industrialising Economy. London, Macmillan & ETLA 1991.
- MYLLYNTAUS, Timo. The Gatecrashing Apprentice. Industrialising Finland as an Adopter of New Technology. Helsingin yliopiston talous- ja sosiaalhistorian laitoksen Tiedonantoja no 24. Helsinki: (1990), 2. painos 1992a.
- MYLLYNTAUS, Timo. Technological Change in Finland, Teoksessa Technology & Industry. A Nordic Heritage, Toim. Jan Hult & Bengt Nyström. Canton, MA: Science History Publications/USA 1992b, ss. 28-52.
- MYLLYNTAUS, Timo. "The Best Way to Pick Up a Trade," Journeys Abroad by Finnish Technical Students, 1860–1940". Lehdessä: ICON, Journal of the International Committee for the History of Technology, (London: Frank Cass), vol. 2 (1996), ss. 138-163.
- MYLLYNTAUS, Timo. Vaiheikas verkko. Läpimurrosta kansalliseksi järjestelmäksi. Helsinki: Fingrid 1999.
- MYLLYNTAUS, Timo. Discovering Switzerland, Internationalisation of Nordic Students prior to World War II, Teoksessa: Travels of Learning. A Geography of Science in Europe, Edited by Ana Simões, Ana Carneiro and Maria Paula Diogo, Boston Studies in the Philosophy of Science. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers, 2003, ss. 299-328.
- MYLLYNTAUS, Timo. Foreign Models and National Styles in Teaching Technology in the Nordic Countries. Teoksessa: La formation des ingénieurs en perspective. Modèles de référence et réseaux de médiation, XIXe et XXe siècles. Toim. Bruno Belhoste. Rennes: Presses Universitaires de Rennes, 2004 painossa.
- PAAVOLAINEN, L. Sähkökoneiteollisuus. Teoksessa: 50 vuotta Suomen teollisuutta ja taloutta. Teknillinen Aikakauslehti, Erikoisnumero 4A 1946. Helsinki: Suomalaisten tekniikojen seura 1946, ss. 279-288.
- PETERSON, Väinö. Asialuettelo patenteista, joita on Suomessa myönnetty vuosina 1833–1903. Helsinki 1905.
- PITKÄNEN, Kari. Deprivation and Disease. Mortality during the Great Finnish Famine of the 1860s. Publications 14. Helsinki: Finnish Demographic Society 1993.
- RAEVUORI, Yrjö. Tampereen kaupungin sähkölaitos ja sähkön varhaisaiheet Suomessa. Tampere 1938.
- RASILA, Viljo. Liikenne, Teoksessa: Suomen taloushistoria 2. Teollistuva Suomi. Toim. Jorma Ahvenainen, Erkki Pihkala ja Viljo Rasila. Helsinki: Tammi 1982, ss. 114-131.
- REUTER, Jonatan. John Didrik Stenberg. En minnestekning. Helsingfors 1928.
- SEPPÄLÄ, Raimo. Strömberg – mies josta tuli tavaramerkki. Gottfrid Strömberg (1863–1938). Jyväskylä: Art House 1997.
- SUKSELAINEN, V. J. Oy Strömberg Ab 1889–1939 – Puoli vuosisataa Suomen sähkökoneiteollisuuden historiaa. Helsinki 1940. Suomen taloushistoria 3. Historiallinen tilasto. Toim. Kaarina Vattula. Helsinki: Tammi 1983.
- TURPEINEN, Oiva. Energiaa pääkaupungille – sähkölaitostointimintaa Helsingissä 1884–1984. Helsinki: Helsingin kaupungin energialaitos 1984.
- WUOLLE, Bernhard. Suomen teknillinen korkeakouluopetus 1849–1949. Helsinki 1949.

Kirjoittaja on Suomen historian professori Turun yliopistossa.
 timo.myllyntaus@utu.fi