

Logiikan tila ja tulevaisuus

Kauas on tultu ajoista, jolloin logiikka oli kvanttoreita, konnektiiveja ja oppia oikeasta päättelystä. Kun paras logiikan tutkimus siirtyi pois filosofien käsistä ja filosofian laitoksilta, se samalla vapautui. Nykyään loogisia työvälineitä käytetään rajoituksetta kaikenlaisten inhimillisten toimintojen ja elämänmuotojen eksaktiin ja metodologiseen tutkimukseen sekä niiden kuvailuun, mallintamiseen ja suunnitteluun, unohtamatta kuitenkaan logiikan tutkimuksen ehdottamia normeja ja suosituksia. Erityistä huomiota herättää suuntaus käytännönläheisiin ilmiöihin, joiden osuus tulevaisuuden logiikassa tulee korostumaan.

Anders Wedbergin vuonna 1947 suomennetun oppikirjan *Johdatus nykyiseen logiikkaan* mukaan ”koululogiikka on vain häviävän pieni murto-osa logiikasta sellaisena, kuin se nyt on olemassa” (s. 12). Vastaavaa toteamusta voitaneen soveltaa logiikan yliopistollisen perusopetuksen ja sen nykyolemuksen suhteeseen. Logiikan peruskurssien muodollisen logiikan alkeet eivät anna oikeaa kuvaa logiikan nykyisestä luonteesta. Ne ovat jääneet ajastaan jälkeen.

Logiikan vuosituhatkuiselle historialle on ominaista etsiä uusia ilmiäsuja. Koska loogisten teorioiden ja sovellusten merkitys nykytieteessä on huomattava, voisi logiikan kurssilla esitellä vanhakantaisten päättelysääntöjen ja perinteisen semantiikan ohella monia uusia logiikan muotoja ja käyttötapoja.

Yleisimmillään logiikka ei myöskään rajoitu 1900-luvun perinnettä luonnehtineeseen ja sitä hallinneeseen symboliseen haaraan. On erehdys luulla, että logiikan kohteita tulee tai että niitä edes voidaan tyhjentävästi esittää tiettyjen vakiintuneiden symbolisten merkkijärjestelmien puitteissa. Niinikään on virhe kuvitella, että merkkijärjestelmien tulisi olla lineaarisia luonnollisen kielen tavoin, diskreettejä kuten laskennan teoria, tai ilman moniselitteisyyttä tai seikkoja, jotka eivät suoraan liity totunnaisiin päättelyprosesseihin. Sillä kuka tietää mitä inhimilliset päättelyprosessit loppujen lopuksi ovat? Mainittuja oletuksia on tehty pikemminkin tietyistä mukavuus- ja taloudellisuussyistä kuin logiikan itsensä sanelemasta pakosta.

On myös virhe ajatella, että logiikka kuuluisi matemaatiikkaan tai olisi osa sitä. On toki tunnustettu ja arvokas matemaattisena logiikkana tunnettu tieteenhaara, jota ilman logiikka tieteenä jäisi vajaaksi. Mutta matemaatiikka on itsenäinen tieteenala, joka ei tarvitse logiikkaa eikä liioin palaudu siihen. Matemaatiikka tutkii hypoteettisia asiaitiloja ja niiden luonnollisia, matemaattisten lainalaisuuksien sanelemia seurauksia, kun taas logiikkaa kohdistuu niihin meto-

deihin ja prosesseihin, joiden myötä tällaisia seurauksia löydetään, sekä siihen, mistä ja millä tavoin niitä tulisi etsiä.

Matemaatiikkaa voidaan siis pitää astetta itsenäisempänä tieteenä kuin logiikkaa, ja logiikkaa astetta itsenäisempänä tieteenä kuin filosofiaa tai erityistieteitä, kuten ihmis- ja luonnontieteitä. Logiikalla on siis huomattavaa itseisarvoa. Tuon itseisarvon mittana on, missä määrin logiikan tutkimuksen hedelmiä voidaan jakaa eri tieteenalojen keskuuteen, usein yllättäviinkin paikkoihin.

Logiikka ei myöskään ole, vastoin Bertrand Russellin kuvitelmaa, avain ongelmien ratkaisuun. Logiikka määrittelee itse omat ongelmansa, joiden ratkaisuun käytetään sen omia menetelmiä. Erikoistieteiden ongelmanratkaisuihin käytetään logiikkaa soveliaampia menetelmiä, tyypillisesti matemaatiikkaa. Matemaatiikassa tutkija luo omia metodeja sitä mukaa, kun ongelmanratkaisu etenee. Harvat näistä menetelmistä ovat virinneet syvällisestä logiikan perusteiden tuntemuksesta. Eri menetelmien käyttö on tietenkin suhteellista, ja se riippuu osin siitä, kuinka hyvin jonkin erikoisalan, vaikkapa kvanttifysiikan tai systeemibiologian loogisia periaatteita ymmärretään, jolloin logiikka asettuu merkittävään asemaan tieteenalan sisäistä rakennetta ja dynamiikkaa ajatellen.

1900-luvun lopun tilannetta on luonnehtinut logiikan joukkopako filosofiasta erityistieteisiin ja omiin, eksakteja formaaleja menetelmiä tieteidenvälisyyden näkökulmasta edistäviin ja käytännön sovelluksia korostaviin laitoksiin ja instituutioihin. Samalla logiikan tutkimus on vapautunut vuosisataisista kahleista. Tämä ei tarkoita, että logiikasta olisi tullut silkkaa deskriptiivistä tiedettä inhimillisten ajatuspiirteiden, kielen tai käyttäytymisen yleisten lakien perusluonteesta ja rakenteista. Sijaa on runsaasti jäänyt normatiiviselle, ilmausten totuutta ja epätotuutta sekä merkkien pragmaattista tulkintaa ja merkityksen muutosta korostavalle tutkimukselle. Normatiivisuus näet asettaa totuuden ja oikean-

Logiikan kehitys on yhteydessä kielen ja kommunikaation kehitykseen. Nykyajan viestintämenetelmät ja -teknologiat ovat luoneet tarvetta erkaantua logiikan puhtaasti symbolisille merkkijärjestelmille rakentuvista teorioista ja korvata niitä uusilla, visuaalisia, graafisia ja ikonisia ominaispiirteitä sisältävillä ilmauksilla. Logiikan tutkimuksen ei tule jäädä syrjään kielen ja kommunikaation kulttuurievoluutionaarisista muutoksista, vaan tulee ottaa niihin kantaa.”

laisten hypoteesien ja metodien löytämisen osaksi logiikan päämäärää, ja siten palvelee tieteen yleistä metodologiaa.

Logiikka tieteessä

Logiikka syntyi ja kasvoi filosofian helmassa. Vartuttuaan se on etsiytynyt muualle. Ilmiö on luonnollinen osa tieteellisen toiminnan sisäistä kehityskaarta. Toki filosofiasa vieläkin tutkitaan logiikkaa, mutta tällöin tutkimus on usein kohdentunut logiikan filosofiaan ja historiaan. Ne tulee erottaa logiikan tieteestä, mutta niiden aito tuntemus on korvaamatonta jokaiselle formaalien menetelmien parissa työskentelevälle. Huolimatta hajaantumisesta omiksi, alati uutta osaamista edellyttäväksi aloikseen, logiikka ei ole erityistiede muiden rinnalla, vaan ajattelun yleisiä piirteitä ja päämääriä hallinnoivien periaatteiden ja lainalaisuuksien kartoittamista. Varsinaista filosofista logiikkaa ei enää ole.¹

Logiikan soveltuvuudesta filosofisten kysymysten tarkasteluun voidaan todeta, että suuri osa tutkimuksesta on painottunut rationaalisen päätöksenteon analyysiin. Tällöin esille nousevat mm. kysymykset yksilön uskomusten ja tietämyksen suhteesta tekoihin, dynaamiset modaalikäsitteet sekä totuus-teoriat. Näistä aloista on helppo ennustaa sikiävän kiinnostavia tulevaisuuden löytöjä. Mukaan liittyy myös filosofisten käsitteiden looginen analyysi koskien sosiaalisia rakenteita ja ns. monen toimijan synnyttämiä järjestelmiä.² Kysymysten ja vastausten logiikka ansaitsi pysyvän sijan nimenomaan filosofien harjoittaman tutkimuksen parissa. Sen jo nytemmin varsin kehittyneille versioille on löydetty tärkeitä sovelluksia informaatiotieteissä ja -teknologiassa, ja tarvetta syntyy koko ajan lisää. Deonttinen logiikka on viety lakitupaan ja käskyjen logiikka päämajoihin. Kyseiset tutkimuslinjat ovat avanneet sekä uusia käsitteellisiä näkymiä että merkittäviä sovelluskehityksiä uudempien tieteenalojen kentillä, kuten tietojenkäsittelyssä, kieliteknologiassa ja tekoälyssä.

Matemaattiseen logiikkaan viitaten on taajaan todettu, että logiikan nousu 1900-luvun valtafilosofiaa leimanneeksi liittolaiseksi oli perua George Boolean (1815-1864), Augustus De Morganin (1806-1871) ja Charles S. Peircen (1839-1914) algebran roolia korostaneesta tavoitteesta luoda aristoteeliskantilaiset perinteet jaloistaan karistava logiikka. Myöhemmin joukkoon liittyi Russell hännystelijöineen. Tämä vaikutti suuresti siihen lähentymiseen, jota analyttisen filo-

sofian ja modernin symbolisen logiikan alkuaikoina koettiin. Valitettavan usein Russellin asenne edeltäjiinsä oli kuitenkin vääristelevää ja piittaamatonta.³

Todellinen logiikkaa uudistanut innovaatio oli De Morganin v. 1846 esittämä suhteellisen keskustelu-universumin käsite.⁴ Sen valjastaminen algebrallisen suhderekäsitteiden logiikan tarpeisiin tuotti joitakin vuosia myöhemmin käänteentekevän teorian ensimmäisen kertaluvun kvanttoreista, joita Peirce kehitteli 1860-luvun lopulta alkaen. Termin ”kvanttori” hän nimesi vuonna 1885 toimittamansa kirjan *Studies in Logic by the Members of the Johns Hopkins University* liitteessä. Vanhalla mantereella Frege oli tuona aikana ja vielä paljon myöhemminkin tuntematon nimi. Yli puoli vuosisataa näiden tapahtumien jälkeen mm. Alfred Tarski yritti samaa käänteisesti, eli luoda algebrallista suhderekäsitteiden logiikkaa ensimmäisen kertaluvun logiikasta liikkeelle lähtien.⁵

Malliteoreettisten menetelmien nopea varttuminen yhdeksi päähaaraksi vaikutti voimakkaasti matemaattisen logiikan kehitykseen. On totuttua liittää nämä edistysaskeleet sen ajanjakson kirjoituksiin, jona matemaattinen logiikka eli kukoistuskauttaan ja joiden tekijöistä Tarski lienee tunnetuin. On muistettava, että näiden viime vuosisadan puolella välissä kehkeytyneiden ideoiden siemenet kulkeutuvat 1800-luvun jälkipuoliskon suhderekäsitteiden logiikkaan, eritoten siihen ’ikoniseen’ yhteyteen, jonka ajateltiin vallitsevan ilmausten ja niitä toteuttavien rakenteiden välillä.⁶

Sittemmin matemaattinen logiikka tavattiin jakaa mal-liteorian lisäksi joukko-oppiin, rekursioteoriaan ja todistus-teoriaan. Uusien menetelmien ja teorioiden luomistyö ja kehitys, yhtenä huomattavimmista kenties ns. kategorioteoria ja kategorioteoreettinen logiikka, ovat osaltaan muokanneet tätä nelijakoa. Neljä pääsuuntaa myös asettivat matemaattiselle logiikalle Fregen logisistiseen, matematiikkaa logiikkaan palauttavaa ohjelmaan verrattavissa olevat ihannetavoitteet, joita ei ole kyetty kokonaan lunastamaan. Lisäksi suuri osa nykyaikaisesta kehitystyöstä liittyy logiikan tietojenkäsittelylliseen puoleen. Matemaattisen logiikan rikkaasta kentästä voitaneenkin esittää lähinnä pohjapiirustuksen kaltaisia hahmotelmia, joiden osat ovat alati uutta muotoa hakevassa vuorovaikutuksessa.

Teoreettinen tietojenkäsittelytiede voidaan karkeasti jakaa kahteen päähaaraan. Toinen tutkii logiikkaa, semantiikkaa ja formaaleja kieliä, ja toinen algoritmeja ja laskennallisen

mutkikkuuden teoriaa. Logiikka levittäytyy kuitenkin ristiin näiden kahden osan välille. Logiikan mutkikkuutta voidaan tarkastella laskennallisin menetelmin, ja loogisilla kielillä on lukuisia tärkeitä algoritmisia ominaisuuksia. Edellinen tutkimusaihe tunnetaan deskriptiivisenä mutkikkuusteoriana. Monet kuuluisat avoimet ongelmat muotoillaan tavanmukaisesti sen avulla. Jälkimmäiseen kuuluvat mm. laskennallisten järjestelmien ominaisuuksien algoritmien ja looginen todentaminen, loogisten todistusten monimutkaisuuden (esim. niiden pituuden tai deduktioasketen vaikeuden) mittaaminen ja vertailu, sekä kombinatoristen hakuongelmien karakterisointi loogisen tietokoneohjelmoinnin avulla.

Monet ovat peräänkuuluttaneet sellaista 'uutta' logiikkaa, jonka uskotaan pulpahtavan esiin tietojenkäsittelyllisten, eritoten agenttijärjestelmien ja filosofian rajapinnoilta.⁷ Tähtäimessä on esittää kattava malli yleisen loogisen toimijan käyttäytymiselle. Haaveena on tuoda niin abduktiiviset, deduktiiviset kuin induktiivisetkin päättelylinjat yhden teorian pariin. Ajatuksena on, että kaikki päättely kumpuaa samoista, kausaalisina syinä pidettävien tapa- ja tottumusstrategioiden synnyttämistä alkulähteistä.

Tietoverkkojen huimasti etenevä tutkimus on siivittänyt matemaattisen verkkoteorian ohella mm. merkityksen automatisoidun ymmärtämisen ja hajautetun rationaalisen päätelyn teorioita. Joitakin edistysaskeleita on saavutettu tietynlaisen merkitysstandardin luomiseksi sähköisille sivuille ja dokumenteille.⁸ Tavoitteena on, että verkkosivustoja käsittelevät ohjelmat kykenisivät ymmärtämään sivustojen sisältöä ainakin siinä määrin, että hakukoneissa tulevaisuudessa yleistyvät melko vapaat luonnollisen kielen kyselyilmaukset kyettäisiin yhdistämään kyselyn esittäjän aikomuksia parhaalla tavalla vastaaviin sivustoihin. Luonnollisen kielen eri käyttötapojen ja aikeiden logiikan ymmärtämisessä on kuitenkin vielä paljon puutteita.

Logiikan kehitys on yhteydessä kielen ja kommunikaation kehitykseen. Nykyajan viestintämenetelmät ja -teknologiat ovat luoneet tarvetta erkaantua logiikan puhtaasti symbolisille merkkijärjestelmille rakentuvista teorioista ja korvata niitä uusilla, visuaalisilla, graafisilla ja ikonisilla ominaispiirteillä sisältävillä ilmauksilla. Logiikan tutkimuksen ei tule jäädä syrjään kielen ja kommunikaation kulttuurirevoluutionaarisista muutoksista, vaan tulee ottaa niihin kantaa.⁹

Mitä kuuluu niin sanotulle luonnollisen kielen loogiselle analyysille? Kategoriakieliopit ovat aikansa eläneet. Harva on enää kiinnostunut Montague-tyyppisistä kieliopista ja semantiikasta. Mahdollisten maailmojen semantiikka elää ja kehittyy, mutta onko se tarpeeksi? Kielen rakenteen ja sen formaalin semantiikan analyysista on siirrytty kommunikaation, dialogien, retoriikan ja presumptiivisen (harkinnanvaraisen) merkityksen loogiseen analyysiin. Kommunikaation yleisten lakien ymmärrystä kaivataan lähitulevaisuudessa esiin nousevien uusien kommunikaatiojärjestelmien kehitystyössä. Ei viene kohtuuttoman kauan, kun jo puhumme diskurssin deskriptiivisestä mutkaisuudesta samankaltaisin täsmällisin tavoin kuin vuosituhannen vaihteessa puhuimme loogisten lauseiden deskriptiivisestä mutkaisuudesta. Kaikki kommunikaatio ei myöskään perustu konventionaalisiin järjestelmiin, ja siksi kuviin, diagrammeihin ja metaforiin perustuva multimodaalisten viestintämekanismien kehitystyö hyötyy paraikaa kehityksen alla olevista loogisista pohjateorioista.

Kielestä ja sen käytöstä on tullut kulttuurimme johtavia toimintamuotoja. Pelkät sanat tai yleisemmin kaikkinaiset merkit ja niiden viestiminen ovat jo sellaisenaan tarkoituseriämme toteuttavia tekoja. Siksi on selvää, että logiikalla, joka pyrkii ilmentämään ja tuomaan julki sitä ajattelua, joka erinäisiin merkkijärjestelmiin koodautuu, on merkittävä ja alati kasvava rooli kieli- ja kommunikaatiokeskeisessä ilmassa.

Toisaalta vaarana on se, mistä jo yli vuosisata sitten varoiteltiin ennen varsinaista ns. analyttisen valtafilosofian kieltä kohtaan tuntemaan vetoa esilletuontia, nimittäin kielen merkitysrakenteen rappeutuminen ja epäselvä suhde lausutun ja aiotun merkin välillä.¹⁰ Aikoinaan nämä huolet olivat osaltaan oireita siirtymästä normatiivisista kieliteorioista strukturalistisiin ja deskriptiivisiin oppeihin, ja toisaalta heijastelivat aikansa poliittisen ja kulttuurisen ilmapiiirin vaihdosta tieteen ja taiteen saavutuksia kunnioittaneesta tulevaisuususkaisuudesta lyhytnäköisempiin valta- ja politisoimispyrkimyksiin. Kielen 'rappion' nykyaikaisemmat kaiut ovat sittemmin lisänneet tarvetta kohdentaa huomiota pragmatiikan osuuteen kielten teorioissa, mutta samalla hankaloittaneet yhtenäisen kuvan muodostamista kielellisen merkityksen saloista. Osasyynä kiihtyvällä sykkeellä käynnissä olevasta kielen muutoksesta on sälytettävä monien samanaikaisten, kovenevalla vauhdilla etenevien ja usein hallitsemattomien perinteisiä valtio- ja elintaparajoja rikkovien prosessien harteille.

Muita uudempana tulokkaana kognitiotiede hakee omaa metodologiaansa vimmatusti.¹¹ On ollut suuria vaikeuksia soveltaa loogisia välineitä yleispätevällä tavalla kognitiotieteeseen, sillä sen asema itsenäisenä tieteenalana on vielä kaiken kaikkiaan kyseenalainen. Fenomenologit, kognitiiviset neurotieteilijät, psykologit ja keinoälyn tutkijat ovat kaikki halunneet siitä osansa.¹² Yhteisten, mutta toisaalta fyysikaalisten ja psykologisten tieteiden metodologiasta riippumattomien omien menetelmien puute uhkaa kaataa tämän koko sinänsä kiinnostavan erityistieteen sektorin. Formaalin, eksaktin tutkimuksen parissa työskentelevillä tulee lähitulevaisuudessa jo kiire esittää omia tarjouksiaan. Toisaalta kognitiotiedettä voi logiikan näkökulmasta pitää eräänlaisena siltana, jonka kautta logiikan pariin kanavoituu tärkeitä virikkeitä entistä realistisemmista, kokeellisesti todennettujen mentaalisten toimintojen yleisistä piirteistä.¹³

Logiikan käytäntökäänne

Logiikka ei ole tehnyt ihmisestä parempaa, eikä se siihen tehtävään ole tarkoitettukaan. Logiikka ei ole tehnyt ihmisestä edes parempaa päättelijää. Loogikko luultavasti jää alakynteen väittelyissä, vähän samoin kuin fyysikko snookerissa tai taloustieteilijä yrittäjänä. Ihmiskunta ei odottanut toimetomana Aristoteleen syllogistiikkaa kehittyäkseen järjellä käytettäväksi kollektiiviseksi toimijaksi.

Vai tulisiko meidän vielä odottaa? Ei, sillä logiikan tehtävänä on kartoittaa inhimillisen ajattelun yleisiä luontaisia taipumuksia, sekä tarjota apuneuvoja tieteellisten metodien keksimiseksi ja niiden arvioimiseksi. Sen tulee kertoa, mitä parhailta tieteellisiltä menetelmiltä tulee edellyttää, ja kuinka niitä kannattaa suunnitella. Sen tulee olla sovellettavissa mille tahansa tieteenalalle. Mutta sen ei pidä väittää pystyvänsä korjaamaan tai parantamaan ihmismielelle ominaisia

]] Käytännöllinen suuntaus ei tee logiikasta myöskään argumentaatioteoriaa. Eihän logiikka ole niinkään teoria suositeltavista tosielämän päättelytavoista kuin pysyviä uskomuksia aikaansaavista yleisistä laeista. Päättelyn teoriakaan ei yleisesti tarkoita deduktiivisen päättelyn teoriaa tai teoriaa loogisesta seurausrelaatiosta, sillä kuka tietää, mitä päättelyn yleiset lait ovat?”

päättelymekanismeja. Logiikan kasvatuksellinen vaikutus on useimmiten täysin päinvastainen ja siis tuhoisa.

Logiikan luonteeseen kuuluu vastustaa tieteen erikoistumista, hajaantumista ja yhteyksien katkomista. Spesiaalisti voi jatkaa töitään laboratoriossa tai tietokoneohjelmien parissa tietämättä logiikasta mitään, sillä hänen ei koskaan tarvitse soveltaa käytäntöjään toisiin tieteenaloihin. Mutta kun mieltä tulee aidosti suunnata uuteen, astuu esimerkiksi laajojen kokonaisuuksien hallinta ja tuntemus mallien ja teorian suhteen loogisesta luonteesta arvaamattoman tärkeään osaan.

Logiikka on parhaillaan taitekohdassa. Se on hylkäämässä totunnaisia vuosisadan mittaisia perinteitään. Osaltaan siinä ollaan palaamassa tätä edeltäneeseen aikaan, joka käsitti logiikan yleisenä tieteen metodologiana. Arvioitaessa tätä 'paluuta juurille' osoittaa historianantunemus tärkeän arvonsa. Osaltaan erikoistumispyrkimykset ovat tuoneet tutkimukseen teknisesti kehittyneitä välineitä. On toivottavaa, että nämä kaksi kulkusuuntaa toimitivat vuorovaikutuksessa.

Erikoistumisen myötä nimenomaan logiikan käytännölliseen ja soveltavaan tehtävään liittyvät puolet ovat voimakkaasti korostuneet. Käytännöllinen suuntaus ei ole ristiriidassa logiikan ensiarvoisimman päämäärän, totuuden kanssa, mutta se tuo mukaan ihmisen. Kurssinkorjauksella päämäärä lähentyy. Nimenomaan pragmaattisten merkitysteorioiden tehtävä on tällöin keskeinen, sillä niiden mukaan käsityksemme ilmausten tai yleisemmin tietoisuuden kohteiden merkityksistä löytyy niistä käytännöllisistä seurauksista, muutoksista ja aikaansaannoksista, joita ne aiheuttavat mielimme, elinympäristöömme ja käsittelemiimme asiayhteyksiin.

Tavoitteen valossa logiikalle ei ole millään tavalla luonteenomaista erotella ihmis- ja luonnontieteellistä tutkimusta toisistaan. Taitoa ja tietoa, mieltä ja materiaa, ajattelua ja aivoja, päättelyä ja havaintoa ei logiikan näkökulmasta voi ryhmitellä omiksi kohteikseen.

Millaisia konkreettisia aiheita käytännöllisesti suuntautuneen logiikan tutkimuksen parissa on tuotu esille ja mitä on toistaiseksi saavutettu? Edellä niitä esitin jo useita. Klassinen logiikka, siis sellainen totunnainen ensimmäisen kertaluvun predikaattilogiikka, johon logiikan perusopetus kohdentuu, ei tehtävään sovellu. Epämonotonisuus, osittaiset mallit, dialogit, pelit, dynaamiset ja ns. ei-muodolliset

logiikat, deduktiivisten järjestelmien universaalit piirteet, logiikoiden 'punominen' toisiinsa, konstruktivistinen päättely, diakronisuus, ja monet tiedostamista, kognitiivista ekonomiaa ja relevanssia korostavat modaliteetit toimivat kaikki esimerkkeinä menetelmistä, ideoista ja työkalupaikkeista joita on käytetty ja joita tullaan tulevaisuudessa yhä lisää soveltamaan inhimilliseen toiminnan, päättelyn ja tiedonhankinnan ymmärtämiseksi.¹⁴ Informaation epätäydelliset virtausliikkeet ja kommunikatiiviset sekä kognitiivisten kykyjen kuten muistin ja havaintojen rajoitukset liittyvät selkeältä osaltaan logiikan käytännönläheisiin puoliin.

Näiden suuntausten tukemana voidaan todeta, että logiikka on erkaantumassa muodollisten päättelyoppien tutkimuksesta ja kohdentamassa voimiaan tosiasiallisen päättelyn, aidosti ympäristöämme tai keskustelu-universumeitamme muuttavien toiminta- ja kommunikaatiostrategioiden sekä monitieteellisten metodien ja yleisten lakien etsimiseen.¹⁵ Tämä ei tee logiikasta psykologiaa, sillä kärjistäen psykologiassa tutkitaan sitä, kuinka ihmisen kuvitellaan päättävän ja toimivan.¹⁶

Käytännöllinen suuntaus ei tee logiikasta myöskään argumentaatioteoriaa. Eihän logiikka ole niinkään teoria suositeltavista tosielämän päättelytavoista kuin pysyviä uskomuksia aikaansaavista yleisistä laeista. Päättelyn teoriakaan ei yleisesti tarkoita deduktiivisen päättelyn teoriaa tai teoriaa loogisesta seurausrelaatiosta, sillä kuka tietää, mitä päättelyn yleiset lait ovat? Deduktiivisen logiikan mukaisia muutosääntöjä tuskin tulee laskea mukaan.

Korostettakoon, että mitään yleistä, toimivaa ja asianmukaisen tiedeyhteisön kollektiivisen mielipiteen mukaisesti tunnustettua 'käytännön logiikkaa' ei vielä ole. Historiallisessa mielessä usko sen olemassaoloon esiintyi jo skolastisen ajan *logica docens* ('logiikka oppina') ja *logica utens* ('logiikka toimessa') välisenä erotteluna.¹⁷ Vielä varhempat juuren juontuvat al-Fârâbîn toteamuksesta rationaalisen kyvyn käytännöllisestä ja teoreettisesta puolesta.¹⁸ Voimme ajatella Wittgensteinin "tämä on yksinkertaisesti sitä mitä teen" -lausahdusta eräänä *utens*-puolen osoituksena.¹⁹ Evolutionaariset metodit ovat sen keskeistä sisältöä. Ideaalisen ja aktuaalisen päättelijän kärkevä ero vahvistaa käsitystä, että logiikka on käytäntöä siinä määrin missä teoriaakin. Itse asiassa 'logiikka toimessaan' lienee vaistonvaraisuudessaan ja vuosituhansien tuloksena jotain pysyvämpää, kestävämpää ja konkreetti-

sempää kuin muuttuvat, erikoistuneet ja kohteettomat muodolliset oppirakennelmat.

Vielä tuotakoon esille eräs nykyaikaisen tutkimuskentän jännite. Pluralistien mielestä erilaisia logiikoita voi ja niitä tulee keksiä ja kehittää eri tarkoituksia varten kuten tietokonekieliä, ilman huolenkantoa mahdollisista yhdistävistä tekijöistä. Universalistien mielestä ihmismieli 'luotiin' yhtä logiikkaa silmälläpitäen, ja tutkimuksen päänuorana ja kollektiivisena pyrkimyksenä tulisi olla sellaisen jäljittäminen. Näiden ääriainesten väliin mahtuu monia maltillisia versioita.

Tulevaisuus

Reilu vuosikymmen sitten akateemikko Georg Henrik von Wright otaksui, että menneestä poiketen tuleva vuosisata ei tule jäämään filosofian historiaan logiikan vuosisatana, ja että logiikan edistysaskeleet eivät siinä luonnehdi filosofisen tutkimuksen pääasiallista kehitystä. Itse asiassa von Wright arveli logiikan tutkimuksen aikanaan ehtyvän. Jälkimmäinen ennustus tuskin käy toteen, mutta ajatus logiikan ja filosofian erkaantumisesta näyttää jo melko pian osuneen oikeaan. Henkilöityvätkö tulevaisuuden löydöt Kurt Gödelin, Alan Turingin tai Alfred Tarskin tavoin yksittäisiin tutkijoihin riippuu niin tiedeyhteisön kuin päättäjienkin suhtautumisesta logiikkaan sellaisena huomionarvoisena toimintana, joka on aina avannut ja jota tulevaisuudessa tarvitaan avaamaan kokonaan uusia näköaloja yksittäistieteiden perusteisiin.

Oman erityisalansa edellytyksiä pohtiva tutkija ei aina suhtaudu suopeasti aihetta abstraktimmin tarkastelemaan loogikkoon. Päättäjille yleistä, pitkäjänteistä näkökulmaa on vaikea perustella. Toisaalta mikäli seuraavanlaiset skenaariot toteutuvat edes osittain, ei niiden tieteellistä ja yhteiskunnallista arvoa voi asettaa mihinkään maallisiin mittapuihin.

(i) Kontinuumihypoteesi saattaa ratketa negatiiviseen suuntaan. (ii) Jatkuvuusperiaatteet tulevat korostumaan ohjelmoinnin teorioissa. (iii) Kognitiotieteen ja kognitiivisen neurotieteen tulokset linkittyvät loogisten käsitteiden kanssa (esim. fysiologinen multimodaalisuus ja propositionaaliset asenteet).²⁰ (iv) Heterogeeniset, ei-symboliset logiikat lyönevät läpi.²¹ (v) Merkitysrelaatioita onnistutaan määrittelemään verkkoteknologisiin tarpeisiin samalla kun suuri osa maapallon kirjallisesta kulttuuriperinnöstä on siirtymässä digitaaliseen muotoon. (vi) Solujen toimintaa tullaan ymmärtämään loogisista ja systeemiteoreettisista näkökulmista. (vii) Kvanttifysiikan ja kvantti-informaation loogiset periaatteet selkiytyvät.²²

Ilmeisiä lähiaikojen löydöksiä ja tulevaisuuden lupavimpia tutkimussuuntia voidaan luetella paljon lisää. Ei siis näytä siltä, että tulevina vuosina logiikan jo vauhdilla käynnistynyt uusi kukoistus jäisi puolitiehen. Luultavampaa on, että tempo entisestään kiihtyy. Logiikka ei taannu, sillä se on inhimillistä ajattelua ja toimintaa, joka kehittyy ja kasvaa ihmisen kehityksessä. Vain ihmiset voivat vaikuttaa sen luonteeseen ja uusien loogisten teorioiden löytymiseen. Ajan myötä tultaneen myös lopullisesti tunnustamaan, kuinka ahdas käsitys logiikasta vallitsi suuren osaa mennyttä vuosisataa ja kuinka yksipuolinen aikamme kuva on ollut.

Viitteet

1. Pietarinen (2002c) toteaa pääasiallisena syynä olleen 'filosofiseksi logiikaksi' aikoinaan kutsutun haaran jäämisen tietojenkäsittelytieteen jalkoihin. Samalla voidaan todeta ns. analyttisen filosofiana tunnetun suuntauksen olevan aikansa elänyttä. Pietarinen (2005a) pyrkii mm. huomioimaan, kuinka raju analyttisen filosofian irtiotto oli varhaisesta kognitiotiedettä ennakoineesta suuntauksesta (ks. myös Pietarinen 2003c). Tämä ei tarkoita, etteivätkö monet filosofian oppihaarat ja suuntaukset kuten metafysiikka olisi riippuvaisia loogikasta. Muuten filosofinen tutkimus saattaisi edetä kuten politikointi tai liiketoiminta, niiden vaikutelmien myötä, joita kuviteltu tai toivottu asioiden tai päättelyn oikeellisuus mielissä synnyttää.
2. Ns. monitoimija- eli moniagenttijärjestelmien filosofisista yhteyksistä avointen järjestelmien peliteoriaan ks. Pietarinen (2004d).
3. Ylenkatsetta kuvaamaan on omiaan Russellin myöhempi synnintunnustus James Feiblemanin kirjaan *An Introduction to Peirce's Philosophy Interpreted as a System* kirjoittamissa alkusanoissaan: "Olen itse – häpeäkseni tunnustan – esimerkki siitä sopimattomasta vähättelystä, josta Peirce Euroopassa on kärsinyt. Kuulin hänestä ensimmäisen kerran William Jamesilta vieraillessani tämän suuren miehen luona Harvardissa vuonna 1896" (Feibleman 1946, s. xv). Syy Russellin Peirceen kohdistuneeseen henkilökohtaiseen vähättelyyn lienee ollut Russellin *The Principles of Mathematics* -teoksen ensimmäisen osan lyhyessä arvioissa, jonka Peirce julkaisi *The Nation* -lehdessä lokakuussa 1903. Peircen mukaan kirja "voi häidin tuskin kutsua kirjallisuudeksi", "sitä on vaikea lukea", ja että "toisen osan aiheet yhdeksässä tapauksessa kymmenestä koostuvat luultavasti riveistä symboleja". Tämä oli kutakuinkin kaikki, mitä Peircellä kirjasta ja sen tulevasta kakkososasta oli sanottavana.
4. "Logiikasta kirjoittavat eivät tosiaan tyydy mihinkään vähäisempään kuin kaikkien mahdollisten käsitysten universumiin; mutta partikulaaristen assertioiden tai argumenttien universumi voi rajoittua kaikin ilmaistavin tai ymmärrettävin tavoin" (De Morgan 1846).
5. Vuonna 1879 Johns Hopkins -yliopistossa kokoontui Peircen aloitteesta kolmen vuoden ajan ns. Metafyysinen kerho, joka keskittyi Peircen omiin ja hänen oppilaidensa esitelmiin logiikan algebrasta ja relaatioiden kalkyylistä. Koska kokoontumisten tuloksena alkunsa sai mm. ensimmäisen kertaluvun kvantifikaatioteoria rajoitetuille keskusteluniversonumelle, on vuotta 1879 oikeutettua pitää modernin loogikan syntyvuotena. Perustelut ovat tosin erilaiset kuin totutussa loogikan historiankirjoituksessa, joka jäljittää synnyn Fregen samana vuonna ilmestyneeseen *Begriffsschrift*-teokseen. Peircen oma "eksaktin loogikan" syntyhetken ajoitus sijoittui päivään 6. marraskuuta 1846, jolloin De Morgan toi keskustelu-universumin käsitteen loogikan algebran pariin (Peircen käsikirjoitus 450: 7, 1903, *Lowell Lectures 1903 (Lecture II)*). Kutsuttakoon tuota päivää englanniksi vaikkapa loogikan "D-day:ksi" tai "Domain-day:ksi".
6. Ivor Grattan-Guinness on monumentaaliossa teoksessaan *The Search for Mathematical Roots 1870–1940* kartoittanut sitä modernin loogikan syntyajkojen historiaa 1800-luvun loppuvuosikymmeninä, jota von Wright kirjoituksessaan 'Logiikka ja filosofia 1900-luvulla' kutsui "loogikan uudelleen elpymisen" liikkeelle laskeneeksi kaudeksi (Wright 1995). Calixto Badesan *The Birth of Model Theory: Löwenheim's Theorem in the Frame of the Theory of Relatives* (Badesa 2004) valottaa aivan uudella tavalla näiden "elvyttäjien" roolia eritoten tärkeän loogikon Leopold Löwenheimin (1878–1957) 'ensimmäiseksi malliteoreettiseksi tulokseksi' kutsutun vuoden 1915 teoreeman muodostumisvaiheita koskien.
7. Ohjelmanjulistuksen tiivis muoto on esitetty kirjoituksessa Gabbay & Woods (2001). Puhe 'uudesta loogikasta' ei sinällään ole ajallemme ominainen keksintö, sillä sellaista ehdotti mm. Karl Menger jo 1930-luvun alussa (Menger 1937). Mengerin tahtona oli mm. parantaa eurooppalaisten, loogisesta empirisismistä sokaistuneiden filosofien tietämystä amerikkalaisesta pragmatismista.
8. Ks. esim. Pietarinen (2003b).
9. Kielen syntyyn ja evoluution liittyvät tutkimukset ovat nykyajan uudestisyntyneitä tulokkaita aikamme monitieteellisen tutkimuksen kenttään. Tälle ongelmavyhdille saattavat sellaiset uudet loogiset menetelmät, kuten evolutionaarisen peliteorian ja loogikan kombinaattiot osoittautua arvokkaiksi (Pietarinen 2005b,c).
10. Päällimmäisenä viitattakoon ennen analyttisen filosofian valtakautta toimineeseen 'signifistiseen' kielifilosofiaan, jossa mm. Luitzen Egbertus Jan Brouwerin ajatuksilla oli merkittävä sija (Pietarinen 2003b; 2005d).
11. Kognitiotieteen varhaisvaiheiden ajoituksesta vallitsee vaihtelevia mielipiteitä. Tiettyssä mielessä sen historia yhtenee lähes koko filosofian

- historian kanssa. Varhaisella kognitiiviteellä tavataan viitata 1900-luvun alkuvuosikymmenien hahmopsykologiaan, tekoälyn ja tietokoneorian tutkimuksen esivaiheisiin, ja mm. ns. kenttäsemantiikkaan (vrt. Pietarinen 2005a).
12. Pietarinen (2004d) esittää, että tietynlaisesta eripurasta huolimatta fenomenologinen, looginen ja neurotieteellinen tutkimus voivat synnyttää sellaisia tiedostamiseen liittyviä käsitteellisiä kokonaisuuksia, joita on mahdollista tarkastella aikaisempaa yhtenäisemmistä näkökulmista.
 13. Kognitiivisen neurotieteen tutkimus on luonut lisävaloa informaation erikoislaatuisen kulkuun mm. tiedostamattomien aistimusten käsittelyprosessin yhteydessä. Sovelluksista tiedon logiikkaan viitattakoon kirjoitukseen Pietarinen (2003a).
 14. Esimerkiksi semanttisten pelien muuntuva-arvoiset tulokset tai peliteoreettisten menetelmien soveltaminen modaalilogiikan malleihin synnyttävät dynaamisen mahdollisten maailmojen semantiikan. Nämä mahdollisuudet toimivat samalla osoituksena uudeltaisesta kanssakäymisestä logiikan ja peliteorian, kahden toisistaan eri suuntiin aikoinaan kasvaneiden tieteenalojen välillä. Kehitysuunnilla on aikaisemmin huomioimatonta merkitystä perinteisten epistemologisten kysymysten ratkomisessa (Pietarinen 2002b, 2004b; Pietarinen & Sandu 2004).
 15. Monitieteisyys toteutuneen parhaiten sen kautta, kuinka hyvin ja kattavasti tieteiden luokittelua ymmärretään. Tässä mielessä tieteen tutkimuksen alainen monitieteisyyden tutkimus ei ole mikään ajallemme ominainen uusi ilmiö, vaan sijoittuu samaan tieteellisen toiminnan luokkaan vanhojen esim. synteettistä filosofiaa ja ensyklopedista tieteiden luokittelua käsittelevien tutkimusten kanssa (Pietarinen 2005f). Nykyistä tutkimusta vaivaavat kuitenkin puutteet erityisalojen tuntemuksessa.
 16. Anti-psykologismi logiikassa ei ole yksiselitteistä. Kevennetyssä muodossa sillä voidaan tarkoittaa logiikan ja psykologian yleisten periaatteiden keskinäistä ristiriidattomuutta, mikä jättää sijaa molempien rinnakkaiselölle ja vuorovaikutukselle. Tiukemmin ajateltuna psykologisoinnin vastaisuus tarkoittaa tieteellisten psykologisten tutkimusten tarpeettomuutta logiikassa, ts. näkemystä, että psykologialla ei ole mitään tekemistä sen kanssa, miten ihmiset ajattelevat.
 17. Ks. Pietarinen (2005e).
 18. Ks. al-Fārābī 1961.
 19. ”Kuinka kykenen noudattamaan jotain sääntöä? – Mikäli tämä ei ole syitä koskeva kysymys, niin sitten se koskee oikeutusta tavalle, jolla sääntöä seuran. Käytyäni läpi kaikki oikeutukset olen saavuttanut peruskallion ja korttini paljastuvat. Silloin olen taipuvainen sanomaan: ”Tämä on yksinkertaisesti sitä, mitä teen” (Wittgenstein, *Philosophical Investigations*, § 217).
 20. Ks. esim. Pietarinen (2004a).
 21. Tiivis esitys heterogeenisistä loogisista järjestelmistä löytyy Barwisen ja Hammerin kirjoituksesta vuodelta 1994. Ks. myös Pietarinen (2005d).
 22. Kvanttiteorian yhteyksistä uudentyyppiseen peliteoreettisesti hahmotettuun logiikkaan ks. Pietarinen (2002a).

Kirjallisuus

- al-Fārābī, The Fusūl al-Madānī of al-Fārābī (*Aphorisms of the Statesman*). Toimittanut, esittelyn laatinut, kommentoinut ja englanniksi kääntänyt D. M. Dunlop. Cambridge University Press, Cambridge, 1961.
- Badesa, Calixto, *The Birth of Model Theory: Löwenheim's Theorem in the Frame of the Theory of Relatives*. Princeton University Press, Princeton 2004.
- Barwise, Jon & Hammer, Eric, Diagrams and the concept of logical system. Teoksessa D. Gabbay (toim.), *What is a Logical System?* Clarendon Press, Oxford 1994, 73-106.
- De Morgan, Augustus, On the structure of the syllogism, and on the application of the theory of probabilities to questions of argument and authority. *Transactions of the Cambridge Philosophical Society* 8, 1849, 379-408.
- Feibleman, James, *An Introduction to Peirce's Philosophy Interpreted as a System*. Harper, New York, 1946.
- Gabbay, Dov & Woods, John, The new logic. *Logic Journal of the Interest Group in Pure and Applied Logic* 9, 2001, 141-174.
- Grattan-Guinness, Ivor, *The Search for Mathematical Roots 1870-1940. Logics, Set Theories and the Foundations of Mathematics from Cantor Through Russell to Gödel*. Princeton University Press, Princeton, 2000.
- Menger, Karl, The new logic. *Philosophy of Science* 4, 1937, 299-336. (Käännös ja tarkistettu versio saksankielisestä kirjoituksesta vuodelta 1933.)
- Peirce, Charles S., *Käsikirjoitukset*. (Houghtonin kirjasto, Harvardin yliopisto). Luetteloinut Richard S. Robin, *Annotated Catalogue of the Papers of*

- Charles S. Peirce*, University of Massachusetts Press, Amherst, 1967, ja The Peirce Papers: A supplementary catalogue. *Transactions of the Charles S. Peirce Society* 7, 1971, 37-57.
- Pietarinen, Ahti-Veikko, Quantum logic and quantum theory in a game-theoretic perspective, *Open Systems & Information Dynamics* 9, 2002a, 273-290.
- Pietarinen, Ahti-Veikko, Knowledge constructions for artificial intelligence. Teoksessa M.-S. Hacid, Z.W. Ras, D.A. Zighed & Y. Kodratoff (toim.), *Foundations of Intelligent Systems, Lecture Notes in Artificial Intelligence* 2366. Springer, 2002b, 303-311.
- Pietarinen, Ahti-Veikko, Filosofinen logiikka ja informatiikan vallankumous, *Ajatus* 59, 2002c, 139-154.
- Pietarinen, Ahti-Veikko, What do epistemic logic and cognitive science have to do with each other? *Cognitive Systems Research* 4, 2003a, 169-190.
- Pietarinen, Ahti-Veikko, The semantic + pragmatic web = the semiotic web. *Proceedings of the International IADIS/WWW Conference*, IADIS Press, 2003b, 981-984.
- Pietarinen, Ahti-Veikko, Wienin piiri, kieli ja signifiistiikka. *Ajatus* 60, 2003c, 327-353.
- Pietarinen, Ahti-Veikko, Towards cognitive informatics: Awareness in the brain, logic and cognitive neuroscience. Teoksessa Y. Wang (toim.), *Cognitive Informatics: Exploring the Natural Intelligence*. World Scientific, Singapore, 2004a.
- Pietarinen, Ahti-Veikko, Semantic games in logic and epistemology. Teoksessa S. Rahman, D. Gabbay, J. P. Van Bendegem & J. Symons (toim.), *Logic, Epistemology and the Unity of Science*. Kluwer, Dordrecht, 2004b, 57-103.
- Pietarinen, Ahti-Veikko, Multi-agent systems and game theory – a Peircean manifesto. *International Journal of General Systems* 33, 2004c, 294-314.
- Pietarinen, Ahti-Veikko, Logic, phenomenology and neuroscience in cahoots? Teoksessa G. Büchel, B. Klein & T. Roth-Berghofer (toim.), *Proceedings of the 1st International Workshop on Philosophy and Informatics, CEUR Workshop Proceedings* 112. Technical University of Aachen (RWTH), 2004d.
- Pietarinen, Ahti-Veikko, Early cognitive science: a challenge to analytic philosophy? Teoksessa H. J. Koskinen, S. Pihlström & R. Vilkkio (toim.), *Science – A Challenge to Philosophy*. Peter Lang 2005a.
- Pietarinen, Ahti-Veikko, Evolutionary game-theoretic semantics and its foundational status. Teoksessa N. Gontier, J. P. Van Bendegem & D. Aerts (toim.), *Evolutionary Epistemology, Language and Culture: A Nonadaptationist Systems-theoretical Approach*. Springer, Dordrecht, 2005b, 429-452.
- Pietarinen, Ahti-Veikko, The evolution of semantics and language games for meaning. *Interaction Studies: Social Behaviour and Communication in Biological and Artificial Systems*, 2005c.
- Pietarinen, Ahti-Veikko, *Signs of Logic: Peircean Themes on the Philosophy of Language, Games, and Communication*. Springer, Dordrecht, 2005d.
- Pietarinen, Ahti-Veikko, Cultivating Habits of Reason: Peirce and the Logica Utens/docens distinction, *History of Philosophy Quarterly*, 2005e.
- Pietarinen, Ahti-Veikko, Interdisciplinarity and Peirce's classification of the sciences: a centennial reassessment. *Perspectives on Science*, 2005f.
- Pietarinen, Ahti-Veikko and Sandu, Gabriel, IF logic, game-theoretical semantics and philosophy of science. Teoksessa S. Rahman, D. Gabbay, J. P. Van Bendegem & J. Symons (toim.), *Logic, Epistemology and the Unity of Science*. Kluwer, Dordrecht, 2004, 105-138.
- Wedberg, Anders, *Johdatus nykyiseen logiikkaan*. (Suomentanut Otso Aalto). Otava, Helsinki, 1947.
- von Wright, Georg Henrik, Logiikka ja filosofia 1900-luvulla. Teoksessa *Tieto ja Ymmärrys*, Helsinki, Otava, 1999. ("Logic and Philosophy in the Twentieth Century". Avajaisesityelmä yhdeksännessä kansainvälisessä logiikan, metodologian ja tieteenfilosofian kongressissa Uppsalassa elokuussa 1991. Suomentanut Heikki Nyman.)