

Razvoj sustava za organizaciju znanja na primjeru ontologije logičkoga nazivlja

Mikić, Karlo

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:131:930403>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-16**



Sveučilište u Zagrebu
Filozofski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Humanities
and Social Sciences

Repository / Repozitorij:

[ODRAZ - open repository of the University of Zagreb
Faculty of Humanities and Social Sciences](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FILOZOFSKI FAKULTET
ODSJEK ZA INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE ZNANOSTI
SMJER BIBLIOTEKARSTVO
Ak. god. 2021./2022.

Karlo Mikić

**Razvoj sustava za organizaciju znanja na primjeru
ontologije logičkoga nazivlja**

Diplomski rad

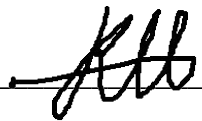
Mentori: dr. sc. Denis Kos

prof. dr. sc. Sonja Špiranec

Zagreb, veljača 2022.

Izjava o akademskoj čestitosti

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je ovaj rad rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Također izjavljujem da nijedan dio rada nije korišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, cursive letters, positioned above a horizontal line.

(potpis)

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Teorijska podloga	2
2.1. Organizacija znanja	2
2.2. Sustavi za organizaciju znanja	5
2.3. Ontologije	6
3. Projekt ontologije logičkog pojmovlja	11
3.1. Motivacija	11
3.2. Opseg obuhvaćenog materijala	12
3.3. Konstrukcija	16
3.3.1. Webprotégé	17
3.3.2. Wikibase	18
3.4. Opis ontologije i deriviranog pojmovnika	19
4. Primjeri pojmovnih odnosa u ontologiji	23
5. Evaluacija	46
6. Zaključak	49
7. Literatura	50
8. Popis slika	52
Sažetak	54
Summary	55

1. Uvod

Ovaj rad podijeljen je na četiri glavna dijela. Cilj mu je predstaviti projekt ontologije logičke terminologije i pojmovnika nastalog na temelju te ontologije, objavljenog 2019. godine od strane FF Pressa pod naslovom *Pojmovnik elementarne logike*¹.

Prvo poglavlje bavi se kratkim predstavljanjem teorijske pozadine u podlozi ovog projekta. Poglavlje započinje općenitim uvodom kroz široku granu organizacije znanja situirane u sklopu informacijskih znanosti i njenih različitih oblika i metoda od kojih je za potrebe ontologije bio korišten domensko-analitički pristup. Predstavljene su i različiti sustavi koji su uobičajeno korišteni za zadaću organizacije znanja i njihovi međusobni odnosi. Na kraju, fokus rada sužava se do ontologija kao specifičnih relacijskih sustava za organizaciju znanja čija ekspresivnost dopušta obradu nekog skupa pojmova pomoću instrumenata svih jednostavnijih sustava za organizaciju znanja, ali i dodatnih dimenzija višestrukih odnosa sadržavanja i povezanosti koje nije moguće reprezentirati u strogo hijerarhijskim ili uopće nestrukturiranim sustavima. Uz to definiraju se neke od ključnih karakteristika ontologija i tehnika korištenih za izgradnju ontologije u projektu predstavljenom u ovom radu.

Drugo poglavlje donosi pregled različitih aspekata projekta. Za početak adresiraju se neki od razloga i potreba za njegovim nastankom i ciljevima koje je izgradnja ontologije trebala ostvariti. Zatim se izlaže i objašnjava predmetni sadržaj ontologije s obzirom na područja u logici koja su obuhvaćena njome, poput tradicionalne i suvremene logike te njihovih različitih dijelova i dimenzija. Potom se objašnjava softverski dio ontološkog inženjerstva kroz programe u kojima je ontologija bila rađena i njihova uloga i način na koji je ontologija na njima građena. Konačno, opisana je i sama struktura ontologije i pojmovnika deriviranog iz nje, objašnjena njezina kategorizacijska shema, elementi i svojstva pojedinačnih entiteta u ontologiji i prikazano grafičko rješenje reprezentacije logike u obliku rječničkog obliku.

Treće poglavlje donosi izbor pojmova i njihovih veza koje prikazuju kako ontologija i rječnik funkcioniraju i zašto je korišten taj alat umjesto nekog jednostavnijeg.

Četvrto poglavlje za cilj ima dati ocjenu projekta, njegovih dosega ali i manjkavosti kojih bi se iduće inkarnacije ovoga projekta ili budući slični projekti trebali čuvati i koje bi trebali na neki način izbjeći i nadići.

¹ Anamarija Banek, Davor Lauc, Karlo Mikić i Anamarija Tomek (2019). *Pojmovnik elementarne logike*. Zagreb: FF Press. URL: <https://openbooks.ffzg.unizg.hr/index.php/FFpress/catalog/view/38/50/1910>

2. Teorijska podloga

U ovom poglavlju postaviti će se temeljni teoretski okviri i definicije za razumijevanje projekta koji će biti opisan u idućem poglavlju. Krenut će se od općenitog situiranja organizacije znanja kao discipline unutar informacijskih znanosti i objasniti unutar nje pristup analize domene na kojem je projekt zasnovan. Zatim slijedi predstavljanje različitih vrsta sustava za organizaciju znanja kao različitih načina postizanja njezinih ciljeva. Sužavajući fokus vidjet ćemo na koji način funkcioniraju ontologije i po čemu se ističu spram nekih drugih tipova klasifikacijskih sustava poput, na primjer, tezaurusa i glosara. Naposljetku će u ovom poglavlju, kao sasvim specifična tema, biti ukratko prezentirani alati WebProtégé i Wikidata projekt, a posebno Wikibase sučelje i alat za modeliranje baza podataka nalik projektu Wikidata koji je korišten za izgradnju ontologije predstavljene u ovom radu.

2.1. Organizacija znanja

Organizacija znanja (engl. *knowledge organization*, KO) drži se za jednu novu znanstvenu disciplinu, unutar meta-znanstvene discipline knjižnične i informacijske znanosti (engl. *library and information science*, LIS). Prema Ingetraut Dahlberg, osnivačici Međunarodnog društva za organizaciju znanja i jednoj od pionirki tog polja, mjesto organizacije znanja unutar cjeline znanstvene aktivnosti je jedna naročita znanost o znanosti². Predmet proučavanja organizacije znanja naznačen je već u njenom nazivu: znanje kao predmet i organiziranje kao aktivnost „*konstruiranja nečega prema nekom planu*“ nad tim predmetom³. Opseg proučavanja organizacije znanja bavi se informacijskim znanostima, računalnom znanostima, lingvistikom, interdisciplinarnim poljem znanosti o sustavima i sl.⁴

Dahlberg ističe kako je moguće razlikovati dva različita načina shvaćanja organizacije znanja:

„a) *konstrukcija konceptualnih sustava*; i,

² Ingetraut Dahlberg (2006). “Knowledge Organization: A New Science?”, *Knowledge Organization*, 33(1), str. 11.

³ Ibid, 11.

⁴ Ingetraut Dahlberg (1993). “Knowledge Organization: It’s Scope and Possibility”, *Knowledge Organization*, 20(4), str. 212.

b) korelacija s, ili mapiranje jedinica takvog konceptualnog sustava s predmetima stvarnosti“⁵

Ovdje ćemo se fokusirati na prvi način shvaćanja, izradu konceptualnih, ili klasifikacijskih sustava. Klasifikacija je na Elsinorškoj Konferenciji o klasifikacijskim istraživanjima definirani na sljedeći način: „Pod klasifikacijom je mišljena bilo koja metoda stvaranja odnosa, općih ili drugačijih, između individualnih semantičkih jedinica, bez obzira na stupanj hijerarhije sadržan u sustavu“⁶.

Možemo razlikovati tri zasebna načina kako predstaviti odnose među pojmovima unutar neke klasifikacije:

- a) matematičko-statistički način,
- b) matematičko-konceptualni i
- c) pojmovno-teorijski način⁷

od kojih je ovaj rad fokusiran na c), unutar kojega se razmatra sadržaj korištenih pojmova i s obzirom na njihove unutarnje veze eksplicira mreža njihovih odnosa⁸. Napokon, unutar podjele od devet grupacija koje Dahlberg predstavlja kao potpolja organizacije znanja, ovaj projekt spada unutar pete grupe, u njene subsekcije o znanosti i kulturi⁹.

Organizacija znanja također mora biti uronjena u specifične kontekste i potrebe zbog kojih se organiziranje vrši. Zbog toga je za potrebe krovne klasifikacije ove ontologije preduzeto stanovište, tj. pristup koji u fokusu ima analizu domene. Birger Hjørland i Claudio Gnoli pojam domene definiraju na sljedeći način:

„Domena je korpus znanja, definirana društveno i teorijski kao znanje neke skupine ljudi koji dijele ontološke i epistemološke obaveze. Domene su često akademske discipline, ali mogu biti, na primjer, hobiji. Različite teorije i društveni interesi mogu oblikovati domene različito, i stoga onaj koji vrši klasifikaciju treba biti eksplicitan u vezi interesa i teorijskih

⁵ Ibid.

⁶ Atherton (1964, 544) prema Ingetraut Dahlberg (2006). “Knowledge Organization: A New Science?”, *Knowledge Organization*, 33(1), str. 13.

⁷ Ibid., 12–13.

⁸ Iako nisu samo njihovi unutarnji jedini relevantan faktor s obzirom na kojega je konstruirana klasifikacija predstavljena u 2. poglavlju ovoga rada. O tome više niže u tekstu pri obradi domensko-analitičkog pristupa.

⁹ Dotične grupe su redom: 0 – o oblicima dokumenata koje se klasificira, 1 – o općim teorijskim aspektima organizacije znanja, 2 – o pojmovima i njihovim klasama, 3 – o metodama klasifikacije i indeksiranja, 4 – o univerzalnim sustavima, 5 – o taksonomijama, 6 – o subjektivno orijentiranim sustavima, 7 – o drugim poljima koja se dotiču organizacije znanja, 8 – o metodama organizacije znanja, 9 – o onome što okružuje polje u smislu društvenih dimenzija (ibid., 14).

gledišta na kojima je konstrukcija osnovana. Iz perspektive LIS-a i KO-a je važno optimizirati razmjenu informacija u domenama; stoga, domene trebaju imati određen nivo stabilnosti i infrastrukture kako bi bile dobri kandidati za analizu domene“.¹⁰

U našem slučaju domena je sačinjena od logike kao znanstvene discipline, s time da su konkretni zahtjevi iza pojmovnika generiranog na podlozi ontologije imali glavni utjecaj na odluku o fiksiranju domene. Naime, s obzirom na to da je cilj bio konstruirati pojmovnik kao pomoćno sredstvo studentima pri nošenju s literaturom za kolegije Logika I i II na preddiplomskom studiju filozofije, teorijska perspektiva uzeta za osnovnu bila je gledište da je ono što nazivamo klasičnom logikom ujedno i temeljni sustav unutar okvira suvremene simboličke logike, dok su ostale logike ili prikazane kao njena nadgradnja, ili (što je mnogo češći slučaj) u potpunosti izostavljene iz opsega ontologije jer studentima preddiplomskih studija nisu od koristi. Time se, u gornjoj definiciji naznačene teorije i društveni interesi tj. ono što se također u tekstu spominje u vidu “*socijalnih i kognitivnih dimenzija domena*”¹¹ – tj. ontoloških i epistemoloških teorija i koncepata o predmetima logike i načinima njihove spoznaje te socioloških obzira o skupinama zainteresiranim te predmete, u ovom slučaju stapaju u jedan obzir. Dodatno, uz klasičnu logiku obrađena je i tradicionalna logika te osnovni pojmovi metalogičke analize, tj. matematičke logike u njenim četirima standardnim granama.¹² Nadalje, po pitanju metodologije ovdje u podlozi figurira analiza domene korištena u svom užem smislu, zbog “razmatranja različitih teorija, “paradigmi” ili tradicija u domenama”, zbog čega one nisu nešto unaprijed spremno što se analizom otkriva, nego predmet koji se konstituira kroz interese koji motiviraju analizu.¹³

Pristup domenske analize unutar organizacije znanja svodi se dakle na nalaženje određene široko shvaćene domene iliti njene predmetne podloge, promatranje različitih gledišta vezanih uz nju i njene konceptualizacije te gradnju klasifikacije kroz razmatranje njenog cilja i interesnih pretpostavki koje ju motiviraju.¹⁴ Također valja napomenuti da je projekt originalno zamišljen da bude otvorenog tipa, s mrežnim mjestom Wikidata baze dostupne izmjenama u skladu s mogućim izmjenama programa nastave, jer, kako primjećuju Alex i

¹⁰ https://www.isko.org/cyclo/domain_analysis#2.4

¹¹ https://www.isko.org/cyclo/domain_analysis#2.3

¹² Klasifikacija je zajedno s njenim razjašnjenjem prisutna u odjeljku 3.1.

¹³ https://www.isko.org/cyclo/domain_analysis#4.5

¹⁴ https://www.isko.org/cyclo/domain_analysis#7

David Hughes Bennet, "sve ideje moraju, kako bi mogle pružati dugoročnu vrijednost, biti bolje shvaćene i kontinuirano poboljšavane kroz proces otvorenog učenja".¹⁵

2.2. Sustavi za organizaciju znanja

Prethodno je dovoljno za općenito adresiranje organizacije znanja, a sada prelazimo na njihove sustave. Sustavi za organizaciju znanja (KOS) krovni su termin koji pokriva raznolike organizacijske alate od kojih svaki odgovara nekoj drugačijoj zadaći. To su semantički alati sastavljeni od termina koji upućuju na određene pojmove, a koji su dizajnirani tako da bi omogućili lakšu organizaciju informacija i snalaženje među njima.¹⁶ Međusobno se razlikuju po strukturi i razinama kompleksnosti te funkcijama koje vrše, ali i načinima na koje se koriste i tehnologiji koju dotiču.¹⁷ Po pitanju njihovih sličnosti Gail Hodge navodi sljedeće karakteristike s obzirom na aspekte koje ti sustavi pomažu pri organizaciji:

- a) informiranje grupe podataka određenim pogledom na svijet
- b) mogućnost tretiranja istog predmeta na više različitih načina, ovisno o korištenom KOS-u
- c) bliskost i sličnost između pojmova koji se javljaju u KOS-evima i koreliranih predmeta u svijetu koja omogućuje pouzdanost korištenja sustava u smjeru primjene sustava ali i obratno: nalaženja određenih pojmova u sustavu.¹⁸

Prema klasifikaciji Marcie Lei Zeng, različite strukture sustava za organizaciju znanja mogu se svesti na nekoliko tipova s obzirom na njihovu primarnu funkciju, od manje prema više kompleksnima: eliminacija višeznačnosti, kontrola sinonima, utvrđivanje odnosa (hijerarhijskih i asocijacijskih) i predstavljanje svojstava.¹⁹ Za eliminaciju višeznačnosti i kontrolu sinonima zaduženi su najjednostavniji sustavi koji se nazivaju popisima termina, koji su linearni i minimalno strukturirani, a među kojima možemo pronaći obične popise, glosare, rječnike (glosare s mogućnošću različitih značenja za iste termine), rječnike

¹⁵ Alex Bennet, David Hughes Bennet (2004). „The Rise of the Knowledge Organization“, u: *Handbook on Knowledge Management 1: Knowledge Matters*, ur: Clyde W. Holsapple. Springer, str. 7.

¹⁶ <https://www.isko.org/cyclo/kos#2.0>

¹⁷ <https://www.isko.org/cyclo/kos#1.0>

¹⁸ Gail Hodge (2000). *Systems of Knowledge Organization for Digital Libraries: Beyond Traditional Authority Files*. The Digital Library Federation Council on Library and Information Resources: Washington DC, str. 4.

¹⁹ Marcia Lei Zeng (2008). "Knowledge Organization Systems (KOS)", *Knowledge Organization*, 35(2/3), str. 161.

sinonima, autoritetnih datoteka, direktorija i gazetira. Na sljedećem nivou strukturiranosti nalazimo sustave klasifikacije i kategorizacije čija je struktura hijerarhijska, a primjeri kojih su sustavi predmetnih odrednica, kategorizacijske sheme, taksonomije i klasifikacijske sheme. Iduća razina kompleksnosti također prikazuje hijerarhijske ali i asocijacijske odnose, tj. općenito odnose pojmova i termina, a oprimjeruju ju tezaursi i semantičke mreže. Na samom kraju kao najstrukturiranije reprezentacije pojmova, njihovih odnosa i svojstava imamo ontologije čiji odnosi mogu biti bilo hijerarhijski kao u tezaursu ili asocijacijski kao u semantičkim mrežama, ali i kombinacija toga.²⁰ Često je slučaj da kompleksniji primjeri sustava za organizaciju vrše funkcije onih manje kompleksnih, što znači da, primjerice, ontologije kao najkompleksniji sustavi mogu vršiti sve funkcije sustava s manje strukture od njih, što je dobro svojstvo koje je olakšalo ispunjavanje dvojnog karaktera ovog projekta. S jedne strane, kao alat za prikazivanje različitih odnosa pojedinih logičkih pojmova s obzirom na njihovu pripadnost teorijskoj klasifikaciji i moguće preduvjete za njihovo razumijevanje te s druge strane kao rječnik termina s njima pripadnim definicijama.

2.3. Ontologije

Ontologija se kao termin koristi u više različitih, što povezanih, što nepovezanih, značenja. Originalno termin dolazi iz filozofije, u kojoj tradicionalno označava jednu od grana metafizike, specifično ono što se od Aristotela nadalje uobičajilo zvati općom metafizikom, ili metafizikom u užem smislu, i uobičajeno se opisuje kao nauk o biću kao biću, tj. kao proučavanje najširih temeljnih kategorija bića ili postojanja. U još jednom bliskom smislu filozofska se ontologija kao disciplina bavi odlučivanjem i katalogiziranjem onoga što postoji, konkretno: “vrstama i strukturama predmeta, svojstava, događaja, procesa i relacija u svakom području stvarnosti”.²¹ Ontologija kao i sva teorijska filozofija stremi univerzalnim i definitivnim stavovima s obzirom na pitanja koja ju pokreću pa tako i ontološke kategorizacije postojanja u njegovim različitim aspektima streme pružanju potpune i sistematske taksonomije svih elemenata postojanja u svrhu omogućavanja zaokružene i iscrpne slike strukture bitka. S obzirom na te značajke možemo povezati koncepciju ontologijâ (u množini) koje se pojavljuju u sferi umjetne inteligencije i sustava za

²⁰ Ibid, str. 161–162.

²¹ Barry Smith, Christopher Welty (2001). “Ontology: Towards a New Synthesis”, u: Nicola Guarino (ur.) *Formal Ontology in Information Systems*. New York: ACM Press, str. 1.

organizaciju i reprezentaciju znanja. Iako načelna različitost sadržaja priječi možda koliko popularnu, toliko i ishitrenu predodžbu ontologija u toj sferi kao izraz primijenjene filozofije, njihove formalne sličnosti dopuštaju nam govoriti o određenom utjecaju formalne ontologije (barem u okvirima analitičke filozofije koja je svoje bavljenje ontologijom, i metafizikom općenito, čvrsto uglavila u okvire suvremene formalne logike i njome se služi kao jednom od glavnih tehnika u svojim istraživanjima²²) na razvoj ontologija kao sustava za organizaciju znanja.

Međutim, termin “ontologija” se i u tom kontekstu koristi višeznačno i ovisno o autoru poprima šire ili uže značenje. Prema A. Slavić taj termin „uključuje sve od taksonomija, kontroliranih rječnika koji se koriste u metapodacima, popisa proizvoda ili klasifikacija usluga, do rječnika baza podataka i njihovih odnosa. Ontologija u smislu formalne strukture podataka koja se koristi u izgradnji baze znanja je čak i unutar ovog područja relativno nov predmet istraživanja i datira iz 1990-ih“.²³

Također, ontologije se mogu razlikovati prema svom opsegu, stupnju formalnosti pri obradi predmeta i poduzetoj specifičnosti, tj. one mogu pokrivati neko određeno područje ili znanje kao takvo, uzeto u svoj svojoj širini.²⁴ No, ovdje nas zanimaju računalne ontologije u užem smislu tehničkog termina u polju umjetne inteligencije ili računalstva općenito, koje se također nazivaju i semantičkim podatkovnim modelima i ontološkim inženjeringom.²⁵ Prema T. Gruberu ontologije su “eksplicitne specifikacije neke konceptualizacije”^{26,27}, pri čemu je konceptualizacija preduvjet reprezentacije nekog korpusa znanja. Ona je određeni pojednostavljeni model svijeta, apstraktna shema u kojoj želimo predstaviti određene aspekte

²² Kao primjer se može navesti semantika mogućih svjetova koja je započela kao formalni alat za razjašnjavanje modalnih intuicija, pa stoga kao okvir za formalizaciju logike modalnosti, da bi zatim poslužila kao odskočna daska za razvijanje čitave jedne metafizike mogućih svjetova u kojima se, ovisno o načinu interpretacije podležćih logikâ, pojavljuju različite škole s radikalnom različitim postulatima i rezultatima. Za uvod u tu tematiku vidjeti poglavlje 5. u Michael Loux (2010). *Metafizika: suvremen uvod*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu – Hrvatski studiji.

²³ Aida Slavić (2005). “Semantički Web, sustavi za organizaciju znanja i mrežni standardi”, u: Jadranka Lasić-Lazić (ur.) *Informacijske znanosti u procesu promjena*. Zagreb: Zavod za informacijske studije, 2005. str 7–8.

²⁴ *Ibid.*, 10.

²⁵ Tom Gruber (2008), “Ontology”, u: Ling Liu and M. Tamer Özsu (ur.) *Encyclopedia of Database Systems*, Springer-Verlag.

²⁶ Thomas R. Gruber (1993) “Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing Revision”, *International Journal Human-Computer Studies*, 43, str. 907.

²⁷ Guarino et al., (2009) koriste definiciju R. Studera, B. Benjamina i D. Fensela koja objedinjuje u ovom radu istaknutu Gruberovu definiciju s definicijom W. Borsta prema kojoj je ontologija formalna specifikacija dijeljene konceptualizacije, definirajući ontologiju kao “formalnu, eksplicitnu specifikaciju dijeljene konceptualizacije”. Guarino et al. zatim kroz čitav rad kroz precizno korištenje skupovno-teorijske notacije definiraju svaki od korištenih termina “konceptualizacija”, “eksplicitna specifikacija” i “dijeljenost”. No, za potrebe ovog rada takva razina specificiranja nije nužna, iako se ovdje može uputiti na nju kao na formalno najeksplicitiraniju definiciju.

svijeta koje proučavamo, a ti se aspekti tiču pojmova, predmeta na koje ti pojmovi referiraju, i odnosa među njima.²⁸

Ontologije te konceptualizacije specificiraju definirajući reprezentacijske elemente za modeliranje nekog korpusa znanja, a ti elementi su uobičajeno shvaćeni kao rječnik za reprezentaciju znanja sastavljen od predmeta kao individua ili njihovih skupova, unarnih predikata tih predmeta, tj. svojstava ili atributa, te n-arnih predikata ili odnosa među tim predmetima. Kako bi definicija bila valjana potrebno je dati dosljedan i potpun opis značenja tih elemenata i pravila za reguliranje njihovog korištenja.²⁹ Drugim riječima, svaki od tih elemenata ili entiteta koji je u načelu sintaktički strojno čitljiv uparuje se sa semantikom koja je čitljiva čovjeku u obliku teksta, a to se postiže podastiranjem formalnih definicija i aksioma koji definiraju dopuštene korake između njih.³⁰ Ukratko dakle, ontologije su skupovi predmeta, njihovih atributa i relacija, te njihovih definicija i ograničenja njihovog smislenog korištenja. Guarino, Oberle i Staab daju sljedeći primjer za način na koji računalne ontologije modeliraju sustav koji sadrži određene entitete:

*„Primjer takvog sustava može biti neka tvrtka sa svim svojim zaposlenicima i njihovim međusobnim vezama. Inženjer ontologija analizira relevantne entitete i organizira ih u pojmove i odnose. (...) Kičma neke ontologije sačinjena je od generalizacije/specijalizacije hijerarhije pojmova, tj. taksonomije“.*³¹

U kontekstu područja na koje je ovaj rad koncentriran, primjer odnosa u ontologiji može ilustrirati sljedeća struktura. Jedno od pravila može biti da svojstvo „je istinosna funkcija“ mogu imati samo predmeti koji imaju svojstvo „je propozicionalni veznik“ ali da predmeti koji imaju posljednje svojstvo bez da imaju svojstvo „je dio klasične logike“ ne mogu imati prvo svojstvo. Drugo pravilo može postaviti da predmeti koji imaju svojstvo „je proširenje klasične logike“ ne mogu imati svojstvo „je dio klasične logike“. Pa tako ako imamo predmet *Strogi kondicional* i za njega vrijedi svojstvo „je proširenje klasične logike“, onda možemo zaključiti kako on nije istinosna funkcija.

²⁸ Ibid.

²⁹ Tom Gruber (2008), “Ontology”, u: Ling Liu and M. Tamer Özsu (ur.) *Encyclopedia of Database Systems*, Springer-Verlag.

³⁰ Thomas R. Gruber (1993) “Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing Revision“, *International Journal Human-Computer Studies*, 43, str. 907.

³¹ Nicola Guarino, Daniel Oberle, Steffen Staab (2009). “What is an ontology?”, u: Steffen Staab, Rudi Studer (ur.): *Handbook of ontologije*. Berlin, Heidelberg: Springer, str. 2.

S obzirom na to da su računalne ontologije proizvodi ljudskog dizajna potrebno je moći objektivno prosuđivati kakva vrsta dizajna najbolje služi danim ciljevima koje ontologije trebaju ispuniti. Radi toga T. R. Gruber, kao vodič i evaluacijski instrument predlaže preliminarni popis kriterija za dizajniranje ontologija čiji cilj je dijeljenje znanja:

„1. Jasnoća: ontologija bi trebala učinkovito prenijeti namjeravano značenje definiranih pojmova. Definicije trebaju biti objektivne. Dok motivacija za definiranje koncepta može proizaći iz društvenih situacija ili računalnih zahtjeva, definicija bi trebala biti neovisna o društvenom ili računskom kontekstu. Formalizam je sredstvo za postizanje tog cilja. Kada se definicija može izreći u logičkim aksiomima, trebala bi biti takva. Gdje je moguće, potpuna definicija (predikat definiran nužnim i dovoljnim uvjetima) ima prednost u odnosu na djelomičnu definiciju (definiranu samo nužnim ili samo dovoljnim uvjetima). Sve definicije trebaju biti dokumentirane prirodnim jezikom.

2. Koherentnost: Ontologija bi trebala biti koherentna: to jest, trebala bi sankcionirati zaključke koji su u skladu s definicijama. U najmanju ruku, aksiomi koji definiraju trebali bi biti logički dosljedni. Koherentnost bi se također trebala primjenjivati na koncepte koji su neformalno definirani, kao što su oni opisani u dokumentaciji i primjerima na prirodnom jeziku. Ako rečenica koja se može zaključiti iz aksioma proturječi definiciji ili primjeru danom neformalno, onda je ontologija nekoherentna.

3. Proširljivost: Ontologija bi trebala biti dizajnirana tako da predvidi korištenje zajedničkog rječnika. Trebala bi ponuditi konceptualni temelj za niz predviđenih zadataka, a reprezentacija bi trebala biti izrađena tako da se može monotono proširiti i specijalizirati ontologiju. Drugim riječima, trebalo bi biti moguće definirati nove pojmove za posebne namjene na temelju postojećeg rječnika, na način koji ne zahtijeva reviziju postojećih definicija.

4. Minimalna pristranost kodiranja: konceptualizacija treba biti specificirana na razini znanja bez ovisnosti o određenom kodiranju na razini simbola. Pristranost kodiranja nastaje kada se izbori za reprezentaciju donose isključivo radi praktičnosti zapisivanja ili implementacije. Pristranost kodiranja treba svesti na najmanju moguću mjeru, jer se agenti za dijeljenje znanja mogu implementirati u različite sustave predstavljanja i stilove predstavljanja.

5. Minimalna ontološka obvezanost: Ontologija bi trebala zahtijevati minimalnu ontološku obvezanost dovoljnu da podrži namjeravane aktivnosti dijeljenja znanja. Ontologija bi trebala iznositi što je moguće manje tvrdnji o svijetu koji se modelira, dopuštajući stranama predanim ontologiji slobodu da se po potrebi specijaliziraju i instanciraju ontologiju. Budući da se ontološka obvezanost temelji na dosljednoj upotrebi rječnika, ontološka obvezanost može se

*minimizirati specificiranjem najslabije teorije (dopuštajući najviše modela) i definiranjem samo onih pojmova koji su bitni za komunikaciju znanja u skladu s tom teorijom.*³²

Ontologija predstavljena u ovom radu „ogrješuje” se jedino o peti kriterij jer ima ugrađenu ontološku obavezu prema klasičnoj logici i teoriji logike baziranoj na njoj kao pozadini, što je slučaj jer je ontologija bila građena u svrhu sastavljanja pojmovnika koji bi služio kao dopunska literatura studentima. Da je projekt nastavio živjeti na način na koji je to bilo planirano, na mrežnim stranicama Wikibase sučelja ontologija se mogla mijenjati i nadograđivati na način koji ne bi bio „klasičnocentričan”.

Za kraj ovog odsječka potrebno je još reći i nešto o tehnici korištenoj za reprezentiranje podataka u ovoj ontologiji. Kako Gašević, Djurić i Devedžić primjećuju, ne postoji jedna najbolja tehnika za to, zato što ne postoji niti neka najbolja teorija koja bi objašnjavala kako najbolje organizirati znanje jer ne postoji jedinstven način koji bi odgovarao svim svrhama i predmetima.³³ Tehnika koja je najbolje odgovarala svrsi ove ontologije je tehnika trojki predmet-atribut-vrijednost (O-A-V) koja služi reprezentiranju činjenica o predmetima i njihovim atributima.³⁴ U grafičkoj reprezentaciji te se trojke uobičajeno prikazuju kao usmjereni grafovi u kojima su čvorovi predmeti i njihove vrijednosti, a strelice atributi koji idu od jednog čvora ka drugom. Budući da predmeti obično mogu imati više atributa, reprezentacija može uključivati više strelica. Moguće je također da atributi umjesto jedne imaju više vrijednosti.³⁵

³² Thomas R. Gruber (1993). “Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing Revision“, *International Journal Human-Computer Studies*, 43, str. 909-910.

³³ Dragan Gašević; Dragan Djurić; Vladan Devedžić (2009). *Model Driven Engineering and Ontology Development* (2nd ed.). Springer, str. 14.

³⁴ *Ibid*, 15.

³⁵ *Ibid*.

3. Projekt ontologije logičkog pojmovlja

U ovom poglavlju predstaviti će se ontologija logičkog pojmovlja kreirana prvo putem platforme WebProtégé, a zatim MediaWiki Wikibase ekstenzije. Ukratko će se izložiti motivacija za gradnju ove ontologije i pojmovnika deriviranog na njenoj bazi. Također, razjasnit će se sadržajni odnosi materijala korištenog za izgradnju ontologije, kao i teorijske grane logike njome pokrivena. Nakon toga uklatko su predstavljani programi za ontološki inženjering korišteni za ovaj projekt i pojašnjene neke njihove značajke. Na koncu je opisana struktura same ontologije i odnosa među njenim kategorijama te struktura pojmovnika.

3.1. Motivacija

Cilj ove ontologije bilo je napraviti hijerarhijsku i relacijsku taksonomiju logičkih grana koje se pojavljuju u kurikulumu studija filozofije u Hrvatskoj. Iako svi studiji filozofije ne podučavaju sasvim isti sadržaj, oni se u mnogočemu preklapaju i daju predstaviti kao unija skupova tradicionalne aristotelijanske logike, moderne simboličke klasične logike kao objektnog jezika ili sustava, te matematičke logike, tj. metalogike, kao njezine (meta)teorije. Stoga je i ontologija građena iz te perspektive. Druga temeljna značajka ontologije bila je da ta taksonomija u sebi uključi sve relevantne pojmove s kojima bi se studenti mogli susresti pri u studiranju klasične logike i njenih metateorijskih svojstava, a koji bi se, obogaćeni pripadnim definicijama mogli izvesti iz ontologije u obliku rječnika koji bi sve važne pojmove premrežio poveznicama s drugim pojmovima koji imaju ulogu preduvjeta za njihovo shvaćanje. Posljednja zadaća ontologije bila je da na jednom mjestu okupi svu širinu različitih notacijskih varijanti korištenih u različitim tradicijama i etapama bavljenja simboličkom logikom, ali i alternativnog nazivlja koje se u logičkoj literaturi na hrvatskome jeziku pojavljuju zbog manjka jedinstva u prevođenju³⁶ te da time prikrati moguće terminološke diskrepancije i konfuzije koje su se svakome tko je studirao logiku na hrvatskom jeziku javljale. Konačno, uz okupljanje terminološke raznolikosti i odabiranje jedne od dostupnih varijanti, želja je iza kreiranja ove ontologije bila i da se napravi korak

³⁶ Kao jedan od razvedenijih primjera može se uzeti lepeza sinonima koji se u literaturi daju pronaći za pojam valjanosti nekog logičkog sustava: pouzdanost, utemeljenost, osnovanost, adekvatnost, korektnost, validnost, a koji streme prevesti već ionako raznoliku terminologiju na engleskom koja sadrži nazive poput *soundness*, *adequacy* i *corectness*. Pojmovnik je također uvrstio i određene idiosinkrastične prijevode poput onog Srećka Kovača koji se diči purizmom hrvatske terminologije, pa tako neka opća mjesta oko kojih nikad nije manjkalo konsenzusa prevodi na nov način koristeći slavenske inačice: operator – djelatelj, kvantifikator – količitelj, negacija – nijek, posljedak – konsekvent, zaglavak – konkluzija i sl. Više u: Srećko Kovač (2013). Svojstva klasične logike. Zagreb: Manualia, Hrvatski studiji Sveučilišta u Zagrebu, str. 133.

naprijed prema standardizaciji logičkog disciplinarnog žargona među hrvatskim, ali i susjednim logičarima. Te su zadaće ostvarene objavom *Pojmovnika elementarne logike*.

S druge strane, neke dalje želje i vizije za razvoj ontologije ostale su neostvarene odlaskom originalnih sukreatora ontologije i manjkom interesa za bavljenje takvim poslom kako među studentskom, tako i među profesionalnom logičarskom zajednicom u Zagrebu i šire, te kao takve čekaju na neke bolje dane. Među njima bila je ideja stvaranja otvorene mreže povezanih podataka u Wikibase sučelju na kojoj bi se povezivali koncepti iz svih sfera logičkih istraživanja, a čija bi se dosljednost i koherentnost provjeravala na principu kolaborativnog dobrovoljnog moderatorskog angažmana profesorâ logike i profesionalnih logičara. Ideja je bila stvoriti pouzdano i potpuno referentno mrežno mjesto koje bi pokrivalo filozofske, računalne, lingvističke i matematičke aspekte logičkih istraživanja. Početak zadaće stvaranja mreže povezanih podataka bio je izvršen povezivanjem termina korištenih u pojmovniku s primjerenim stranicama na engleskoj Wikipediji. Projekt je trebao biti međunarodnog karaktera jer su se pojmovi uz hrvatski originalno bili definirali i na engleskom, a ostavljena je mogućnost daljnjih kontribucija kroz prevođenje i nadopunjavanje na drugim lokalnim jezicima.

3.2. Opseg obuhvaćenog materijala

Kao što je već rečeno, ontologija i pojmovnik obuhvaćaju materijal prisutan u tradicionalnoj i suvremenoj logici. Ovdje će biti izloženo što to točno znači i koja područja su time zastupljena.

Tradicionalna logika dijeli se najčešće na sljedeće dijelove (od kojih svaki obrazuje zasebnu tradiciju):

- a) aristotelijansku logiku zasnovanu u Aristotelovim logičkim spisima okupljenima u *Organonu*, te kasnijoj, većinom srednjovjekovnoj komentatorskoj tradiciji koja se bavila sistematizacijom Aristotela i kasnijih antičkih filozofa poput Porfirija. Ta se logika doktrinarno može ugrubo podijeliti na nauk o neposrednim zaključcima, u kojemu se razmatra što slijedi direktno iz kojeg suda, tj. kako se oni mogu transformirati u sudove različitih kvaliteta; nauka o kvadratu opreka u kojemu se razmatraju odnosi kvantitete između sudova različitih kvaliteta (kontrarnost, supkontrarnost, kontradikcija i subalternost), te nauka o silogistici, u kojoj se proučavaju logički valjani odnosi većeg, srednjeg i manjeg termina dijeljenih

između dvije kategoričke premise i konkluzije, nazivane silogizmima, a koje mogu, ali i ne moraju biti kvantificirane. Oni se primarno javljaju u četiri figure obrazovane kvalitetom sudova korištenih u njima, a svaka od figura ima šest načina ili modusa ovisno o pozicijama koje termini zauzimaju;

- b) stoičku logiku sudova koja je većim dijelom bila zaboravljena u srednjovjekovlju, ali je kasnije nanovo otkrivena, a u kojoj se razmatraju zaključci hipotetskog oblika i koja iz suvremene točke gledišta predstavlja jedan fragment propozicijske logike. Stoička se logika bavila iznalaženjem uvjeta istinitosti propozicijskih veznika poput konjunkcije, disjunkcije i kondicionala, te je razmatrala sheme valjanog zaključivanja, pokušavajući svaki valjani zaključak reducirati na jednu od pet kanonskih shemi;
- c) originalnu kasnosrednjovjekovnu skolastičku logiku koju su razvijali filozofi poput Petra Abelarda, Rogera Bacona, Johna Buridana i dr. u kojoj su adresirani neki aspekti logike koji su u Aristotelovim spisima bili obrađeni samo letimice ili čija su pitanja bila samo naznačena i započeta, poput logike modalnih termina, ali i različitih novih tema kao što su razmatranja semiotike, mjestu analogije u zaključivanju, teorije supozicija i različitih tretmana paradoksa poznatih još od antike, poznatih kao *sophismata*;
- d) Novovjekovne pojedinačne doprinose svim do sada spomenutim tradicijama, ali uz značajna odstupanja, poput semantičkih i logičkih teorija Francisa Bacona, Johna Lockeja, Leibniza, logike Port-Royala i npr. logičkih radova Kanta, Hegela i Schopenhauera. Svaki od ovih doprinosa međusobno se razlikuje i ne objedinjuje ih skoro ništa osim razlike spram ostalih tradicija;
- e) Početke modernijeg simboličkog bavljenja logikom koji su ipak ostali predmetno fokusirani na tradicionalne teme u kojima se logika često vezivala uz silogistiku i određene epistemološke pa i psihološke teme. Kao predstavnike može se navesti algebarska logika Georgea Boolea ili radovi Augustusa De Morgana i Bernarda Bolzana koji su svejedno na neki način napravili određene proboje koji su postali klasična mjesta u suvremenoj logici.

U ontologiji su od navedenih tema najviše zastupljena aristotelijanska logika jer se i dalje podučava u gimnazijama i programima određenih fakulteta, a srednjovjekovna, stoička logika i Booleovska algebra, mjestimično je obrađena u svojim najvažnijim pojavama. Što se pak tiče moderne simboličke ili suvremene logike ona se može raščlaniti na idući način:

a) logički sustavi sastavljeni od objektnih logičkih jezika koji čine sintaksu, interpretacija koje čine semantiku i procedura ili tehnika za provjeru valjanosti formula, tj. argumenata, poput semantičkih stabala, istinosnih tablica i metode redukcije na apsurd, i dokaznih sustava za izvođenje valjanih formula, poput sustava prirodne dedukcije, računa sekventi ili aksiomatskih sustava; oni se pak mogu podijeliti na:

aa) klasičnu logiku, nastalu na temelju otaca moderne logike poput Gottloba Fregea, Bertranda Russella i Ludwiga Wittgensteina, ona u mnogočemu slijedi tradicionalnu logiku, npr. u pretpostavljanju bivalentnosti formula (pandan tradicionalnom zakonu isključenja trećeg), ili u poštivanju načela neprotuslovlja ali u nekim drugim stavkama odstupa od tradicije – npr. analiziranje univerzalnih sudova kao hipotetskih, umjesto kategoričkih, što je učinilo sve odnose u Aristotelovom kvadratu logičkih opreka osim kontradiktornosti nevaljanima. Ona se sastoji od:

aaa) logike sudova (rečenična ili propozicijska logika) obrazovane od rečeničnih veznika poput „ne”, „i”, „ili” i „ako – onda” i njihovih kombinacija u obliku argumenata; i

aab) logike predikata (logika prvoga reda, logika terma) koja tvrdnje analizira na jednoj razini ispod logike sudova i rastavlja subjekte od predikata kao argumente od funkcija i te subjekte dodatno kvantificira izrazima „svaki” i „neki”

ab) neklasične ili alternativne logike, koje se od klasične verzije mogu razlikovati manje ili više, a ustalilo ih se gradirati kao:

aba) restriktivne logike, koje negiraju neko od svojstava klasične logike i time postižu velike razlike u valjanim formulama. Neki od primjera su: intuicionistička logika konstruirana za potrebe intuicionističke matematike, u kojoj načelo isključenja trećeg ne vrijedi, tj. formula oblika ' $p \vee \sim p$ ' nije tautologija; supstrukturalne logike koje negiraju neko od dokazno-teorijskih svojstava klasične logike formulirane u računu sekventi; relevancijske logike čiji je cilj formalizirati pojam relevantnosti kao uvjet logičke valjanosti, najčešće zahtjevom za dijeljenje barem jedne varijable između premisa i konkluzije; parakonzistentne logike kojima je zajedničko samo to što invalidiraju takozvano načelo eksplozije koje nalaže da je iz kontradiktorne formule moguće izvesti bilo kakvu konkluziju, a kreću se od konzervativnih logika koje i dalje poštuju načelo neproturječja, do dialeteističkih, vrlo liberalnih logika, koje dopuštaju istinitost kontradiktornih formula;

abb) proširujuće logike – prihvaćaju sva svojstva klasične logike i njezine teoreme ali im dodaju dodatne simboličke aspekte kako bi povećale njenu ekspresivnost. Primjer takvih logika su modalne logike koje za cilj imaju formalno obraditi modalne pojmove poput mogućnosti i nužnosti; ili viševrijednosne logike koje na svojoj donjoj granici istinitosti i neistinitosti kao mogućih vrijednosti nekog suda dodaju i određenu treću vrijednost, a na gornjoj granici dopuštaju čitav spektar od beskonačno mnogo istinosnih vrijednosti.

b) metalogika tj. matematička logika koja pomoću matematičke analize logike oblikuje njenu metateoriju, tj. opravdava logičke teorije. Ustalila se dijeliti na četiri vrlo različite grane koje čine:

ba) teorija skupova je područje metalogike u kojoj se logičke teorije pokušavaju rekonstruirati u skupovnoj notaciji tako da se predikati interpretiraju kao skupovi, predmeti kao članovi tih skupova, a različite istinosne funkcije kao operacije nad skupovima, poput komplementacije, unije ili presjeka. Teorija skupova najutjecajnija je bila kao fundamentalni okvir pri pokušaju razjašnjavanja temelja matematike;

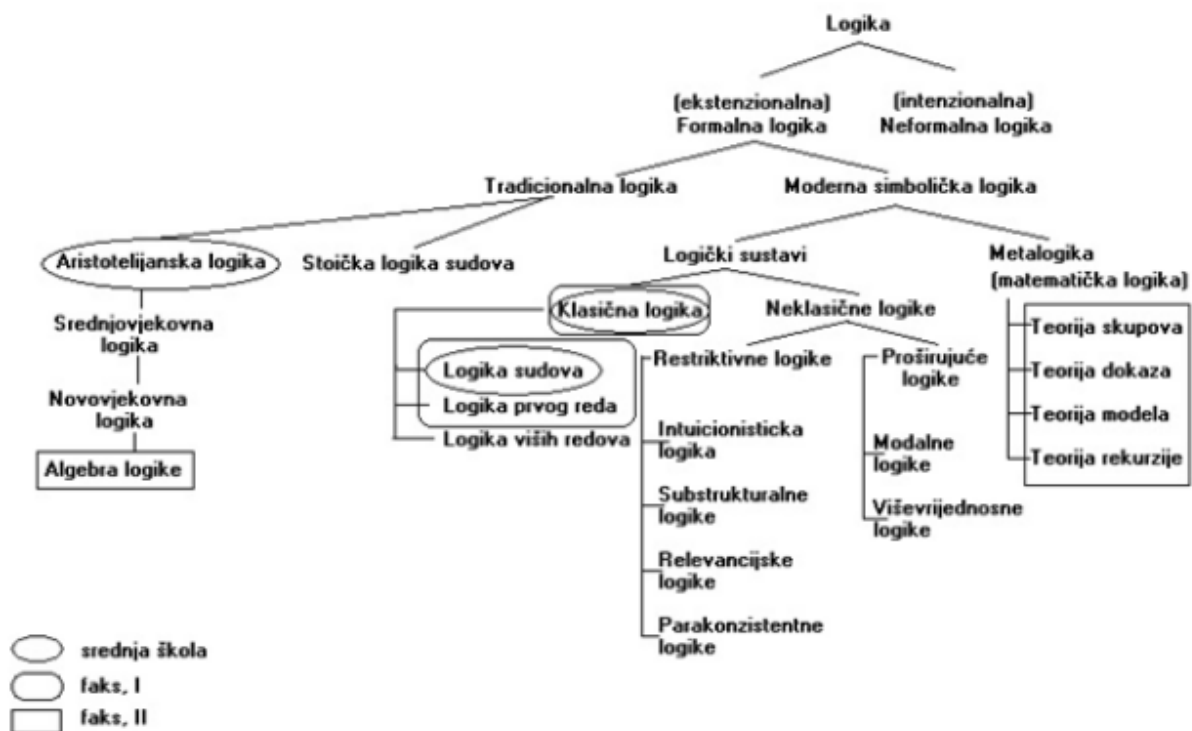
bb) teorija modela proučava valjanost iz semantičke perspektive, konstruirajući formalne strukture interpretacije formula koji se nazivaju modeli, a čija je svrha pronaći interpretaciju koja bi validirale sve istinite interpretacije formula;

bc) teorija dokaza prilazi istom problemu valjanosti iz sintaktičke perspektive i proučava logiku kroz formalna pravila izvođenja u aksiomatskim sustavima, računu sekventi i sustavima prirodne dedukcije;

bd) teorija rekurzije ili teorija izračunljivosti/kompjutacije bavi se pitanjem određivanja izračunljivih ili rekurzivnih funkcija, te hijerarhije neizračunljivih funkcija.

Budući da se metalogika ozbiljno studira samo unutar sveučilišnih programa za matematiku, samo određeni osnovni pojmovi iz njenih četiriju područja zadržani su u ontologiji, najviše iz teorije skupova jer se ona u toku studija najviše spominje. Od logičkih sustava klasična je logika u potpunosti zastupljena jer je ona predmet proučavanja na studijima filozofije, ali je uz to donesen i malen pregled modalne logike kao jedne od proširujućih sustava koja se često zbog svog utjecaja na suvremenu metafiziku također obrađuje među filozofima.

Grafički, upravo izložena podjela može se predstaviti na način prikazan u Slici 1.



Slika 1. Taksonomija logike

3.3. Konstrukcija

Imajući gore nabačenu taksonomiju na umu, sljedeći korak je bio definirati sve potrebne stavke za situiranje pojedinačnih pojmova u takvu klasifikacijsku shemu. Skelet projekta započet je prvobitno u Webprotégéu, s obzirom na čest dojam korisnika platformi poput Wikidate da je modeliranje ontologija na konceptualnom nivou teže u njezinom sučelju nego u Protégéu, koji se češće koristi za modeliranje klasa i svojstava. S druge strane, korisničko sučelje Wikidate čini se lakše za kolaborativno upisivanje podataka.³⁷ Stoga je konceptualni nivo projekta napravljen u Protégéu, a instancirana razina pojedinačnih entiteta ostavljena je za Wikibase ekstenziju koja nam je dopustila stvoriti sučelje funkcijski i grafički potpuno nalik onom koje koristi Wikidata.

³⁷ Claudia Müller-Birn et al. (2015). „Peer-production system or collaborative ontology engineering effort: What is Wikidata?“, u: *OpenSym '15: Proceedings of the 11th International Symposium on Open Collaboration* str. 9.

3.3.1. Webprotégé

Webprotégé je online verzija Protégéa, trenutno najkorištenije *okoline* za razvijanje i grafičko uređivanje ontologija³⁸ koji omogućuje izgradnju konceptualnih struktura potrebnih za postavljanje neke ontologije i održavanje čitavog procesa dizajniranja i korištenja ontologije. Ti konceptualni okviri tiče su uspostavljanja klasa, svojstava, relacija i ograničenja na njihovo korištenje.³⁹ Vizualizacija informacija sadržanih u nekoj domeni uvelike pomaže organizaciji znanja i služi kao pomoć kontroliranju odnosa postavljenih u ontologiji. Protégé podržava nekoliko jezika za reprezentiranje ontologija, poglavito OWL (*web ontology jezik*) i RDF(S) (*resource description framework [schema]*)⁴⁰. Naša je ontologija kodirana u Turtle (*Terse RDF triple language*) jeziku, tj. .ttl formatu, koji funkcionira na principu modeliranja podataka kroz trojke objašnjene ranije kao O-A-V.

Ovdje je jedan primjer jednog entiteta „Kontrarnost“⁴¹ i njegovih svojstava, kodiranog u Turtleu za Protégé okoliš:

```
@prefix : <http://webprotege.stanford.edu/project/gZtRu2VP8oNmQ43FH4Ddq#> .
@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
@base <http://webprotege.stanford.edu/project/gZtRu2VP8oNmQ43FH4Ddq#> .

<Logicka_ontologija> rdf:type owl:Ontology ;

rdfs:label „Kontrarnost“@hrvatski ;

rdfs:subClassOf <Kvadrat_opreka> ;
```

³⁸ Dragan Gašević; Dragan Djurić; Vladan Devedžić (2009). *Model Driven Engineering and Ontology Development* (2nd ed.). Springer. str. 62.

³⁹ Ibid, 61.

⁴⁰ Ibid.

⁴¹ Na početku koda su deklarirani prefiksi potrebni za vizualizaciju grafa.

<<http://purl.org/dc/elements/1.1/source>> „Petrović, Gajo, `\\textit{Logika}`, Školska knjiga, Zagreb, 1985.: 66.“ ;

<<http://www.w3.org/2004/02/skos/core#altLabel>> „Contrariety“@english ;

<<http://www.w3.org/2004/02/skos/core#definition>> „Odnos univerzalnih sudova koji se razlikuju po kvalitetu.“ ;

<<http://purl.org/dc/elements/1.1/description>> „Kontrarni sudovi su sud `\\textit{a}` i sud `\\textit{e}`. Barem jedan od kontrarnih sudova mora biti neistinit, a moguće je da su i oba neistinita.“ .

Što se može vizualizirati na različite načine od kojih su dva prikazana na Slikama 2. i 3.⁴²

3.3.2. Wikibase

Wikibase je ekstenzija za MediaWiki, *open-source* wiki softver, koji se uz svoju glavnu funkciju podržavanja projekata i stranica povezanih s Wikimedia fundacijom, također koristi kao sustav za upravljanje znanjem i sadržajem za mnoštvo drugih stranica.⁴³ Wikibase stvara grafove znanja i koristi se za stvaranje otvorenih kolaborativnih baza povezanih podataka.⁴⁴ To je program koji stoji u podlozi Wikidate, a pokretač ovog projekta, prof. dr. sc. Davor Lauc, i sam Wikidata entuzijast, inspiriran višestrukim mogućnostima stvaranja mreže podataka u Wikidati odlučio je naš rad postaviti u sučelje identično njenom. Tako su natuknice bile organizirane po standardu korištenom za Wikidata stavke u obliku *key-value* parova, sa sljedećim elementima:

- 1) oznaka stavke, npr. „Modalne logike“
- 2) jedinstveni URI identifikator, npr. Q372
- 3) aliasi, tj. alternativni nazivi

⁴² Ilustracije se nalaze na stranicima 21–22. Grafovi su kreirani pomoću besplatnih online alata za vizualizaciju povezanih podataka, redom: *RDF Grapher*, dostupan na: <https://www.ldf.fi/service/rdf-grapher/>; i vizualizatora sa *:isSemantic*: <https://issemantic.net/rdf-visualizer/>.

⁴³ <https://en.wikipedia.org/wiki/MediaWiki>

⁴⁴ <https://wikiba.se/>

- 4) nazivi na engleskom
- 5) polje iskaza – glavni prozor sa sadržajnim informacijama o stavci:
 - a. svojstvo: ovdje su dodavane odrednice stavke, poput definicije, formula, primjera i relacijsko-hijerarhijskih odnosa s drugim stavkama; svojstva su spremljena i identificirana kao zasebni entiteti, npr. „je dio“ = P3
 - b. vrijednost: konkretna specifikacija svojstava
 - c. kvalifikatori: dodatni podaci za specifikaciju vrijednosti
 - d. rang vrijednosti: vizualna organizacija vrijednosti
 - e. reference

3.4. Opis ontologije i deriviranog pojmovnika

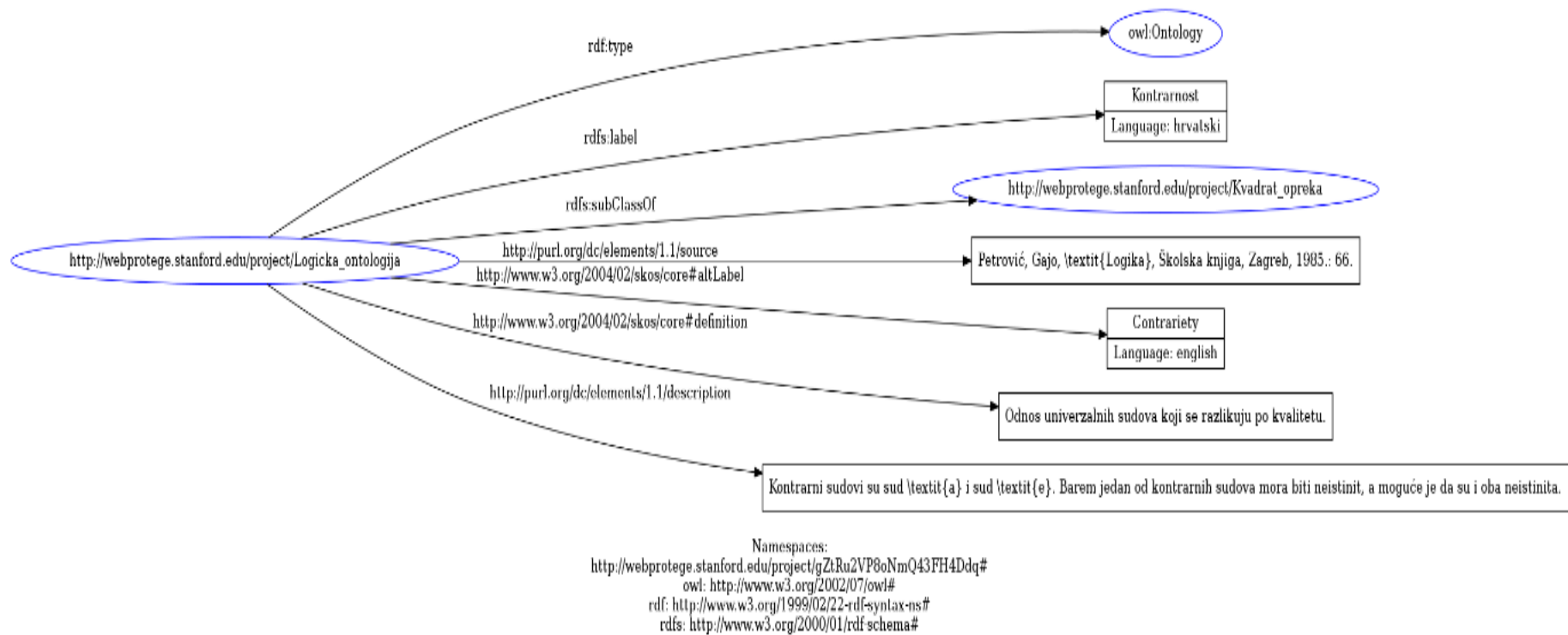
Ontologija je strukturirana prema ranije prikazanoj taksonomiji u kojoj svaka kategorija također figurira i kao pojedinačna stavka pod koju spadaju druge povezane stavke. Oznake stavki funkcioniraju kao primarni nazivi za kojima slijede alternativni nazivi na hrvatskom. Isti redoslijed je zatim primijenjen na nazive u engleskom. Iskazi su organizirani kroz nekoliko svojstava tako da je na vrhu donesena definicija za kojom slijede (opcionalno) primjer, formula i izvori. Iduća svojstva tiču se hijerarhije i povezanosti među pojmovima i ona mogu biti konkretizirana višestrukim vrijednostima pa tako neki pojam može potpadati pod više različitih pojmova tvoreći ne-linearnu hijerarhiju, a podrazumijeva se da više pojmova može potpadati pod njega. Također, pojmovi koji nisu hijerarhijske naravi označeni u ontologiji su miješani između pojmova koji su potrebni za shvaćanje određenog pojma u pitanju i pojmova koje bi bilo dobro znati kada se dotični pojam razmatra.

Opisana struktura ontologije u Pojmovniku je organizirana na sljedeći način:

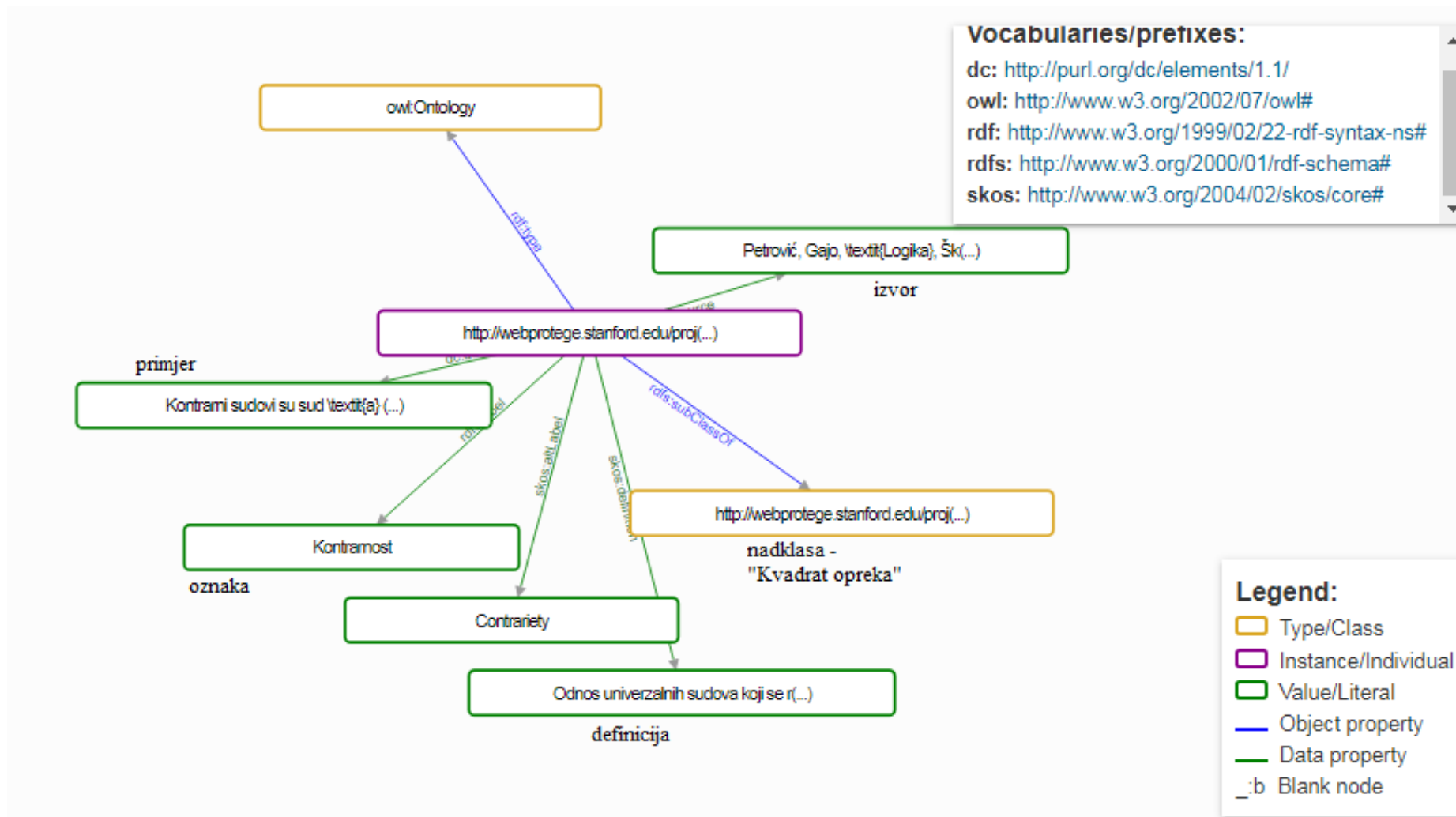
„Glavni dio ispod boldanog naziva termina je tekst natuknice u kojemu se nalazi njegova nekad kratka, nekad nešto duža definicija. Ispod toga je na prikladnim mjestima ubačen primjer, koji prikazom konkretne upotrebe tog termina u „akciji“ praktično razjašnjava njegovo značenje. Ispod toga nalazi se popis sinonima i njihovih engleskih parnjaka, u kojeg smo se trudili uključiti čim više varijanti prisutnih u standardnoj literaturi u optičaju, pogotovo s obzirom na osebnosti nekih prijevodnih inačica standardne terminologije u hrvatskom. Zatim dolaze primjeri simboličkog zapisivanja u kojima je također ponekad objedinjeno više različitih notacijskih konvencija s kojima se studenti u literaturi mogu susresti, kao i standardno čitanje te notacije. Pored glavnog teksta natuknice koji se iscrpljuje tim elementima nalaze se uobičajene leksičke veze poput BT (eng. broader term, širi pojam), NT (eng. narrower

term, uži pojam), kao i RT (eng. related term, vezani pojam) koji se u pojmovniku pojavljuje pod markerom Vidi još. Posljednja prisutna uputnica – Wiki – odnosi se na pripadni članak engleske Wikipedije u kojem je dotična natuknica obrađena šire.“⁴⁵

⁴⁵ Anamarija Banek, Davor Lauc, Karlo Mikić i Anamarija Tomek (2019). *Pojmovnik elementarne logike*. Zagreb: FF Press, str. 12–13.



Slika. 2. Vizualizacija jednog entiteta



Slika 3. Graf istog entiteta s legendom

4. Primjeri pojmovnih odnosa u ontologiji

Ovo poglavlje donosi pregled odnosa pojmova u ontologiji, na način kako su reprezentirani u Pojmovniku. Za primjer su odabrana račvanja iz korijenskog pojma „Logika“, koji predstavlja nultu razinu ontologije. Iscrpno su donesena grananja do četvrte razine potpojmovna, a nakon toga je predstavljen određeni izbor zanimljivijih natuknica. S obzirom na to da nije bilo adekvatnijeg načina za prikazivanje podrazina nekog pojma, ovdje je uvedena konvencija da se najširi pojam pojavljuje sasvim nalijevo, a svaki njegov potpojam je uvučen udesno, što vrijedi za svaku iduću podrazinu. Kako bi se ta struktura jasnije istaknula na kraju ovog poglavlja nazivi stavki u ovom fragmentu ontologije prikazani su u obliku stablolikog grafa na Slici 4. Organizacija sadržaja natuknice ne prati grafičku organizaciju u Pojmovniku, ali joj nalikuje, donoseći svojstva ispod naziva natuknice, čemu zatim slijede definicija, alternativni nazivi, engleski termin, te formule ako ih ima. Konačno, hijerarhijska i relacijska struktura pojmova je ponešto izmijenjena s obzirom na Pojmovnik, a te promjene uvedene su kako bi se natuknice organizirale bolje no što je to učinjeno u samom Pojmovniku, kao putokaz za iduće izdanje u kojemu bi određene pojmovne veze trebalo ispraviti. U fusnotama je spomenuto što je izmijenjeno kod svake natuknice koja nije ista kao u Pojmovniku. Citirani tekst ne navodi se u kurzivu s ciljem očuvanja preglednosti, čitljivosti i metode prezentacije natuknica pojmovnika.

Logika

NT Formalna logika [56];

Neformalna logika [104];⁴⁶

Wiki Logic

„Filozofska i matematička disciplina, tj. znanost koja se bavi proučavanjem različitih oblika valjanog zaključivanja, tj. relacije logičkog slijeda i svojstava formalnih sustava koji tu relaciju formaliziraju; najčešće poistovjetiva s deduktivnom logikom – koja čuva istinitost, nasuprot induktivnoj – koja ju ne čuva.

Engleski Logic⁴⁷

⁴⁶ Uz ovdje prisutne, u Pojmovniku stoje i natuknice koje se trebaju pojavljivati tek pod stavkom Suvremena simbolička logika.

Formalna logika

„BT Logika [92])

NT Tradicionalna logika [157]);

Moderna simbolička logika [100])

Vidi još Neformalna logika [104])

Znanost o valjanom zaključivanju na temelju formalnih relacija među propozicijama. Dijeli se na tradicionalnu logiku koja je u najvećem dijelu sačinjena od Aristotelove silogistike i srednjovjekovne teorije o hipotetskom zaključivanju i modernu simboličku logiku.

Engleski Formal logic⁴⁸

Tradicionalna logika

BT Formalna logika [56])

NT Aristotelijanska logika [29]);

Stoička logika sudova [147]);

Booleova algebra [35]⁴⁹

„Predmoderna antička, srednjovjekovna logika i novovjekovna logika.

Engleski Traditional logic⁵⁰

Aristotelijanska logika

NT Posredni zaključak [119]);

Neposredni zaključak [107]);

Kategorija [78]);

Kategorematički simbol [77)]⁵¹

⁴⁷ Anamarija Banek, Davor Lauc, Karlo Mikić i Anamarija Tomek (2019). *Pojmovnik elementarne logike*. Zagreb: FF Press, str. 92-93.

⁴⁸ Ibid, 56.

⁴⁹ Uklonjeno: NT – Kategorija i Kategorematički simbol i Vidi još – A fortiori. Dodano: Aristotelijanska logika, Booleova algebra.

⁵⁰ Ibid, 157.

Wiki Term logic

„Prvi formalno-logički sustav, konstruiran od strane Aristotela, koji se sastoji od teorije neposrednih zaključaka, teorije logičkih opreka i teorije silogističkog zaključivanja. Kasniji peripatetici poput Teofrasta i skolastičari su dodavali nova svojstva tom sustavu.

Ostalo nazivlje Silogistika; Tradicionalna logika

Engleski Aristotelian logic; Term Logic; Silogistic; Traditional logic; Syllogistic logic“⁵²

Posredni zaključak

„BT Zaključak [169]);

Aristotelijanska logika [29])

NT Silogizam [140)];⁵³

Vidi još Neposredni zaključak [107])

U tradicionalnoj logici, vrsta zaključka u kojoj se sud izvod iz barem dva druga suda, dakle sadrži najmanje dvije premise. Postoje deduktivni, induktivni i analogijski posredni zaključci.

Engleski Intermediate inference; Indirect argument“⁵⁴

Silogizam

„BT Posredni zaključak [119])

NT Disjunktivni silogizam [44]);

Kategorički silogizam [78]);

Figura [55]);

Prosilogizam [128]);

Epsilogizam [54]);

⁵¹ Uklonjeno: Figura, dodano: sve ostale prisutne natuknice.

⁵² Ibid, 29.

⁵³ Dodano: BT – Zaključak, Aristotelijanska logika i NT – Silogizam.

⁵⁴ Ibid, 119.

Galenova figura [59)]⁵⁵

Vidi još Soriti [146]

Tradicionalni logički zaključak u kojemu se iz dvije ili više premisa, za koje se pretpostavlja da su istinite, deduktivno izvodi konkluzija.

Engleski Syllogism⁵⁶

Kategorički silogizam

BT Silogizam [140)]

NT Sud [148)];

Kategorički sud [78)];

Veća premisa [166)];

Manja premisa [97)];

Srednji pojam [147)]⁵⁷

Wiki Syllogism

„Silogizam kategoričkih sudova, tj. asertoričnih sudova koji prediciraju svemu/nečemu/ničemu nešto i nisu tek tentativnog (hipotetskog)karaktera. Sudovi kategoričkog silogizma mogu biti opći i posebni, afirmativni i negativni. Kategorički silogizam je glavni predmet Aristotelove logičke teorije koja se zato naziva i silogistikom. Kategorički silogizam sastoji se od triju kategoričkih sudova u kojima se pojavljuju tri različita pojma. Pojmovi koji se pojavljuju u konkluziji nazivaju se krajnji pojmovi (termini extremi), a to su veći pojam (terminus maior) i manji pojam (terminus

⁵⁵ Dodano: BT – Posredni zaključak.

⁵⁶ Ibid, 140.

⁵⁷ Dodano: NT – Sud.

minor), dok se pojam prisutan u obje premise zove srednji pojam (terminus medius). Postoji 256 mogućih kategoričkih silogizama ali samo 24 načina ili modusa podijeljenih po pet u četiri figure (ili tri, ukoliko se četvrta promatra kao varijacija na prvu, s 18 načina) prema položajima srednjeg i krajnjih termina su logički valjani.

Primjer Silogizam 1. figure, modusa Barbara:

Svi Maiari su Valari.

Svi Valari su Ainuri.

Dakle, svi Ainuri su Valari.

Engleski Categorical syllogism⁵⁸

Sud

BT Logika sudova [94];

Tradicionalna logika[157];

Kategorički silogizam [78].

NT Relacija suda [133];

Kategorički sud [78];

Hipotetički sud [63];

Analitički sud [25];

Singularni sud [142];

Partikularni sud [116];

Asertorički sud [30];

Apodiktički sud [27];

Problematički sud [127];

Limitativni sud [89];

⁵⁸ Ibid, 140.

Univerzalni sud [161]);

Subjekt [148]);

Predikat [123]);

Kopula [86)]⁵⁹

Vidi još Logika sudova [94]

Wiki Proposition

„Sud je nositelj istinosne vrijednosti, izražavamo ga rečenicom kojom se nešto tvrdi ili poriče. Obično se definira kao izjavna rečenica koja je ili istinita ili neistinita. Pitanja, naredbe, uzvici i sl. nisu sudovi jer nemaju istinosnu vrijednost.

Ostalo nazivlje Tvrdnja; Propozicija;
Stav

Engleski Proposition; Statement⁶⁰

Kategorički sud

„*BT* Sud [148]);

Relacija suda [133]);

Kategorički silogizam [78]

NT Sud,e [149]);

Sud,o [149]);

Sud,i [149]);

Sud,a [149]

Vidi još Raspodijeljeni termin [131]);

Disjunktivni sud [44]);

⁵⁹ Uklonjeno: A sud. Dodano: BT – Logika sudova, Tradicionalna logika, Kategorički silogizam i NT - Kategorički sud, Hipotetički sud, Asertorički sud, Apoditkički sud, Limitativni sud, Subjekt, Predikat, Kopula.

⁶⁰ Ibid, 148.

Pogodbeni sud [117)]

Kategorički sud je sud u kojemu su subjekt i predikat povezani bez uvjetovanja. Opća forma kategoričkog suda je „S je/nije P“.

Engleski Categorical proposition⁶¹

Figura

BT Aristotelijanska logika [29)];

Kategorički silogizam [78)];

NT Galenova figura [59)]⁶²

„Figure su u tradicionalnoj logici grupe silogizama klasificirane prema tome na kakvim mjestima se pojavljuju subjekt i predikat u odnosu na srednji pojam u majoru i minoru. Valjani silogizmi tako su ras-poređeni u četiri figure, a u svakoj figuri nalazi se šest modusa.

1.figura = Barbara, Celarent, Darii, Ferio, Barbari, Celaront;

2. figura= Cesare, Camestres, Festino, Baroco, Cesaro, Camestros;

3. figura =Datisi, Disamis, Ferison, Bocardo, Felapton, Darapti;

4. figura = Calemes, Dimatis, Fresison, Calemos, Fesapo, Bamalip.

Vokali označavaju A, I, E i O sudove, početni suglasnici B, C, D i F označavaju modus u1. figuri na koji se reduciraju ostali, a umetnuti

⁶¹ Ibid, 78.

⁶² Uklonjeno: Vidi još i BT – Silogizam. Dodano: BT – Kategorički silogizam.

suglasnici f, k, m, s i p metode korištene u redukciji.

Primjer Modus Barbara u1. figuri označava silogizam M (srednjak) je P u majoru i S je M u minoru, dajući u konkluziji S je P.

Engleski Figure⁶³

Neposredni zaključak

BT Zaključak [169]);

NT Kvadrat opreka [87]);

Obverzija [111]);

Kontrapozicija[84]);

Konverzija [84]⁶⁴

„*Vidi još* Posredni zaključak [119])

Wiki Immediate inference

Neposredni zaključak sastoji se od samo dva suda – premise i konkluzije, odnosno, konkluzija neposredno slijedi iz premise.

Engleski Immediate inference⁶⁵

Stoička logika sudova

„*BT* Tradicionalna logika [157])

NT Disjunktivni silogizam [44]);

Modus tollens [101]);

Modus ponens[101])

Vidi još Soriti [146])

⁶³ Ibid, 55.

⁶⁴ Uklonjeno: BT – Obverzija, Kontrapozicija, Konverzija. Dodano: NT – Kontrapozicija, konverzija.

⁶⁵ Ibid, 107.

Wiki Stoic logic

Jedan od dva velika sustava tradicionalne logike, uz aristotelovsku silogistiku. Stoička logika bila je logika sudova i istinosnih funkcija koje povezuju sudove. Valjanost su definirali kao mogućnost redukcije na jedan od pet nedokazivih oblika zaključivanja, a uz analizu argumenata Stoici su se najviše bavili paradoksima.

Engleski Stoic propositional logic⁶⁶

Booleova algebra

BT Tradicionalna logika [157]

„*Vidi još* Algebra logike [24]

Wiki Boolean algebra⁶⁷

Povijesno gledano prvi sustav algebarske logike, u kojemu se razvija račun klasa.

Primjer Aristotelov kvadrat u booleovom zapisu izgleda ovako:

A: $xy'=0$ [ili $x(1-y) =0$]; E: $xy=0$; I: $xy\neq 0$; O: $xy'\neq 0$ [ili $x(1-y)\neq 0$]

Engleski Boolean algebra⁶⁸

Algebra logike

Vidi još Booleva algebra [35]

„*Wiki* Algebraic logic⁶⁹

Grana matematičke logike koja proučava algebarske strukture unutar formalnih sustava. Također i naziv za Boolevu algebarsku logiku. U ovom razdoblju logika se podređuje matematici.

⁶⁶ Ibid, 147.

⁶⁷ Dodano: BT – Tradicionalna logika.

⁶⁸ Ibid, 35.

⁶⁹ Dodano: Vidi još.

Moderna simbolička logika

BT Formalna logika [56]

NT Klasična logika [79];

Logika drugog reda [93];

Neklasične logike[106];

Metalogika [98]]⁷¹

„Moderna logika formu zaključaka prikazuje simboličkim izrazima koje nazivamo formulama. Izgradnja formula temelji se na pravilima sintakse formalnog sustava, a sadržaj, odnosno interpretacija izgrađuje se kroz semantička pravila za interpretaciju formalnog sustava.

*Engleski Modern symbolic logic*⁷²

Klasična logika

„*BT* Moderna simbolička logika [100]

NT Logika sudova [94];

Logika predikata [93]

Vidi još Logika prvog reda [93]

„*Wiki* Classical logic

Propozicionalni i funkcijski račun prvog reda.

Ostalo nazivlje Standardna logika

Engleski Classical logic; Standard logic; Logical orthodoxy⁷³

Logika sudova

⁷⁰ Ibid, 24.

⁷¹ Dodano: NT – Metalogika. Uklonjeno: NT – Kontekstualna osjetljivost.

⁷² Ibid, 100.

⁷³ Ibid, 79.

„BT Klasična logika [79]);

Logika prvog reda [93])

NT Račun sekventi [131]);

Transpozicija [157]);

Istinosna funkcija [72]);

Prirodna dedukcija [126]);

Istinosna tablica [73]);

Istinosno stablo [73])

Vidi još Sud [148]);

Logika predikata[93])

Wiki Propositional calculus

Najosnovniji dio logike koji se bavi proučavanjem zaključivanja u propozicijama sastavljenim od istinosno-funkcionalnih veznika: konjunkcije, disjunkcije, materijalnog kondicionala i bikondicionala.

Ostalo nazivlje Logika istinosnih funkcija; Propozicijski račun; Račun sudova; Propozicijska logika; Iskazna logika

Engleski Propositional logic; Logic of truth functions; Sentential logic; Propositional calculus; Sentential calculus⁷⁴

Istinosna funkcija

„BT Logika sudova [94])

NT Singularni veznik [142]);

Negacija[105]);

Konjunkcija [85]);

Inkluzivna disjunkcija [69]);

Bikondicional [34]);

Materijalna implikacija [98]);

⁷⁴ Ibid, 94.

Negacija konjunkcije [105]);

Disjunkcija, ekskluzivna [43]);

Negacija disjunkcije [105]);

Istinosno-funkcijska potpunost [73])

Vidi još Sudni veznik [149])

Wiki Truth function⁷⁵

Istinosna funkcija je funkcija čiji argumenti i vrijednost su istinosne vrijednosti. U logici sudova temeljne istinosne funkcije su konjunkcija, disjunkcija, negacija, implikacija, ekvivalencija. Shefferova funkcija i Pierceova strelica su jedini sudni veznici pomoću kojih je moguće samostalno dati potpunu parafrazu ili konstrukciju svih ostalih veznika s istinosnom funkcijom.

Ostalo nazivlje Logički veznik

Engleski Truth-function⁷⁶

Negacija disjunkcije

„BT Sudni veznik [149]);

Istinosna funkcija [72]);

Vidi još Negacija konjunkcije [105])

Wiki Logical NOR

Veznik u logici sudova koji dobiva vrijednost istinitosti samo u slučaju da ni p niti q nije istinit. Jedan od dvaju istinosno-funkcionalnih veznika kojime se mogu izraziti sve moguće istinosne funkcije.

Ostalo nazivlje Peirceova strelica

⁷⁵ Uklonjeno: BT – Sudni veznik. Dodano: NT – Sudni veznik.

⁷⁶ Ibid, 73.

Engleski Disjunction negation; Nor; Joint denial; Quine's dagger; Peirce's arrow

Formula \downarrow ⁷⁷

Negacija konjunkcije

„BT Sudni veznik [149)];

Istinosna funkcija [72]

Vidi još Negacija disjunkcije [105]

Wiki Sheffer stroke

Sudni binarni veznik koji se prikazuje simbolom „| „, a čija je istinosna vrijednost takva da je „p | q“ istinit u svim slučajevima, osim kada je njihova konjunkcija istinita.

Ostalo nazivlje Shefferova funkcija

Engleski Conjunction denial; Sheffer stroke function; Nand

Formula $p | q$ ⁷⁸

Kondicional

„BT Sudni veznik [149)];

NT Materijalna implikacija [98)];

Antecedens [26)];

Konzekvens [85)];

Stroga implikacija [147)];

Protučinjenični kondicional [128]

Vidi još Pogodbeni sud [117]

Wiki Conditional sentence⁷⁹

⁷⁷ Ibid, 105.

⁷⁸ Ibid.

Tvrđnja konstruirana u indikativu pomoću izraza „ako“ i „onda“ i sličnih izraza koji u prirodnom jeziku koreliraju njihovoj funkciji postavljanja prvog člana tvrdnje kao uvjeta drugom članu. U klasičnoj logici simboliziran materijalnom implikacijom, iako mnogi oblici kondicionala, poput konjunktivnog, nisu obuhvaćeni time.

Ostalo nazivlje Hipotetski sud; Hipotetički sud
Engleski Conditional; Hypothetical proposition⁸⁰

Materijalna implikacija

„BT Sudni veznik [149)];

Kondicional[81)];

Istinosna funkcija [72)]

Vidi još Paradoksi materijalne implikacije [115)]

Wiki Material implication⁸¹

Istinosna funkcija koju označavamo simbolom „ \rightarrow “ („Ako __, onda __“). Implikacija je neistinita jedino kad je antecedens istinit, a konzekvens neistinit. U svim ostalim slučajevima je istinita.

Simboli \rightarrow ; \supset ; \Rightarrow

Ostalo nazivlje Materijalni kondicional; Pogodba⁸²

⁷⁹ Dodano: NT – Konzekvens.

⁸⁰ Ibid, 81.

⁸¹ Uklonjeno: NT – Konzekvens, Vidi još – Antecedens.

⁸² Ibid, 98.

Engleski Material implication;
Implication; Material consequence;
Material conditional

Formule $p \rightarrow q$ Čitaj: p implicira q; ako p onda q; p samo ako q; p povlači q; q je deducibilan iz q; p je dovoljan razlog za q; q je nužan razlog za p; p je pretpostavka za q; q je posljedica od p;

$v(p \rightarrow q) \Rightarrow T \iff v(p) = \perp \vee v(q) \Rightarrow T$

Paradoksi materijalne implikacije

„BT Paradoks [115])

Vidi još Materijalna implikacija [98])

Wiki Paradoxes of material implication

Situacija koja nastaje u interpretaciji odnosa kondicionala na materijalan način, prema kojoj nalazimo da je svaki sud oblika implikacije istinit bilo da mu je antecedens neistinit, ili pak konsekvens neistinit.

Primjer Logička neistina implicira bilo što. Bilo što implicira logičku istinu. Ako nasumično izaberemo dvije između beskonačnog skupa tvrdnji, ili će prva implicirati drugu, ili druga prvu.

Engleski Paradoxes of material implication⁸³

Logika predikata

⁸³ Ibid, 115.

„BT Logika prvog reda [93]);

Klasična logika [79])

NT Kvantifikator [87]);

Predikat [123])

Vidi još Pravilno sastavljena formula logike predikata [122)]⁸⁴

Područje logike koje se bavi logičkim svojstvima izraza koji sadrže kvantifikatore i kvantificirane varijable.

Ostalo nazivlje Funkcijski račun; Račun predikata; Logika prvoga reda

Engleski Predicate logic; Functional calculus; Predicate calculus; First-order logic“⁸⁵

Kvantifikator

„BT Logika predikata [93])

NT Univerzalni kvantifikator [161]);

Egzistencijalni kvantifikator [52])

Vidi još Doseg kvantifikatora [48)]⁸⁶

Logička konstanta predikatnog računa koja označava kvantifikaciju formula.

Engleski Quantifier“⁸⁷

Predikat

BT Logika predikata [93])

„NT Kontekstualna osjetljivost [82]);

Atribut [31]);

Određeno svojstvo [112])

⁸⁴ Uklonjeno: Vidi još – Logika predikata, Logika sudova. Dodano: NT – Kvantifikator, Predikat.

⁸⁵ Ibid, 93.

⁸⁶ Dodano: BT – Logika predikata.

⁸⁷ Ibid, 87.

Vidi još Konstanta [82]);

Aritmetički predikat [29]);

Binarna relacija [34]);

Varijabla [165]);

Argument predikata[28]);

Subjekt [148]);

Pojam [118])

Wiki Predicate(mathematical logic)⁸⁸

Predikati ili relacije su n-arne funkcije koje kao argumente uzimaju predmete u domeni, a kao vrijednost funkcije daju istinosnu vrijednost.

Primjer Px je jednomjesni predikat, tj. monadička relacija. $P(x,y)$ je dvomjesni predikat, tj. dijadička relacija.

Ostalo nazivlje Prirok

Engleski Predicate⁸⁹

Logika drugog reda

„BT Moderna simbolička logika [100])

Vidi još Logika prvog reda [93]);

Henkinov teorem potpunosti [63])

Wiki Second-order logic

Prva među logikama višega reda. Dijeli se na (1) predikatni račun drugog reda, u kojemu se ne kvantificira samo nad predmetima nego i svojstvima, te (2) propozicijski račun drugog reda u kojemu se kvantifikatori protežu nad propozicijskim varijablama.

⁸⁸ Dodano: BT – Logika predikata.

⁸⁹ Ibid, 123.

Primjer Postoji svojstvo „je najduže“ i za svakog za koga vrijedi da je div s najdužom bradom vrijedi da je osoba s najdužom bradom.

Ostalo nazivlje Logika višega reda

Engleski Second-order logic; Higher-order logic

Formula $\exists E\forall x(E(Px)\rightarrow E(Qx))$ ⁹⁰

Neklasične logike

BT Moderna simbolička logika [100];

NT Ekstenzije klasične logike [52];

„*Wiki* Non-classical logic⁹¹“

Logike nastale kao dopune ili rivali klasičnoj logici, restrikcijom ili dodavanjem nekih pravila ili aksioma.

Engleski Non-classical logics; Alternative logics⁹²

Ekstenzije klasične logike

„*BT* Neklasične logike[106]“

NT Teorija tipova [155];

Modalne logike [100]]⁹³

Logički sustavi koji proširuju klasične logičke sustave novim oblicima zaključivanja, ali ne mijenjaju postojeća načela. Proširenja logike sadrže teoreme klasične logike kao podskup.

Primjer Većina modalnih logika su (konzervativno) proširenje klasične logike sudova, sve tautologije su i dalje valjane (istinite u svim mogućim svjetovima), ali su dokazivi i novi modalni teoremi koji nisu dio klasične logike sudova.

⁹⁰ Ibid, 93.

⁹¹ Uklonjeno: BT – Logika. Dodano: NT – Ekstenzije klasične logike.

⁹² Ibid, 106.

⁹³ Uklonjeno: BT – Logika. Dodano: BT – Neklasične logike, NT – Teorija tipova, Modalne logike.

Ostalo nazivlje Proširujuće logike; Proširenja klasične logike
Engleski Extensions of classical logic⁹⁴

Teorija tipova

BT Ekstenzije klasične logike [128]

„*NT* Tip [156];

Russellov princip poročnoga kruga [135];

Individua [67]

Vidi još Aksiom reducibilnosti [21];

Russellov paradoks [134]

Wiki Type theory⁹⁵

Logički sustavi koji razlikuju hijerarhije logičkih predmeta. Prvi ih je uveo Bertrand Russell kako bi izbjegao paradokse u naivnoj teoriji skupova i temeljima matematike.

Engleski Type theory; Theory of types⁹⁶

Modalne logike

BT Ekstenzije klasične logike [52]

„*NT* Temporalna logika [153]; Epistemička logika [54]

Vidi još Modalitet suda [99]

Wiki Modal logic⁹⁷

Neklasični sustavi koji nastaju kao proširenja sustava klasične logike koji u sudove uključuju modalne pojmove (mogućnost i nužnost) i istražuju njihove

⁹⁴ Ibid, 52.

⁹⁵ Zamijenjeno BT – Proširenja klasične logike s Ekstenzije klasične logike.

⁹⁶ Ibid, 155.

⁹⁷ Zamijenjeno BT – Proširenja klasične logike s Ekstenzije klasične logike.

učinke na izvođenje. Najpoznatiji sustavi modalne logike su (prema jačini) K, T, S4, S5 i B.

Primjer Formula $\Box p \rightarrow \Diamond p$ izriče tvrdnju da je p moguć ako je nužan.

Ostalo nazivlje Modalna logika; Logika modalnih izraza

Engleski Modal logic; Logic of modal expressions

Formule $\Box p$ Čitaj: nužno je da p; $\Diamond p$ Čitaj: moguće je da p⁹⁸

Metalogika

BT Moderna simbolička logika [100]

„*NT* Teorija rekurzije [155]);

Teorijaskupova [155]);

Teorija modela [155]);

Teorija dokaza [154]

Vidi još Aksiom [18]

Wiki Metalogic⁹⁹

Matematička disciplina koja se u metajeziku (najčešće prirodnom jeziku) bavi matematičkim proučavanjem formalnih svojstava različitih logičkih sustava.

Ostalo nazivlje Metamatematika; Metateorija logike

Engleski Metalogic; Metamathematic; Metatheory of logic¹⁰⁰

Teorija skupova

„*BT* Metalogika [98]

⁹⁸ Ibid, 100.

⁹⁹ Zamijenjeno: BT – Logika s Moderna simbolička logika.

¹⁰⁰ Ibid, 98.

NT Naivna teorija skupova [104]);

Aksiom para [20]);

Aksiom partitivnog skupa [20]);

Aksiom regularnosti [21]);

Zermelo-Frankelova teorija skupova[171])

Wiki Set theory

Područje matematičke logike koje proučava skupove. Cantor se uzima kao začetnik teorije skupova, a kasniju aksiomatizaciju iste napravili su Zermelo i Fraenkel, u danas poznatoj ZF (Zermelo-Fraenkel) teoriji skupova.

Engleski Set theory¹⁰¹

Neformalna logika

„*BT* Logika [92])

NT Logička pogreška [91])

Vidi još Formalna logika [56])

Wiki Informal logic

Područje logike koje se bavi iznašanjem uvjeta za neformalnu prihvatljivost zaključaka, koji se kreću od retorike i semantike do pragmatike. Neformalna logika dijeli se ili je povezana s proučavanjem neformalnih grešaka u zaključivanju (falacija), argumentacijske teorije i kritičkog mišljenja.

Ostalo nazivlje Logika neformalnog zaključivanja

Engleski Informal logic; Logic of informal reasoning¹⁰²

Logička pogreška

„*BT* Zaključak [169]);

Neformalna logika [104])

¹⁰¹ Ibid, 155.

¹⁰² Ibid, 104.

NT Sofizam [146]);

Paralogizam[116]);

Neformalna pogreška [104]);

Formalna pogreška [57])

Wiki Fallacy

Nevaljan zaključak; može biti formalne (konkluzija ne slijedi iz premisâ) ili neformalne prirode (konkluzija slijedi iz premisâ, ali je zaključivanje neuvjerljivo zbog sadržajnih aspekata, npr. cirkularnosti, nerelevantnosti, itd.).

Engleski Logical fallacy¹⁰³

Neformalna pogreška

„BT Logička pogreška [91])

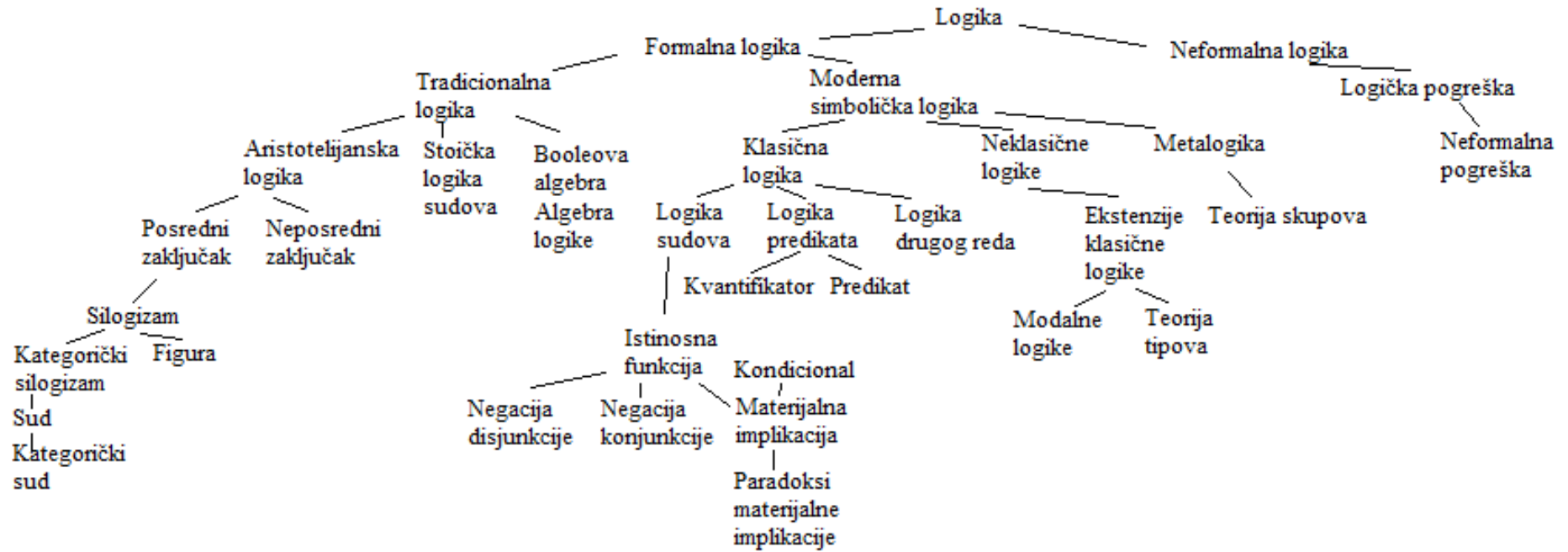
Pogreška u zaključivanju koja se ne tiče valjanosti argumenta, nego njegove uvjerljivosti ili relevantnosti za neku željenu konkluziju.

Primjer Petitio principi je primjer neformalne pogreške koja ustvari čini valjan zaključak. Zaključak je neuvjerljiv, jer se za prihvatanje neke konkluzije očekuje njeno nepojavljivanje među premisama.

Engleski Informal fallacy¹⁰⁴

¹⁰³ Ibid, 91.

¹⁰⁴ Ibid, 104.



Slika 4. Stablo prikazanog fragmenta ontologije

5. Evaluacija

Pri evaluaciji predstavljenog projekta možemo dati miješane ocjene. S jedne strane Pojmovnik je, općenito gledajući, postigao glavne željene ciljeve: stvorena je pregledna taksonomija napunjena pojmovima potrebnima za savladavanje elementarnih zahtjeva ovladavanjem programa logike kako se pojavljuje na studijima filozofije hrvatskih sveučilišta, te su isti pojmovi koncizno definirani i isprepleteni kako bi se mogli pratiti u svojoj unutrašnjoj povezanosti. Također, okupljene terminološke varijacije predstavljaju svu raznolikost s kojima su se koautori ontologije i Pojmovnika u svojim bavljenjima tim poljem susretali. Nažalost, napredak u naporima za standardizaciju terminologije ostaje na svim akterima uključenima u korištenje tih različitih terminoloških varijanti, od kojih su neki interesno ili tek navikom vezani uz vlastite varijante.¹⁰⁵ Međutim, vođeni idejom da je veća jednostavnost upotrebe najbolji način uspostavljanja nekog tehničkog standarda, pokušali smo ju opsegom ovog rada omogućiti. Toliko o postignutim ciljevima jer više od toga ne bi ni bilo previše ukusno iz pera jednog od autora Pojmovnika.

Nedostaci projekta se mogu podijeliti na praktične i teorijske. Po pitanju praktičnih nedostataka s obzirom na postavljene ciljeve projekta moguće je primijetiti sljedeće. Užurbani proces izdavanja, zbog želje da se Pojmovnik nađe dostupan studentima od samog početka akademske godine je ostavio svojevrzne previde koji su podjednako promaknuli i uredniku D. Laucu i recenzentima. Primjerice, neke natuknice nisu dobro povezane (što je ispravljeno u onim pojmovima koji su izabrani za prikaz u ovome radu) i treba ih usustaviti prikladnije kako bi ontologija točnije reprezentirala odnose pojmova koje organizira. Prvenstveno, tu se radi o izostanku određenih širih i užih termina kod njihovih prirodnih prvih susjeda, jer su tijekom procesa izgradnje ontologije povezani s pojmovima koji su tada bili njima najbliži, iako to u posljednjoj verziji ontologije više nisu. Također, nekolicina natuknica koje su se bile spojile s drugima nisu izbrisane u ontologiji pa stvaraju dojam redundantnosti, a neke su u procesu kolaboracije slučajno izbrisane pa tako pojam „Srednjovjekovna logika“ osim svog engleskog terminološkog pandana nema nikakav drugi sadržaj. Dalje, neke od značajki koje su bile dostupne za vrijeme rada u Protégéu, a koje uvelike olakšavaju snalaženje u natuknicama, njihovo situiranje unutar šireg teorijskog

¹⁰⁵ Sličnu sudbinu imaju i pokušaji konstrukcije programskih jezika koji za cilj imaju postati univerzalno korišteni, iako samo postizu to da u već postojeću zbrku različitih jezika dodatno predstavljaju još jedan. Tome se ipak pokušalo doskočiti izostavljanjem korištenja novih termina gdje je to bilo moguće, nego se umjesto toga koristilo prijevodima i oblicima ustaljenima u tradiciji Odsjeka za filozofiju Filozofskog fakulteta u Zagrebu.

konteksta i pomažu pri referiranju na djela iz literature iz kojih su ti pojmovi originalni bili izvedeni – što pomaže pri daljnjem bavljenju njima onkraj kratkih napomena pruženih u Pojmovniku – izgubile su se pri prebacivanju u Wikibase okruženje. Konkretno, radi se o izostanku vrhovnih diobenih kategorija ontologije, koje su u Protégé verziji bile prisutne na svim razinama ontologije jer se nestručnom oku već nakon druge ili treće razine lako može izgubiti iz vida kojoj glavnoj podjeli određeni pojmovi pripadaju. To je još mnogo snažnije izraženo u samom Pojmovniku koji nije organiziran hijerarhijski već abecedno. Nasuprot tome, tu je i manjak izvora koji je originalno bio prisutan uz svaku natuknicu, kako bi zainteresirani čitatelj mogao samostalno dalje istraživati literaturu.¹⁰⁶ Ove bi se propuste trebalo ispraviti čim prije u idućem izdanju Pojmovnika.¹⁰⁷

Teorijski nedostaci puno su dublje prirode iako ih ne bi bilo previše zahtjevno adresirati u nastavljenom radu i ne tiču se glavnih ciljeva ontologije, koji su i dalje u službi pružanja dopunske literature studentima filozofije općenito. Međutim, vizija ontologije kao općeg podatkovnog središta pojmova vezanih uz svakovrsna bavljenja logikom, od njene najdalje povijesti do najrecentnijih istraživanja, nije moguća na ovako pojednostavljenim temeljima. Za početak, ontologija ne bi smjela biti na ovaj način geografski i kulturološki pristrana jer se čitava grana tradicionalne logike prikazuje sasvim eurocentrično, zanemarujući ne samo srednjovjekovnu tradiciju arapskih logičara koji su samostalno nastavili razvijati Aristotelove teorije, nego i sasvim autohtone oblike i tradicije indijske, i u manjoj mjeri kineske logike. U indijskoj filozofiji logika je sistematski proučavana kao zasebna disciplina još od 2. stoljeća stare ere, u okrilju više različitih škola poput ortodoksne Nyaye i neortodoksne buddhističke škole Dignage i Dharmakirtija. Osim toga, teorijska pristranost onome što se naziva klasičnom ili standardnom logikom shvatljiva je u kontekstu pedagoške funkcije Pojmovnika, ali iz perspektive aktivnog dijela logičarske zajednice u kojoj neklasični sustavi već više od pola stoljeća niču kao gljive poslije kiše nije moguće ignorirati bogatstvo predmetnih i metateorijskih rezultata koji stoje bok uz bok ili čak i premašuju one klasične. Opet, iako je razumljivo da su nastavni programi općenito ograničeni očištem kojeg zauzimaju, moguće je

¹⁰⁶ Također, još jedna neostvarena ideja bila je osim literature iz koje su pojmovi izvađeni dodati uz svaku natuknicu gdje je potrebno linkove na mrežna mjesta i video tutoriale u kojima se dotični pojmovi koriste i objašnjavaju.

¹⁰⁷ Što će biti teško, ne samo zbog trenutnog manjka zainteresiranih dobrovoljaca, nego i tehničke prepreke što je ontologiji koja je bila postavljena na privatnu Wikibase stranicu istekla domena bez da se napravio back-up posljednje verzije ontologije. Pa tako trenutno raspolažemo samo verzijom s Webprotégéa barem godinu dana starijom i po broju obrađenih natuknica bitno siromašnijom. No, s obzirom da je većina natuknica, a sve potrebne za studij, sačuvana u Pojmovniku, radi se samo o zahtjevnosti ponovnog ručnog upisivanja i kreiranja entiteta u pitanju.

da je to posljedica općenitog manjka interesa za logiku kao disciplinu na studijima filozofije, koji svojim programima često studente ostavljaju posve nespremnima ne samo za samostalan rad u području logike, nego i samostalno razumijevanje recentne literature. Ipak, to je donekle i očekivano u jednoj disciplini koja se nominalno iz povijesnih razloga veže uz odsjeke za filozofiju, iako se njome bave najčešće na odsjecima za matematiku.

6. Zaključak

Svrha ovog rada bila je teorijski kontekstualizirati, razložiti pozadinu i predstaviti dio ontologije logičkog pojmovlja na kojoj je autor ovog teksta radio u sklopu projekta na temelju kojeg je obavljena knjiga *Pojmovnik elementarne logike*. U prvom su poglavlju ontologije kao taksonomski alat predstavljene unutar discipline organizacije znanja, tj. konkretno kao jedan od sustava koncipiranih u te svrhe, te su određene kao relacijski sustav reprezentacije za obuhvaćanje različitih vrsta konceptualnih veza koje inheriraju u nekom sustavu znanja. U drugom poglavlju izloženi su stručni jaz i potreba na kojoj se zasnivala temeljna motivacija koja je stajala u podlozi pokretanja projekta. Pregledane su općenite tehničke dimenzije alata korištenih za dizajniranje ontologije te su naposljetku opisani i sama ontologija i pojmovnik generiran na njenoj bazi. Treće je poglavlje služilo kao ogledni primjerak odnosa pojmova na temelju grananja praćenog s obzirom na korijenski pojam, pokazujući bogatstvo odnosa koji su za svoju reprezentaciju zahtijevali takve mogućnosti ekspresivnosti. Na kraju je dana evaluacija projekta, razmotreni su njegovi doprinosi kao i nedostaci u kontekstu njegovih primarnih i sekundarnih ciljeva.

7. Literatura

1. Anamarija Banek, Davor Lauc, Karlo Mikić i Anamarija Tomek (2019). *Pojmovnik elementarne logike*. Zagreb: FF Press.
URL: <https://openbooks.ffzg.unizg.hr/index.php/FFpress/catalog/view/38/50/1910>
2. Alex Bennet, David Hughes Bennet (2004). „The Rise of the Knowledge Organization“, u: *Handbook on Knowledge Management 1: Knowledge Matters*, ur: Clyde W. Holsapple. Springer, str. 5–20.
URL: https://www.researchgate.net/profile/Alex-Bennet/publication/273689591_The_Rise_of_the_Knowledge_Organization/links/553ec3b40cf20184050f8c80/The-Rise-of-the-Knowledge-Organization.pdf
3. Ingetraut Dahlberg (1993). “Knowledge Organization: It’s Scope and Possibility”, *Knowledge Organization*, 20(4), str. 211–222.
4. Ingetraut Dahlberg (2006). “Knowledge Organization: A New Science?”, *Knowledge Organization*, 33(1), str. 11–19.
5. Dragan Gašević; Dragan Djurić; Vladan Devedžić (2009). *Model Driven Engineering and Ontology Development* (2nd ed.). Springer.
6. Nicola Guarino, Daniel Oberle, Steffen Staab (2009). “What is an ontology?”, u: Steffen Staab, Rudi Studer (ur.): *Handbook of ontologies*. Berlin, Heidelberg: Springer, str. 1–17.
URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.175.2138&rep=rep1&type=pdf>
7. Thomas R. Gruber (1993) “Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing Revision“, *International Journal Human-Computer Studies* 43, str. 907–928.
URL: <https://tomgruber.org/writing/onto-design.pdf>
8. Thomas R. Gruber (2008), “Ontology”, u: Ling Liu and M. Tamer Özsu (ur.) *Encyclopedia of Database Systems*, Springer-Verlag.
URL: <https://tomgruber.org/writing/definition-of-ontology>
9. Birger Hjørland, Claudio Gnoli (2017). “Domain Analysis”, *ISKO Encyclopedia of Knowledge Organization*,
URL: https://www.isko.org/cyclo/domain_analysis

10. Gail Hodge (2000). *Systems of Knowledge Organization for Digital Libraries: Beyond Traditional Authority Files*. The Digital Library Federation Council on Library and Information Resources: Washington DC.
URL: <https://www.clir.org/wp-content/uploads/sites/6/pub91.pdf>
11. Fulvio Mazzocchi (2018). “Knowledge Organization System (KOS)”, *ISKO Encyclopedia of Knowledge Organization*,
URL: <https://www.isko.org/cyclo/kos>
12. Claudia Müller-Birn et al. (2015). „Peer-production system or collaborative ontology engineering effort: What is Wikidata?“, u: *OpenSym '15: Proceedings of the 11th International Symposium on Open Collaboration*
URL: <https://eprints.soton.ac.uk/377397/1/paper-1.pdf>
13. Aida Slavić (2005). “Semantički Web, sustavi za organizaciju znanja i mrežni standardi”, u: Jadranka Lasić-Lazić (ur.) *Informacijske znanosti u procesu promjena*. Zagreb: Zavod za informacijske studije, 2005. str. 5–22.
14. Barry Smith, Christopher Welty (2001). “Ontology: Towards a New Synthesis” , u: Nicola Guarino (ur.) *Formal Ontology in Information Systems*. New York: ACM Press, str. 1.
URL: <https://philarchive.org/archive/SMIOTA-9>
15. M. L. Zeng (2008). “Knowledge Organization Systems (KOS)”, *Knowledge Organization* 35(2/3), str. 160–182.
16. Wikibase, *Wikimedia Deutschland*, URL: <https://wikiba.se/>
17. MediaWiki, *Wikipedia, The Free Encyclopedia*,
URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/MediaWiki>

Popis slika

- Slika 1 – Izvor: Anamarija Banek, Davor Lauc, Karlo Mikić i Anamarija Tomek (2019). *Pojmovnik elementarne logike*. Zagreb: FF Press.
- Slika 2 – Izvor: generirano pomoću alata *RDF Grapher*,
URL: <https://www.ldf.fi/service/rdf-grapher>
- Slika 3 – Izvor: generirano pomoću alata *isSemantic*
URL: <https://issemantic.net/rdf-visualizer>
- Slika 4 – Izvor: vlastita izrada

Razvoj sustava za organizaciju znanja na primjeru ontologije logičkoga nazivlja

Sažetak

Ovaj diplomski rad bavi se prikazom ontologije logičkih pojmova koja stoji u pozadini Pojmovnika elementarne logike. Podijeljen je na tri poglavlja u kojima se od općeg teorijskog konteksta ide prema sve specifičnijem sagledavanju ključnih aspekata ontologije, te četvrto koje nastoji evaluirati rezultate predstavljenog projekta.

Ključne riječi: relacijski sustavi za organizaciju znanja, ontologije, WebProtégé, Wikibase, logička terminologija

Developing a Knowledge Organization System Exemplified by an Ontology for Logical Terminology

Summary

The aim of this thesis is to present the ontology of concepts from logic which was used to produce the Glossary of elementary logic. The thesis is divided into three chapters which are moving from a general theoretical standpoint to more and more specific examination of some key aspects of the ontology, and the fourth one which evaluates the results of the presented project.

Key words: relational knowledge organization systems, ontologies, WebProtégé, Wikibase, logical terminology