

Ontologija metapodatkovnih standarda

Vilček, Tena

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Filozofski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:142:974651>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-26**



FILOZOFSKI FAKULTET
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

Repository / Repozitorij:

[FFOS-repository - Repository of the Faculty of Humanities and Social Sciences Osijek](#)



Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku

Filozofski fakultet

Dvopredmetni diplomski studij informatologije i informacijske tehnologije

Tena Vilček

Ontologija metapodatkovnih standarda

Diplomski rad

Mentor: doc. dr. sc. Boris Bosančić

Osijek, 2019.

Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku

Filozofski fakultet

Odsjek za informacijske znanosti

Dvopredmetni diplomski studij informatologije i informacijske tehnologije

Tena Vilček

Ontologija metapodatkovnih standarda

Diplomski rad

Društvene znanosti, Informacijske i komunikacijske znanosti, Informacijski sustavi
i informatologija

Mentor: doc. dr. sc. Boris Bosančić

Osijek, 2019.

Prilog: Izjava o akademskoj čestitosti i o suglasnosti za javno objavljivanje

Obveza je studenta da donju Izjavu vlastoručno potpiše i umetne kao treću stranicu završnog odnosno diplomskog rada.

IZJAVA

Izjavljujem s punom materijalnom i moralnom odgovornošću da sam ovaj rad samostalno napravio te da u njemu nema kopiranih ili prepisanih dijelova teksta tuđih radova, a da nisu označeni kao citati s napisanim izvorom odakle su preneseni.

Svojim vlastoručnim potpisom potvrđujem da sam suglasan da Filozofski fakultet Osijek trajno pohrani i javno objavi ovaj moj rad u internetskoj bazi završnih i diplomskih radova knjižnice Filozofskog fakulteta Osijek, knjižnice Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu.

U Osijeku, datum 07.06.2019.

Tea Mikić, 0122215569
ime i prezime studenta, JMBAG

Sažetak

Svrha rada ogleđa se u osvrtu na trenutni razvoj računalnih ontologija te izradi računalne ontologije metapodatkovnih standarda za potrebe upravljanja metapodacima u mrežnom okruženju. U teorijskom dijelu rada govori se o tehnologijama semantičkog weba - URI/IRI-ju, RDF-u, SPARQL-u, te razvoju računalnih ontologija, s naglaskom na njihovu povijest, definiciju i svojstva. Nadalje, dan je i prikaz ontologijskih jezika RDF Scheme i OWL-a (u kojemu i kreirana ontologija metapodatkovnih standarda) te osnovnih pojmova i koncepata koji se pojavljuju u njima, a na koncu, i prikaz područja inženjerstva ontologija te konkretnih primjera postojećih ontologija na mreži. U praktičnom dijelu rada, a prije samog opisa izrade ontologije metapodatkovnih standarda, izložen je kratki osvrt o domeni ontologije – području metapodatkovnih standarda. U opisu izrade ontologije metapodatkovnih standarda navedeni su primjeri deklaracija korištenih klasa, anotirajućih, podatkovnih i objektnih svojstava, te instanci klasa. Također, pokazano je na koji način se automatskim zaključivanjem dolazi do novih znanja u ontologiji, ali i kako je moguće koristiti SPARQL upitni jezik za dobivanje dodatnih informacija iz ontologije. Izradom ove ontologije pokazano je da ontologija metapodatkovnih standarda može pomoći metapodatkovnim stručnjacima u kategorizaciji shema metapodataka i pripadnih elemenata, mapiranju istih te kreiranju aplikacijskih profila.

Ključne riječi: semantički web, ontologija, metapodatkovni standardi, sheme metapodataka, OWL, RDF Schema.

Sadržaj

| | |
|--|----|
| 1. Uvod..... | 1 |
| 2. Računalne ontologije | 3 |
| 2.1. Semantički web..... | 3 |
| 2.1.1. Uvod u semantički web..... | 3 |
| 2.1.2. Tehnologije semantičkog weba..... | 4 |
| 2.2. Povijest računalnih ontologija..... | 6 |
| 2.3. Definicija i svojstva računalne ontologije..... | 8 |
| 2.5. Ontologijski jezici..... | 10 |
| 2.5.1. Uvod u ontologijske jezike | 10 |
| 2.5.2. RDF Schema | 11 |
| 2.5.3. OWL | 12 |
| 2.6. Primjeri ontologija | 16 |
| 2.7. Inženjerstvo ontologija i izazovi u izgradnji ontologija i njihovom korištenju..... | 18 |
| 3. Razvoj ontologije metapodatkovnih standarda..... | 20 |
| 3.1. Svrha i ciljevi rada | 20 |
| 3.2. O domeni ontologije metapodatkovnih standarda | 20 |
| 3.3. Tehničke informacije o ontologiji..... | 26 |
| 3.4. Razvoj ontologije metapodatkovnih standarda..... | 28 |
| 3.4.1. Nazivi koncepata u ontologiji i anotacije o ontologiji | 28 |
| 3.4.2. Deklariranje i opis klasa u ontologiji | 30 |
| 3.4.3. Deklariranje objektnih i svojstava tipova podataka | 34 |
| 3.4.4. Deklariranje instanci | 42 |
| 3.4.5. SPARQL upiti..... | 44 |

| | |
|-------------------------|----|
| 4.5. Rasprava..... | 46 |
| 6. Zaključak..... | 48 |
| Literatura | 50 |
| Prilog..... | 55 |

1. Uvod

World Wide Web (u nastavku *web*) predstavlja jednu od usluga interneta koja omogućuje pristup i razmjenu podataka, informacija te multimedijalnih sadržaja na mreži. Glavni začetnik weba Tim Berners Lee kontinuirano radi na njegovom usavršavanju, pa je tako moguće govoriti o nekoliko generacija weba. Web 1.0 predstavljao je web prve generacije namijenjen isključivo pretraživanju i čitanju podatke; to znači da je jedna od glavnih značajki weba bila statičnost. Značajna promjena koja je dovela do druge generacije weba (Web 2.0) bila je dinamičnost koja je postignuta korištenjem novih tehnologija. Za razliku od prve generacije, Web 2.0 omogućavao je i uređivanja sadržaja, odnosno korisnici weba postali su ujedno i kreatori sadržaja. Korak dalje želi se postići trećom generacijom weba (Web 3.0), odnosno semantičkim webom koji predstavlja web značenja, odnosno web podataka. Jednu od ključnih tehnologija semantičkog weba čine ontologije koje omogućuju semantičko opisivanje određene domene znanja na strojno-čitljiv način.¹

Znanje čini treći sloj DIKW (engl. *Data-Information-Knowledge-Wisdom*) hijerarhije, poznate i pod pojmom informacijske hijerarhije, piramide znanja i sl. DIKW hijerarhija predstavlja jedan od temeljnih modela koji služi za kontekstualizaciju podataka, informacija, znanja i mudrosti te opisivanje procesa transformacije entiteta niže razine hijerarhije u entitet više razine. Temeljni sloj ove hijerarhije čini pojam podatka koji je izrazito apstraktne naravi. Ideja DIKW hijerarhije ogleda se u (pret)postavci da se podaci mogu koristiti za stvaranje informacija, informacije za stvaranje znanja, a znanje za stvaranje mudrosti.² U kontekstu ovog rada važno je staviti naglasak na pojam podatka koji se često definira kao simbol koji predstavlja svojstvo objekta, događaja i okoline. Sami podaci zapravo su rezultat promatranja i kao takvi nemaju vrijednost dok se ne upotrijebe. No, upravo oni su temelj informacija, a koje se najčešće definiraju kao procesuirani podaci koji odgovaraju na pitanja tko, što, gdje i kada.³

Postoje različite podjele i vrste podataka, a jednu od vrsta podataka čine i metapodaci. Mnogobrojni autori definirali su metapodatke na različite načine, no sama definicija se u konačnici

¹ Usp. Aghaei, Sareh; Nematbakhsh, Mohammad Ali; Khosravi Farsani, Hadi. Evolution of the World Wide Web: From Web 1.0 to Web 4.0. // *International Journal of Web & Semantic Technology (IJWesT)* 3, 1(2012), str. 1-7. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/8cb3/93c3229e8f288febfa4dac12a0f6298efb93.pdf> (2019-05-10)

² Usp. Rowley, Jennifer. The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. // *Journal of Information Science* 33, 2(2007), str. 163-164.

³ Usp. Isto, str. 166.

može svesti na to da su metapodaci zapravo podaci o podacima,⁴ odnosno da služe za opisivanje određenog sadržaja ili izvora. Skupovi metapodataka, odnosno metapodatkovnih elemenata i pravila za njihovu uporabu čine shemu metapodataka koja se može koristiti ovisno o potrebama onoga tko ih koristi.⁵

U ovom radu povezat će se područje ontologije i metapodataka na način da će se prikazati praktični razvoj računalne ontologije koja opisuje znanje iz područja metapodataka, odnosno metapodatkovnih standarda. Svrha rada je izraditi ontologiju metapodatkovnih standarda i pokazati kako ona može biti od koristi metapodatkovnim stručnjacima u postupku upravljanja metapodatkovnim shemama u mrežnom okruženju. Prije izrade ontologije pretpostavljeno je da ontologija može pomoći u kategorizaciji shema metapodataka, mapiranju elemenata metapodatkovnih shema te kreiranju aplikacijskih profila. U skladu s navedenom svrhom, u prvom dijelu rada dat će se kratki pregled razvoja semantičkog weba i pripadnih tehnologija. Nakon toga, slijedi teorijski pregled područja računalnih ontologija u kojem će se izložiti kratka povijest te nekoliko definicija i svojstava računalnih ontologija. Nadalje, bit će riječi o ontologijskim jezicima, inženjerstvu ontologija, a na kraju, navest će se i nekoliko konkretnih primjera ontologija različitih domena znanja. U praktičnom dijelu rada, a prije opisa postupka izrade ontologije metapodatkovnih standarda, ukratko će se izložiti teorijski pregled domene ontologije, odnosno područja metapodatkovnih standarda, a zatim i detaljno opisati nastanak računalne ontologije metapodatkovnih standarda kroz opis svih klasa, svojstava i instanci klasa koji su unutar nje deklarirani. Pritom, potrebno je naglasiti da je ontologija izrađena u sklopu ovog rada oglednog, pokaznog karaktera i da je, kao takva, daleko od svoje potpunosti. U skladu s tim, u nju je uključeno tek nekoliko metapodatkovnih shema s njihovim elementima, uz druge standarde. Ali s druge strane, ontologija metapodatkovnih standarda ostaje otvorena za stalnu nadopunu i mogućnost da jednoga dana dospije do razine uobičajenog alata za upravljanje metapodatkovnim standardima u mrežnom okruženju koji će metapodatkovni stručnjak rabiti u svom svakodnevnom radu.

⁴ Usp. Caplan, Priscilla. Metadata fundamentals for all librarians. Chicago: American Library Association, 2003. Str. 1.

⁵ Usp. Isto, str. 6.

2. Računalne ontologije

2.1. Semantički web

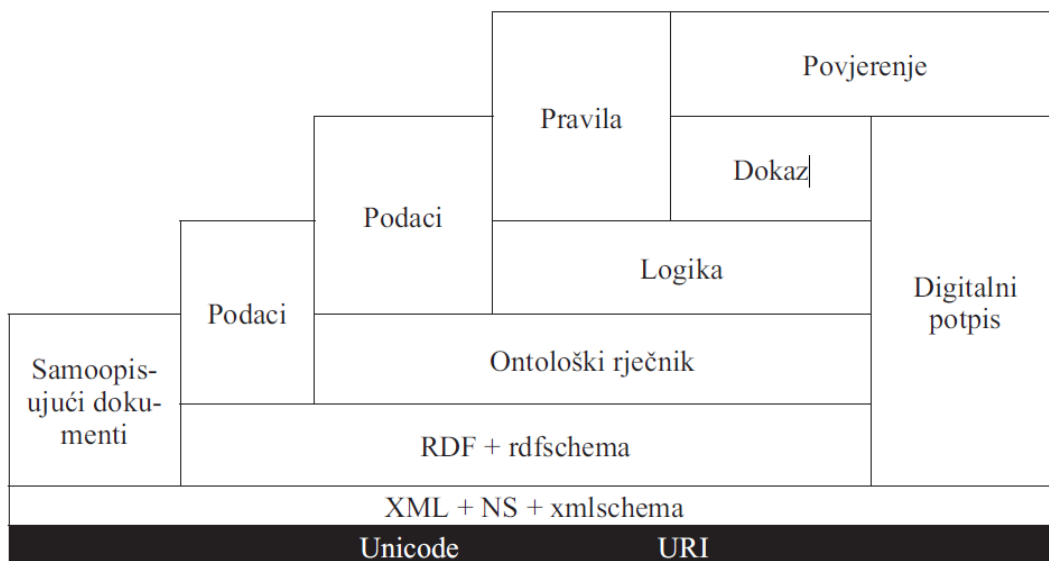
2.1.1. Uvod u semantički web

Tim Berners-Lee je 1989. godine pokrenuo razvoj weba koji se temeljio na tri ključne tehnologije: HTML-u (*HyperText Markup Language*), URI/IRI-ju (*Uniform Resource Identifier / International Resource Identifier*) i hipervezama (engl. *hyperlinks*), tj. poveznicama temeljenim na HTTP-u (*Hypertext Transfer Protocol*).⁶ Najvažnija organizacija koja se brine o razvoju weba, mrežnim tehnologijama i standardima - W3C (*World Wide Web Consortium*), nastala je 1994. godine, također na inicijativu Berners-Lee-ja. Jedan od projekata W3C-a je i semantički web kojemu je glavni cilj zamijeniti tzv. web poveznica (engl. *web of links*) webom značenja (engl. *web of meaning*). Do sada je web funkcionirao na način da nije slijedio strojne formate, odnosno, slijedio je upute čovjeka, a posljedica toga je enorman porast broja poveznica. Cilj semantičkog weba je premostiti taj raskorak, odnosno jaz između čovjeka i računala, tj. između ljudske i strojne čitljivosti.⁷ Berners-Lee kreator je tzv. "Torte dijagrama" semantičkog weba (Slika 1.), na osnovi kojeg se može zaključiti kako on ne nastoji zamijeniti postojeći web, već ga unaprijediti, poboljšati, proširiti.⁸ Model "Torta dijagrama" semantičkog weba prikazuje slojeve koje je moguće protumačiti i kao zahtjeve koje je potrebno ispuniti (kroz razvoj i implementaciju određene tehnologije) kako bi se došlo do konačnog cilja, odnosno do realizacije semantičkog weba.

⁶ Usp. Legg, Catherine. Ontologije na semantičkom webu. // Vjesnik bibliotekara Hrvatske 53, 1(2010), str. 156. URL: <http://www.hkdrustvo.hr/datoteke/838/vbh/God.53> (2018-07-10)

⁷ Usp. Isto, str. 158.

⁸ Usp. Isto, str. 160.



Slika 1. Torta dijagram semantičkog weba (2007).

2.1.2. Tehnologije semantičkog weba

Infrastruktura semantičkog weba sastoji se od tehnologija koje su navedene u prethodnom modelu, ali i mnogo drugih. Može se reći kako postoji nekoliko tehnologija ključnih za razvoj semantičkog weba: URI/IRI, XML (*Extensible Markup Language*), RDF (*Resource Description Framework*), SPARQL (*Simple Protocol and RDF Query Language*), RDFS (*RDF Schema*), te OWL (*Web Ontology Language*).⁹

URI/IRI služi za identifikaciju izvora a mreži,¹⁰ a često obuhvaća URL (*Uniform Resource Locator*) i URN (*Unique Resource Names*). URL služi za lociranje izvora, a URN za imenovanje izvora čime se zapravo određuje njegova jedinstvenost.¹¹

Prema Berners-Lee-ju, XML i RDF (uz ontologije) su najznačajnije tehnologije koje se koriste za semantički web. XML omogućuje stvaranje vlastitih oznaka koje označavaju mrežne stranice ili dijelove stranica, odnosno XML-om se strukturiraju dokumenti.¹² XML je koristan za

⁹ Usp. Harth, Andreas; Janik, Maciej; Staab, Steffen. Semantic web architecture. // Handbook of semantic web technologies. / Domingue, John; Fensel, Dieter; Hendler, James A. New York, Springer, 2011. Str. 50.

¹⁰ Usp. Isto.

¹¹ Usp. Legg, Catherine. Nav. dj., str. 157.

¹² Usp. Berners-Lee, Tim; Hendler, James; Lassila, Ora. The semantic web, 2001. Str. 2. URL: https://www-sop.inria.fr/acacia/cours/essi2006/Scientific%20American_%20Feature%20Article_%20The%20Semantic%20Web%20May%202001.pdf (2019-04-12)

razmjenu podataka, tj. informacija na webu, no on je „samo“ tehnologija koja je vezana uz sintaksu, jer opisuju strukturu informacija u dokumentu, ali ne i njihovu semantiku.¹³

Druga tehnologija koju je Berners-Lee naveo kao ključnu za semantički web je RDF. RDF je okvir, tj. model podataka za opisivanje mrežnih izvora.¹⁴ RDF dokument se sastoji od tvrdnji, tj. izjava (engl. RDF Statements) koje tvrde kako određene stvari, tj. objekti koji se opisuju posjeduju svojstva s određenim vrijednostima.¹⁵ Tvrdnja se sastoji od tzv. subjekta/resursa, predikata/svojstva i objekta/vrijednosti svojstva, a koji su najčešće identificirani URI/IRI-jem.¹⁶ Primjer RDF izjave u kojoj se tvrdi da knjiga Majstor i Margarita ima autora Mihaila Bulgakova, s proizvoljnim imenskim prostorom prefiksa 'tv' u Turtle serijalizaciji, izgleda ovako:

```
tv:Majstor_i_Margarita    tv:imaAutora    tv:Mihail_Bulgakov .
```

U RDF izjavi `tv:Majstor_i_Margarita` predstavlja subjekt/resurs, `tv:imaAutora` predikat/svojstvo, a `tv:Mihail_Bulgakov` objekt/vrijednost svojstva RDF izjave. U pogledu RDF-a važno je naglasiti da se gotovo sve komponente RDF izjave u okviru semantičkog weba identificiraju (pa čak i "nazivaju") HTTP URI/IRI-jima, a ne leksičkim nazivima. Jedini slučaj kada se u RDF izjavi može javiti slovna vrijednost je RDF izjava sa slovnom vrijednošću unutar objekta RDF izjave.

Upitni jezik za postavljanje upita nad jednom ili više RDF datoteka naziva se SPARQL. Sama SPARQL sintaksa kombinacija je SQL-a (*Structured Query Language*) (koriste se naredbe kao što je SELECT, za postavljanje uvjeta koristi se WHERE i sl.) i Turtle-a (jednaka funkcija interpunkcijskih znakova u upitima), no potrebno je istaknuti kako SPARQL i SQL nemaju mnogo sličnosti, jer se izvršavaju na različitim podatkovnim strukturama. Za pokretanje SPARQL upita potrebno je instalirati softver koji se naziva tripletno ili grafičko spremište (engl. *triplet*

¹³ Usp. Antoniou, Grigoris; Groth, Paul; Van Harelen, Frank; Hoekstra, Rinke. A semantic web primer. Cambridge, London: The MIT Press, 2012. Str. 8-9.

¹⁴ Usp. Domingue, John; Fensel, Dieter; Hendler, James A. Introduction to the semantic web technologies. // Handbook of semantic web technologies. / Domingue, John; Fensel, Dieter; Hendler, James A. New York, Springer, 2011. Str. 15.

¹⁵ Usp. Berners-Lee, Tim; Hendler, James; Lassila, Ora. Nav. dj., str. 2.

¹⁶ Usp. Harth, Andreas; Janik, Maciej; Staab, Steffen. Nav. dj., str. 56.

store/graphic store), ali je i na webu moguće pronaći više SPARQL pristupnih točaka (engl. *SPARQL endpoints*) kroz mrežne inačice grafičkih spremišta (npr. *Virtuoso*).¹⁷

Srodne tehnologije RDF-u, koje su gore spomenute i također važne za semantički web, su RDFS i OWL. Upravo o njima će biti više govora u sljedećim poglavljima.

2.2. Povijest računalnih ontologija

Četvrti sloj Berners-Lee-jeve "Torte dijagrama" i treća komponenta koju on smatra ključnom za semantički web čine ontologijski rječnici, odnosno ontologije. Ontologije se najkraće mogu opisati kao formalno razumijevanje određenog područja znanja, odnosno kao semantika određene domene. Iako je danas istraživanje ontologija postalo interdisciplinarno kombinirajući područja filozofije, logike, lingvistike i računalnih znanosti, one su prvotno bile u fokusu zanimanja filozofa još u Staroj Grčkoj.¹⁸

Riječ ontologija potječe od grčkih riječi *ontos* i *logos*, a označava znanost o biću.¹⁹ Ontolozi nastoje izgraditi teoriju o vrstama svih stvari koje postoje, uključujući i njihove međusobne odnose. Još u godinama prije kršćanske ere, Aristotel je prvi pokušao kategorizirati, odnosno usustaviti ljudsko znanje u djelu *Kategorije*. On je sustavno i logički razlikovao subjekt i predikat iskaza te je na temelju toga definirao deset kategorija koje predstavljaju jedan od prvih pokušaja uspostave sustavne formalne ontologije: supstancija, kvantiteta, kvaliteta, odnosi, mjesta, vremena, položaji, imanje, djelovanje i trpljenje. Aristotel se smatra ocem znanosti o klasifikaciji, odnosno znanosti koja se bavi hijerarhijski kategoriziranim znanjem u kojemu kategorije omogućuju nasljeđivanje znanja iz više u nižu kategoriju. Aristotelov rod-vrsta odnos kasnije se primijenio i u razvoju srednjovjekovnog tzv. stabla znanja, a kasnije, u 19. st., Aristotelov logički okvir razvija se u modernu teoriju skupova, koja zapravo postaje osnova za značajan dio razvoja

¹⁷ Usp. Bosančić, Boris. Otvoreni povezani podatci i metapodatci. // Otvorenost u znanosti i visokom obrazovanju. / Hebrang Grgić, Ivana. Zagreb: Školska knjiga, 2018. Str. 186.

¹⁸ Usp. Jarrar, Mustafa; Meersman, Robert. Ontology engineering – the DOGMA approach. // Advances in web semantics I: ontologies, web services and applied semantic web / Dillon, Tharam S...[et al.]. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2009. Str. 7.

¹⁹ Usp. Ontologija. // Hrvatska enciklopedija. Leksikografski zavod Miroslav Krleža. URL: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=45185> (2019-04-13)

suvremene formalne ontologije.²⁰ U ranom novom vijeku dolazi do pojave empirističkih stajališta po kojima se znanje stječe iskustvom, a koja su znatno usporila razvoj formalne ontologije.²¹

Immanuel Kant (18. st.) nastojao je dokazati kako postoji znanje koje prethodi svakom iskustvu.²² Kantov cilj nije bio kategorizirati stvari u svijetu, već odrediti koje kategorije pripadaju sustavu ljudskih kategorija, pa je tako osmislio vlastiti sustav od četiri kategorije: kvantiteta (jedinstvo, množina i cjelokupnost), kvaliteta (stvarnost, negacija, ograničenje), relacije, tj. odnosi (inherencija i supstancija, uzrok i posljedica, zajednica) i modalitet (mogućnost, egzistencija, nužnost).²³ Pobornici empirizma su smatrali kako se znanje može rastaviti na temeljne gradivne blokove, dok je Kant tvrdio kako se značenje nekog iskaza ne može svesti samo na značenje njegovog subjekta ili predikata, već je važno njihovo jedinstvo, odnosno značenje njihove kombinacije.²⁴

U 19. i 20. st. su se pojavljivali mnogobrojni filozofi i logičari s različitim teorijama koje su utjecale na razvoj ontologija. Neki od njih su Frege i Pierce - koji su doprinijeli izumu i razvoju predikatne logike, zatim Russel - koji je pobio Fregeove postavke, jer je otkrio proturječnosti u njegovu taksonomskom sustavu,²⁵ Husserl - koji se smatra osnivačem fenomenologije²⁶ i mnogi drugi.

Sredinom 20. st., točnije 1956. g. utemeljeno je znanstveno područje umjetne inteligencije, a ontologije postaju jedno od područja kojima se bavi i umjetna inteligencija.²⁷ Ontologije se započinju najviše koristiti u području predstavljanja znanja (engl. *knowledge representation*)

²⁰ Usp. Legg, Catherine. Nav. dj., str. 173.

²¹ Usp. Isto, str. 173.

²² Usp. Isto, str. 174.

²³ Usp. Almeida, Mauricio Barcellos. Revisiting ontologies: A necessary clarification. // Journal of the American Society for Information Science & Technology 64, 8(2013), str. 1684-1685. URL: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=b0470435-3473-49d3-a222-aae21451b0c7%40pdc-v-sessmgr01> (2018-07-10)

²⁴ Usp. Legg, Catherine. Nav. dj., str. 174.

²⁵ Usp. Isto, str. 174-175.

²⁶ Usp. Almeida, Mauricio Barcellos. Nav. dj., str. 1685-1686.

²⁷ Usp. Bosančić, Boris. Prema 'povezanom znanju': primjena računalnih ontologija u okruženju povezanih podataka. // 20. seminar Arhivi, Knjižnice, Muzeji: mogućnosti suradnje u okruženju globalne informacijske infrastrukture. Zagreb: Hrvatsko muzejsko društvo, 2017. Str. 134.

označavajući opću strukturu koncepata predstavljenih logičkim rječnikom, da bi u 2000-im postale i jednim od glavnih pokretača razvoja semantičkog weba.²⁸

2.3. Definicija i svojstva računalne ontologije

Jedna od definicija filozofske ontologije a koja se može primijeniti i u računalnom okruženju govori kako je to znanost o onome što jest, vrstama i strukturama objekata, svojstvima, događajima, procesima i odnosima u različitim područjima stvarnosti.²⁹ Jedna od najpoznatijih definicija računalne ontologije potječe od Grubera i glasi: računalna ili formalna ontologija predstavlja eksplicitnu specifikaciju konceptualizacije (određenog područja ljudskog znanja).³⁰ 'Konceptualizacija' predstavlja apstraktni model, 'eksplicitno' znači da elementi moraju biti formalno iskazani, 'formalna' indicira na to da specifikacija treba biti strojno čitljiva, a 'područje ljudskog znanja' predstavlja određenu domenu ontologije.³¹ Nadalje, Bosančić računalnu ontologiju definira kao metodu predstavljanja znanja koja definira koncepte i odnose među njima unutar određene domene ljudskog znanja.³² Legg definira formalnu ontologiju kao strojno čitljivu teoriju najtemeljnijih kategorija koje su potrebne da bi se shvatila pripadnost informacije određenoj domeni znanja.³³

W3C definira pojam rječnika (engl. *vocabulary*) navodeći kako ne postoji jasna podjela između rječnika i ontologije. Rječnici u kontekstu semantičkog weba definiraju koncepte i odnose (engl. *term/relationship*) koji se koriste za opisivanje i predstavljanje određenog područja znanja. Također, koriste se za klasifikaciju pojmova, tj. odnosa (engl. *term*) koji se mogu koristiti u određenoj primjeni, za opisivanje mogućih odnosa i definiranje mogućih ograničenja u korištenju tih pojmova, tj. odnosa. Navodi se i kako je u trendu koristiti pojam ontologije za znatno složenije i formalnije zbirke pojmova, a rječnik kada nije potrebna stroga formalnost. Prema W3C-u uloga rječnika, tj. ontologija je pomoći pri integraciji podataka, primjerice, kada se radi o dvosmislenosti

²⁸ Usp. Almeida, Mauricio Barcellos. Nav. dj., str. 1687.

²⁹ Usp. Smith, Barry; Welty, Christopher. *Ontology: towards a new synthesis*. // Proceedings of the international conference on Formal Ontology in Information Systems, (2001), str. 3. URL: <http://mba.eci.ufmg.br/downloads/recol/piii-foreword.pdf> (2019-04-13)

³⁰ Usp. Gruber, T. R. A translation approach to portable ontology specifications. // *Knowledge acquisition* 5, 2(1993), str. 199.

³¹ Usp. Arbanas, Krunoslav; Čubrilo, Mirko. *Ontology in information security*. // *Journal of Information and Organizational Sciences* 39, 2(2015). Str. 109-110. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/220279> (2019-04-13)

³² Usp. Bosančić, Boris. *Prema 'povezanom znanju': primjena računalnih ontologija u okruženju povezanih podataka*. Str. 132.

³³ Usp. Legg, Catherine. Nav. dj., str. 155.

određenog pojma u različitim setovima podataka i sl. Kao primjer se navodi primjena ontologija u polju zdravstvene skrbi gdje ih medicinski stručnjaci koriste kako bi predstavili znanje o simptomima, bolestima i tretmanima pacijenata. Farmaceutske tvrtke ih koriste kako bi predstavile informacije, tj. znanje o lijekovima, dozama i alergijama. Kombinacija znanja iz navedenih polja s podacima o pacijentima omogućuje cijeli niz inteligentnih primjena ontologija kao što su primjena u alatima za podršku odlučivanju koji pretražuju moguće tretmane, sustave koji nadziru učinkovitost lijekova i sl. Nadalje, sljedeća primjena ontologija veže se uz područje organizacije znanja. Knjižnice, muzeji, novinske kuće, sustavi za društveno umrežavanje i ostale zajednice koje upravljaju velikim zbirkama knjiga, povijesnim artefaktima, izvješćima i sl. mogu, odnosno trebaju koristiti rječnike, tj. ontologije kako bi se pridružili razvoju povezanih podataka (engl. *linked data*).³⁴

Dva temeljna svojstva svake ontologije su usustavljenje terminološki uređenog znanja, što se smatra prednošću ontologije, te neuskладivost izražajnosti i mogućnosti automatskog zaključivanja, a što predstavlja njen nedostatak. Kao još jedan nedostatak može se navesti i problem ostvarivanja suglasnosti, tj. sporazuma stručnjaka pri izgradnji ontologija određene domene znanja.³⁵ Hepp u svom radu predlaže šest osnovnih značajki, tj. svojstava ontologija prema kojima ih je moguće klasificirati:

1. Izražajnost formalizma u specificiranju ontologija, pri čemu veća izražajnost omogućuje sofisticiranije zaključivanje i isključuje neželjene interpretacije, no zahtjeva više truda pri samoj izradi ontologije. Također, što je veća izražajnost to je teže korisnicima razumjeti samu ontologiju, jer to zahtjeva dobro poznavanje logike.
2. Veličina relevantne zajednice, što znači da ontologije koje su namijenjene većoj zajednici moraju biti lako razumljive, dobro dokumentirane i ograničene veličine.
3. Konceptualna dinamika domene, odnosno količina novih konceptualnih elemenata i promjena značenja postojećih elemenata u određenom razdoblju. Normalno je da dolazi do pojave novih relevantnih kategorija, do promjena definicija i sl., pa to zahtjeva primjenu

³⁴ Usp. W3C. Vocabularies. URL: <https://www.w3.org/standards/semanticweb/ontology> (2019-04-13)

³⁵ Usp. Bosančić, Boris. Prema 'povezanom znanju': primjena računalnih ontologija u okruženju povezanih podataka. Str. 133.

odgovarajuće strategije verzioniranja, no, što je veća dinamičnost u određenoj domeni, sve je teže održavati bogatu aksiomatiziranu ontologiju.

4. Broj konceptualnih elemenata koji se odražava u veličini same ontologije. Što je veća ontologija to ju je teže vizualizirati, a ujedno zahtjeva više truda za pregledavanje. Također, veličina ontologije utječe i na mogućnost automatskog zaključivanja.
5. Stupanj subjektivnosti u konceptualizaciji pojedine domene, tj. stupanj do kojeg je poimanje koncepata različito među različitim sudionicima.
6. Prosječna veličina specifikacije pojedinog elementa, a što utječe na napor, odnosno trud koji je potreban za postizanje konsenzusa, za kodiranje same ontologije i sl.³⁶

Prema jednoj podjeli, ontologije je moguće podijeliti na tzv. 'lagane' (engl. *lightweight*) i 'teške' (engl. *heavyweight*). Ono što razlikuje ove dvije vrste ontologija su količina i značajke aksioma koji su uključeni u samu ontologiju.³⁷ Druga podjela ontologija dijeli ih na tzv. ontologije više razine (engl. *upper-level ontologies*) i ontologije domene znanja (engl. *domain ontologies*). Ontologije više razine nastoje opisati vrlo apstraktne i opće pojmove koji se zatim mogu primijeniti u mnogo različitih domena. S obzirom na to da su ove ontologije preopćenite, one se često koriste kao pomoć pri izradi ontologije domene koje su specifičnije, jer obuhvaćaju znanje unutar određene domene kao što su npr. geografija, medicina i sl.³⁸

2.5. Ontologijski jezici

2.5.1. Uvod u ontologijske jezike

Ontologijski jezici služe za formalno izražavanje računalne ontologije, a najvažniji zahtjevi koje moraju ispuniti su sintaksa, formalna semantika, izražajna moć, konvencivni izrazi (tj. prikladnost

³⁶ Usp. Hepp, Martin. Ontologies: state of the art, business potential, and grand challenges. // *Ontology management: semantic web, semantic web services, and business applications* / Hepp, Martin... [et al.]. New York: Springer Science+Business Media, LLC, 2008. Str. 8-10.

³⁷ Usp. Corcho, Oscar; Poveda-Villalon, María; Gomez-Perez, Asuncion. Ontology engineering in the era of linked data. // *Bulletin of the Association for Information Science & Technology* 41, 4(2015). Str. 14. URL: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=948d3c1a-106e-4b15-9383-f0ddecad466%40sessionmgr4006> (2018-09-13)

³⁸ Usp. Grimm, Stephan...[et al.]. Ontologies and the semantic web. // *Handbook of semantic web technologies.* / Domingue, John; Fensel, Dieter; Hendler, James A. New York, Springer, 2011. Str. 522-523.

izraza) i djelotvorna podrška za zaključivanje.³⁹ U sljedećim poglavljima bit će predstavljena dva važna ontologijska jezika za predstavljanje znanja koja su nastala kao rezultat rada W3C organizacije: *RDF Schema* i *Web Ontology Language*.⁴⁰

2.5.2. RDF Schema

RDF Schema pruža vokabular za modeliranje RDF podataka (engl. *data-modelling vocabulary*), odnosno predstavlja semantički dodatak RDF-u. RDFS-om se opisuju skupine povezanih izvora (engl. *resources*) i njihovih odnosa. Navedene skupine izvora koriste se za određivanje značajki drugih izvora, kao što su domene i opsezi svojstava itd. Dakle, RDFS opisuje svojstva u smislu klasa izvora na koje se primjenjuju, a što se očituje kroz ulogu domene i opsega.⁴¹

Klase su apstraktni nazivi za skupine izvora, dok se konkretni entiteti, tj. članovi klase nazivaju instancama. Klase se identificiraju URI/IRI-jima i mogu se opisivati RDF svojstvima. RDF svojstvo može se definirati kao odnos između subjekta izvora i objekta izvora.⁴²

Sve stvari koje se opisuju RDFS-om nazivaju se resursi ili izvori, te su ujedno instance klase `rdfs:Resource`. To je klasa svih izvora odnosno 'svega', te su sve druge klase njene instance. S druge strane, `rdfs:Resource` je instanca klase `rdfs:Class`, koja pak predstavlja 'klasu svih klasa' pa zbog toga uključuje i klasu `rdfs:Resource`. Osim toga, `rdfs:Class` je ujedno instanca same sebe, tj. klase `rdfs:Class`. `rdfs:Literal` označava klasu literarnih vrijednosti kao što su slova i brojevi. `rdfs:Datatype` je klasa tipova podataka, a svaka instanca ove klase je ujedno podklasa klase `rdfs:Literal`.⁴³ `rdf:Property` je klasa RDF svojstava. `rdfs:subPropertyOf` svojstvo je instanca klase `rdf:Property`, te se koristi za izražavanje odnosa u kojem je određeno svojstvo podsvojstvo nekog svojstva. `rdfs:domain` svojstvo kao instanca klase `rdf:Property` određuje domenu svojstva odnosno jednu ili više klasa u kojima navedeno svojstvo kao predikat RDF izjave pronalazi subjekte, dok `rdfs:range` određuje opseg

³⁹ Usp. Antoniou, Grigoris; Groth, Paul; Van Harelen, Frank; Hoekstra, Rinke. Nav. dj., str. 92.

⁴⁰ Usp. Isto, str. 4.

⁴¹ Usp. W3C. RDF Schema 1.1. URL: <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/> (2019-04-28)

⁴² Usp. Isto.

⁴³ Usp. Isto.

svojstva odnosno jednu ili više klasa u kojoj navedeno svojstvo kao predikat RDF izjave pronalazi objekte iste.⁴⁴

`rdf:type` je instanca klase `rdf:Property`, a koristi se kako bi se izrazila pripadnost instance određenoj klasi. Postoji i `rdfs:subClassOf` svojstvo koje je također instanca klase `rdf:Property`, a koristi se kako bi se izrazilo da je određena klasa podklasa druge klase. To znači da ako određena (pod)klasa ima superklasu (engl. *super-class*), tada su sve instance te podklase ujedno instance superklase. `rdfs:label` je instanca klase `rdf:Property`, a koristi se za izražavanje ljudski-čitljive verzije naziva izvora. Također, `rdfs:comment` je instanca klase `rdf:Property`, a koristi se za izražavanje ljudski-čitljivog opisa izvora, odnosno služi kao pomoć u razumijevanju značenja RDF klasa i svojstava.⁴⁵

U kontekstu reifikacije važno je objasniti još nekoliko pojmova. `rdf:Statement` služi za predstavljanje klase RDF izjava koja se usko veže uz RDF triplete, odnosno uz određivanje subjekta (`rdf:subject`), predikata (`rdf:predicate`) i objekta (`rdf:object`) RDF izjave.

Kad je riječ o postupku serijalizacije, odnosno pohranjivanju ontologije u odgovarajuće formate pohrane, RDFS se najčešće označava odnosno serijalizira u Turtle-u, TriG-u i JSON-LD-u.⁴⁶

RDFS je jezik koji pruža dosta nisku moć izražajnosti i nešto jednostavnija zaključivanja (npr. nasljeđivanje), pa se s obzirom na svoju ograničenost može smatrati primitivnim ontologijskim jezikom ili *lightweight* ontologijom.⁴⁷

2.5.3. OWL

Za razliku od RDFS-a, *Web Ontology Language* je ontologijski jezik koji ima daleko više mogućnosti za izražavanje značenja i semantike te je zasigurno jedan od najkorištenijih i najpoznatijih ontologijskih jezika.⁴⁸

⁴⁴ Usp. Antoniou, Grigoris; Groth, Paul; Van Harelen, Frank; Hoekstra, Rinke. Nav. dj., str. 47.

⁴⁵ Usp. W3C. RDF Schema 1.1.

⁴⁶ Usp. Isto.

⁴⁷ Usp. Antoniou, Grigoris; Groth, Paul; Van Harelen, Frank; Hoekstra, Rinke. Nav. dj., str. 43.

⁴⁸ Usp. W3C. OWL Web Ontology Language Guide. URL: <https://www.w3.org/TR/owl-guide/> (2019-04-30)

OWL je nastao kao revizija DAML+OIL web ontologijskog jezika. Prva verzija izašla je 2004. godine te je imala tri podjezika, odnosno inačice: OWL Lite, OWL DL i OWL Full. OWL Lite (pod)jezik je služio korisnicima koji su bili zainteresirani za izradu ontologije koja se temeljila na hijerarhiji klasa te nekim jednostavnijim ograničenjima. OWL DL (engl. *description logics*) je pak bio namijenjen korisnicima koji su htjeli postići veću izražajnost uz zadržavanje računalne potpunosti i odlučivosti sustava za zaključivanje.⁴⁹ OWL DL je uključivao sve komponente OWL jezika, no moglo ih se koristiti pod određenim ograničenjima. OWL Full, kao zadnji (pod)jezik omogućavao je maksimalnu izražajnost i sintaktičku slobodu, ali bez računalne potpunosti. OWL se može smatrati ekstenzijom RDF-a, što vodi zaključku da je svaki OWL dokument ujedno i RDF dokument.⁵⁰

Druga verzija OWL-a – OWL 2 objavljena je 2012. godine kao proširenje i poboljšanje prve verzije iz 2004. godine. OWL 2 dolazi u dvije inačice: OWL 2 DL i OWL 2 Full. OWL 2 DL je vezan uz deskriptivnu logiku, dok se OWL 2 Full smatra ekstenzijom semantike RDFS-a.⁵¹ Često se naglašavaju ograničenja OWL 2 DL jezika koja su utjecala na izgubljenu kompatibilnost s RDF-om, no upravo zbog toga, za razliku od OWL 2 Full jezika, OWL 2 DL ima veću moć zaključivanja.⁵²

S obzirom da je OWL 2 vrlo izražajan jezik i da nije jednostavan za korištenje, određena su tri profila: OWL 2 EL, OWL 2 RL i OWL 2 QL. Navedeni profili se mogu gledati kao podskupovi OWL 2 jezika koji su dovoljni za različite primjene, a namijenjeni su određenim korisničkim zajednicama ovisno o potrebama koje njihova ontologija treba ispuniti.⁵³

U kontekstu OWL-a potrebno je spomenuti još pojmove aksioma, entiteta (engl. *entity*) i izraza (engl. *expressions*). Aksiom je osnovna izjava, tj. tvrdnja koju ontologija izražava. Entiteti predstavljaju elemente koji se koriste za upućivanje na objekte iz stvarnog svijeta. Entiteti su sastavni dijelovi aksioma, što znači da se instance, klase i svojstva smatraju entitetima. Izraz je kombinacija entiteta koji od osnovnih tvore složeni opis. S obzirom na to da je OWL jezik koji se

⁴⁹ Računalna potpunost znači da će sve posljedice i uvjeti biti izračunati, dok je odlučivost vezana uz konačno vrijeme u kojemu će se to dogoditi.

⁵⁰ Usp. W3C. OWL Web Ontology Language Guide.

⁵¹ Usp. W3C. OWL 2 Web Ontology Language Primer (Second Edition). URL: https://www.w3.org/TR/owl2-primer/#OWL_2_Profiles (2019-05-02)

⁵² Usp. Bosančić, Boris. Otvoreni povezani podatci i metapodatci. Str. 186.

⁵³ Usp. W3C. OWL 2 Web Ontology Language Primer (Second Edition).

koristi na semantičkom webu, nazivi se izražavaju URI/IRI-jima, a budući da su često dugački, koristi se mehanizam skraćenica.⁵⁴

U OWL-u, kao i u RDFS-u postoje „obične“ klase i podklase kojima se izražava hijerarhija klasa te instance klasa. U OWL-u je moguće izražavati semantičku ekvivalentnost klasa (engl. *equivalent classes*), npr. termini 'Osoba' i 'Čovjek' imaju jednako značenje što znači da je svaka instanca klase Čovjek ujedno instanca klase Osoba, i obratno. Također, moguće je izraziti i razdvojenost/nepovezanost između klasa (engl. *disjoint classes*) što znači da članstvo u jednoj klasi isključuje članstvo u drugoj klasi, a kao primjer mogu se navesti klase Muškarac i Žena. Nadalje, OWL omogućuje korištenje konstruktora logičkih klasa (engl. *logical class constructors*), odnosno omogućeni su elementi za logičko izražavanje Booleovih operatora I, ILI i NE, pa tako postoje presjek (engl. *intersection*), unija (engl. *union*) i dopuna (engl. *complement*) klasa. Presjek dviju klasa sastoji se od točno onih instanci koje pripadaju objema klasama, npr. klasa Majka može se sastojati od instanci koje su članovi i klase Žena i klase Roditelj. Uniju klasa pak čine sve instance koje su sadržane u bar jednoj od tih dviju klasa, npr. klasa Roditelj je unija klase Majka i klase Otac. Dopuna klase se sastoji od točno onih objekata koji nisu članovi same klase.⁵⁵

Kad je riječ o instancama moguće je izraziti kako su dvije instance različite instance (engl. *different individuals*), ili kako su dvije instance jednake instance (engl. *same individuals*), npr. Martin i Petar su različite instance, dok npr. Pero i Petar mogu biti dva različita imena za istu instancu (npr. ime i nadimak).⁵⁶

Sama kompleksnost OWL svojstava, a koja ga ujedno čini moćnim ontologijskim jezikom, očituje se u sljedećim vrstama svojstava:

- Objektne svojstva (engl. *object properties*) su svojstva koja povezuju objekte s objektima, odnosno instance s instancama, npr. supruga i suprugu.
- Svojstva tipova podataka (engl. *datatype properties*) su svojstva koja instancama ontologije dodjeljuju slovne vrijednosti određenog tipa, npr. dob osobe.

⁵⁴ Usp. Isto.

⁵⁵ Usp. Isto.

⁵⁶ Usp. Isto.

- Anotirajuća svojstva (engl. *annotation properties*) služe za unos metapodataka o samoj ontologiji i pripadnim konceptima (klasama, instancama, svojstvima).

Nadalje, slijede svojstva s naprednim karakteristikama koja omogućuju još viši stupanj izražajnosti i moći zaključivanja računalnih ontologija. U ovu skupinu spadaju:

- Inverzna svojstva (engl. *inverse properties*) su svojstva između kojih se može uspostaviti inverzan odnos s obzirom na njihovu uporabu u RDF tvrdnjama. Domena jednog svojstva predstavlja opseg drugog i obratno, npr. svojstvo `imaRoditelja` je inverzno svojstvo od svojstva `imaDijete`.
- Simetrična i asimetrična svojstva (engl. *symmetric and asymmetric properties*) su svojstva koja dopuštaju zamjenu domene i opsega svojstva, npr. svojstvo `imaSupružnika` je simetrično svojstvo, jer se može primijeniti na obje instance u RDF izjavi i kada one zamijene mjesta (npr. `:Marija :imaSupružnika :Ivan` i `:Ivan :imaSupružnika :Marija`). S druge strane svojstvo `imaDijete` je asimetrično svojstvo, jer ne dopušta zamjenu subjekta i objekta u RDF izjavi.
- Razdvojena/nepovezana svojstva (engl. *disjoint properties*) su ona svojstva koja povezuju potpuno različite instance, odnosno dva svojstva su nepovezana ako ne postoje dvije instance koje su međusobno povezane tim svojstvima, npr. `imaRoditelja` i `imaSupružnika`.
- Refleksivna i arefleksivna svojstva (engl. *reflexive and irreflexive properties*) su svojstva koja se mogu odnositi na same instance koje ih zaprimaju (refleksivna) ili ne (arefleksivna), npr. `jeDio` (refleksivno) i `roditeljOd` (arefleksivno). Svatko "je dio" samog sebe, ali ne može biti "roditelj od" samog sebe.
- Funkcionalna i inverzno-funkcionalna svojstva (engl. *functional and inverse-functional properties*) najbolje je objasniti na primjeru svojstva `imaSupružnika`; ovo svojstvo je funkcionalno u situaciji kada određena osoba ima jednog supružnika (monogamija), ali također može biti i inverzno-funkcionalno kada bi se radilo o situaciji u kojoj osoba može imati više supružnika i sl. (poligamija)

- Tranzitivna svojstva (engl. *transitive properties*) predstavljaju nasljedna svojstva u smislu da se mogu upotrijebiti na instance više klasa. Npr. tranzitivno svojstvo ima Pretka može se upotrijebiti za formiranje RDF iskaza prema kojem Osoba 1 ima pretka u Osobi 2, a zatim i za RDF iskaz prema kojem Osoba 2 ima pretka u Osobi 3. Na osnovi ova dva iskaza slijedi da Osoba 1 ima pretka i u Osobi 3 što predstavlja izvedeno implicitno znanje ontologije zahvaljujući navedenom tranzitivnom svojstvu.⁵⁷

Na ovom mjestu, važno je spomenuti i tzv. "rasuđivač" (engl. *reasoner*), alat za automatsko zaključivanje koji je obično ugrađen u programe za kreiranje i upravljanje ontologijama kojim se implicitno znanje ontologije automatski pretvara u eksplicitno.⁵⁸ Automatsko zaključivanje je važno, jer omogućuje provjeru ispravnosti ontologije, npr. provjeru dosljednosti ontologije, provjeru (ne)pravilnih veza između klasa, instanci i sl. Jedan od najvažnijih problema u području računalnih ontologija je i taj što veća izražajnost ontologijskog jezika ima za posljedicu manju moć zaključivanja.⁵⁹

OWL 2 ima vrlo sličnu strukturu kao OWL 1, pa je važno naglasiti da je kompatibilnost ove dvije verzije potpuna, odnosno da sve ontologije koje su napisane u OWL 1 ostaju valjane i u OWL 2. Prethodno su navedene mogućnosti OWL 1 koje je preuzeo i OWL 2. Funkcionalnosti koje je, pak, uveo OWL 2, a koje OWL 1 ne podržava su ključevi (engl. *keys*), lanci svojstava (engl. *property chains*), te asimetrična, refleksivna i razdvojena svojstva.⁶⁰

Ontologije pisane u OWL 1 ili OWL 2 mogu se pohraniti u sljedećim formatima pohrane: Turtle, RDF/XML, OWL/XML, Manchester te tzv. funkcionalna sintaksa.⁶¹

2.6. Primjeri ontologija

S obzirom da domena ontologije može biti bilo koje područje ljudskog znanja, danas je moguće pronaći glazbene ontologije, ontologije iz područja zdravstva, biologije, geografije, ekonomije, trgovine i drugih područja, ali i ontologije koje pokrivaju više različitih područja.

⁵⁷ Usp. Isto.

⁵⁸ Usp. Isto.

⁵⁹ Usp. Antoniou, Grigoris; Groth, Paul; Van Harelen, Frank; Hoekstra, Rinke. Nav. dj., str. 96.

⁶⁰ Usp. W3C. OWL 2 Web Ontology Language Primer (Second Edition).

⁶¹ Usp. Isto.

Gene Ontology je ontologija koja opisuje znanje unutar domene biologije u odnosu na tri aspekta (tzv. podontologije): molekularne funkcije, stanične komponente i biološke procese.⁶² Pojmovi, tj. elementi u ovoj ontologiji sastoje se od jedinstvenog identifikatora i ljudski-čitljivog naziva elementa, aspekta (odnosi se na pripadanje u jednu od tri gore navedene podontologije), definicije i odnosa s drugim elementima. Opcionalni elementi su alternativni identifikator, sinonim, referenca iz druge baze podataka, komentar, podskup elemenata te zastarjele oznake koje označavaju kako se određeni pojmovi više ne bi trebali koristiti.⁶³ Aktualna verzija ontologije izašla je 17.04.2019. godine i broji 45.007 pojmova.⁶⁴

DBpedia Ontology je primjer ontologije kojoj domena nije jedno područje, već više njih (engl. *cross-domain ontology*), a razvijena je manualno, tj. ručno na temelju najkorištenijih tzv. *info-box-ova* unutar *Wikipedije*. *DBpedia* se trenutno sastoji od 685 klasa koje su opisane s 2.795 različitih svojstava te od 4.233.000 instanci.⁶⁵

Music Ontology je ontologija za objavljivanje i povezivanja širokog raspona podataka iz glazbenog područja na webu, a sastoji se od 54 klase i 153 svojstva.⁶⁶

GoodRelations je ontologija za razmjenu informacija u području e-trgovina (engl. *e-commerce*) odnosno elektroničkog poslovanja. Ontologijom su obuhvaćeni koncepti koji se tiču proizvoda, kupaca, prodajnih mjesta, cijena i sl.⁶⁷

The Foundational Model of Anatomy Ontology je izvor znanja iz područja biomedicinske informatike, a sastoji se od klasa i odnosa potrebnih za prikazivanje fenotipske strukture ljudskog tijela, odnosno ljudske anatomije.⁶⁸

⁶² Usp. Gene Ontology overview. URL: <http://geneontology.org/docs/ontology-documentation/> (2019-04-20)

⁶³ Usp. GO term elements. URL: <http://geneontology.org/docs/ontology/> (2019-04-20)

⁶⁴ Usp. Gene Ontology overview. Nav. dj.

⁶⁵ Usp. Ontology. URL: <https://wiki.dbpedia.org/services-resources/ontology> (2019-04-20)

⁶⁶ Usp. Specification. URL: <http://musicontology.com/specification/> (2019-04-20)

⁶⁷ Usp. GoodRelations. URL: <https://www.w3.org/wiki/GoodRelations> (2019-04-20)

⁶⁸ Usp. Foundational Model of Anatomy. URL: <http://si.washington.edu/projects/fma> (2019-04-20)

Semantically Interlinked Online Communities Core Ontology pruža uvid u glavne koncepte, tj. pojmove i svojstva koja su potrebna kako bi se opisale informacije vezane uz online zajednice na semantičkom webu, npr. uz forume, objave, stranice, korisničke račune i sl.⁶⁹

Konačno, *CIDOC Conceptual Reference Model (CRM)* je ontologija za dokumentaciju kulturne baštine, odnosno radi se o ontologiji koja formalnim jezikom opisuje implicitne i eksplicitne koncepte te odnose koji su relevantni za dokumentiranje kulturne baštine. Glavna svrha ontologije je poslužiti kao osnova za posredovanje informacija o kulturnoj baštini.⁷⁰

2.7. Inženjerstvo ontologija i izazovi u izgradnji ontologija i njihovom korištenju

Inženjerstvo ontologija (engl. *ontology engineering*) može se definirati kao skup aktivnosti koji se odnosi na proces razvoja ontologija, njihov životni ciklus, metodologije, te alate i jezike koji se koriste u njihovoj izradi.⁷¹ Primjeri alata koji se koriste za izradu ontologija su Protégé, OntoEdit, KAON, NeOn Toolkit, TopBraid Composer i drugi, dok su primjeri metodologija koje se koriste u ovom području On-To-Knowledge, Diligent, Methontology, NeOn Methodology i sl.⁷²

Glavni cilj inženjerstva ontologija je izgraditi korisnu, konsensualnu, konceptima bogatu, potpunu i interoperabilnu ontologiju, no to nije lako postići. Neki od problema, odnosno izazova koji se pri tome javljaju su sljedeći:

- interakcija s ljudskim načinom razmišljanja – s obzirom na to da su ontologije most između ljudske percepcije stvarnosti i modela te stvarnosti na računalu, vrlo je važno da čovjek razumije specifikaciju ontologije pri njenoj izradi i korištenju iste. Jedan od problema je razvoj primjerene vizualizacijske tehnike: što je veća ontologija i izraženiji formalizam, to je teže vizualizirati istu. Nadalje, jedan od problema je i međusobno djelovanje, tj. povezanost između ljudskog jezika i ontologija. Kako je ljudski jezik veoma složen fenomen sam po sebi, tako često stručnjaci koji sudjeluju u kreiranju ontologija izbjegavaju korištenje istog. No, kako bi ontologija bila što učinkovitija nužna je njezina integracija s ljudskim jezikom.

⁶⁹ Usp. SIOC Core Ontology Specification. URL: <http://rdfs.org/sioc/spec/> (2019-04-20)

⁷⁰ Usp. CIDOC CRM. URL: <http://www.cidoc-crm.org/> (2019-04-20)

⁷¹ Usp. Grimm, Stephan...[et al.]. Nav. dj., str. 528.

⁷² Usp. Corcho, Oscar; Poveda-Villalon, Maria; Gomez-Perez, Asuncion. Nav. dj., str. 13-14.

- integracija s postojećim sustavima za organizaciju znanja (engl. *knowledge organization system*) – kako već postoji mnogo sustava za organizaciju znanja, tako je potrebno povezivati ontologije s tim sustavima kako bi se povećala interoperabilnost i kako bi se povećao pristup već postojećim podacima.
- upravljanje ontologijama kao dinamičkim mrežama formalnog značenja – jedan od problema koji se ovdje javlja odnosi se na vrednovanje ontologija kroz vrijeme, odnosno potrebu za kontinuiranim ažuriranjem ontologija kako bi one odražavale aktualno stanje određene domene, a što nije jednostavan zadatak. Drugi problem je problem interoperabilnosti ontologija, a što se često rješava tzv. "poravnanjima" (engl. *alignments*) između ontologija. Kao treći problem javlja se problem integracije izgradnje ontologije i korištenja iste, odnosno bilo bi poželjno kad bi korisnik koji prilikom korištenja ontologije uoči potrebu za dodavanjem novog elementa, to i mogao jednostavno napraviti, no u praksi to često nije tako.
- skalabilna infrastruktura – za razliku od sustava za upravljanje relacijskim bazama podataka, repozitoriji ontologija su dosta ograničeni kad je riječ o svojstvu skalabilnosti.
- ekonomska i pravna, tj. zakonska ograničenja – odnose se na potrošnju resursa te na prava intelektualnog vlasništva.
- iskustvo – s obzirom na to da računalne ontologije predstavljaju relativno novu tehnologiju, smatra se kako je upravo nedostatak iskustva razlog tomu što računalne ontologije još nisu naišle na veliku primjenu u praksi.⁷³

⁷³ Usp. Hepp, Martin. Nav. dj., str. 16-19.

3. Razvoj ontologije metapodatkovnih standarda

3.1. Svrha i ciljevi rada

Svrha ovog rada je izraditi računalnu ontologiju čija domena obuhvaća metapodatkovne standarde te pokazati na koji način ova ontologija može pomoći metapodatkovnim stručnjacima ili specijalistima metapodataka (engl. *metadata specialist*) u njihovu radu s metapodatkovnim shemama i drugim metapodatkovnim standardima u mrežnom okruženju. Dakle, ontologija metapodatkovnih standarda je isključivo namijenjena specijalistima, tj. stručnjacima u području metapodataka, a ne krajnjim korisnicima koji metapodatke rabe za razrješavanje informacijskih potreba. Prije same izrade ontologije postavljene su sljedeće hipoteze, odnosno pretpostavke:

1. Ontologija metapodatkovnih standarda pomaže u kategorizaciji shema metapodataka.
2. Ontologija metapodatkovnih standarda pomaže u mapiranju shema metapodataka, odnosno njihovih elemenata.
3. Ontologija metapodatkovnih standarda pomaže u kreiranju aplikacijskih profila.

Kao što je rečeno u uvodu, ontologija metapodatkovnih standarda predstavlja samo ogledni primjer ontologije određenog praktičnog područja ljudskog znanja. U nju su uključene samo odabrane metapodatkovnih sheme, uz druge nužne standarde vezane uz njihovu primjenu u praksi poput formata pohrane, protokola za komunikaciju i dr. Pojednim shemama metapodataka dodijeljeni su svi elementi metapodataka, a drugima, pak, samo osnovni elementi, za potrebe demonstracije ključnih funkcionalnosti ontologije poput mogućnosti automatskog zaključivanja. Naravno, ontologiju je moguće nadograđivati i širiti kako bi postala što sveobuhvatnijom te kako bi u budućnosti pronašla svoju stvarnu primjenu pomažući metapodatkovnim stručnjacima u njihovu svakodnevnom radu. S obzirom da domenu ontologije čine metapodaci, slijedi poglavlje u kojemu će se dati kraći teorijski osvrt o metapodatkovnim standardima.

3.2. O domeni ontologije metapodatkovnih standarda

Metapodaci su tema koja se najčešće spominje u kontekstu knjižničarstva i informacijskih znanosti, no sâm termin, zapravo, potječe iz računalnih znanosti. Naime, pojam metapodatak (engl. *metadata*) skovao je Jack E. Myers u kasnim 1960-im godinama, no tek od 1986. on se počinje

koristiti kao zaštitni znak istoimene tvrtke. U kontekstu računalnih znanosti koristio se i pojam 'metajezik' koji se definirao kao jezik za opisivanje drugih jezika, a što se kasnije očitovalo i u definiranju metapodataka. Prvo formalno, tj. objavljeno spominjanje pojma metapodatak datira iz 1988. godine, a pojavljuje se u NASA-inom *Directory Interchange Format Manual* u kojemu ga se opisuje kao podatak o podatku.⁷⁴ Početkom 1990-ih termin se koristio u smislu informacija potrebnih kako bi računalne datoteke bile korisne ljudima, posebice u svezi znanstvenih, društvenih i geoprostornih skupova podataka (engl. *dataset*). Tada nastaje i prva specifikacija koja se može smatrati metapodatkovnim standardom u današnjem smislu, a to je *Federal Geographic Data Committee's Content Standard for Digital Geospatial Metadata*.⁷⁵

Početkom 1990-ih, sa sve većom uporabom interneta i weba, pojam metapodatka sve se češće počinje koristiti u kontekstu opisivanja mrežnih izvora. Tada je i knjižničarska zajednica usvojila ovaj pojam što je rezultiralo stvaranjem Dublin Core skupa elemenata metapodataka (*Dublin Core Metadata Element Set*).⁷⁶ Tako se Dublin Core inicijativa može smatrati jednim od prvih „mostova“ između knjižničarske i web zajednice. Knjižničarska zajednica je tada shvatila kako se metapodaci mogu usko povezati s katalogizacijom koju oni provode već stoljećima, a što je dovelo do različitih interpretacija samog pojma unutar zajednice, ali i izvan nje. Dio zagovornika tvrdio je kako metapodaci služe samo za opis elektroničkih izvora, dok su drugi pak bili mišljenja kako metapodaci služe za opis informacijskih izvora općenito, neovisno o njihovu formatu pohrane.⁷⁷ Tako je npr., IFLA (*International Federation of Library Associations*) definirala metapodatke kao podatke koji se koriste za identifikaciju, opis ili lociranje elektroničkih izvora na mreži.⁷⁸ Nadalje, krovna organizacija weba - W3C, metapodatke definira kao strojno razumljive informacije za web.⁷⁹ U jednoj od recentnijih publikacija koju je objavila NISO (*National Information Standards Organization*) 2017. godine, metapodatke se stavlja u moderni tehnološki kontekst, govoreći kako su metapodaci u pozadini svih sustava koje danas koristimo, od društvenih mreža, Wikipedije, pa do općenito web stranica i sl. Također, oni uspoređuju pojam podatka i metapodatka te zaključuju kako je jedina razlika između metapodatka i podatka u semantici,

⁷⁴ Usp. Caplan, Priscilla. Nav. dj., str. 1.

⁷⁵ Usp. Isto.

⁷⁶ Usp. Isto, str. 2.

⁷⁷ Usp. Isto.

⁷⁸ Usp. IFLA. Digital libraries: Metadata resources, 2005. URL: <https://www.ifla.org/node/9337> (2019-04-09)

⁷⁹ Usp. W3C. Metadata and resource description, 2001. URL: <https://www.w3.org/Metadata/> (2019-04-09)

odnosno u tome što su metapodaci strukturirani do određene razine.⁸⁰ Još je mnogo autora i organizacija definiralo metapodatke na svoj način što vodi zaključku da samo definiranje metapodataka, zapravo, uvelike ovisi o zajednici koja ih koristi te o kontekstu u kojemu se oni koriste. No, u konačnici njihova svrha, neovisno o zajednici u kojoj se rabe, je u tome da metapodaci omogućuju pronalazak informacija, organizaciju izvora, interoperabilnost, arhiviranje i zaštitu te digitalnu identifikaciju.⁸¹

Dublin Core shema metapodataka samo je jedna od metapodatkovnih shema koje predstavljaju skupove metapodatkovnih elemenata i pravila za njihovo korištenje koji su definirani za određenu svrhu.⁸² Sheme metapodataka specificiraju nazive elemenata i njihovu semantiku, te pravila za formiranje sadržaja, odnosno vrijednosti elemenata.⁸³ Tablica 1. prikazuje primjere shema metapodataka, njihove namjene te primjere njihovih metapodatkovnih elemenata.

Tablica 1. Metapodatkovne sheme, njihove namjene i primjeri metapodatkovnih elemenata koji su zastupljeni u ontologiji

| Metapodatkovna shema | Namjena | Primjeri elemenata | Napomena |
|---|---|--|---|
| Dublin Core (DC) ⁸⁴ | Opisivanje širokog spektra mrežnih izvora te interoperabilnost | Title, Creator, Publisher, Subject, Language, Relation, Date, Coverage, Format, Identifier... | |
| Metadata Object Description Schema (MODS) ⁸⁵ | Skup bibliografskih elemenata koji može koristiti za različite svrhe, a posebice za potrebe knjižničarske zajednice | titleInfo, name, originInfo, language, physicalDescription, subject, location, identifier, targetAudience... | Određeni elementi imaju podelemente, npr. titleInfo, name i sl. |
| Metadata | Opisivanje normativnih | authority, | Određeni elementi |

⁸⁰ Usp. Riley, Jenn. Understanding metadata. Baltimore, MD: National Information Standards Organization, 2004. Str. 2-4. URL:

https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc990983/m2/1/high_res_d/understanding_metadata.pdf (2019-04-08)

⁸¹ Usp. Čanić, Dubravka. Metapodaci u upravljanju zapisima. // Knjižničarstvo 20, 2(2016), str. 42. (2019-04-08)

⁸² Usp. Caplan, Priscilla. Nav. dj., str. 5-6.

⁸³ Usp. Sarić, Ivana; Magdić, Antonio; Essert, Mario. Sheme metapodataka značajne za knjižničarstvo s primjerom implementacije OpenURL-a standarda. // Vjesnik bibliotekara Hrvatske 54, 1-2 (2011), str. 137. URL:

<https://www.hkdrustvo.hr/vjesnik-bibliotekara-hrvatske/index.php/vbh/article/view/375/370> (2019-04-08)

⁸⁴ Usp. Dublin Core Metadata Initiative. URL: <http://dublincore.org/> (2019-04-10)

⁸⁵ Usp. The Library of Congress. Metadata object description schema, 2018. URL: <http://www.loc.gov/standards/mods/> (2019-04-10)

| | | | |
|---|--|--|---|
| Authority Description Standard (MADS) ⁸⁶ | (engl. <i>authority</i>) podataka o ljudima i organizacijama, događajima, geografskim pojmovima, žanrovima i sl. Usko povezan s MODS-om jer pruža metapodatke o normativnim entitetima koji se koriste u MODS opisima | affiliation, classification, fieldOfActivity, identifier, language, recordInfo, url, itd. | imaju podelemente, npr. authority, affiliation i sl. |
| Metadata Encoding and Transmission Standard (METS) ⁸⁷ | Za enkodiranje, tj. označavanje deskriptivnih, administrativnih i strukturalnih metapodataka o objektima koji se nalaze u digitalnoj knjižnici | metsHdr, dmdSec, amdSec, fileSec, structMap, structLink, behaviorSec, itd. | METS dokument se sastoji od gore navedenih sekcija, a koje se onda mogu sastojati od određenih elemenata, npr. mdRef element je u dmdSec sekciji, fileGrp element u fileSec sekciji i sl. |
| Visual Resources Association Core (VRA Core) ⁸⁸ | Za opisivanje djela vizualne kulture i slika koje ih dokumentiraju | agent, work/collection/image, culturalContext, date, description, location, material, measurements, stylePeriod, subject, technique, title, itd. | |
| Categories for the Description of Works of Art (CDWA) ⁸⁹ | Smjernice za opisivanje i katalogizaciju umjetničkih, arhitektonskih i ostalih kulturoloških djela | object/work, classification, titles or names, creation, measurements, materials/techniques, exhibition/loan history, current location, itd. | CDWA definira semantičke kategorije, a koje se sastoje od potkategorija |
| Encoding Archival Description | Za enkodiranje arhivskih obavijesnih pomagala | abbr, address, agencyname, agent, author, archref, | |

⁸⁶ Usp. The Library of Congress. Metadata authority description schema, 2018. URL: <http://www.loc.gov/standards/mads/> (2019-04-10)

⁸⁷ Usp. The The Library of Congress. Metadata encoding & transmission standard, 2019. URL: <http://www.loc.gov/standards/mets/> (2019-04-10)

⁸⁸ Usp. The Library of Congress. VRA CORE, 2018. URL: <http://www.loc.gov/standards/vracore/> (2019-04-10)

⁸⁹ Usp. J. Paul Getty Trust. Categories for the description of works of art. URL: http://www.getty.edu/research/publications/electronic_publications/cdwa/index.html (2019-04-10)

| | | | |
|--|---|---|--|
| (EAD) ⁹⁰ | | bibref, language, quantity, unittype, relatedmaterial, itd. | |
| The Content Standard for Digital Geospatial Metadata by the Federal Geographic Data Committee (The FGDC CSDGM) ⁹¹ | Za dokumentiranje digitalnih geoprostornih podataka | Address, State or Province, Altitude Resolution, Azimuthal Angle, Contact Person, Country, Data Set G-Polygon, Process Time Publisher, itd. | |
| Learning Object Metadata (LOM) ⁹² | Za upravljanje i opisivanje objekata učenja | Catalog, Entry, Interactivity Type, Interactivity Level, Learning Resource Type, Intended End User Role, itd. | |
| MARCXML ⁹³ | Za reprezentaciju MARC zapisa u XML formatu u mrežnom okruženju | record, collection, itd. | Navedeni elementi su topl level elementi. |
| Guidlines for Online Information eXchange (ONIX) ⁹⁴ | Podržavanje komunikacije između računala, odnosno između onih koji su uključeni u stvaranje, distribuciju, licenciranje ili u bilo koji postupak kojim se omogućuje pristup intelektualnom vlasništvu u objavljenoj formi (bilo digitalnoj ili printanoj) | Addressee, AgentIdentifier, AlternativeName, AudienceRange, ProductFormFeature, ResourceVersion, itd. | ONIX standard se sastoji 3 standarda: ONIX for books, ONIX for serials, ONIX for publications licenses; gore su prikazani elementi iz ONIX for books |
| PREMIS ⁹⁵ | Za zaštitu digitalnih objekata i osiguravanje njihove dugoročne | Object, Environment, Event, Agent, Rights | PREMIS se sastoji od semantičkih jedinica, a ne od elemenata |

⁹⁰ Usp. The Library of Congress. Encoded archival description, 2019. URL: <https://www.loc.gov/ead/> (2019-04-10)

⁹¹ Usp. Federal Geographic Data Committee. Content standard for digital geospatial metadata. URL: <https://www.fgdc.gov/metadata/csdgm/> (2019-04-10)

⁹² Usp. Caplan, Priscilla. Nav. dj., str. 122-127.

⁹³ Usp. The Library of Congress. MARC 21 XML schema, 2018. URL: <http://www.loc.gov/standards/marcxml/> (2019-04-10)

⁹⁴ Usp. ONIX. URL: <https://www.editeur.org/8/ONIX/> (2019-04-10)

⁹⁵ Usp. The Library of Congress. PREMIS: preservation metadata maintenance activity, 2016. URL: <https://www.loc.gov/standards/premis/index.html> (2019-04-10)

| | uporabljivosti | Statement, itd. | |
|---|--|---|---|
| Text Encoding Initiative (TEI) ⁹⁶ | Za reprezentaciju tekstova u digitalnom obliku | ab, abstract, certainty, derivation, height, orig, respons, title, itd. | TEI se sastoji od modula, a moduli se sastoje od elemenata, klasa i sl. |

Zapisi koji rabe elemente određene metapodatkovne sheme za opis izvora označavaju se u određenim formatima pohrane kako bi bili razumljivi računalu.⁹⁷ Neke od najkorištenijih sintaksi su MARC (*Machine Readable Cataloging*), HTML, SGML (*Standard Generalized Markup Language*), te XML kao jedan od najvažnijih formata na webu.⁹⁸

Kako bi različiti sustavi mogli međusobno komunicirati i razmjenjivati podatke, važno je svojstvo interoperabilnosti. Caplan navodi da se interoperabilnost metapodataka najčešće odnosi na interoperabilnost pretraživanja, odnosno na sposobnost sustava da provodi pretraživanje različitih skupova metapodatkovnih zapisa (koji rabe elemente različitih shema metapodataka), a da se pri tom dobiju smisleni rezultati.⁹⁹ Interoperabilnost, kao jedno od glavnih principa u procesu implementiranja metapodataka, prema Duvalu može se promatrati na četiri razine: na razini protokola (npr. HTTP i TCP/IP koji omogućuju komunikaciju web preglednika i poslužitelja), na razini tzv. "povezivanja podataka" (engl. *data binding*) (HTML, XML, RDF), na razini metapodatkovnih shema (DC, LOM, MODS i sl.) te, na razini semantike (ontologije, klasifikacije, taksonomije i sl.).¹⁰⁰

U svezi interoperabilnosti, važno je spomenuti i postupak mapiranja (engl. *mapping*). Mapiranje je intelektualan proces koji identificira semantički ekvivalentne elemente u dvije ili više shema metapodataka. Rezultat mapiranja naziva se *metadata crosswalks* koji se obično prikazuje u obliku tablice u kojoj su prikazane veze i ekvivalentnosti između dviju ili više shema

⁹⁶ Usp. Text encoding initiative. URL: <https://tei-c.org/> (2019-04-10)

⁹⁷ Usp. Caplan, Priscilla. Nav. dj., str. 7.

⁹⁸ Usp. Isto, str. 12-22.

⁹⁹ Usp. Isto, str. 33.

¹⁰⁰ Usp. Duval, Erik. Metadata standards: what, who & why. // *Journal of Universal Computer Science* 7, 7(2001), str. 593. URL: www.jucs.org/jucs_7_7/metadata_standards_what_who/Duval_E.pdf (2019-04-08)

metapodataka.¹⁰¹ Tako se npr., elementi DC-a mapiraju u elemente MODS-a (npr. DC element *subject* mapira se u MODS semantički ekvivalentne elemente *subject, topic, classification*).¹⁰²

U kontekstu metapodataka potrebno je spomenuti i postupak pobiranja koji se provodi putem protokola OAI-PMH (*The Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting*). Također, važno je naglasiti i kako za (jednoznačnu) identifikaciju informacijskih izvora služe identifikatori, a neki od primjera identifikatora su URL, URN, PURL (*Persistent Uniform Resource Locator*), NBN (*National Bibliographic Number*), DOI (*Document Object Identifier*), SICI (*Serial Item and Contribution Identifier*), EAN i dr.¹⁰³

Na koncu, jedan od pojmova koji se također često dovodi u vezu s metapodacima je aplikacijski profil koji se može definirati kao shema metapodataka koja se koristi na lokalnoj razini, a sastoji se od elemenata jedne ili više shema, ovisno o zahtjevima koje treba ispuniti.¹⁰⁴

3.3. Tehničke informacije o ontologiji

Ontologija je izrađena u Protégé alatu koji je razvijen u *Stanford Center for Biomedical Informatics Research at the Stanford University School of Medicine*. To je besplatni alat za izradu i razvoj ontologija, a ujedno i okvir za izradu inteligentnih sustava. Protégé u potpunosti podržava standarde W3C-a, kao što su OWL i RDF, a također omogućuje i pohranjivanje ontologije u različitim formatima pohrane kao što su RDF/XML, Turtle, OWL/XML, OBO i dr. Postoji Web Protégé inačica alata, kao i Protégé Desktop aplikacija.¹⁰⁵ Potonja je korištena u izradi ove ontologije (verzija 5.1.0).

Ontologija metapodatkovnih standarda pisana je u OWL ontologijskom jeziku, te je pohranjena u Turtle formatu, a kao pristupna metoda koristio se SPARQL upitni jezik.

Ontologija je razvijana u razdoblju od rujna 2018. do svibnja 2019. godine s prekidima. Na Slici 2. prikazan je početni ekran Protégé alata u kojemu su prikazane općenite informacije o

¹⁰¹ Usp. Woodley, Mary S. *Metadata matters: Connecting people and information. // Introduction to metadata / urednica Murtha Baca*. Los Angeles: Research Institute, 2008. Str. 40.

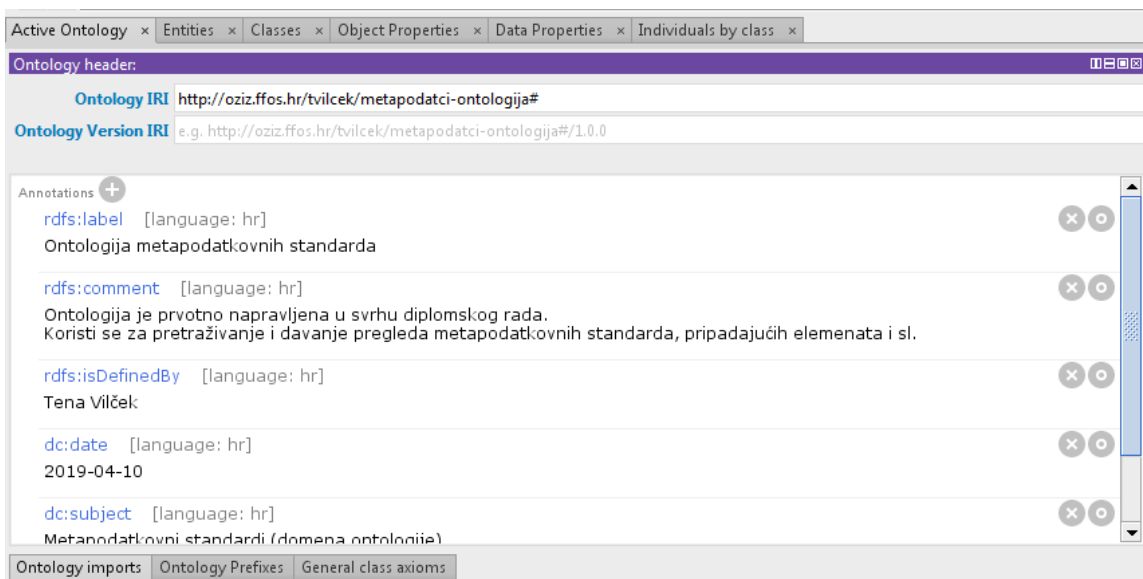
¹⁰² Usp. The Library of Congress. *Dublin Core Metadata element set mapping to MODS version 3, 2012*. URL: <https://www.loc.gov/standards/mods/dcsimple-mods.html> (2019-04-10)

¹⁰³ Usp. Čanić, Dubravka. *Nav. dj.*, str. 42-44.

¹⁰⁴ Usp. Caplan, Priscilla. *Nav. dj.*, str. 84.

¹⁰⁵ Usp. Protege. URL: <https://protege.stanford.edu/products.php> (2019-05-05)

ontologiji, odnosno anotirajuća svojstva poput naziva ontologije, kreatora ontologije, datuma izrade ontologije, prava i sl., kao i sâm URI/IRI ontologije. Na slikama 3., 4. i 5. također se nalaze prikazi početnog ekrana, a na kojima se vidi metrika ontologije, npr. broj aksioma, klasa, instanci, objektnih svojstava, svojstava tipova podataka i sl.



Slika 2. Početna stranica Protégé alata – anotirajuća svojstva ontologije metapodatkovnih standarda.

Ontology metrics: ⏏

| Metrics | |
|--------------------------|-----------|
| Axiom | 686 |
| Logical axiom count | 361 |
| Declaration axioms count | 205 |
| Class count | 33 |
| Object property count | 15 |
| Data property count | 2 |
| Individual count | 152 |
| DL expressivity | ALURI+(D) |
| Class axioms | |
| SubClassOf | 21 |
| EquivalentClasses | 3 |
| DisjointClasses | 0 |
| GCI count | 0 |
| Hidden GCI Count | 0 |

Slika 3. Metrika ontologije metapodatkovnih standarda – 1. dio.

| Object property axioms | |
|---------------------------------|-----------|
| SubObjectPropertyOf | 0 |
| EquivalentObjectProperties | 0 |
| InverseObjectProperties | 1 |
| DisjointObjectProperties | 0 |
| FunctionalObjectProperty | 0 |
| InverseFunctionalObjectProperty | 0 |
| TransitiveObjectProperty | 2 |
| SymmetricObjectProperty | 1 |
| AsymmetricObjectProperty | 0 |
| ReflexiveObjectProperty | 0 |
| IrreflexiveObjectProperty | 0 |
| ObjectPropertyDomain | 11 |
| ObjectPropertyRange | 11 |
| SubPropertyChainOf | 2 |

Slika 4. Metrika ontologije metapodatkovnih standarda – 2. dio.

| Individual axioms | |
|---------------------------------|------------|
| ClassAssertion | 144 |
| ObjectPropertyAssertion | 149 |
| DataPropertyAssertion | 16 |
| NegativeObjectPropertyAssertion | 0 |
| NegativeDataPropertyAssertion | 0 |
| SameIndividual | 0 |
| DifferentIndividuals | 0 |

| Annotation axioms | |
|----------------------------|------------|
| AnnotationAssertion | 120 |
| AnnotationPropertyDomain | 0 |
| AnnotationPropertyRangeOf | 0 |

Slika 5. Metrika ontologije metapodatkovnih standarda – 3. dio.

3.4. Razvoj ontologije metapodatkovnih standarda

3.4.1. Nazivi koncepata u ontologiji i anotacije o ontologiji

Imenski prostor ontologije metapodatkovnih standarda glasi:

<http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#>¹⁰⁶

te je postavljen kao zadan (engl. *default*), što znači da koncepti koji su u njega uključeni - klase, svojstva i instance ontologije – ne moraju imati prefiks, za razliku od koncepata iz drugih imenskih prostora.¹⁰⁷ Imenski prostori korišteni u ontologiji metapodatkovnih standarda, a kojima započinje OWL datoteka u Turtle serijalizaciji, prikazani su u nastavku:

```
@prefix : <http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#> .
```

```
@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .
```

```
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
```

```
@prefix xml: <http://www.w3.org/XML/1998/namespace> .
```

```
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .
```

```
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
```

Nakon imenskih prostora navedena je formalna deklaracija ontologije:

```
<http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#> rdf:type owl:Ontology ;
```

a koju se interpretira na način da je ova ontologija (<http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#>) OWL ontologija (a ne, recimo, RDFS ontologija), odnosno da pripada (`rdf:type`) ili je instanca klase `owl:Ontology`. Nakon deklaracije ontologije slijede anotacije koje sadrže općenite informacije o samoj ontologiji. Anotacije ontologije imaju predefinirana svojstva iz RDF-Scheme: `rdfs:isDefinedBy` i `rdfs:comment` te slovne vrijednosti koje opisuju ontologiju. `@hr` označava jezik kojim su pisane

¹⁰⁶ Imenski prostori ne moraju striktno biti operativni URI/IRI-ji, a što se očituje i u imenskom prostoru ove ontologije metapodatkovnih standarda. Usp. W3C. Namespaces in XML 1.0 (Third Edition). URL: <https://www.w3.org/TR/REC-xml-names/#ProcessorConformance> (2019-05-15)

¹⁰⁷ Tako se, primjerice, objektno svojstvo `jeDio` u ontologiji piše bez prefiksa: `:jeDio rdf:type owl:ObjectProperty .` a što predstavlja skraćeni oblik njegovog punog URI/IRI-ja koji glasi: `<http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#jeDio>`

anotacije. Nadalje, kako bi se naveo predmet i datum kreiranja ontologije korišteni su elementi iz imenskog prostora Dublin Core sheme metapodataka: `subject` i `date`. Konačno, u `rdfs:label` svojstvu naveden je ljudski-čitljiv naziv ontologije, dok je posljednja anotacija vezana uz element `:Prava` koji se odnosi na prikaz kreiranja i korištenja vlastitog anotirajućeg svojstva u ontologiji:

```
<http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#> rdf:type
owl:Ontology ;
rdfs:isDefinedBy "Tena Vilček"@hr ;
rdfs:comment "Ontologija je prvotno napravljena u svrhu diplomskog
rada. Koristi se za pretraživanje i davanje pregleda metapodatkovnih
standarda, pripadajućih elemenata i sl."@hr ;
<http://purl.org/dc/elements/1.1/subject> "Metapodatkovni standardi
(domena ontologije)"@hr ;
rdfs:label "Ontologija metapodatkovnih standarda"@hr ;
<http://purl.org/dc/elements/1.1/date> "2019-04-10"@hr ;
:Prava "Sva prava ove ontologije pripadaju Teni Vilček"@hr .
```

3.4.2. Deklariranje i opis klasa u ontologiji

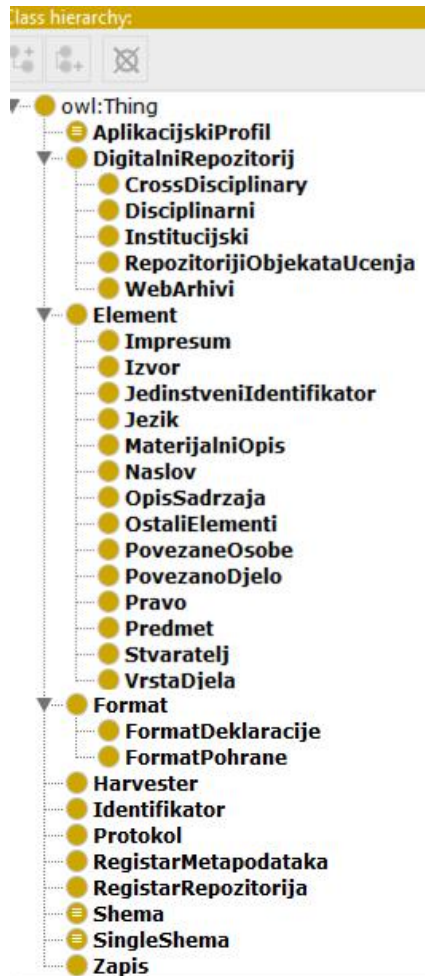
Jedan od prvih koraka u kreiranju ontologija je popisivanje termina koji će se pojavljivati u ontologiji, pa tako, u najvećem broju slučajeva, većina popisanih imenica buduće su klase, a glagoli svojstva ontologije. U ovoj ontologiji kreirane su 33 klase (i podklase) koje su prikazane na 6. i 7. slici.

Primjer jednostavne deklaracije klase `:Element` prikazan je u nastavku. Deklaraciju se interpretira na način da klasa `:Element` pripada OWL klasi `owl:Class`.

```
:Element rdf:type owl:Class .
```

U sljedećem primjeru naveden je primjer deklariranja podklase `:Naslov`. Prvi dio deklaracije ne razlikuje se od deklariranja bilo koje druge klase, dok se u drugom dijelu putem svojstva `rdfs:subClassOf` klasa `:Naslov` deklarira kao podklasa klase `:Element`.

```
:Naslov rdf:type owl:Class ;  
rdfs:subClassOf :Element .
```



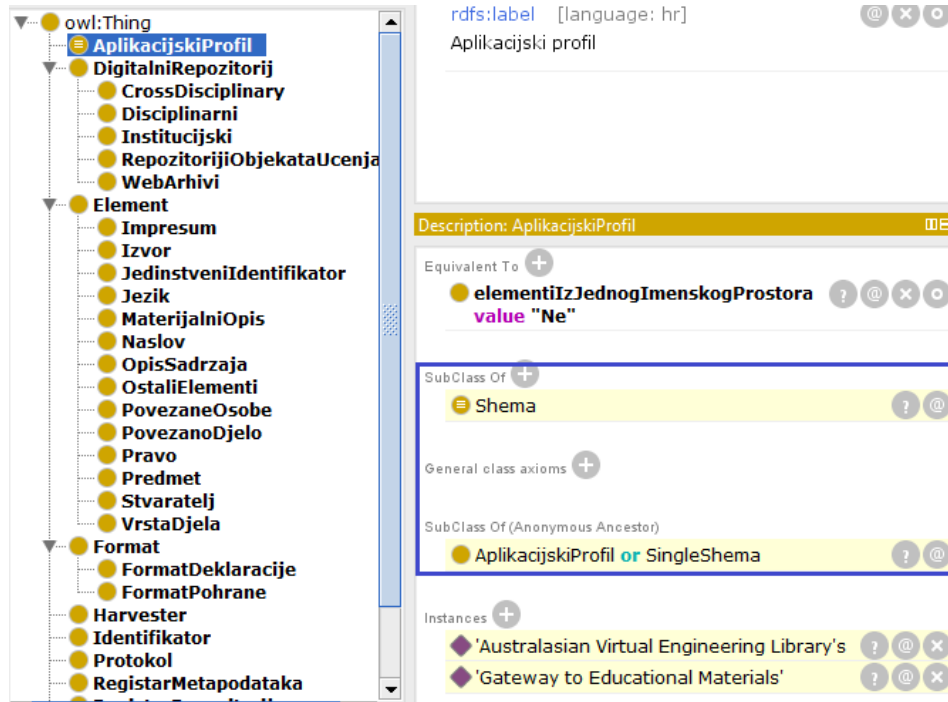
Slika 6. Popis klasa i podklasa u ontologiji metapodatkovnih standarda u Protégéu.

Nadalje, u ontologiji postoji i primjer kreiranja klase na osnovi unije klasa. Pa tako, klasa `:Schema` je deklarirana kao unija klasa `:AplikacijskiProfil` i `:SingleSchema`. Prema definiciji unije klasa, spomenute u teorijskom dijelu rada, sve instance koju pripadaju bilo jednoj ili drugoj klasi pripadaju i klasi `:Schema`. Na osnovi toga, Protégé automatski zaključuje da je klasa `:AplikacijskiProfil` ujedno i podklasa klase `:Schema`, odnosno podklasa ove unije (Slika 8.).

```

:Schema rdf:type owl:Class ;
        owl:equivalentClass [ rdf:type owl:Class ;
                               owl:unionOf ( :AplikacijskiProfil
                                               :SingleSchema )
                               ] .

```



Slika 8. Primjer automatskog zaključivanja – definiranjem klase :Schema zaključeno je da je klasa :AplikacijskiProfil podklasa klase :Schema, tj. definirane unije klasa :AplikacijskiProfil i :SingleSchema.

Klase :SingleSchema i :AplikacijskiProfil su zamišljene tako da :SingleSchema sadrži sheme metapodataka koje sadrže elemente iz isključivo jednog imenskog prostora, dok klasa :AplikacijskiProfil sadrži aplikacijske profile odnosno sheme metapodataka koje sadrže elemente iz više imenskih prostora o čemu je već bilo riječi u teorijskom dijelu rada.

Nadalje, u ontologiji je deklarirana klasa :Element koja sadrži sve elemente shema metapodataka koji su razmješteni u sljedećim podklasama: :Impresum, :Izvor, :JedinstveniIdentifikator, :PovezaneOsobe, :PovezanoDjelo, :VrstaDjela, :OpisSadrzaja, :Jezik, :MaterijalniOpis, :Naslov, :OstaliElementi,

:Pravo, :Predmet, :Stvaratelj. Ove podklase definirane su kao općenite kategorije u koje je moguće svrstati elemente iz shema metapodataka koji imaju jednaku ili sličnu namjenu, a što može biti od velike koristi u postupku mapiranja i kreiranja aplikacijskih profila. Dakako da je ova podjela na podklase klase :Element provizorna i da se prema potrebi može nadograđivati. Npr., ako metapodatkovni stručnjak želi saznati koje sve sheme metapodatka imaju element kojim je moguće opisati sadržaj kako bi kreirao aplikacijski profil s potrebnim elementima, odgovor može dobiti postavljanjem odgovarajućeg upita u SPARQL-u, koji će mu u rezultatu prikazati sve instance klase :OpisSadrzaja, a što će biti detaljnije objašnjeno u jednom od sljedećih poglavlja.

:Format je super-klasa klase :FormatDeklaracije koja je predviđena da sadrži formate deklaracije shema metapodataka poput XML Scheme, te klase :FormatPohrane koja sadrži formate u kojima se enkodiraju zapisi u digitalnim repozitorijima. Ujedno, u ontologiji je kreirana i klasa :Zapis čija je namijena okupljati konkretne zapise koji se pohranjuju u digitalnim repozitorijima. Dakako, ova klasa zahtjeva daljnje promišljanje u strukturiranju i funkciji unutar ontologije a što prevazilazi opseg ovog rada.

Nadalje, u ontologiji postoji klase :RegistarMetapodataka i :RegistarRepozitorija. Klasa :RegistarMetapodataka predviđena je da sadrži registre metapodataka (npr., :OMR ili *Open Metadata Registry*) u kojima se registriraju elementi metapodataka iz različitih shema, dok je klasa :RegistarRepozitorija predviđena da sadrži registre repozitorija (npr., :OpenAIRE) u kojima se uobičajeno registriraju digitalni repozitoriji. Kako bi se označilo da je određeni element registriran u određenom registru metapodataka rabi se svojstvo :jeURegistruMetapodatka; isto tako, kako bi se označilo da je određeni repozitorij registriran u određenom registru repozitorija rabi se svojstvo :jeURegistruRepozitorija. Ove informacije su važne jer se iz njih može saznati mogu li se elementi pojedine sheme metapodataka koristiti u okruženju semantičkog weba (npr., ako imaju RDF reprezentaciju) (:RegistarMetapodataka), kao i jesu li pojedini zapisi u digitalnim repozitorijima dohvatljivi metodom pobiranja putem OAI-PMH protokola (:RegistarRepozitorija). Naime, uobičajen uvjet za registraciju pojedinog repozitorija u registrima repozitorija je osigurana podrška za OAI-PMH.

Sljedeća klasa `:DigitalniRepozitorij` predviđena je da sadrži konkretne digitalne repozitorije kao instance pripadne klase. Ova klasa ima sljedeće podklase, a koje zapravo predstavljaju vrste digitalnih repozitorija: `:CrossDisciplinary`, `:Disciplinarni`, `:Institucijski`, `:RepozitorijiObjekataUcenja` i `:WebArhivi`.

U ontologiji postoji i klasa `:Protokol` koja je predviđena da sadrži protokole koji omogućuju provedbu, primjerice, postupka pobiranja (npr., `:OAI-PMH`) te klasa `:Harvester` koja je predviđena da sadrži harvestere (engl. *harvester*) ili pobirače, posebne programe kojima se zapisi iz određenog repozitorija pobiru putem navedenih protokola.

Posljednja klasa `:Identifikator` služi za okupljanje jedinstvenih identifikatora. Ova klasa služi kako bi se saznalo koji repozitorij koristi koji identifikator za jednoznačno identificiranje zapisa koje pohranjuje.

3.4.3. Deklariranje objektnih i svojstava tipova podataka

U ontologiji, zatim, slijedi deklariranje objektnih svojstava i svojstva tipova podataka. Osnovnu deklaraciju svojstva općenito, neovisno o njegovoj vrsti sačinjavaju:

- naziv (skraćena ili URI/IRI) svojstva kao subjekt RDF izjave;
- `rdf:type` svojstvo kao predikat;
- jedno od tri vrste svojstava kao objekt RDF izjave:
 - `owl:DatatypeProperty`.
 - `owl:ObjectProperty`,
 - `owl:AnnotationProperty`,

To se može izreći i na sljedeći način: `XY` svojstvo je instanca npr. klase `owl:AnnotationProperty`.

Kako je u teorijskom dijelu rada već navedeno, **svojstva tipova podataka** koriste se za opisivanje instanci slovnom vrijednošću određenog tipa podatka. Kao primjeri svojstva tipova podataka u ontologiji su navedeni: `:elementiIzJednogImenskogProstora` i `:imaUgnijezdeneElemente`. Predviđeno je da oba svojstva primaju vrijednosti "Da" ili "Ne". Svojstvo `:imaUgnijezdeneElemente` govori o tome radi li se o shemi s ravnom (engl.

flat) strukturom (ako je vrijednost "Ne") ili o shemi u kojoj postoji ugniježđivanje elemenata elemenata (ako je vrijednost svojstva "Da"). Također, predviđeno je i da svojstvo `:elementiIzJednogImenskogProstora` prima vrijednosti "Da" ili "Ne". Ovo svojstvo pomaže da se sheme metapodataka zaključivanjem automatski razvrstaju u klasu `:SingleSchema` (ako je vrijednost svojstva "Da") ili klasu `:AplikacijskiProfil` (ako je vrijednost svojstva "Ne"). To je jedan od načina kategoriziranja shema metapodataka u ovoj ontologiji. Drugi način odnosi se na ručno kategoriziranje, odnosno ručno razvrstavanje shema metapodataka u jednu od dvije navedene klase. Ova dva načina predstavljena su kako bi se pokazale koje mogućnosti može ponuditi ontologija pisana u OWL jeziku. U nastavku je dan primjer deklariranja svojstva `:elementiIzJednogImenskogProstora`:

```
:elementiIzJednogImenskogProstora rdf:type owl:DatatypeProperty .
```

Nakon što smo deklarirali svojstvo, s njim povezujemo klasu:

```
:SingleSchema rdf:type owl:Class ;
    owl:equivalentClass [ rdf:type owl:Restriction ;
        owl:onProperty :elementiIzJednogImenskogProstora ;
        owl:hasValue "Da" ] .

:AplikacijskiProfil rdf:type owl:Class ;
    owl:equivalentClass [ rdf:type owl:Restriction ;
        owl:onProperty :elementiIzJednogImenskogProstora ;
        owl:hasValue "Ne" ] ;
    rdfs:label "Aplikacijski profil"@hr .
```

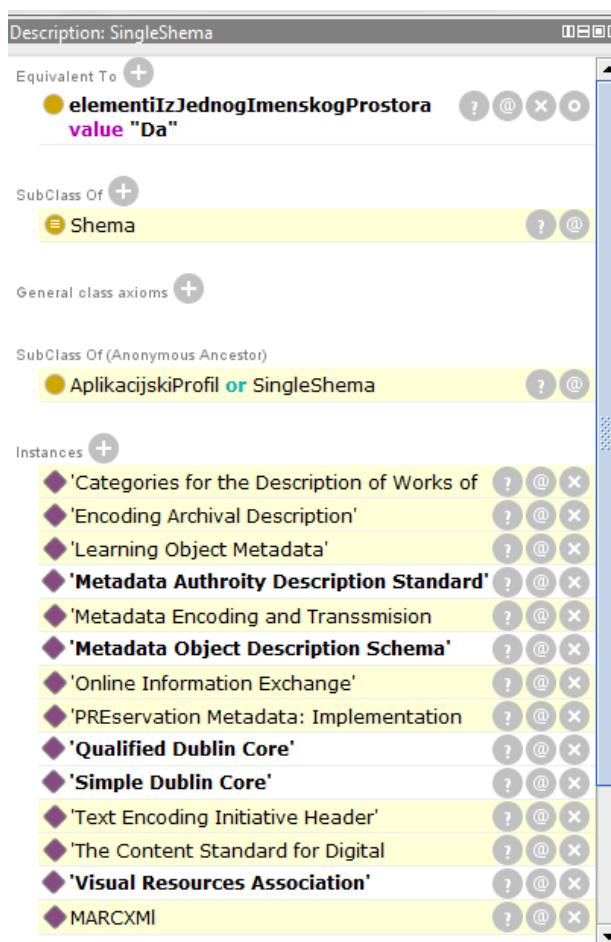
U nastavku se nalazi primjer deklaracije u kojemu se konkretna instanca povezuje sa svojstvom `:elementiIzJednogImenskogProstora`. Sve instance koje su zamišljene da se automatski razvrstaju u klase `:SingleSchema` ili `:AplikacijskiProfil` putem ovog svojstva, nalaze se u općenitoj klasi `owl:Thing` (zadana super-klasa programa Protégé). U primjeru je moguće vidjeti kako METS shema metapodataka prima vrijednost "Da" za ovo svojstvo, što znači da bi zaključivanjem trebala "pripasti" klasi `:SingleSchema`.

```

:METS rdf:type owl:NamedIndividual ;
      :elementiIzJednogImenskogProstora "Da" ;

```

Nakon pokretanja automatskog zaključivanja u programu Protégé, instanca METS, kao i ostale instance (sheme metapodataka), automatski će se razvrstati u jednu od dvije spomenute klase, a što je moguće vidjeti na slici 9. (nepodebljane vrijednosti u pravokutnicima žute boje označavaju "novo znanje ontologije" odnosno ono što je izvedeno automatskim zaključivanjem).



Slika 9. Primjer zaključivanja – automatsko razvrstavanje instanci u klasu :SingleSchema nakon unošenja potrebne vrijednosti ("Da") u svojstvo :elementiIzJednogImenskogProstora

Ontologija metapodatkovnih standarda sastoji se i od 15 **objektnih svojstava**. Svojstvo

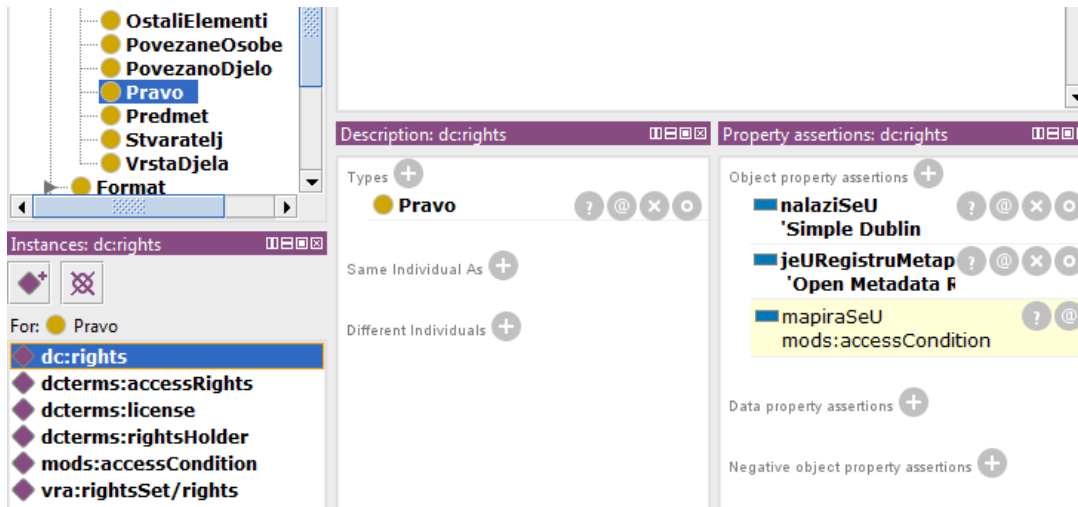
:deklariranaU deklarirano je kao objektno svojstvo te mu je određena domena i opseg. Domenu svojstva :deklariranaU čini klasa :SingleSchema, a opseg klasa :FormatDeklaracije, što znači da određena shema metapodataka, kao član klase :SingleSchema, može rabiti svojstvo :deklariranaU kako bi "izrekla" tvrdnju da je deklarirana određenim formatom deklaracije kao članom klase :FormatDeklaracije:

```
:deklariranaU rdf:type owl:ObjectProperty ;
    rdfs:domain :SingleSchema ;
    rdfs:range :FormatDeklaracije .
```

Zatim, tu je objektno svojstvo :mapiraSeU koje je deklarirano na način da ima jednu te istu klasu za domenu i za opseg (:Element). U tom slučaju radi se o **simetričnom svojstvu** koje omogućuje da se mapiranje elemenata provodi i u jednom i drugom smjeru – odnosno, to znači da će nakon provedenog ručnog mapiranja elementa iz jedne sheme s elementom iz druge sheme, program automatski obaviti mapiranje i u drugom, povratnom smjeru.

```
:mapiraSeU rdf:type owl:ObjectProperty ,
    owl:SymmetricProperty ;
    rdfs:domain :Element ;
    rdfs:range :Element .
```

Primjerice, u ontologiju je ručno unesena tvrdnja da se instanca klase :Element (podklase :Pravo) mods:accessCondition iz MODS sheme metapodataka mapira s elementom dc:rights iz Dublin Core sheme metapodataka. S obzirom da je svojstvo simetrično, nakon provedenog automatskog zaključivanja moguće je uočiti da se i element dc:rights mapirao s elementom mods:accessCondition (Slika 10.).

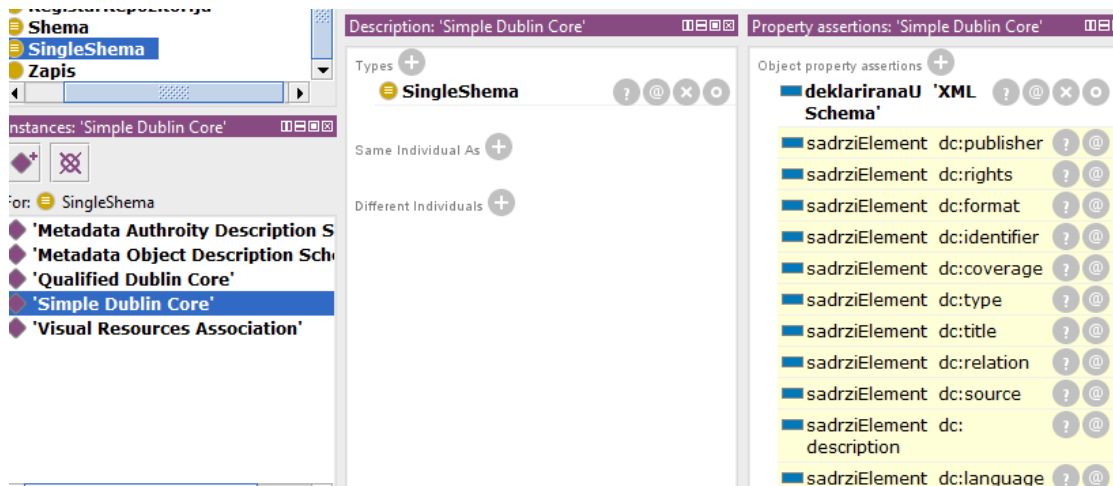


Slika 10. Primjer zaključivanja – automatsko mapiranje elemenata putem simetričnog svojstva :mapiraSeU.

Nadalje, u ontologiji su deklarirana i dva **inverzna svojstva** :nalaziSeU i :sadrziElement. Važno je uočiti da klasa koja čini domenu jednog svojstva ujedno predstavlja opseg drugog svojstva, i obratno. Npr., ako je u ontologiju ručno unesena tvrdnja da se element nalazi u određenoj shemi metapodataka putem svojstva :nalaziSeU, automatskim zaključivanjem će se izvesti tvrdnja da ista shema metapodataka sadrži isti taj element (putem svojstva :sadrziElement) (Slika 11.).

```
:nalaziSeU rdf:type owl:ObjectProperty ;
           owl:inverseOf :sadrziElement ;
           rdf:type owl:TransitiveProperty ;
           rdfs:domain :Element ;
           rdfs:range :Shema .
```

```
:sadrziElement rdf:type owl:ObjectProperty ;
              rdfs:domain :Shema ;
              rdfs:range :Element .
```



Slika 11. Primjer zaključivanja – automatsko dodjeljivanje elemenata 'Simple Dublin Core' shemi metapodataka.

Nadalje, objektno svojstvo `:jeDio` je primjer **tranzitivnog svojstva**.

```
:jeDio rdf:type owl:ObjectProperty ,
        owl:TransitiveProperty .
```

U ontologiji ovo svojstvo se koristi kako bi se pokazalo da je određeni zapis (`:zapis1`) dio određenog digitalnog repozitorija, npr., Repozitorija Filozofskog fakulteta u Osijeku (`:Repozitorij_FFOS`), a da je Repozitorij Filozofskog fakulteta u Osijeku (`:Repozitorij_FFOS`) ujedno dio Repozitorija Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku (`:RUNIOS`).

```
:zapis1 rdf:type owl:NamedIndividual ,
          :Zapis ;
:jeDio :Repozitorij_FFOS .

:Repozitorij_FFOS rdf:type owl:NamedIndividual ,
                   :Institucijski ;
:jeDio :RUNIOS ;
```

U ovom slučaju, automatsko zaključivanje izvodi tvrdnju da je određeni zapis (`:zapis1`)

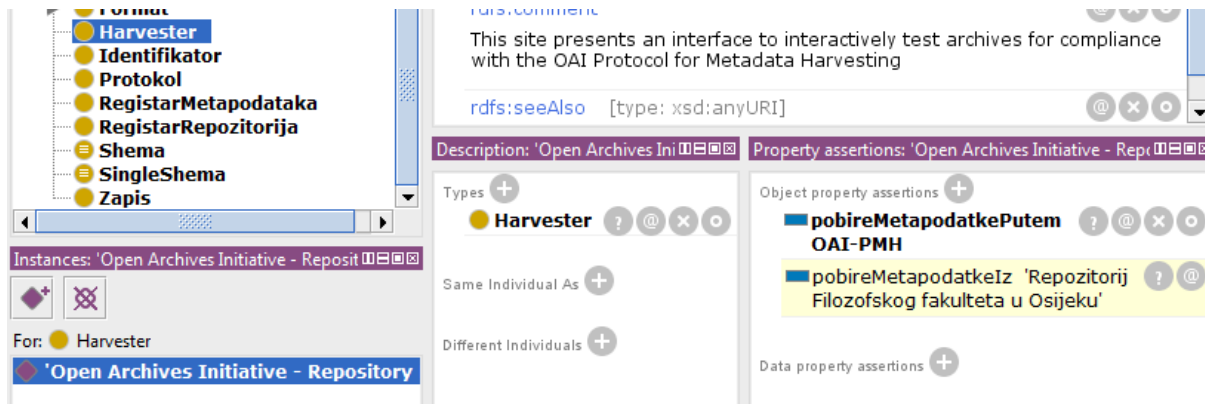
dio i drugog repozitorija (:RUNIOS).

Jednu od naprednijih mogućnosti OWL 2 jezika čine **lanac svojstava**. U ontologiji se pojavljuju dva takva lanca na kojima se temelje deklaracije svojstava :pobireMetapodatkeIz i :rabiShemu. U nastavku je naveden primjer lanca svojstava koji putem svojstava :pobireMetapodatkePutem i :podrzanU deklarira svojstvo :rabiShemu. Svojevremeno :pobireMetapodatkePutem izražava se da instanca klase :Harvester (domena) pobire metapodatke putem instance klase :Protokol (opseg), npr. OAI Repository Explorer pobire metapodatke putem OAI-PMH protokola. Drugo svojstvo :podrzanU određeno je domenom :Protokol i opsegom :DigitalniRepozitorij te upotrijebljeno u tvrdnji (RDF izjavi) u kojoj se izriče da je OAI-PMH protokol (:OAI_PMH) podržan u Repozitoriju Filozofskog fakulteta u Osijeku (:Repozitorij_FFOS). Konačno, svojstvo :pobireMetapodatkeIz deklarira se kroz lanac svojstava :pobireMetapodatkePutem i :podrzanU na način da će u obzir uzeti domenu :Harvester iz svojstva :pobireMetapodatkePutem i opseg :DigitalniRepozitorij svojstva :podrzanU te zaključiti da određeni harvester pobire metapodatke iz određenog digitalnog repozitorija (Slika 12.).

```
:pobireMetapodatkePutem rdf:type owl:ObjectProperty ;
                        rdfs:domain :Harvester ;
                        rdfs:range :Protokol .

:podrzanU rdf:type owl:ObjectProperty ;
          rdfs:domain :Protokol ;
          rdfs:range :DigitalniRepozitorij .

:pobireMetapodatkeIz rdf:type owl:ObjectProperty ;
                    owl:propertyChainAxiom
                    ( :pobireMetapodatkePutem
                      :podrzanU ) .
```



Slika 12. Primjer zaključivanja – lanac svojstava :pobireMetapodatkeIz .

Ostala svojstva koja se koriste u ontologiji su :jeURegistruMetapodataka, :jeURegistruRepozitorija, :zapisEnkodiranU, :rabiIdentifikator, :sadrziZapis i :zapisSadrziElement, kao i svojstvo :rabiShemu koje je također deklarirano kroz lanac svojstava .

Svojstvom :jeURegistruMetapodataka, kao što je već spomenuto, želi se izraziti kako se određeni element nalazi u određenom registru metapodataka. Slično njemu, svojstvo :jeURegistruRepozitorija služi tomu kako bi se izjavilo da je konkretni digitalni repozitorij (domena :DigitalniRepozitorij) registriran u nekom registru repozitorija (opseg :RegistarRepozitorija) .

Domena svojstva :rabiIdentifikator je klasa :DigitalniRepozitorij a opseg klasa :Identifikator čime je moguće izreći tvrdnju da određeni repozitorij (npr., :Repozitorij_FFOS) kao instanca klase :DigitalniRepozitorij rabi određeni identifikator (npr., :NBN odnosno *National Bibliography Number*).

```
:RUNIOS :rabiIdentifikator :NBN ;
```

Sljedeće svojstvo :zapisEnkodiranU koristi se kako bi se pokazalo u kojem formatu (opseg :FormatPohrane) digitalni repozitoriji (domena :DigitalniRepozitorij) enkodiraju, tj. označavaju svoje zapise. U nastavku dan je primjer izjave koja rabi ovo svojstvo i u kojem se tvrdi da Repozitorij Filozofskog fakulteta u Osijeku (:Repozitorij_FFOS) ima zapise enkodirane u XML-u (:XML):

:Repozitorij_FFOS :zapisiEnkodiraniU :XML ;

Također, u ontologiji se pojavljuje i svojstvo :sadrziZapis kojemu je domena klasa :DigitalniRepozitorij, a opseg klasa :Zapis što se može tumačiti na način da određeni digitalni repozitorij sadrži konkretni zapis.

Konačno, postoji svojstvo :zapisSadrziElement, kojim se želi reći kako je konkretan zapis opisan, odnosno kako sadrži određene metapodatkovne elemente. Ovo svojstvo je dio lanca svojstava :rabiShemu uz već gore navedena svojstva :sadrziZapis i :nalaziSeU. Ovim lancem se u konačnici zaključuje kako određeni digitalni repozitorij (domena svojstva :sadrziZapis) rabi neku od shema (opseg svojstva :sadrziElement).

3.4.4. Deklariranje instanci

U ontologiji se trenutno nalazi 152 instance. U sljedećim primjerima će se pokazati na koji način se deklariraju konkretne instance, njihova pripadnost klasama te na koji način se povezuju sa svojstvima.

Ispod se nalazi jednostavan primjer deklariranja instance :HTML koja pripada klasi :FormatPohrane. owl:NamedIndividual je izraz kojim se u OWL-u označava instanca klase.

```
:HTML rdf:type owl:NamedIndividual ,  
        :FormatPohrane .
```

U primjeru deklaracije instance :LOM može se vidjeti kako joj je dodijeljeno svojstvo tipa podatka :elementiIzJednogImenskogProstora te kako je tom svojstvu dodijeljena vrijednost "Da", što će automatskim zaključivanjem kategorizirati ovu shemu metapodataka u klasu :SingleSchema. Osim toga, ova instanca dodatno je opisana anotacijama temeljenima i na elementima iz imenskog prostora Dublin Core sheme metapodataka (npr., <<http://purl.org/dc/elements/1.1/date>> pomoću kojeg je navedena godina nastanka sheme metapodataka). U drugoj anotaciji rdfs:comment nalazi se komentar u kojemu je ukratko opisana LOM shema metapodataka, dok se u anotaciji rdfs:label nalazi ljudski-čitljiv naziv ove metapodatkovne sheme.

```

:LOM rdf:type owl:NamedIndividual ;
      :elementiIzJednogImenskogProstora "Da" ;
      <http://purl.org/dc/elements/1.1/date> 2002 ;
      rdfs:comment ""9 categories and elements...""@en ;
      rdfs:label "Learning Object Metadata" .

```

U sljedećem primjeru deklaracije instance `:VRA_Core` vidljivo je kako je ova instanca, za razliku od `:LOM-a`, ručno dodijeljena klasi `:SingleSchema` te da rabi svojstvo tipa podatka `:imaUgnijezdeneElemente` kojemu je pridodana vrijednost "Da". Nadalje, objektno svojstvo `:deklariranaU` govori da je ova shema metapodataka deklarirana u `:XSD` formatu. Ova instanca, kao i prethodna, ima anotaciju u kojoj je moguće vidjeti puni naziv metapodatkovne sheme, no također postoji i anotacija `rdfs:seeAlso` u kojoj je navedena poveznica na najnoviju verziju sheme metapodataka.

```

:VRA_Core rdf:type owl:NamedIndividual ,
           :SingleSchema ;
           :imaUgnijezdeneElemente "Da" ;
           :deklariranaU :XSD ;
           rdfs:label "Visual Resources Association" ;
           rdfs:seeAlso
"\"https://www.loc.gov/standards/vracore/vra.xsd\"^^xsd:anyURI" .

```

Posljednji primjer deklaracije instance specifičan je po tome što u nazivu koristi puni naziv elementa s imenskim prostorom: `<http://purl.org/dc/elements/1.1/subject>`. Ova instanca pripada klasi `:Predmet` (podklasa klase `:Element`), te uz pomoć objektnog svojstva `:jeURegistruMetapodataka`, izriče da se nalazi u `:OMR` registru metapodataka. Također, u primjeru deklaracije ove instance vidljivo je da koristi i svojstvo `:mapiraSe` kako bi se mapirala s druga dva elementa (instance) MODS sheme metapodataka koji su također navedeni bez prefiksa u punom nazivu s imenskim prostorima.

```

<http://purl.org/dc/elements/1.1/subject> rdf:type
owl:NamedIndividual ,
      :Predmet ;

```

```

:jeURegistruMetapodataka :OMR ;
:mapiraSeU http://www.loc.gov/mods/v3/classification> ,
<http://www.loc.gov/mods/v3/subject> ;
:nalaziSeU :SimpleDC .

```

3.4.5. SPARQL upiti

U teorijskom dijelu rada spomenut je SPARQL, RDF upitni jezik koji se rabi za postavljanje upita u računalnim ontologijama koje se temelje na RDF modelu podataka. U sljedećim primjerima izložit će se nekoliko SPARQL upita kojima će se demonstrirati moć ovog jezika u kontekstu primjene računalnih ontologija u praksi. U primjeru na Slici 13. postavljen je upit kojim se želi saznati koje su sve podklase u klasi :Element.

SPARQL query:

```

PREFIX : <http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT ?subject ?object
  WHERE { ?subject rdfs:subClassOf :Element }

```

| subject | object |
|--------------------------|--------|
| Pravo | |
| VrstaDjela | |
| Izvor | |
| Impresum | |
| PovezanoDjelo | |
| Jezik | |
| Naslov | |
| OstaliElementi | |
| PovezaneOsobe | |
| Stvaratelj | |
| MaterijalniOpis | |
| Predmet | |
| JedinstveniIdentifikator | |

Slika 13. SPARQL upit kojim se prikazuju podklase klase :Element.

U drugom primjeru (Slika 14.) prikazan je upit kojim se želi saznati koji se sve elementi iz

različitih shema metapodataka nalaze u podklasi :Stvaratelj klase :Element. Ove informacije metapodatkovnim stručnjacima uvelike mogu pomoći prilikom kreiranja aplikacijskih profila u svrhu odabira potrebitih elemenata metapodataka za određenu namjenu. Osim podklase :Stvaratelj, na isti način mogu se prikazati elementi iz bilo koje druge podklase klase :Element.

```

SPARQL query:
PREFIX : <http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT ?subject ?object
  WHERE { ?subject rdf:type :Stvaratelj}

```

| subject | object |
|--------------------|--------|
| mods:namePart | |
| dc:creator | |
| vra:agentSet/agent | |

Slika 14. SPARQL upit - Prikaz svih elemenata iz različitih shema metapodataka koji se nalaze u klasi :Stvaratelj.

Osim toga, da bi se saznalo koji se metapodatkovni elementi koji su članovi klase :Stvaratelj mogu rabiti u okruženju semantičkog weba (a to znači da su registrirani u :OMR odnosno *Open Metadata Registry*-ju) potrebno je postaviti SPARQL upit kao na Slici 15.

```

SPARQL query:
PREFIX : <http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT ?subject ?object
      WHERE { ?subject rdf:type :Stvaratelj;
               :jeURegistruMetapodataka :OMR }

```

| subject |
|------------|
| dc:creator |

Slika 15. SPARQL upit - Prikaz svih elemenata iz različitih shema metapodataka koji se nalaze u klasi :Stvaratelj te su registrirani u *Open Metadata Registry*-ju.

Drugim riječima, ovakva vrsta SPARQL upita ontologiju metapodatkovnih standarda pretvara u svojevrstan registar metapodataka. To znači da variranjem varijabli odnosno kriterija SPARQL upita, specijalist metapodataka može doći do ključnih informacija vezanih uz izbor određenog elementa za vlastiti aplikacijski profil koji zatim može rabiti za opis izvora u svom lokalnom repozitoriju.

4.5. Rasprava

Kako je već spomenuto u radu, prije izrade ontologije metapodatkovnih standarda postavljene su tri hipoteze, a nakon što je ontologija razvijena i testirana automatskim zaključivanjem, pokazalo se kako se sve tri postavljene hipoteze mogu potvrditi.

Prva hipoteza da ontologija pomaže u kategorizaciji shema metapodataka je potvrđena, jer je pokazano kako ontologija omogućuje automatsko razvrstavanje shema u klasu :SingleSchema ili :AplikacijskiProfil na temelju unesenih vrijednosti (Da ili Ne) za svojstvo tipa podatka :elementiIzJednogImenskogProstora. Sljedeća hipoteza prema kojoj ontologija može pomoći u mapiranju elemenata je također potvrđena. Na osnovi simetričnosti svojstva :mapiraSe, pokazano je da je ručno mapiranje dovoljno obaviti samo u jednom smjeru, dok će automatsko zaključivanje (*reasonera* ili programa koji izvodi automatsko zaključivanje i koji je instaliran u okviru uređivača ontologija) obaviti mapiranje u drugom smjeru. Osim toga,

odgovarajućim SPARQL upitima moguće je kreirati *metadata crosswalks*, odnosno prikazati u tablici provedeno mapiranje svih elemenata odabranih shema metapodataka u upitu a koje se nalaze u ontologiji. Na koncu, i posljednja postavljena hipoteza da ontologija može pomoći u kreiranju aplikacijskih profila je potvrđena. Dobro osmišljena arhitektura ontologije omogućava kategoriziranje elemenata iz različitih shema metapodataka u odgovarajuće potkategorije, odnosno klase koje okupljaju elemente iste ili slične namjene. Na primjer, klasa :`Naslov` može sadržavati sve elemente iz različitih shema metapodataka a koji opisuju naslov izvora itd. Ovdje je važno napomenuti kako odabir elemenata za aplikacijski profil uvelike olakšava SPARQL - RDF upitni jezik, koji omogućuje da se putem jednog ili više postavljenih upita, varirajući kriterije odabira elemenata, odabere željeni set elemenata metapodataka za vlastiti aplikacijski profil.

6. Zaključak

World Wide Web jedna je od usluga koju pruža internet, a koja omogućuje pristup i razmjenu podataka na mreži. Semantički web predstavlja sljedeću generaciju weba koja bi trenutni web poveznica zamijenila webom značenja. Pored URI/IRI-ja, XML-a, RDF-a i drugih tehnologija semantičkog weba, jedna od ključnih tehnologija su i računalne ontologije koje su vezane uz semantiku određene domene ljudskog znanja.

U radu je pokazano kako ontologija ove domene može uvelike pomoći stručnjacima koji se bave metapodacima u postupku upravljanja metapodatkovnim shemama u mrežnom okruženju. Prije izrade same ontologije postavljene su sljedeće hipoteze: ontologija može pomoći u kategorizaciji shema metapodataka, mapiranju elemenata metapodataka i u postupku kreiranja aplikacijskih profila. Ontologija je razvijena u OWL ontologijskom jeziku u Protégé besplatnom uređivaču ontologija te se u Turtle formatu nalazi u Prilogu rada. Trenutno se sastoji od 33 klase, 15 objektnih svojstava, 2 svojstva tipova podataka i 152 instance. Ontologija je oglednog odnosno pokaznog karaktera te ju je moguće (što je poželjno) nadograđivati i poboljšavati. Važno je naglasiti kako su demonstrirane mogućnosti automatskog zaključivanja odnosno izvođenja novog znanja imale za posljedicu potvrdu svih hipoteza postavljenih u radu. Dakako, razvoj jedne ovako specifične ontologije zahtijeva dubinsko poznavanje problematike metapodataka, ali i još dublje znanje o ontologijama. Za razvoj ontologije potrebno je znanje OWL jezika, RDF-a i RDF Scheme, a poželjno je i poznavanje SPARQL upitnog jezika kada se započne s njenom primjenom u praksi. No, najvažnije je na samom početku osmisлити dobru arhitekturu ontologije, neovisno o domeni koju pokriva, jer krivo postavljen temelj često znači mnogo teže njeno održavanje i korištenje u budućnosti.

Danas na mreži, među ontologijama koje pokrivaju najrazličitije domene ljudskog znanja, još uvijek se ne nalazi ontologija iz područja metapodatkovnih standarda. To otvara mogućnost da se ontologija razvijena u ovom radu javno objavi na webu te u najskorije vrijeme pronade svoju primjenu. Također, otvara se i mogućnost okupljanja zajednice kompetentnih stručnjaka sa znanjem iz područja ontologija, ali i onih sa znanjem iz područja metapodatkovnih standarda, a koji bi kontinuirano razvijali, nadograđivali i poboljšavali ontologiju metapodatkovnih standarda. Na koncu, važno je da stručnjaci koji budu radili na razvoju ontologije metapodatkovnih standarda

istu konzistentno razvijaju te je povežu s već postojećim znanjem na globalnoj razini, odnosno da slijede i u konačnici ostvare Berners Lee-jevu ideju semantičkog weba.

Literatura

1. Aghaei, Sareh; Nematbakhsh, Mohammad Ali; Khosravi Farsani, Hadi. Evolution of the World Wide Web: From Web 1.0 to Web 4.0. // International Journal of Web & Semantic Technology (IJWesT) 3, 1(2012), str. 1-10. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/8cb3/93c3229e8f288febfa4dac12a0f6298efb93.pdf> (2019-05-10)
2. Almeida, Mauricio Barcellos. Revisiting ontologies: A necessary clarification. // Journal of the American Society for Information Science & Technology 64, 8(2013), str. 1682-1693. URL: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=b0470435-3473-49d3-a222-aae21451b0c7%40pdc-v-sessmgr01> (2018-07-10)
3. Antoniou, Grigoris; Groth, Paul; Van Harelen, Frank; Hoekstra, Rinke. A semantic web primer. Cambridge, London: The MIT Press, 2012.
4. Arbanas, Krunoslav; Čubrilo, Mirko. Ontology in information security. // Journal of Information and Organizational Sciences 39, 2(2015). Str. 107-136. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/220279> (2019-04-13)
5. Berners-Lee, Tim; Hendler, James; Lassila, Ora. The semantic web, 2001. URL: <https://www-sop.inria.fr/acacia/cours/essi2006/Scientific%20American%20Feature%20Article%20The%20Semantic%20Web%20May%202001.pdf> (2019-04-12)
6. Bosančić, Boris. Otvoreni povezani podatci i metapodatci. // Otvorenost u znanosti i visokom obrazovanju. / Hebrang Grgić, Ivana. Zagreb: Školska knjiga, 2018. Str. 181-197.
7. Bosančić, Boris. Prema 'povezanom znanju': primjena računalnih ontologija u okruženju povezanih podataka. // 20. seminar Arhivi, Knjižnice, Muzeji: mogućnosti suradnje u okruženju globalne informacijske infrastrukture. Zagreb: Hrvatsko muzejsko društvo, 2017. str. 130-152.
8. Caplan, Priscilla. Metadata fundamentals for all librarians. Chicago: American Library Association, 2003.
9. CIDOC CRM. URL: <http://www.cidoc-crm.org/> (2019-04-20)
10. Corcho, Oscar; Poveda-Villalon, Maria; Gomez-Perez, Asuncion. Ontology engineering in the era of linked data. // Bulletin of the Association for Information Science & Technology

- 41, 4(2015). Str. 13-17. URL:
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=948d3c1a-106e-4b15-9383-f0ddeccad466%40sessionmgr4006> (2018-09-13)
11. Čanić, Dubravka. Metapodaci u upravljanju zapisima. // Knjižničarstvo 20, 2(2016), str. 41-56. URL:
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiK5ujpk8DhAhXSaVAKHVi3BcEQFjAAegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.knjiznicarstvo.com.hr%2Fwp-content%2Fuploads%2F2017%2F05%2F273_Canic_2016_2.pdf&usg=AOvVaw1p5dRjmfuPo5Qso0J8PFz9 (2019-04-08)
 12. Domingue, John; Fensel, Dieter; Hendler, James A. Introduction to the semantic web technologies. // Handbook of semantic web technologies. / Domingue, John; Fensel, Dieter; Hendler, James A. New York, Springer, 2011. Str. 3-43.
 13. Dublin Core Metadata Initiative. URL: <http://dublincore.org/> (2019-04-10)
 14. Duval, Erik. Metadata standards: what, who & why. // Journal of Universal Computer Science 7, 7(2001), str. 591-601. URL:
www.jucs.org/jucs_7_7/metadata_standards_what_who/Duval_E.pdf (2019-04-08)
 15. Federal Geographic Data Committee. Content standard for digital geospatial metadata. URL:
<https://www.fgdc.gov/metadata/csdgm/> (2019-04-10)
 16. Foundational Model of Anatomy. URL: <http://si.washington.edu/projects/fma> (2019-04-20)
 17. GoodRelations. URL: <https://www.w3.org/wiki/GoodRelations> (2019-04-20)
 18. Grimm, Stephan...[et al.]. Ontologies and the semantic web. // Handbook of semantic web technologies. / Domingue, John; Fensel, Dieter; Hendler, James A. New York, Springer, 2011. Str. 507-581.
 19. Gruber, T. R. A translation approach to portable ontology specifications. // Knowledge acquisition 5, 2(1993), str. 199-220.

20. Harth, Andreas; Janik, Maciej; Staab, Steffen. Semantic web architecture. // Handbook of semantic web technologies. / Domingue, John; Fensel, Dieter; Hendler, James A. New York, Springer, 2011. Str. 44-71.
21. Hepp, Martin. Ontologies: state of the art, business potential, and grand challenges. // Ontology management: semantic web, semantic web services, and business applications / Hepp, Martin... [et al.]. New York: Springer Science+Business Media, LLC, 2008. Str. 3-22.
22. IFLA. Digital libraries: Metadata resources, 2005. URL: <https://www.ifla.org/node/9337> (2019-04-09)
23. Jarrar, Mustafa; Meersman, Robert. Ontology engineering – the DOGMA approach. // Advances in web semantics I: ontologies, web services and applied semantic web / Dillon, Tharam S...[et al.]. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2009. Str. 7-34.
24. J. Paul Getty Trust. Categories for the description of works of art. URL: http://www.getty.edu/research/publications/electronic_publications/cdwa/index.html (2019-04-10)
25. Legg, Catherine. Ontologije na semantičkom webu. // Vjesnik bibliotekara Hrvatske 53, 1(2010), str. 155-206. URL: <http://www.hkdrustvo.hr/datoteke/838/vbh/God.53> (2018-07-10)
26. ONIX. URL: <https://www.editeur.org/8/ONIX/> (2019-04-10)
27. Ontologija. // Hrvatska enciklopedija. Leksikografski zavod Miroslav Krleža. URL: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=45185> (2019-04-13)
28. Ontology. URL: <https://wiki.dbpedia.org/services-resources/ontology> (2019-04-20)
29. Protégé. URL: <https://protege.stanford.edu/products.php> (2019-05-05)
30. Riley, Jenn. Understanding metadata. Baltimore, MD: National Information Standards Organization, 2004. URL:

https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc990983/m2/1/high_res_d/understanding_metadata.pdf (2019-04-08)

31. Rowley, Jennifer. The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. // Journal of Information Science 33, 2(2007), str. 163-180. URL:
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwinpq63oMDhAhUI3aQKHUyQAHsQFjAAegQIARAC&url=https%3A%2F%2Funigis.at%2Fschnuppermodul%2Fmodul_gisintro%2Fhtml%2Flektion5%2Fmedia%2Frowley-2007.pdf&usg=AOvVaw2UPM50_6vKDCJ22LvGrRIm (2019-04-08)
32. Sarić, Ivana; Magdić, Antonio; Essert, Mario. Sheme metapodataka značajne za knjižničarstvo s primjerom implementacije OpenURL-a standarda. // Vjesnik bibliotekara Hrvatske 54, 1-2 (2011), str. 134-157. URL:
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi1srHrIMDhAhXM4KQKHV0DDiwQFjAAegQIABAC&url=https%3A%2F%2Fhrcak.srce.hr%2Ffile%2F119696&usg=AOvVaw1zVJoEeeM9vDTYP898BsUW> (2019-04-08)
33. SIOC Core Ontology Specification. URL: <http://rdfs.org/sioc/spec/> (2019-04-20)
34. Smith, Barry; Welty, Christopher. Ontology: towards a new synthesis. // Proceedings of the international conference on Formal Ontology in Information Systems, (2001), str. 3-9. URL:
<http://mba.eci.ufmg.br/downloads/recol/piii-foreword.pdf> (2019-04-13)
35. Specification. URL: <http://musicontology.com/specification/> (2019-04-20)
36. Text encoding initiative. URL: <https://tei-c.org/> (2019-04-10)
37. The Gene Ontology resource. URL: <http://geneontology.org/> (2019-04-20)
38. The Library of Congress. Encoded archival description, 2019. URL:
<https://www.loc.gov/ead/> (2019-04-10)
39. The Library of Congress. MARC 21 XML schema, 2018. URL:
<http://www.loc.gov/standards/marcxml/> (2019-04-10)

40. The Library of Congress. Metadata authority description schema, 2018. URL: <http://www.loc.gov/standards/mads/> (2019-04-10)
41. The Library of Congress. Metadata encoding & transmission standard, 2019. URL: <http://www.loc.gov/standards/mets/> (2019-04-10)
42. The Library of Congress. Metadata object description schema, 2018. URL: <http://www.loc.gov/standards/mods/> (2019-04-10)
43. The Library of Congress. PREMIS: preservation metadata maintenance activity, 2016. URL: <https://www.loc.gov/standards/premis/index.html> (2019-04-10)
44. The Library of Congress. VRA CORE, 2018. URL: <http://www.loc.gov/standards/vracore/> (2019-04-10)
45. W3C. Metadata and resource description, 2001. URL: <https://www.w3.org/Metadata/> (2019-04-09)
46. W3C. OWL 2 Web Ontology Language Primer (Second Edition). URL: https://www.w3.org/TR/owl2-primer/#OWL_2_Profiles (2019-05-02)
47. W3C. OWL Web Ontology Language Guide. URL: <https://www.w3.org/TR/owl-guide/> (2019-04-30) (2019-04-30)
48. W3C. RDF Schema 1.1. URL: <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/> (2019-04-28)
49. W3C. Vocabularies. URL: <https://www.w3.org/standards/semanticweb/ontology> (2019-04-13)
50. W3C. Namespaces in XML 1.0 (Third Edition). URL: <https://www.w3.org/TR/REC-xml-names/#ProcessorConformance> (2019-05-15)
51. Woodley, Mary S. Metadata matters: Connecting people and information. // Introduction to metadata / urednica Murtha Baca. Los Angeles: Research Institute, 2008. Str. 38-63.

Prilog

Ontologija metapodatkovnih standarda u Turtle formatu:

```
@prefix : <http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#> .
@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix xml: <http://www.w3.org/XML/1998/namespace> .
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
@base <http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#> .

<http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#> rdf:type owl:Ontology ;
                                                    rdfs:isDefinedBy "Tena Vilček"@hr ;
                                                    rdfs:comment ""Ontologija je prvotno
napravljena u svrhu diplomskog rada. Koristi se za pretraživanje i davanje pregleda metapodatkovnih
standarda, pripadajućih elemenata i sl.""@hr ;
    <http://purl.org/dc/elements/1.1/subject> "Metapodatkovni standardi (domena ontologije)"@hr ;
    rdfs:label "Ontologija metapodatkovnih standarda"@hr ;
    <http://purl.org/dc/elements/1.1/date> "2019-04-10"@hr ;
    :Prava "Sva prava ove ontologije pripadaju Teni Vilček"@hr .

#####
# Annotation properties
#####

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Prava
:Prava rdf:type owl:AnnotationProperty .

### http://purl.org/dc/elements/1.1/date
<http://purl.org/dc/elements/1.1/date> rdf:type owl:AnnotationProperty .

### http://purl.org/dc/elements/1.1/subject
<http://purl.org/dc/elements/1.1/subject> rdf:type owl:AnnotationProperty .

#####
# Object Properties
#####

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#deklariranaU
:deklariranaU rdf:type owl:ObjectProperty ;
    rdfs:domain :SingleShema ;
    rdfs:range :FormatDeklaracije .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#jeDio
:jeDio rdf:type owl:ObjectProperty ,
    owl:TransitiveProperty .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#jeURegistruMetapodataka
:jeURegistruMetapodataka rdf:type owl:ObjectProperty ;
    rdfs:domain :Element ;
    rdfs:range :RegistarMetapodataka .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#jeURegistruRepozitorija
:jeURegistruRepozitorija rdf:type owl:ObjectProperty ;
    rdfs:domain :DigitalniRepozitorij ;
    rdfs:range :RegistarRepozitorija .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#mapiraSeU
:mapiraSeU rdf:type owl:ObjectProperty ,
    owl:SymmetricProperty ;
```

```

rdfs:domain :Element ;
rdfs:range :Element .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#nalaziSeU
:nalaziSeU rdf:type owl:ObjectProperty ;
owl:inverseOf :sadrziElement ;
rdf:type owl:TransitiveProperty ;
rdfs:domain :Element ;
rdfs:range :Schema .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#pobireMetapodatkeIz
:pobireMetapodatkeIz rdf:type owl:ObjectProperty ;
owl:propertyChainAxiom ( :pobireMetapodatkePutem
:podrganU
) .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#pobireMetapodatkePutem
:pobireMetapodatkePutem rdf:type owl:ObjectProperty ;
rdfs:domain :Harvester ;
rdfs:range :Protokol .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#podrganU
:podrganU rdf:type owl:ObjectProperty ;
rdfs:domain :Protokol ;
rdfs:range :DigitalniRepozitorij .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#rabiIdentifikator
:rabiIdentifikator rdf:type owl:ObjectProperty ;
rdfs:domain :DigitalniRepozitorij ;
rdfs:range :Identifikator .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#rabiShemu
:rabiShemu rdf:type owl:ObjectProperty ;
owl:propertyChainAxiom ( :sadrziZapis
:zapisSadrziElement
:nalaziSeU
) .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#sadrziElement
:sadrziElement rdf:type owl:ObjectProperty ;
rdfs:domain :Schema ;
rdfs:range :Element .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#sadrziZapis
:sadrziZapis rdf:type owl:ObjectProperty ;
rdfs:domain :DigitalniRepozitorij ;
rdfs:range :Zapis .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#zapisSadrziElement
:zapisSadrziElement rdf:type owl:ObjectProperty .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#zapisiEnkoderaniU
:zapisiEnkoderaniU rdf:type owl:ObjectProperty ;
rdfs:domain :DigitalniRepozitorij ;
rdfs:range :FormatPohrane .

```

```

#####
# Data properties
#####

```

```

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#elementiIzJednogImenskogProstora
:elementiIzJednogImenskogProstora rdf:type owl:DatatypeProperty .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#imaUgniježdeneElemente
:imaUgniježdeneElemente rdf:type owl:DatatypeProperty .

#####
# Classes
#####

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#AplikacijskiProfil
:AplikacijskiProfil rdf:type owl:Class ;
    owl:equivalentClass [ rdf:type owl:Restriction ;
        owl:onProperty :elementiIzJednogImenskogProstora ;
        owl:hasValue "Ne"
    ] ;
    rdfs:label "Aplikacijski profil"@hr .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#CrossDisciplinary
:CrossDisciplinary rdf:type owl:Class ;
    rdfs:subClassOf :DigitalniRepozitorij ;
    rdfs:comment "Cross-disciplinary" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#DigitalniRepozitorij
:DigitalniRepozitorij rdf:type owl:Class ;
    rdfs:label "Digitalni repozitoriji"@hr .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Disciplinarni
:Disciplinarni rdf:type owl:Class ;
    rdfs:subClassOf :DigitalniRepozitorij .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Element
:Element rdf:type owl:Class .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Format
:Format rdf:type owl:Class .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#FormatDeklaracije
:FormatDeklaracije rdf:type owl:Class ;
    rdfs:subClassOf :Format .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#FormatPohrane
:FormatPohrane rdf:type owl:Class ;
    rdfs:subClassOf :Format .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Harvester
:Harvester rdf:type owl:Class .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Identifikator
:Identifikator rdf:type owl:Class .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Impresum
:Impresum rdf:type owl:Class ;
    rdfs:subClassOf :Element .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Institucijski
:Institucijski rdf:type owl:Class ;
    rdfs:subClassOf :DigitalniRepozitorij .

```



```

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Izvor
:Izvor rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf :Element .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#JedinstveniIdentifikator
:JedinstveniIdentifikator rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf :Element .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Jezik
:Jezik rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf :Element .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#MaterijalniOpis
:MaterijalniOpis rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf :Element .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Naslov
:Naslov rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf :Element .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#OpisSadržaja
:OpisSadržaja rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf :Element .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#OstaliElementi
:OstaliElementi rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf :Element .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#PovezaneOsobe
:PovezaneOsobe rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf :Element .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#PovezanoDjelo
:PovezanoDjelo rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf :Element .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Pravo
:Pravo rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf :Element .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Predmet
:Predmet rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf :Element .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Protokol
:Protokol rdf:type owl:Class .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#RegistarMetapodataka
:RegistarMetapodataka rdf:type owl:Class .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#RegistarRepozitorija
:RegistarRepozitorija rdf:type owl:Class .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#RepozitorijiObjekataUcenja
:RepozitorijiObjekataUcenja rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf :DigitalniRepozitorij ;

```

```

        rdfs:comment "Repozitoriji objekata učenja" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Schema
:Schema rdf:type owl:Class ;
        owl:equivalentClass [ rdf:type owl:Class ;
                                owl:unionOf ( :AplikacijskiProfil
                                                :SingleSchema
                                                )
                                ] .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#SingleSchema
:SingleSchema rdf:type owl:Class ;
        owl:equivalentClass [ rdf:type owl:Restriction ;
                                owl:onProperty :elementiIzJednogImenskogProstora ;
                                owl:hasValue "Da"
                                ] .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Stvaratelj
:Stvaratelj rdf:type owl:Class ;
        rdfs:subClassOf :Element .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#VrstaDjela
:VrstaDjela rdf:type owl:Class ;
        rdfs:subClassOf :Element .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#WebArhivi
:WebArhivi rdf:type owl:Class ;
        rdfs:subClassOf :DigitalniRepozitorij ;
        rdfs:comment "Web arhivi" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Zapis
:Zapis rdf:type owl:Class .

#####
#   Individuals
#####

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#ARK
:ARK rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Identifikator ;
      rdfs:label "Archival Resource Key" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#AVEL
:AVEL rdf:type owl:NamedIndividual ;
      :elementiIzJednogImenskogProstora "Ne"^^xsd:string ;
      rdfs:label "Australasian Virtual Engineering Library's Metadata Set" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#ArXiv
:ArXiv rdf:type owl:NamedIndividual ,
        :Disciplinarni ;
        :jeURegistruRepozitorija :ROAR .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#CDWA
:CDWA rdf:type owl:NamedIndividual ;
      :elementiIzJednogImenskogProstora "Da" ;
      <http://purl.org/dc/elements/1.1/date> 1994 ;
      rdfs:comment ""Core categories:

```

```

For the Object, Architecture, or Group:
Catalog Level
Object/Work Type

```

Classification Term
Title or Name
Measurements Description
Materials and Techniques Description
Creator Description
Creator Identity
Creator Role
Creation Date
Subject Matter Indexing Terms
Current Repository/Geographic Location
Current Repository Numbers

For the Person/Corporate Body Authority:

Name
Biography
Birth Date
Death Date
Nationality/Culture/Race
Life Roles
Related People / Corporate Bodies (if hierarchical)

For the Place/Location Authority:

Place Name
Place Type
Related Places (hierarchical)

For the Place/Location Authority

Place Name
Place Type
Related Places (hierarchical)

For the Generic Concept Authority:

Term
Related Generic Concepts (hierarchical)
Scope Note

For the Subject Authority:

Subject Name
Related Subjects (if hierarchical) ""@en ;
 rdfs:label "Categories for the Description of Works of Art" .

```
### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#DOI
:DOI rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Identifikator ;
      rdfs:comment "Koristi se kao permalink te se dodjeljuje elektroničkom dokumentu a da se ne
odnosi prema njegovoj trenutnoj lokaciji. Naglasak je na funkciji postojanosti" ;
      rdfs:label "Digital Object Identifier" .
```

```
### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#EAD
:EAD rdf:type owl:NamedIndividual ;
      :elementiIzJednogImenskogProstora "Da" ;
      <http://purl.org/dc/elements/1.1/date> 1993 ;
      rdfs:comment ""3 major sections: <eadheader>, <frontmatter>, <archdesc>
```

Elements:

<abbr> - Abbreviation
<abstract> - Abstract
<accessrestrict> - Conditions Governing Access
<accruals> - Accruals
<acqinfo> - Acquisition Information
<address> - Address
<addressline> - Address Line
<altformavail> - Alternative Form Available
<appraisal> - Appraisal Information
<arc> - Arc
<archdesc> - Archival Description
<archdescgrp> - Archival Description Group
<archref> - Archival Reference
<arrangement> - Arrangement

<author> - Author
 <bibliography> - Bibliography
 <bibref> - Bibliographic Reference
 <bibseries> - Bibliographic Series
 <bioghist> - Biography or History
 <blockquote> - Block Quote
 <c> - Component (Unnumbered)
 <c01> - Component (First Level)
 <c02> - Component (Second Level)
 <c03> - Component (Third Level)
 <c04> - Component (Fourth Level)
 <c05> - Component (Fifth Level)
 <c06> - Component (Sixth Level)
 <c07> - Component (Seventh Level)
 <c08> - Component (Eighth Level)
 <c09> - Component (Ninth Level)
 <c10> - Component (Tenth Level)
 <c11> - Component (Eleventh Level)
 <c12> - Component (Twelfth Level)
 <change> - Change
 <chronitem> - Chronology List Item
 <chronlist> - Chronology List
 <colspec> - Table Column Specification
 <container> - Container
 <controlaccess> - Controlled Access Headings
 <corpname> - Corporate Name
 <creation> - Creation
 <custodhist> - Custodial History
 <dao> - Digital Archival Object
 <daodesc> - Digital Archival Object Description
 <daogrp> - Digital Archival Object Group
 <daoloc> - Digital Archival Object Location
 <date> - Date
 <defitem> - Definition List Item
 <descgrp> - Description Group
 <descrules> - Descriptive Rules
 <did> - Descriptive Identification
 <dimensions> - Dimensions
 <div> - Text Division
 <dsc> - Description of Subordinate Components
 <dscgrp> - Description of Subordinate Components Group
 <ead> - Encoded Archival Description
 <eadgrp> - EAD Group
 <eadheader> - EAD Header
 <eadid> - EAD Identifier
 <edition> - Edition
 <editionstmt> - Edition Statement
 <emph> - Emphasis
 <entry> - Table Entry
 <event> - Event
 <eventgrp> - Event Group
 <expan> - Expansion
 <extent> - Extent
 <extptr> - Extended Pointer
 <extptrloc> - Extended Pointer Location
 <extref> - Extended Reference
 <extrefloc> - Extended Reference Location
 <famname> - Family Name
 <filedesc> - File Description
 <fileplan> - File Plan
 <frontmatter> - Front Matter
 <function> - Function
 <genreform> - Genre/Physical Characteristic
 <geogname> - Geographic Name
 <head> - Heading
 <head01> - First Heading
 <head02> - Second Heading
 <imprint> - Imprint
 <index> - Index
 <indexentry> - Index Entry
 <item> - Item

<label> - Label
 <langmaterial> - Language of the Material
 <language> - Language
 <languageusage> - Language Usage
 <lb> - Line Break
 <legalstatus> - Legal Status
 <linkgrp> - Linking Group
 <list> - List
 <listhead> - List Heading
 <materialspec> - Material Specific Details
 <name> - Name
 <namegrp> - Name Group
 <note> - Note
 <notestmt> - Note Statement
 <num> - Number
 <occupation> - Occupation
 <odd> - Other Descriptive Data
 <originalsloc> - Location of Originals
 <origination> - Origination
 <otherfindaid> - Other Finding Aid
 <p> - Paragraph
 <persname> - Personal Name
 <physdesc> - Physical Description
 <physfacet> - Physical Facet
 <physloc> - Physical Location
 <phystech> - Physical Characteristics and Technical Requirements
 <prefercite> - Preferred Citation
 <processinfo> - Processing Information
 <profiledesc> - Profile Description
 <ptr> - Pointer
 <ptrgrp> - Pointer Group
 <ptrloc> - Pointer Location
 <publicationstmt> - Publication Statement
 <publisher> - Publisher
 <ref> - Reference
 <refloc> - Reference Location
 <relatedmaterial> - Related Material
 <repository> - Repository
 <resource> - Resource
 <revisiondesc> - Revision Description
 <row> - Table Row
 <runner> - Runner
 <scopecontent> - Scope and Content
 <separatedmaterial> - Separated Material
 <seriesstmt> - Series Statement
 <sponsor> - Sponsor
 <subarea> - Subordinate Area
 <subject> - Subject
 <subtitle> - Subtitle
 <table> - Table
 <tbody> - Table Body
 <tgroup> - Table Group
 <thead> - Table Head
 <title> - Title
 <titlepage> - Title Page
 <titleproper> - Title Proper of the Finding Aid
 <titlestmt> - Title Statement
 <unitdate> - Date of the Unit
 <unitid> - ID of the Unit
 <unittitle> - Title of the Unit
 <userrestrict> - Conditions Governing Use""@en ;
 rdfs:label "Encoding Archival Description" .

```

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#FGDC_CSDGM
:FGDC_CSDGM rdf:type owl:NamedIndividual ;
             :elementiIzJednogImenskogProstora "Da" ;
             rdfs:comment ""Established by Office of Management and Budget Circular A-16, the
Federal Geographic Data Committee (FGDC) promotes the coordinated development, use, sharing, and
dissemination of geographic data. The FGDC is composed of representatives from the Departments of
Agriculture, Commerce, Defense, Energy, Housing and Urban Development, the Interior, State, and

```

Transportation; the Environmental Protection Agency; the Federal Emergency Management Agency; the Library of Congress; the National Aeronautics and Space Administration; the National Archives and Records Administration; and the Tennessee Valley Authority. Additional Federal agencies participate on FGDC subcommittees and working groups. The Department of the Interior chairs the committee."@en ;

rdfs:label "The Content Standard for Digital Geospatial Metadata by the Federal Geographic Data Committee"@en .

http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#GEM
:GEM rdf:type owl:NamedIndividual ;
:elementiIzJednogImenskogProstora "Ne"^^xsd:string ;
rdfs:label "Gateway to Educational Materials" .

http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#HAW
:HAW rdf:type owl:NamedIndividual ,
:WebArhivi ;
rdfs:label "Hrvatski arhiv weba" .

http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#HTML
:HTML rdf:type owl:NamedIndividual ,
:FormatPohrane .

http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Handle
:Handle rdf:type owl:NamedIndividual ,
:Identifikator ;
rdfs:comment "Koristi se za imenovanje s naglaskom na jedinstvenost" .

http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Internet_archive
:Internet_archive rdf:type owl:NamedIndividual ,
:WebArhivi ;
rdfs:label "Internet archive" .

http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#LOM
:LOM rdf:type owl:NamedIndividual ;
:elementiIzJednogImenskogProstora "Da" ;
<http://purl.org/dc/elements/1.1/date> 2002 ;
rdfs:comment ""9 categories and elements:

General:
Identifier:
Catalog
Entry
Title
Language
Description
Keyword
Coverage
Structure
Aggregation Level

Life Cycle:
Version
Status
Contribute:
Role
Entity
Date

Meta-Metadata:
Identifier:
Catalog
Schema
Contribute:
Role
Entity

Date
Metadata Schema
Language

Technical:
Format
Size
Location
Requirement:
 OrComposite:
 Type
 Name
 Minimum Version
 Maximum Version
Installation Remarks
Other Platform Requirements
Duration

Educational:
Interactivity Type
Learning Resource Type
Interactivity Level
Semantic Density
Intended End User Role
Context
Typical Age Range
Difficulty
Typical Learning Time
Description
Language

Rights:
Cost
Copyright and Other Restrictions
Description

Relation:
Kind
Resource:
 Identifier:
 Catalog
 Entry
Description

Annotation:
Entity
Date
Description

Classification:
Purpose
Taxon Path:
 Source
 Taxon:
 Id
 Entry
Description
Keyword""@en ;
 rdfs:label "Learning Object Metadata" .

```
### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#MADS
:MADS rdf:type owl:NamedIndividual ,
       :SingleShema ;
       :deklariranaU :OWL ;
       :elementiIzJednogImenskogProstora "Da" ;
       <http://purl.org/dc/elements/1.1/date> "2005"@en ;
       rdfs:comment "The Metadata Authority Description Schema (MADS) is an XML schema for an
authority element set that may be used to provide metadata about agents (people, organizations),
events, and terms (topics, geographics, genres, etc.). MADS serves as a companion to the Metadata
Object Description Schema (MODS) to provide metadata about the authoritative entities used in MODS
```

descriptions. The standard is maintained by the MODS/MADS Editorial Committee with the Network Development and MARC Standards Office of the Library of Congress and input from users."@en ;
rdfs:label "Metadata Authority Description Standard" .

```
### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#MARCXML
:MARCXML rdf:type owl:NamedIndividual ;
    :elementiIzJednogImenskogProstora "Da" ;
    <http://purl.org/dc/elements/1.1/date> 2002 ;
    rdfs:comment "MARC21 in XML - The Library of Congress' Network Development and MARC Standards Office is developing a framework for working with MARC data in a XML environment. This framework is intended to be flexible and extensible to allow users to work with MARC data in ways specific to their needs. The framework itself includes many components such as schemas, stylesheets, and software tools."@en ;
    rdfs:label "MARCXML" .
```

```
### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#MERLOT
:MERLOT rdf:type owl:NamedIndividual ,
    :RepozitorijiObjekataUcenja .
```

```
### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#METS
:METS rdf:type owl:NamedIndividual ;
    :elementiIzJednogImenskogProstora "Da" ;
    <http://purl.org/dc/elements/1.1/date> "1997"@en ;
    rdfs:comment ""7 major sections: METS Header, Descriptive Metadata, Administrative Metadata, File Section, Structural Map, Structural Links, Behavior
```

```
Elements:
<agent>,
<altRecordID>,
<amdSec>,
<area>,
<behavior>,
<behaviorSec>,
<binData>,
<digiprovmD>,
<div>,
<dmdSec>,
<FContent>,
<file>,
<fileGrp>,
<fileSec>,
<FLocat>,
<fptr>,
<interfaceDef>,
<mdRef>,
<mdWrap>,
<mechanism>,
<mets>,
<metsDocumentID>,
<metsHdr>,
<mptr>,
<name>,
<note>,
<par>,
<rightsMD>,
<seq>,
<smArcLink>,
<smLink>,
<smLinkGrp>,
<smLocatorLink>,
<sourceMD>,
<stream>,
<structLink>,
<structMap>,
<techMD>,
<transformFile>,
<xmlData>""@en ;
    rdfs:label "Metadata Encoding and Transsmision Standard"@en .
```



```
### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#MODS
:MODS rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :SingleSchema ;
      :imaUgniježdeneElemente "Da" ;
      :deklariranaU :XSD ;
      rdfs:comment "Metadata Object Description Schema (MODS) is a schema for a bibliographic
element set that may be used for a variety of purposes, and particularly for library applications.
The standard is maintained by the Network Development and MARC Standards Office of the Library of
Congress with input from users."@en ;
      rdfs:label "Metadata Object Description Schema" .
```

```
### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#NBN
:NBN rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Identifikator ;
      rdfs:comment "Koristi se za potrebe nacionalnih bibliografija" ;
      rdfs:label "National Bibliography Number" .
```

```
### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#OAIRepositoryExplorer
:OAIRepositoryExplorer rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Harvester ;
      :pobireMetapodatkePutem :OAI_PMH ;
      rdfs:comment "This site presents an interface to interactively test archives
for compliance with the OAI Protocol for Metadata Harvesting" ;
      rdfs:label "Open Archives Initiative - Repository Explorer" ;
      rdfs:seeAlso "http://re.cs.uct.ac.za/"^^xsd:anyURI .
```

```
### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#OAI_PMH
:OAI_PMH rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Protokol ;
      :podrzanU :Repozitorij_FFOS ;
      rdfs:label "OAI-PMH" .
```

```
### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#OMR
:OMR rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :RegistarMetapodataka ;
      rdfs:label "Open Metadata Registry" .
```

```
### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#ONIX
:ONIX rdf:type owl:NamedIndividual ;
      :elementiIzJednogImenskogProstora "Da" ;
      <http://purl.org/dc/elements/1.1/date> "2000"@en ;
      rdfs:comment "ONIX is a group of related XML standards for books, serials and publishing
rights information."@en ;
      rdfs:label "Online Information Exchange"@en .
```

```
### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#ORCID
:ORCID rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Identifikator ;
      rdfs:label "Open Researcher and Contributor ID" .
```

```
### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#OWL
:OWL rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :FormatDeklaracije .
```

```
### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#OpenAIRE
:OpenAIRE rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :RegistarRepozitorija .
```

```
### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#OpenDOAR
:OpenDOAR rdf:type owl:NamedIndividual ,
```

```

                :RegistarRepozitorija ;
rdfs:label "The Directory of Open Access Repositories" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#OpenURL
:OpenURL rdf:type owl:NamedIndividual ,
          :Identifikator ;
          rdfs:comment "Koristi se kao protokol koji osigurava povezivanje informacijskog izvora s
odgovarajućim servisom u određenom kontekstu (ne pripada identifikatorima, ali često se uz njih
spominje)" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#PREMIS
:PREMIS rdf:type owl:NamedIndividual ;
         :elementiIzJednogImenskogProstora "Da" ;
         <http://purl.org/dc/elements/1.1/date> "2005"@en ;
         rdfs:comment "Semantic units: Object, Environment (Intellectual Entities), Event, Agent,
Rights"@en ;
         rdfs:label "PREservation Metadata: Implementation Strategies" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#PURL
:PURL rdf:type owl:NamedIndividual ,
       :Identifikator ;
       rdfs:comment "Koristi se za mrežne stranice, tiskane izvore, čak i u kataložnim sustavima s
naglaskom na postojanoj funkciji lociranja izvora" ;
       rdfs:label "Persistent URL" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#QualifiedDC
:QualifiedDC rdf:type owl:NamedIndividual ,
              :SingleSchema ;
              :imaUgniježdeneElemente "Ne" ;
              :deklariranaU :XSD ;
              rdfs:label "Qualified Dublin Core" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#RDFS
:RDFS rdf:type owl:NamedIndividual ,
         :FormatDeklaracije ;
         rdfs:label "RDF Schema" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#ROAR
:ROAR rdf:type owl:NamedIndividual ,
        :RegistarRepozitorija ;
        rdfs:label "Registry of Open Access Repositories" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#RUNIOS
:RUNIOS rdf:type owl:NamedIndividual ,
         :CrossDisciplinary ;
         :rabiIdentifikator :NBN ;
         rdfs:label "Repozitorij Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#Repozitorij_FFOS
:Repozitorij_FFOS rdf:type owl:NamedIndividual ,
                   :Institucijski ;
                   :jeDio :RUNIOS ;
                   :jeURegistruRepozitorija :OpenDOAR ;
                   :sadrziZapis :zapisl ;
                   :zapisiEnkodiraniU :XML ;
                   rdfs:label "Repozitorij Filozofskog fakulteta u Osijeku" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#SimpleDC
:SimpleDC rdf:type owl:NamedIndividual ,
            :SingleSchema ;
            :imaUgniježdeneElemente "Ne" ;
            :deklariranaU :XSD ;

```

```

    rdfs:label "Simple Dublin Core" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#TEIHeader
:TEIHeader rdf:type owl:NamedIndividual ;
    :elementiIzJednogImenskogProstora "Da" ;
    <http://purl.org/dc/elements/1.1/date> "1990"@en ;
    rdfs:comment "TEI header supplies descriptive and declarative metadata associated with
a digital resource or set of resources."@en ;
    rdfs:label "Text Encoding Initiative Header"@en .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#TEL
:TEL rdf:type owl:NamedIndividual ,
    :RegistarMetapodataka ;
    rdfs:label "The European Library Metadata Registry" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#URI
:URI rdf:type owl:NamedIndividual ,
    :Identifikator ;
    rdfs:comment "Koristi se za identifikiranje apstraktnog ili fizičkog izvora/resursa" ;
    rdfs:label "Uniform Resource Identifier" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#URL
:URL rdf:type owl:NamedIndividual ,
    :Identifikator ;
    rdfs:comment "Koristi se za kreiranje poveznica na webu" ;
    rdfs:label "Uniform Resource Locator" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#URN
:URN rdf:type owl:NamedIndividual ,
    :Identifikator ;
    rdfs:comment "Koristi se za identifikiranje izvora prema imenu odnosno imenskom prostoru bez
znanja o lokaciji" ;
    rdfs:label "Uniform Resource Name" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#VRA_Core
:VRA_Core rdf:type owl:NamedIndividual ,
    :SingleSchema ;
    :imaUgniježdeneElemente "Da" ;
    :deklariranaU :XSD ;
    rdfs:label "Visual Resources Association" ;
    rdfs:seeAlso "https://www.loc.gov/standards/vracore/vra.xsd"^^xsd:anyURI .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#XHTML
:XHTML rdf:type owl:NamedIndividual ,
    :FormatPohrane .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#XML
:XML rdf:type owl:NamedIndividual ,
    :FormatPohrane .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#XSD
:XSD rdf:type owl:NamedIndividual ,
    :FormatDeklaracije ;
    rdfs:label "XML Schema" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#affiliation
:affiliation rdf:type owl:NamedIndividual ,
    :OstaliElementi ;
    :nalaziSeU :MADS ;
    rdfs:label "mads:affiliation" .

```

```

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#classification
:classification rdf:type owl:NamedIndividual ,
                 :Predmet ;
                 :nalaziSeU :MADS ;
                 rdfs:label "mads:classification" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#extension
:extension rdf:type owl:NamedIndividual ,
            :OstaliElementi ;
            :nalaziSeU :MADS ;
            rdfs:label "mads:extension" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#fieldOfActivity
:fieldOfActivity rdf:type owl:NamedIndividual ,
                 :OstaliElementi ;
                 :nalaziSeU :MADS ;
                 rdfs:label "mads:fieldOfActivity" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#identifier
:identifier rdf:type owl:NamedIndividual ,
            :JedinstveniIdentifikator ;
            :nalaziSeU :MADS ;
            rdfs:label "mads:identifier" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#language
:language rdf:type owl:NamedIndividual ,
          :Jezik ;
          :nalaziSeU :MADS ;
          rdfs:label "mads:language" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#madsCollection
:madsCollection rdf:type owl:NamedIndividual ,
                :OstaliElementi ;
                :nalaziSeU :MADS ;
                rdfs:label "mads:madsCollection" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#note
:note rdf:type owl:NamedIndividual ,
       :OstaliElementi ;
       :nalaziSeU :MADS ;
       rdfs:label "mads:note" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#recordInfo
:recordInfo rdf:type owl:NamedIndividual ,
            :OstaliElementi ;
            :nalaziSeU :MADS ;
            rdfs:label "mads:recordInfo" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#url
:url rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Izvor ;
      :nalaziSeU :MADS ;
      rdfs:label "mads:url" .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#variant
:variant rdf:type owl:NamedIndividual ,
         :OstaliElementi ;
         :nalaziSeU :MADS ;
         rdfs:label "mads:variant" .

```

```

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#zapis1
:zapis1 rdf:type owl:NamedIndividual ,
        :Zapis ;
        :jeDio :Repozitorij_FFOS ;
        :zapisSadrziElement <http://purl.org/dc/elements/1.1/title> .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#zapis2
:zapis2 rdf:type owl:NamedIndividual ,
        :Zapis .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#zapis3
:zapis3 rdf:type owl:NamedIndividual ,
        :Zapis .

### http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#RDF/XML
<http://oziz.ffos.hr/tvilcek/metapodatci-ontologija#RDF/XML> rdf:type owl:NamedIndividual ,
        :FormatPohrane .

### http://purl.org/dc/elements/1.1/contributor
<http://purl.org/dc/elements/1.1/contributor> rdf:type owl:NamedIndividual ,
        :PovezaneOsobe ;
        :jeURegistruMetapodataka :OMR ;
        :nalaziSeU :SimpleDC .

### http://purl.org/dc/elements/1.1/coverage
<http://purl.org/dc/elements/1.1/coverage> rdf:type owl:NamedIndividual ,
        :OstaliElementi ;
        :jeURegistruMetapodataka :OMR ;
        :nalaziSeU :SimpleDC .

### http://purl.org/dc/elements/1.1/creator
<http://purl.org/dc/elements/1.1/creator> rdf:type owl:NamedIndividual ,
        :Stvaratelj ;
        :jeURegistruMetapodataka :OMR ;
        :nalaziSeU :SimpleDC .

### http://purl.org/dc/elements/1.1/date
<http://purl.org/dc/elements/1.1/date> rdf:type owl:NamedIndividual ,
        :Impresum ;
        :jeURegistruMetapodataka :OMR ;
        :nalaziSeU :SimpleDC .

### http://purl.org/dc/elements/1.1/description
<http://purl.org/dc/elements/1.1/description> rdf:type owl:NamedIndividual ,
        :OpisSadržaja ;
        :jeURegistruMetapodataka :OMR ;
        :nalaziSeU :SimpleDC .

### http://purl.org/dc/elements/1.1/format
<http://purl.org/dc/elements/1.1/format> rdf:type owl:NamedIndividual ,
        :MaterijalniOpis ;
        :jeURegistruMetapodataka :OMR ;
        :nalaziSeU :SimpleDC .

### http://purl.org/dc/elements/1.1/identifier
<http://purl.org/dc/elements/1.1/identifier> rdf:type owl:NamedIndividual ,
        :JedinstveniIdentifikator ;
        :jeURegistruMetapodataka :OMR ;
        :nalaziSeU :SimpleDC .

```

```

### http://purl.org/dc/elements/1.1/language
<http://purl.org/dc/elements/1.1/language> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Jezik ;
      :jeURegistruMetapodataka :OMR ;
      :nalaziSeU :SimpleDC .

### http://purl.org/dc/elements/1.1/publisher
<http://purl.org/dc/elements/1.1/publisher> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Impresum ;
      :jeURegistruMetapodataka :OMR ;
      :nalaziSeU :SimpleDC .

### http://purl.org/dc/elements/1.1/relation
<http://purl.org/dc/elements/1.1/relation> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :PovezanoDjelo ;
      :jeURegistruMetapodataka :OMR ;
      :mapiraSeU <http://www.loc.gov/mods/v3/relatedItem> ;
      :nalaziSeU :SimpleDC .

### http://purl.org/dc/elements/1.1/rights
<http://purl.org/dc/elements/1.1/rights> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Pravo ;
      :jeURegistruMetapodataka :OMR ;
      :nalaziSeU :SimpleDC .

### http://purl.org/dc/elements/1.1/source
<http://purl.org/dc/elements/1.1/source> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Izvor ;
      :jeURegistruMetapodataka :OMR ;
      :nalaziSeU :SimpleDC .

### http://purl.org/dc/elements/1.1/subject
<http://purl.org/dc/elements/1.1/subject> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Predmet ;
      :jeURegistruMetapodataka :OMR ;
      :mapiraSeU <http://www.loc.gov/mods/v3/classification>
,
      <http://www.loc.gov/mods/v3/subject> ;
      :nalaziSeU :SimpleDC .

### http://purl.org/dc/elements/1.1/title
<http://purl.org/dc/elements/1.1/title> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Naslov ;
      :jeURegistruMetapodataka :OMR ;
      :nalaziSeU :SimpleDC .

### http://purl.org/dc/elements/1.1/type
<http://purl.org/dc/elements/1.1/type> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :VrstaDjela ;
      :jeURegistruMetapodataka :OMR ;
      :mapiraSeU <http://www.loc.gov/mods/v3/genre> ,
      <http://www.loc.gov/mods/v3/typeOfResource> ;
      :nalaziSeU :SimpleDC .

### http://purl.org/dc/terms/abstract
<http://purl.org/dc/terms/abstract> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :OpisSadržaja ;
      :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/accessRights
<http://purl.org/dc/terms/accessRights> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Pravo ;

```

```

:nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/accrualMethod
<http://purl.org/dc/terms/accrualMethod> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:OstaliElementi ;
:nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/accrualPeriodicity
<http://purl.org/dc/terms/accrualPeriodicity> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:OstaliElementi ;
:nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/accrualPolicy
<http://purl.org/dc/terms/accrualPolicy> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:OstaliElementi ;
:nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/alternative
<http://purl.org/dc/terms/alternative> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:Naslov ;
:nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/audience
<http://purl.org/dc/terms/audience> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:OstaliElementi ;
:nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/available
<http://purl.org/dc/terms/available> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:Impresum ;
:nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/bibliographicCitation
<http://purl.org/dc/terms/bibliographicCitation> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:JedinstveniIdentifikator ;
:nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/conformsTo
<http://purl.org/dc/terms/conformsTo> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:PovezanoDjelo ;
:nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/created
<http://purl.org/dc/terms/created> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:Impresum ;
:nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/dateAccepted
<http://purl.org/dc/terms/dateAccepted> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:Impresum ;
:nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/dateCopyrighted
<http://purl.org/dc/terms/dateCopyrighted> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:Impresum ;
:nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/dateSubmitted
<http://purl.org/dc/terms/dateSubmitted> rdf:type owl:NamedIndividual ,

```

```

                                :Impresum ;
                                :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/educationLevel
<http://purl.org/dc/terms/educationLevel> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                           :OstaliElementi ;
                                           :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/extent
<http://purl.org/dc/terms/extent> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                       :MaterijalniOpis ;
                                       :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/hasFormat
<http://purl.org/dc/terms/hasFormat> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                         :PovezanoDjelo ;
                                         :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/hasPart
<http://purl.org/dc/terms/hasPart> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                       :PovezanoDjelo ;
                                       :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/hasVersion
<http://purl.org/dc/terms/hasVersion> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                         :PovezanoDjelo ;
                                         :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/instructionalMethod
<http://purl.org/dc/terms/instructionalMethod> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                                  :OstaliElementi ;
                                                  :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/isFormatOf
<http://purl.org/dc/terms/isFormatOf> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                         :PovezanoDjelo ;
                                         :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/isPartOf
<http://purl.org/dc/terms/isPartOf> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                       :PovezanoDjelo ;
                                       :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/isReferencedBy
<http://purl.org/dc/terms/isReferencedBy> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                             :PovezanoDjelo ;
                                             :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/isReplacedBy
<http://purl.org/dc/terms/isReplacedBy> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                           :PovezanoDjelo ;
                                           :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/isRequiredBy
<http://purl.org/dc/terms/isRequiredBy> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                           :PovezanoDjelo ;
                                           :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/isVersionOf

```



```

<http://purl.org/dc/terms/isVersionOf> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :PovezanoDjelo ;
      :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/issued
<http://purl.org/dc/terms/issued> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Impresum ;
      :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/license
<http://purl.org/dc/terms/license> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Pravo ;
      :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/mediator
<http://purl.org/dc/terms/mediator> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :OstaliElementi ;
      :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/medium
<http://purl.org/dc/terms/medium> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :MaterijalniOpis ;
      :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/modified
<http://purl.org/dc/terms/modified> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Impresum ;
      :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/provenance
<http://purl.org/dc/terms/provenance> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :OstaliElementi ;
      :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/references
<http://purl.org/dc/terms/references> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :PovezanoDjelo ;
      :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/replaces
<http://purl.org/dc/terms/replaces> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :PovezanoDjelo ;
      :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/requires
<http://purl.org/dc/terms/requires> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :PovezanoDjelo ;
      :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/rightsHolder
<http://purl.org/dc/terms/rightsHolder> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Pravo ;
      :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/spatial
<http://purl.org/dc/terms/spatial> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :OstaliElementi ;
      :nalaziSeU :QualifiedDC .

```

```

### http://purl.org/dc/terms/tableOfContents
<http://purl.org/dc/terms/tableOfContents> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                           :OpisSadrzaja ;
                                           :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/temporal
<http://purl.org/dc/terms/temporal> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                       :OstaliElementi ;
                                       :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://purl.org/dc/terms/valid
<http://purl.org/dc/terms/valid> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                   :Impresum ;
                                   :nalaziSeU :QualifiedDC .

### http://www.loc.gov/mods/v3/abstract
<http://www.loc.gov/mods/v3/abstract> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                           :OpisSadrzaja ;
                                           :mapiraSeU <http://purl.org/dc/terms/abstract> ;
                                           :nalaziSeU :MODS ;
                                           rdfs:label "mods:abstract" .

### http://www.loc.gov/mods/v3/accessCondition
<http://www.loc.gov/mods/v3/accessCondition> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                                :Pravo ;
                                                :mapiraSeU <http://purl.org/dc/elements/1.1/rights>
;
                                                :nalaziSeU :MODS ;
                                                rdfs:label "mods:accessCondition" .

### http://www.loc.gov/mods/v3/classification
<http://www.loc.gov/mods/v3/classification> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                                :Predmet ;
                                                :nalaziSeU :MODS ;
                                                rdfs:label "mods:classification" .

### http://www.loc.gov/mods/v3/extension
<http://www.loc.gov/mods/v3/extension> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                           :OstaliElementi ;
                                           :nalaziSeU :MODS ;
                                           rdfs:label "mods:extension" .

### http://www.loc.gov/mods/v3/genre
<http://www.loc.gov/mods/v3/genre> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                      :VrstaDjela ;
                                      :nalaziSeU :MODS ;
                                      rdfs:label "mods:genre" .

### http://www.loc.gov/mods/v3/identifier
<http://www.loc.gov/mods/v3/identifier> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                           :JedinstveniIdentifikator ;
                                           :mapiraSeU <http://purl.org/dc/elements/1.1/identifier> ;
                                           :nalaziSeU :MODS ;
                                           rdfs:label "mods:identifier" .

### http://www.loc.gov/mods/v3/language
<http://www.loc.gov/mods/v3/language> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                         :Jezik ;
                                         :mapiraSeU <http://purl.org/dc/elements/1.1/language> ;
                                         :nalaziSeU :MODS ;
                                         rdfs:label "mods:language" .

```

```

### http://www.loc.gov/mods/v3/location
<http://www.loc.gov/mods/v3/location> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Izvor ,
      :JedinstveniIdentifikator ;
      :mapiraSeU <http://purl.org/dc/elements/1.1/identifier> ;
      :nalaziSeU :MODS ;
      rdfs:label "mods:location" .

### http://www.loc.gov/mods/v3/note
<http://www.loc.gov/mods/v3/note> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :OpisSadržaja ;
      :mapiraSeU <http://purl.org/dc/elements/1.1/description> ;
      :nalaziSeU :MODS ;
      rdfs:label "mods:note" .

### http://www.loc.gov/mods/v3/originInfo
<http://www.loc.gov/mods/v3/originInfo> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Impresum ;
      :mapiraSeU <http://purl.org/dc/elements/1.1/date> ,
      <http://purl.org/dc/elements/1.1/publisher> ;
      :nalaziSeU :MODS ;
      rdfs:label "mods:originInfo" .

### http://www.loc.gov/mods/v3/part
<http://www.loc.gov/mods/v3/part> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :OstaliElementi ;
      :nalaziSeU :MODS ;
      rdfs:label "mods:part" .

### http://www.loc.gov/mods/v3/physicalDescription
<http://www.loc.gov/mods/v3/physicalDescription> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :MaterijalniOpis ;
      :mapiraSeU
<http://purl.org/dc/elements/1.1/format> ;
      :nalaziSeU :MODS ;
      rdfs:label "mods:physicalDescription" .

### http://www.loc.gov/mods/v3/recordInfo
<http://www.loc.gov/mods/v3/recordInfo> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :OstaliElementi ;
      :nalaziSeU :MODS ;
      rdfs:label "mods:recordInfo" .

### http://www.loc.gov/mods/v3/relatedItem
<http://www.loc.gov/mods/v3/relatedItem> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :PovezanoDjelo ;
      :nalaziSeU :MODS ;
      rdfs:label "mods:relatedItem" .

### http://www.loc.gov/mods/v3/subject
<http://www.loc.gov/mods/v3/subject> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Predmet ;
      :nalaziSeU :MODS ;
      rdfs:label "mods:subject" .

### http://www.loc.gov/mods/v3/tableOfContents
<http://www.loc.gov/mods/v3/tableOfContents> rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :OpisSadržaja ;
      :mapiraSeU
<http://purl.org/dc/elements/1.1/description> ;
      :nalaziSeU :MODS ;
      rdfs:label "mods:tableOfContents" .

```

```

### http://www.loc.gov/mods/v3/targetAudience
<http://www.loc.gov/mods/v3/targetAudience> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                                :OstaliElementi ;
                                                :nalaziSeU :MODS ;
rdfs:label "mods:targetAudience" .

### http://www.loc.gov/mods/v3/typeOfResource
<http://www.loc.gov/mods/v3/typeOfResource> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                                :VrstaDjela ;
                                                :nalaziSeU :MODS ;
rdfs:label "mods:typeOfResource" .

### http://www.loc.gov/mods/v3/name/namePart
<http://www.loc.gov/mods/v3/name/namePart> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                                :PovezaneOsobe ,
                                                :Stvaratelj ;
                                                :nalaziSeU :MODS ;
rdfs:label "mods:namePart" .

### http://www.loc.gov/mods/v3/titleInfo/title
<http://www.loc.gov/mods/v3/titleInfo/title> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                                :Naslov ;
                                                :mapiraSeU <http://purl.org/dc/elements/1.1/title> ;
                                                :nalaziSeU :MODS ;
rdfs:label "mods:titleInfo/title" .

### http://www.vraweb.org/vracore4.htm#agent
<http://www.vraweb.org/vracore4.htm#agent> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                                :PovezaneOsobe ,
                                                :Stvaratelj ;
                                                :nalaziSeU :VRA_Core ;
rdfs:label "vra:agentSet/agent" .

### http://www.vraweb.org/vracore4.htm#culturalContext
<http://www.vraweb.org/vracore4.htm#culturalContext> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                                :OstaliElementi ;
                                                :nalaziSeU :VRA_Core ;
rdfs:label "vra:culturalContextSet/culturalContext" .

### http://www.vraweb.org/vracore4.htm#date
<http://www.vraweb.org/vracore4.htm#date> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                                :Impresum ;
                                                :nalaziSeU :VRA_Core ;
rdfs:label "vra:dateSet/date" .

### http://www.vraweb.org/vracore4.htm#inscription
<http://www.vraweb.org/vracore4.htm#inscription> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                                :OstaliElementi ;
                                                :nalaziSeU :VRA_Core ;
rdfs:label "vra:inscriptionSet/inscription" .

### http://www.vraweb.org/vracore4.htm#location
<http://www.vraweb.org/vracore4.htm#location> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                                :Impresum ;
                                                :nalaziSeU :VRA_Core ;
rdfs:label "vra:locationSet/location" .

### http://www.vraweb.org/vracore4.htm#material
<http://www.vraweb.org/vracore4.htm#material> rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                                :MaterijalniOpis ;

```

```

:nalaziSeU :VRA_Core ;
rdfs:label "vra:materialSet/material" .

### http://www.vraweb.org/vracore4.htm#measurements
<http://www.vraweb.org/vracore4.htm#measurements> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:MaterijalniOpis ;
:nalaziSeU :VRA_Core ;
rdfs:label "vra:measurementsSet/measurements" .

### http://www.vraweb.org/vracore4.htm#relation
<http://www.vraweb.org/vracore4.htm#relation> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:PovezanoDjelo ;
:nalaziSeU :VRA_Core ;
rdfs:label "vra:relationSet/relation" .

### http://www.vraweb.org/vracore4.htm#rights
<http://www.vraweb.org/vracore4.htm#rights> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:Pravo ;
:nalaziSeU :VRA_Core ;
rdfs:label "vra:rightsSet/rights" .

### http://www.vraweb.org/vracore4.htm#source
<http://www.vraweb.org/vracore4.htm#source> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:Izvor ;
:nalaziSeU :VRA_Core ;
rdfs:label "vra:sourceSet/source" .

### http://www.vraweb.org/vracore4.htm#stateEdition
<http://www.vraweb.org/vracore4.htm#stateEdition> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:OstaliElementi ;
:nalaziSeU :VRA_Core ;
rdfs:label "vra:stateEditionSet/stateEdition" .

### http://www.vraweb.org/vracore4.htm#stylePeriod
<http://www.vraweb.org/vracore4.htm#stylePeriod> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:OstaliElementi ;
:nalaziSeU :VRA_Core ;
rdfs:label "vra:stylePeriodSet/stylePeriod" .

### http://www.vraweb.org/vracore4.htm#subject
<http://www.vraweb.org/vracore4.htm#subject> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:Predmet ;
:nalaziSeU :VRA_Core ;
rdfs:label "vra:subjectSet/subject" .

### http://www.vraweb.org/vracore4.htm#technique
<http://www.vraweb.org/vracore4.htm#technique> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:MaterijalniOpis ;
:nalaziSeU :VRA_Core ;
rdfs:label "vra:techniqueSet/technique" .

### http://www.vraweb.org/vracore4.htm#textref
<http://www.vraweb.org/vracore4.htm#textref> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:JedinstveniIdentifikator ;
:nalaziSeU :VRA_Core ;
rdfs:label "vra:textrefSet/textref" .

### http://www.vraweb.org/vracore4.htm#worktype
<http://www.vraweb.org/vracore4.htm#worktype> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:VrstaDjela ;
:nalaziSeU :VRA_Core ;

```

```
rdfs:label "vra:worktypeSet/worktype" .
```

```
### https://www.loc.gov/standards/vracore/vra.xsd#description  
<https://www.loc.gov/standards/vracore/vra.xsd#description> rdf:type owl:NamedIndividual ,  
                                                                :OpisSadrzaja ;  
                                                                :nalaziSeU :VRA_Core ;  
                                                                rdfs:label "vra:descriptionSet/description" .
```

```
### Generated by the OWL API (version 4.2.8.20170104-2310) https://github.com/owlcs/owlapi
```