

MS-E1010 Tieteen filosofia (5 op)

© 2023 Ilpo Halonen, ilpo.halonen@aalto.fi. Materiaalia saa käyttää ainoastaan henkilökohtaisiin opiskelutarkoituksiin.

7 Logiikka ja argumentaatio

KIRJALLISUUTTA

Allwood Jens, Lars-Gunnar Andersson, Östen Dahl 1980, *Logiikka ja kieli*, Gaudeamus, Helsinki.

Doksiadis, Apostolos, *Logicomix: nerouden ja hulluuden rajalla*, Avain, Helsinki 2010.

Engel Pascal 1991, *The Norm of Truth. An Introduction to the Philosophy of Logic*.

Frege Gottlob 1892, "Über Sinn und Bedeutung", (Ilmestynyt suomeksi nimellä "Mielestä ja merkityksestä" teoksessa Raatikainen Panu (toim.) 1997, *Ajattelu, kieli, merkitys. Analyyttisen filosofian avainkirjoituksia*, Gaudeamus, Helsinki, 41 - 56.

Haack Susan 1988, *The Philosophy of Logics*.

Haack Susan 1996, *Deviant Logic. Fuzzy Logic: Beyond the Formalism*.

Haaparanta Leila 1995, "Modernin logiikan synty", teoksessa Rydman Jan (toim.), *Tutkimuksen etulinjassa : Tieteen päivät 1995*, 133-145.

Haaparanta Leila 1998, "Moderni logiikka", teoksessa Korkman Petter & Mikko Yrjönsuuri (toim.), *Filosofian historian kehityslinjoja*, Gaudeamus, 383-399.

Haaparanta, Leila ja Ilkka Niiniluoto, *Johdatus tieteelliseen ajatteluun*, Helsingin yliopiston filosofian laitoksen julkaisuja n:o 3/1986.

Halonen Ilpo 1995, "Poikkeavien logiikkojen historiaa", teoksessa L. Haaparanta, E. Hyvönen, J. Seppänen and J. Silvonen (toim.), *Älyn ulottuvuudet ja oppihistoria. Matka logiikan, psykologian ja tekoälyn juurille*, Suomen Tekoälyseuran julkaisuja, Symposiosarja no 13, 59-69.

Hintikka Jaakko 1982, *Kieli ja mieli*. Otava, Helsinki.

Hintikka, Jaakko, "Logiikan rooli päättelyssä", teoksessa Hintikka, Jaakko, *Filosofian köyhyys ja rikkaus. Nykyfilosofian kartoitusta*, Art House, Helsinki, 2001. (Ilmestynyt aikaisemmin suomeksi nimellä "Logiikan rooli argumentaatioissa" teoksessa Leila Haaparanta et al. (toim.), *Malli - Metodi - Merkitys*, FITTY 49, Tampere 1993.)

Kakkuri-Knuuttila, Marja-Liisa (toim.), *Argumentti ja kritiikki. Lukemisen, keskustelun ja vakuuttamisen taidot*, Gaudeamus, Helsinki 1998.

Kneale William & Kneale Martha 1962, *The Development of Logic*.

Niiniluoto, Ilkka, *Johdatus tieteenfilosofiaan. Käsitteen- ja teorianmuodostus*, Otava, Helsinki 1980.

Nyberg, Tauno (toim.) 1977, *Ajatus ja analyysi*. WSOY, Porvoo.

Priest, Graham 2017, *Logiikka. niin & näin*, Tampere.

Raatikainen, Panu, "Sarjakuvakertomus toisenlaisista supersankareista", kirja-arvostelu kirjasta Doksiadis 2010, *Tieteessä tapahtuu* 2/2011. (Myös internetissä.)

Read Stephen 1994, *Thinking about Logic. An Introduction to the Philosophy of Logic*.

Wright G. H. von 1968 (2. p.), *Logiikka, filosofia ja kieli*, Otava, Helsinki (=LFK).

Wright G. H. von 1992a, *Minervan pöllö*, Otava, Helsinki (=MP).

Wright G. H. von 1992b, "Logiikka ja filosofia 1900-luvulla", teoksessa MP, 27-47.

Wright G. H. von 1992c, "Analyyttinen filosofia - historiallis-kriittinen tarkastelu", teoksessa MP 48-75.

Logiikan historia ja tulevaisuus - kokoelma kirjoituksia ja käännöksiä, *Niin & näin* 3/2005, 17 - 56.

"Sellaista on, kun käyttää mielikuvitustaan", huomautti komissaari Palmu vielä. "Logiikka ja tosiasiat, poikaseni, mitään muuta ei tarvita. Älä fantiseeraa. Tosiasiat riittävät!"

- Mika Waltari: *Kuka murhasi rouva Skrofin?*

7.1 Loogisesta pätevyydestä (sitovuudesta)

Esim.

Herra K. on matkalla ritarien ja kelmien saarella. Ritarit puhuvat aina totta, kun taas kelmit valehtelevat aina. Jokainen saarelainen on joko ritari tai kelmi. Ulkonäön perusteella ei voi ratkaista, onko saarelainen ritari vai kelmi.

a) Herra K. tapaa kaksi saarelaista, A:n ja B:n. A esittelee itsensä ja B:n: "Ainakin toinen meistä on kelmi". Nyt herra K:n (ja myös sinun) tehtävänä on

ratkaista, ovatko A ja B ritareita vai kelmejä, vai onko toinen heistä ritari ja toinen kelmi.

b) Herra K. tulee tienristeykseen ja haluaa kysyä lähellä seisovalta saarelaiselta, onko kaupunkiin päästäkseen käännättävä vasemmalle vai oikealle. Mikä kysymys herra K:n on esitettävä?

(Raymond Smullyanin kirjasta *What Is the Name of this Book?* löytyy lisää tehtäviä ritareista ja kelmeistä. Julkaistu suomeksi nimellä *Mikä tämän kirjan nimi on?*, Terra Cognita 1999.)

"Wolfen silmät aukenivat kokonaan. Hän alkoi ärsyyntyä. Lähden siitä oletuksesta, että te joko murhasitte Ann Amoryn tai ette, mikä tuntuu järkeenkäyvältä."

- Rex Stout: *Ei aivan tarpeeksi kuollut*

Logiikka (kreik. logos, 'sana', 'järki'): oppi muodollisesti pätevän päättelyn säännöistä.

Logiikka on kiinnostunut totuuden säilyttävistä päätelmistä, joissa johtopäätös on oletusten looginen seuraus.

Tieteen kannalta tällaisilla ajattelun ja perustelemisen muodoilla on suuri merkitys: jos tutkija lähtee tosista oletuksista, mikään niistä loogisesti seuraava johtopäätös ei voi olla epätosi.

Deduktiivinen ja induktiivinen päättely

Deduktiivinen päätelmä:

Kaikki linnut osaavat lentää.

Tipi on lintu.

Siis: Tipi osaa lentää.

- Päätelmä on pätevä: Päättely säilyttää ehdottomasti totuuden; johtopäätös seuraa välttämättä premisseistä.

Induktiivinen päätelmä:

Useimmat linnut osaavat lentää.

Tipi on lintu.

Siis: Tipi osaa lentää.

- Päättely ei säilytä ehdottomasti totuutta; johtopäätös seuraa premisseistä ainoastaan jollakin todennäköisyydellä.

(Abduktiivinen päätelmä:

Kaikki linnut osaavat lentää.

Tipi osaa lentää.

Siis: Tipi on lintu.

- Päättely ei säilytä ehdottomasti totuutta; johtopäätös ainoastaan saattaa seurata premisseistä.)

Formaalis-looginen virhepäätelmä (johtopäätös ei ole premissien looginen seuraus):

Kukaan uskovainen ei ole ateisti.

Kalle ei ole ateisti.

Siis: Kalle on uskovainen.

DEDUKTIIVISESTI PÄTEVÄSSÄ PÄÄTTELYSSÄ

	JOHTOPÄÄTÖKSEN TOTUUS	EPÄTOTUUS
KAIKKIEN PREMISSIEN OLLESSA TODET	ON VÄLTTÄMÄTÖN	ON MAHDOTON
YHDENKIN PREMISSIN OLLESSA EPÄTOSI	ON MAHDOLLINEN	ON MAHDOLLINEN

INDUKTIIVINEN PÄÄTTELY

Esimerkkejä:

induktiivinen yleistys:

Kaikki tähän mennessä havaitut korpit ovat olleet mustia.

Siis: Kaikki korpit ovat mustia.

5% tutkituista 1000 koululaisesta oli vasenkätisiä.

Siis: 5% kaikista koululaisista on vasenkätisiä.

tilastollinen syllogismi

90% korvatulehduksista paranee Super-X:llä.

Ville sai korvatulehdukseensa Super-X:ää.

Siis: Ville paranee.

todennäköinen induktio

98% todennäköisyydellä tällä lottorivillä ei voita.

Siis: Tällä lottorivillä ei voita.

	SÄILYTTÄÄKÖ TOTUUDEN?	LISÄÄKÖ INFORMAATIOTA?
DEDUKTIIVINEN PÄÄTTELY	KYLLÄ	EI
INDUKTIIVINEN PÄÄTTELY	EI	KYLLÄ

Lisää loogista taustaa tieteelliselle päättelylle:

Riittävä ja välttämätön ehto:

Todessa muotoa "Jos A niin B" olevassa lauseessa A on *riittävä* ehto B:lle (aina kun A tapahtuu/vallitsee, tapahtuu/vallitsee myös B), mutta B on *välttämätön* ehto A:lle (jos B ei tapahdu/vallitse, niin ei myöskään A tapahdu/vallitse).

Loogisesti päteviä päätelmiä:

a) *Modus ponens* - etujäsenen myöntösääntö

Jos A niin B

A

Siis: B

b) *Modus tollens* - takajäsenen kieltösääntö

Jos A niin B

ei-B

Siis: ei-A

Virhepäätelmiä:

c) Takajäsenen myöntämisen virhe:

Jos A niin B

B

Siis: A **väärin!**

Esim.

Jos ulkona sataa, niin maa kastuu.

Maa kastuu.

Siis: ulkona sataa.

d) Etujäsenen kieltämisen virhe

Jos A niin B

ei-A

Siis: ei-B **väärin!**

Esim.

Jos hän rakastaa sinua, niin hän menee kanssasi naimisiin.

Hän ei rakasta sinua.

Siis: Hän ei mene kanssasi naimisiin.

7.2 Logiikan historiaa

Länsimaisen logiikan historia voidaan jakaa kolmeen uudistuskauteen, joita erottaa toisistaan suhteellisen tai täydellisen laman ajat:

	luomiskausi
I Antiikki (Traditionaalinen logiikka)	300 - 200 eKr.
II Keskiaika (Skolastinen logiikka)	1200 - 1300 luku
III Nykyaika (Moderni logiikka)	1850 ->

Aristoteles (384–322 eKr.)

Arvostelmat

Perusmuoto: "A on B", missä A on subjekti, B on predikaatti ja "on" on ns. kopula

Kvaliteetti: myönteinen/kielteinen

Kvantiteetti: universaalinen/partikulaarinen

Neljä perustyyppiä:

A.	Jokainen A on B.	(universaalinen ja myönteinen.)
E.	Mikään A ei ole B.	(universaalinen ja kielteinen)
I.	Jokin A on B.	(partikulaarinen ja myönteinen)
O.	Jokin A ei ole B.	(partikulaarinen ja kielteinen.)

Syllogismit

Esim.

Kaikki eläimet ovat kuolevaisia.

*premissit*Kaikki ihmiset ovat eläimiä.

Siis: Kaikki ihmiset ovat kuolevaisia.

*johtopäätös**Yleisemmin*

Jokainen M on P.

*pääpremissi*Jokainen S on M.*alipremissi*

Jokainen S on P.

johtopäätös

Syllogistiikan esittelyssä Aristoteles otti käyttöön kirjaimet termien paikalle, mikä merkitsi formaalisen logiikan syntyä.

P: päätermi – esiintyy pääpremississä ja johtopäätöksessä

M: välitermi – esiintyy pmissseissä, ei johtopäätöksessä

S: alitermi – esiintyy alipremississä ja johtopäätöksessä

Kuviot:

1.	MP <u>SM</u> SP	2.	PM <u>SM</u> SP	3.	MP <u>MS</u> SP	4.	PM <u>MS</u> SP
----	-----------------------	----	-----------------------	----	-----------------------	----	-----------------------

Jokainen pääpremissi, alipremissi ja johtopäätös voi olla arvostelmatyyppiä A, E, I tai O. Näin ollen voimme muodostaa $4^4 = 256$ syllogismia, joista 24 on päteviä:

1. kuvio: AAA BARBARA
 AII DARII
 EAE CELARENT
 EIO FERIO
 AAI BARBARI
 EAO CELARONT

2. kuvio: AEE CAMESTRES
 AOO BAROCO
 EAE CESARE
 EIO FESTINO
 AEO CAMESTROS
 EAO CESARO

3. kuvio: AAI DARAPTI
 AII DATISI
 EAO FELAPTON
 EIO FERISON
 IAI DISAMIS
 OAO BOCARDO

4. kuvio: AAI BAMALIP
 AEE CALEMES
 AEO CALEMOP
 IAI DIMARIS
 EIO FRERISON
 EAO FESAPO

Keskiaika

Skolastinen logiikka alkoi kehittyä 1100– luvulla, saavutti kypsyytensä 1300–1400– luvuilla ja rappeutui nopeasti 1500–1700– luvuilla.

Yleispiirteitä:

riippuvuus antiikin perinteestä

latinalainen kieliasu

teologisten ja metafyyssisten kiistojen vaikutus

Keskeisiä nimiä:

Pierre Abélard (Petrus Abaelard, 1079–1142)

William Shyreswood (†1249)

Petrus Hispanus (n. 1210–1277)

Duns Scotus (n. 1266–1308)

William Occamilainen (n. 1290–1350)

Walter Burley (Burleigh, n. 1275–n. 1345)

Jean Buridan (n. 1300–n. 1360)

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1706)

– algebran tapaan logiikka voidaan käsittää puhtaasti *merkkipelinä* harjoitettavissa olevaksi *kalkyyliksi*.

Ilmeisesti Immanuel Kant käytti ensimmäisenä käsitettä 'formaalinen' Aristoteleen ja skolastikkojen koulukunnan perinteen mukaisesta logiikasta:

"Puhdas yleinen logiikka ... on ymmärryksen ja järjen säännöstö, mutta vain suhteessa siihen mikä on formaalista niiden käytössä."

(Immanuel Kant 1781.)

"Logiikka tutkii niitä järkemme toimintojen rakenteellisia aspekteja, joita kutsumme argumentiksi, päättelyksi tai todistamiseksi. ... Logiikka tutkii käsitteitä, ei siltä kannalta, mikä on niiden ulkoinen suhde maailmaan, vaan niiden sisäisiä johdonmukaisuuden tai sen puuttumisen suhteita."

(MP, 30)

Moderni logiikka

George Boole (1815–1864)

- *The Laws of Thought* (1854)

Augustus De Morgan (1806–1871)

Charles S. Peirce (1839–1914)

Gottlob Frege (1848–1925)

– logismin teesi: logiikka perustava, matematiikka voidaan johtaa siitä

– *Begriffsschrift* (1879)

– modernin logiikan tärkein klassikko

Bertrand Russell (1872–1970)

– *Principia Mathematica* (Russell & Whitehead 1910–1913)

– Fregen ohjelman toteuttaminen

– Russellin paradoksi

– tyyppiteoria

"20.vuosisadan leimallisin piirre on nähdäkseni ollut logiikan uusi kukoistus ja se hedelmöittävä rooli, joka sillä on ollut filosofian kaikinpuolisessa kehityksessä. ... Vuosisadan lähestyessä loppuaan voimme havaita merkkejä logiikan vaikutuksen heikkenemisestä filosofian kehitykseen."

(MP, 27)

Logiikan kaksi päätutkimusuraa ovat päättely ja käsiteanalyysi. Nämä liittyivät läheisesti yhteen 1900-luvulla.

Mutta: Miksi logiikka elpyi 1800-luvun lopulla 500 vuoden talviunen jälkeen?

"... länsimainen tiede oli silloin saavuttanut kypsyyden, joka teki siitä pätevän pohtimaan kriittisellä tavalla omia perusteitaan."

(MP, 32)

Logiikan elpyminen sai alkunsa matematiikan perusteiden tutkimisesta.

Useimmat 1800-luvun suuret loogikot - Boole, de Morgan, Grassman, Schröder, Frege, Peano - olivat matemaatikkoja. Tämä liittyi loogisen ja matemaattisen ajattelun yhtäläisyyteen: muuttuja, identiteetti, vakio ...

Englantilainen matemaatikko George Boole (1815 - 1864): *The Mathematical Analysis of Logic, being an Essay toward a Calculus* (1847), pääteos *The Laws of Thought* (1854): logiikka on ala, jonka piirissä matemaattisella analyysillä on tärkeitä sovelluksia

- Boole: logiikan lait ovat muodoltaan matemaattisia ja että ne yhtä poikkeusta lukuun ottamatta ovat samoja kuin algebran lait. (Poikkeus: $x^2 = x$.) Mutta: logiikan lait ovat täsmälleen samat kuin lukuja 0 ja 1 koskevat algebran lait.

Toinen haara: jenalainen matematiikan professori Gottlob Frege (1848 - 1925), *Begriffsschrift. Eine der Sprache der Aritmetik nachgebildete formalisierte Sprache des reinen Denkens* (1879), *Die Grundlagen der Aritmetik* (1884), *Die Grundgesetze der Aritmetik I* (1893), *II* (1903). Pienemmistä kirjoituksista mainittakoon *Über Sinn und Bedeutung* (1892)

"Fregen esikuvallisen selkeätä *Grundlagen der Aritmetik* -teosta ei pidä jättää lukematta kenenkään, joka on vakavasti kiinnostunut logiikasta ja analyyttisestä filosofiasta."

(LFK, 80)

Begriffsschrift: monet pitävät vuotta 1879 modernin logiikan varsinaisena syntymähetkenä. Monia loogisia keksintöjä: kvantifikaatioteoria ja siihen sisältynyt kielipillisen lauseanalyysin korvannut argumentti - funktio -analyysi.

- vrt. Charles Peirce: Frege ja Peirce molemmat hylkäsivät Boolean ajatuksen, jonka mukaan väitteitä muodostetaan liittämällä subjekti ja predikaatti toisiinsa identiteettisymbolin avulla.

vrt. edellä: "Kaikki ihmiset ovat eläimiä", "Ihminen on eläin"

nyt: "x on ihminen", "x on eläin", "Jokaiselle yksilölle x pätee, että jos x on ihminen, niin x on myös eläin"

Frege kääntää Boolean näkemyksen: hänelle logiikka on lähtökohta matematiikan kriittiselle tutkimukselle. Boole tutkii logiikkaa matemaattisin keinoin, Frege matematiikkaa (aritmetiikkaa) loogisin keinoin.

Bertrand Russell, *Principles of Mathematics* (1903), Russell & Whitehead, *Principia Mathematica* (1910, 1912, 1913), Russell, *Introduction to Mathematical Philosophy* (1919)

"Joukko-oppiin näytti myös liittyvän suoranaisia ristiriitoja. Niistä tunnetuin on Russellin paradoksi vuodelta 1901: näyttäisi mahdolliselta jakaa joukot kahteen lajiin: niihin jotka sisältyvät itseensä, ja niihin jotka eivät; jälkimmäisistä muodostettu joukko (ts. kaikkien niiden joukkojen joukko, jotka eivät sisälly itseensä) on kuitenkin ristiriitainen: se sisältyy itse itseensä jos ja vain jos se ei sisälly itseensä!

Monet johtavat matemaatikot, kuten Poincaré, eivät hyväksyneet koko joukko-oppia. Toiset yrittävät oikeuttaa sen eri tavoin. Epäuskoisessa ilmapiirissä kehittyivät Gottlob Fregen ja Bertrand Russellin logisismi sekä David Hilbertin ohjelma. Ne olivat yrityksiä antaa matematiikalle lopullinen, kattava ja ehdottoman varma perusta. Logisismi pyrki palauttamaan matematiikan puhtaaseen logiikkaan. Hilbertin ohjelma puolestaan pyrki oikeuttamaan joukko-opillisen äärettömän matematiikan tarjoamalla sille varman perustan äärellisen lukuteorian näkökulmasta. Tällaiset yritykset osoitti matemaattisella varmuudella tuhoon tuomituiksi vuonna 1931 Kurt Gödel epätäydellisyystuloksillaan.

Hilbertin ohjelmaan liittyi myös ns. ratkeavuusongelma. Sen parissa työskenteli brittimatemaatikko Alan Turing. Hän rakensi työnsä Gödelin työn pohjalle. Turing päätyi vuonna 1936 esittämään teoreettisesti universaalien tietokoneiden ajatuksen. Ensimmäiset sellaiset rakennettiin 1940- ja 1950-luvulla. Kaikki nykyiset sadat miljoonat tietokoneet ovat perusteiltaan niin sanottuja Turingin koneita."

Panu Raatikainen, "Sarjakuvakertomus toisenlaisista supersankareista", kirja-arvostelu kirjasta Doksiadis 2010, Tieteessä tapahtuu 2/2011.

Logisismi, formalismi, intuitionismi - kolme logiikan "sankariajan" (1879 - 1934) pääkoulukuntaa

Frege, Russell: käsitteet ja oliot, itse käsite ja sen ala eli ekstensio

David Hilbert (1917): "Kaikki, mikä yleensä voidaan saattaa tieteellisen ajattelun kohteeksi, lankeaa, niin pian kuin se on kypsä teorianmuodostukselle, aksiomaattisen menetelmän piiriin ja siten välillisesti matematiikan piiriin."

- Hilbertillä aksiomaattisen järjestelmän aate ja kalkyylin aate sulautuvat formalisoidun aksiomaattisen järjestelmän aatteeksi

- sankariaika päättyi 1930-luvulla: Gödelin epätäydellisysteoreema, Tarskin semanttinen totuusteoria, "hurmoksesta tai lumouksesta herääminen" (MP, 40)

Nykyinen formaalinen logiikka - käytetään formaalisia kieliä, kalkyylin periaate: lausekalkyyli, predikaattikalkyyli.

Lausekalkyyli: Atomilauseet p, q, r, s, \dots ; lausekonnektiivit: \sim (negaatio), $\&$ (konjunktio), \vee (disjunktio), \rightarrow (implikaatio), \leftrightarrow (ekvivalenssi); totuustaulukot, totuusfunktionaalisuus

Predikaattikalkyyli: Yksilöt (vakiot, variaabelit), ominaisuudet ja relaatiot (predikaatit), kvanttorit $\forall, \exists \dots$

7.3 Poikkeavista logiikoista

Poikkeavien logiikoiden historiaa

Käytän Susan Haackin erottelua, jonka mukaan klassisen logiikan ei-standardit "vaihtoehdot" eli ns. ei-klassiset logiikat voidaan jakaa kahteen luokkaan: poikkeaviin logiikkoihin, jotka ovat klassisen logiikan kilpailijoita, ja klassisen logiikan laajennuksiin, joissa logiikan systeemejä kehitetään alueille, jotka ovat klassisen logiikan ulottumattomissa.

Mielenkiintoinen yhteensattuma: täsmälleen samoina vuosina 1910-1913 *Principia Mathematican* kanssa ilmestyi kolme artikkelia, jotka loivat pohjan sellaisille logiikan ajatussuunnille, joissa kritiikin kohteena ovat klassisen logiikan kaikkein keskeisimmät periaatteet:

Lukasiewicz, J. 1971, "On the Principle of Contradiction in Aristotle". *The Review of Metaphysics* 24:3, 485 - 509. (Ilmestyi alun perin 1910.)

Vasilyev, N. A. 1973(a), "Hypothetical (Non-Aristotelian) Logic". Teoksessa Shein 1973, 193 - 207 sekä Vasilyev, N. A. 1973(b), "Logic and Metalogic". Teoksessa Shein 1973, 208 - 222, Shein, L. J. (toim.) 1973, *Readings in Russian Philosophical Thought - Logic and Aesthetics*. Mouton, The Hague - Paris.

Klassinen logiikka:

1) tunnustaa vain kaksi totuusarvoa, toden ja epätoden.

2) kaksi peruslakia:

$\vdash P \vee \sim P$ (kolmannen poissuljetun laki)

$\vdash \sim(P \& \sim P)$ ((kielletyn) ristiriidan laki)

Yksi ristiriitoihin liittyvä piirre on askarruttanut yleisemminkin filosofeja ja loogikoita. Tämä omalaatuisuus ilmaistaan usein sanallisesti siten, että "ristiriidasta seuraa mikä tahansa lause" ja se tunnetaan Duns Scotuksen lain tai periaatteen nimellä ja myös nimityksellä *ex falso quodlibet*:

$\vdash P \& \sim P \rightarrow Q$ tai

$P \& \sim P \Rightarrow Q$ tai

$P, \sim P \Rightarrow Q$

Em. artikkeleiden johdosta puolalainen Jan Lukasiewicz (1878 - 1956) ja venäläinen Nikolai Aleksandrovič Vasilev (1880 - 1940) nimetään usein moniarvologiikkojen, parakonsistenssiologiikkojen ja joskus jopa intensionaalisten logiikkojen edelläkävijöiksi.

Lukasiewiczia pidetään yleisesti moniarvologiikkojen isänä koska hän vuonna 1920 hahmotteli kolme totuusarvoa sisältävän logiikan. Tätä vuotta pidetään moniarvologiikkojen syntymävuotena, koska myös Emil Post julkaisi tällöin omat, Lukasiewiczista riippumattomat tuloksensa aiheesta. Ennen näitä varsinaisia systeemeitä oli 1800- ja 1900-lukujen vaihteessa esiintynyt muitakin ehdotuksia enemmän kuin kaksi totuusarvoa sisältävien logiikkojen mahdollisuudesta. Tällaisia ajatuksia löytyy mm. Hugh McCollilta (1837 - 1909) joka keksi ns. kolmen ulottuvuuden logiikan ja Charles S. Peircelta (1839 - 1914), jonka trikotominen matematiikka perustuu kolmiarvoiseen triadiseen logiikkaan.

- Lukasiewicz ja Vasilev pitivät kumpikin epäeuklidista geometriaa mallina omille ajatuksilleen: epäeuklidinen geometria on geometria ilman Eukleideen

viidettä postulaattia eli ns. yhdensuuntaisten suorien aksioomaa. Ei-
 aristoteelinen logiikka on logiikka ilman ristiriidan lakia.

Vuosina 1912 ja 1913 ilmestyneissä artikkeleissaan Vasilev hahmotteli hypoteettisen (tai imaginaarisen) logiikkansa: looginen systeemi koostuu kahdesta osasta. Ensimmäistä osaa hän kutsuu metalogiikaksi, jolla hän tarkoittaa sellaisten elementtien korvaamatonta ydintä, joka on välttämätön kaikille loogisille systeemeille ja jota ei voi poistaa logiikasta ilman että se menettäisi loogisen luonteensa. Toista osaa voi kutsua logiikan ontologiseksi perustaksi, joka koostuu vaihtelevasta sarjasta lakeja, empiirisiä elementtejä, joita vaihtamalla saadaan aikaan erilaisia logiikoita. Hänen mukaansa aristoteelinen logiikka sisältää molempiin osiin kuuluvia aineksia.

- Vasilev hylkää myös kolmannen poissuljetun lain ja korvaa sen neljännen poissuljetun lailla. Vasilev kutsuu tätä kolmen ulottuvuuden hypoteettiseksi logiikaksi, koska siinä on kolme arvostelmatyyppiä. Hän esittää myös ajatuksen yleisestä $n:n$ ulottuvuuden hypoteettisesta logiikasta, $n > 3$, jossa $(n+1):n$ poissuljetun laki olisi pätevä.

Vrt. sumeat joukot, sumea logiikka

7.4 Modaalilogiikat / Intensionaaliset logiikat

klassisen logiikan laajennuksia:

"Kun tarkastelemme modernin logiikan historiaa 'rationaalisena lumouksesta heräämisestä', on todettava, että toisen maailmansodan jälkeisen loogisen teorian puitteissa tapahtunut jännittävin kehitys on ollut modaalilogiikan uudelleen syntyminen."
 (MP, 41)

Uuden alun tuloksena syntyi modaalisuuden yleinen teoria tai saman formaalisen rakenteen omaavien logiikkojen perhe. Perinteisen modaalilogiikan vanhan rungon versot: episteeminen, doksastinen, deonttinen logiikka, preferenssilogiikka, interrogatiivinen eli kysymysten logiikka.

Leibnizin periaate: identtisyysien korvattavuuden periaate on ekstensionaalisuuden tunnusmerkki. Intensionaalinen logiikka kiistää tai rajoittaa periaatteen pätevyyden.

Ekstensio/intensio: Ilmaisun referenssi (ekstensio) vs. mieli (intensio). ...
 Sukulaisterminlogiaa: Ilmaisun Bedeutung (=ekstensio) vs. Sinn (=intensio) (Frege), denotaatio vs. konnotaatio (Mill) ...
 Ekstensionaalinen/intensionaalinen: Sukulaisterminlogiaa: epäsuora (oblique) (Frege), referentiaalisesti transparentti (=ekstensionaalinen) vs. referentiaalisesti opaakki (=intensionaalinen)

(Haack 1988, 246)

Frege - 'Aamutähti' - 'Iltatähti' -paradoksi: kahdella nimellä voi olla eri mieli, vaikka niillä olisikin sama viittauksen kohde ('Aamutähti' ja 'Iltatähti' viittaavat samaan olioon, planeetta Venukseen)

Modaalilogiikan historiaa: materiaalisen implikaation "paradoksit" (vrt. edellä)
C. I. Lewis: tiukka implikaatio (strict implication)

Jaakko Hintikka: intentionaalisuus intensionaalisuutena

7.5 Psykologistinen käsitys logiikasta

"Monet [tietokone]ohjelmat on tehty enemmän koneen kuin ihmisen logiikalla."
- *Helsingin Sanomat* 19.9.1997

Sanoja "logiikka" ja "looginen" käytetään usein jokapäiväisessä puhekielessä laajemmassa merkityksessä kuin edellä on esitelty ('looginen pätevyys'). Tässä sanojen käytössä ei ole mitään vikaa niin kauan kuin muistetaan tämä ero, ja niin kauan kuin muistetaan, kummassa merkityksessä sanoja kulloinkin käytetään.

Filosofi G. W. Hegeliltä (1770-1831) on peräisin väite, että yritys kehottaa jotain henkilöä opettelemaan logiikkaa on yhtä hyödytön kuin yritys kehottaa veden varaan joutunutta opettelemaan uimaan. Jos henkilö osaa jo ajatella oikein, niin hän ei enää tarvitse logiikan opetusta. Jos hän ei tätä osaa, niin logiikan opettaminen ei voi häntä auttaa.

Tämä syytös logiikan opettamisen joutavanpäiväisyydestä edellyttää, että logiikka käsitetään opiksi oikeasta ajattelusta ja että logiikan lait ovat ajatuslakeja. Tällaista käsitystä, jonka mukaan logiikan tutkimuskohde on inhimillinen ajattelu, ihmisten mielessä tosiasiallisesti tapahtuvat ajatusprosessit, kutsutaan usein psykologismiksi. Psykologismin mukaan logiikasta tulisi psykologian osa - logiikka olisi empiirinen tiede, jonka lakien pätevyys olisi riippuvainen siitä, miten ihmiset sattuvat tosiasiasa ajattelemaan.

Mutta logiikka nykyään tieteenalana pyrkii olemaan ehdottomasti psykologismin vastainen. Itse asiassa modernin logiikan kehitysvaiheet 1800-luvulla liittyvät kiinteästi psykologismin kritisoimiseen. Keskeisistä 1800-luvulla vaikuttaneista psykologismin kritikoista mainittakoon Frege ja Husserl.

Siis logiikka siinä mielessä kuin me sen ymmärrämme **ei ole** empiirinen tiede. Logiikka **ei ole** deskriptiivinen, kuvaileva tiede, jonka lakien pätevyys riippuu satunnaisista tosiasioista. Sen sijaan logiikka on *normatiivinen tiede* muodollisesti pätevän päättelyn säännöistä - se pyrkii antamaan normit tai kriteerit päättelyn muodolliselle pätevyydelle.

Sen sijaan käyttäessämme normaalissa arkikielessä sanoja "logiikka" ja "looginen" käytämme niitä tyypillisesti siten, että ne pitävät sisällään psykologistisia ja siis myös empiirisiä piirteitä.

Otetaan vielä yksinkertainen esimerkki. Tutkitaan seuraavaa päätelmää, joka koostuu yhdestä premissistä ja yhdestä johtopäätöksestä:

Liisa ja Matti ovat shakinpelaajia.

Siis: Liisa on shakinpelaaja.

Kyseessä on selvästikin loogisesti pätevä päätelmä: siinä johtopäätös seuraa loogisesti premissistä. Päättely on totuuden säilyttävää: on mahdotonta, että premissin ollessa tosi johtopäätös olisi epätosi.

Mutta katsotaan toista päätelmää:

Liisa ja Matti ovat shakinpelaajia.

Siis: Liisa on ihminen.

Tämä ei ole loogisesti pätevä päätelmä. Kuitenkin arkipuheessa joku voisi todeta, että on loogista päätellä kyseisestä premissistä kyseinen johtopäätös. Mutta tässä on kyseessä empiirinen seikka - se, että meidän reaali maailmassamme kaikki - tai ainakin lähes kaikki - Liisa-nimiset shakinpelaajat ovat ihmisiä. Mutta mikään logiikan laki ei salli meidän päätellä näin. Tämä johtuu siitä, että premississä ei sanota mitään siitä, onko Liisa ihminen vai ei. Johtopäätöksen informaatio sisältö ylittää premissin informaatio sisällön.

Tällainen päättely ei ole ehdottomasti totuuden säilyttävää: voidaanhan ajatella, että premissin ollessa tosi Liisa onkin esimerkiksi tietokone tai simpanssi, jolle on opetettu shakkipelin säännöt. Tällöin johtopäätös on selvästi epätosi. Loogisesti pätevän päättelyn tautologisuudella tarkoitetaan juuri sitä, että loogisesti pätevässä päätelmässä johtopäätöksen informaatio sisältö ei ylitä premissien informaatio sisältöä. Kaikki se informaatio, mitä johtopäätökseen sisältyy, sisältyy myös jo premissihin.

Moderni logiikka kohtaa Sherlock Holmesin

Jaakko Hintikan tiedonhankinnan kyselymalli (interrogatiivimalli):

- tiedonhankinta voidaan ymmärtää kahdentyyppisten askelten - loogisten päättelyaskelten ja tilanteesta riippuvaisille informaatiolähteille suunnattujen kysymys-vastaus -askelten – vuoropuheluna

- määrittelevät ja strategiset säännöt: logiikan päättelysäännöt ovat määritteleviä sääntöjä

7.6 Argumentaatioteoriasta

Argumentaatioteoriassa tutkitaan niitä eri tapoja, joilla väitteitä perustellaan ja todisteluketjuja rakennetaan. Argumentaatioteoriassa ollaan kiinnostuneita niistä perustelutyypeistä, joita ihmiset väitteidensä tueksi tai toisten väitteiden kumoamiseksi esittävät. Argumentaatioteorian avulla voidaan tutkia esim. väittelyn rakennetta ja eri väittelytilanteita, siis myös tieteellistä keskustelua. Ero logiikkaan: argumenteissa (logiikan ja matematiikan ulkopuolella) aina mukana oletusten (perustelujen) ja johtopäätöksen (väitteen) välissä lausumattomia taustaoletuksia.

Esim.

"En pese tänään pyykkiä, koska ulkona sataa."

Argumentin tilannesidonnaisuus - tulkinta, linkitys, argumentaatiovirheet

Argumentti voi olla puutteellinen mm. seuraavista syistä:

- Perustelut eivät ole riittävän hyväksyttäviä
- Mitkään hyväksyttävät taustaoletukset eivät tee perusteluista relevantteja väitteen kannalta.
- Perustelut ja taustaoletukset eivät muodosta riittävän vahvaa linkkiä väitteeseen.