

Ontologija elemenata praćenja rada studenata

Hlebec, Karla

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:211:874733>

Rights / Prava: [Attribution-ShareAlike 3.0 Unported](#)/[Imenovanje-Dijeli pod istim uvjetima 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-16**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Organization and Informatics - Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
VARAŽDIN**

Karla Hlebec

**ONTOLOGIJA ELEMENATA PRAĆENJA
RADA STUDENATA**

DIPLOMSKI RAD

Varaždin, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
V A R A Ź D I N

Karla Hlebec

JMBAG: 0016143092

Studij: Baze podataka i baze znanja

ONTOLOGIJA ELEMENATA PRAĆENJA RADA STUDENATA

DIPLOMSKI RAD

Mentorica:

Prof. dr. sc. Sandra Lovrenčić

Varaždin, rujan 2024.

Karla Hlebec

Izjava o izvornosti

Izjavljujem da je moj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onima koji su u njemu navedeni. Za izradu rada su korištene etički prikladne i prihvatljive metode i tehnike rada.

Autorica potvrdila prihvaćanjem odredbi u sustavu FOI-radovi

Sažetak

Ovaj diplomski rad bavi se analizom različitih metoda i alata za praćenje napretka studenata, s posebnim fokusom na e-učenje. Istraživanje uključuje pregled tradicionalnih i suvremenih pristupa praćenju studentskog rada, s naglaskom na ulogu analitika učenja u e-obrazovanju. Prikazane su metode praćenja koje uključuju formativne i sumativne procjene, formalne i neformalne tehnike, te individualno i grupno praćenje. Rad također obrađuje metode poput vršnjačkog ocjenjivanja i samoocjenjivanja te sinkronih i asinkronih metoda. Na temelju prikupljenih i organiziranih informacija razvijena je ontologija koja integrira sve navedene elemente ocjenjivanja i metode praćenja rada studenata. Ontologija pruža formalni okvir koji omogućava strukturiranu organizaciju i prikaz različitih elemenata sustava praćenja napretka. Rad detaljno opisuje proces kreiranja ontologije, od definiranja klasa i objektnih svojstava do implementacije SPARQL upita, što omogućuje prikazivanje kako se sustav može koristiti u praksi. Zaključuje se kako je kreirana ontologija učinkovit alat koji omogućava bolje razumijevanje i implementaciju različitih metoda praćenja studenata i elemenata ocjenjivanja.

Ključne riječi: e-učenje, ontologija, praćenje rada studenata, elementi ocjenjivanja, umjetna inteligencija, analitike učenja

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Metode i tehnike rada	3
3. Povijesni pregled pristupa ocjenjivanju i praćenju rada učenika i studenata	4
3.1. Tradicionalni pristupi	4
3.2. Suvremeni pristupi i e-učenje	5
3.2.1. Uloga analitika učenja kod praćenja rada studenata	5
4. Metode praćenja rada studenata (temeljene na e-učenju)	7
4.1. Metode podijeljene prema formalnosti	7
4.1.1. Formalne metode	7
4.1.2. Neformalne metode	8
4.2. Metode prema tipu procjene	8
4.2.1. Formativne metode	8
4.2.2. Sumativne metode	9
4.3. Metode prema načinu kolaboracije	9
4.3.1. Metode za individualno praćenje	10
4.3.2. Metode za grupno praćenje	10
4.4. Metode temeljene na studentskom ocjenjivanju	11
4.4.1. Vršnjačko ocjenjivanje	11
4.4.2. Samoocjenjivanje	11
4.5. Metode s obzirom na sinkronost	12
4.5.1. Sinkrone metode	12
4.5.2. Asinkrone metode	13
4.6. Interaktivne metode praćenja studenata	13
4.7. Metode s obzirom na kvantitativnost	14
4.7.1. Kvantitativne metode	14
4.7.2. Kvalitativne metode	15

5. Korištenje umjetne inteligencije kod praćenja rada studenata	16
5.1. Metode za praćenje rada studenata koje koriste umjetnu inteligenciju	17
5.1.1. Adaptivne procjene i prilagođeni zadaci	17
5.1.2. Automatizirano ocjenjivanje i personalizirane povratne informacije	17
5.1.3. Analiza podataka o učenju i praćenje ponašanja studenata	18
5.2. Etičke implikacije i izazovi	18
6. Ontologije	20
6.1. Pojam ontologije	20
6.2. Elementi ontologije.....	22
6.2.1. Klase.....	22
6.2.2. Objektna svojstva.....	23
6.2.3. Podatkovna svojstva	23
6.2.4. Individue.....	24
6.2.5. Ograničenja klasa	24
6.3. Jezici za razvoj ontologija.....	25
6.4. Alat Protégé	25
7. Izrada ontologije metoda praćenja rada studenata.....	27
7.1. Početak kreiranja ontologije	27
7.2. Kreiranje klasa	29
7.3. Kreiranje objektnih svojstva.....	31
7.4. Kreiranje podatkovnih svojstva.....	36
7.5. Dodavanje ograničenja klasa	38
7.6. Kreiranje individua	55
7.7. SPARQL upiti.....	63
8. Zaključak	70
9. Popis literature.....	72
10. Popis slika	75

1. Uvod

U suvremenom obrazovnom sustavu, praćenje rada i ocjenjivanje studenata od vitalne je važnosti za procjenu njihovog napretka i postignuća. Od ranih dana formalnog obrazovanja, metode praćenja i ocjenjivanja prošle su značajne promjene i evolucije. Od tradicionalnih metoda kao što su pisani ispiti i usmeno ispitivanje, do suvremenih digitalnih alata i e-učenja, tehnologija je revolucionirala način na koji se obrazovni proces i provjera usvojenog znanja odvijaju. Uvođenje informacijske tehnologije omogućilo je razvoj sofisticiranih sustava za praćenje napretka studenata, prilagodbu nastavnih metoda i pružanje personalizirane povratne informacije. S obzirom na rastuću kompleksnost i zahtjeve suvremenog obrazovanja, potrebno je razumjeti povijesni kontekst i razvoj metoda praćenja studenata. Od srednjovjekovnih škola do modernih sveučilišta, metode ocjenjivanja su evoluirale kako bi zadovoljile promjenjive potrebe društva. Uvođenje standardiziranih testova u 20. stoljeću omogućilo je objektivniju procjenu znanja, dok su suvremene tehnologije otvorile vrata novim mogućnostima kao što su online testovi, platforme za e-učenje i analitike učenja.

Metode praćenja studenata danas se mogu podijeliti prema različitim kriterijima, uključujući formalnost, tip procjene, način kolaboracije, sinkronost i kvantitativnost. Svaka od ovih metoda ima svoje prednosti i izazove, a njihova primjena ovisi o specifičnim obrazovnim ciljevima i kontekstu. Tradicionalne metode, kao što su pisani ispiti i prezentiranje u dvoranama, još uvijek imaju svoju vrijednost, ali moderne tehnologije omogućuju interaktivnije i dinamičnije pristupe praćenju i ocjenjivanju rada studenata. Istražene metode i elementi rada praćenja studenata formalno će se prikazati bazom znanja, tj. ontologijom. Kroz ontologiju moguće je sistematizirati i strukturirati informacije na način koji omogućava njihovo jednostavnije pretraživanje, analiziranje i primjenu. Kroz izradu ontologije, cilj je demonstrirati kako se teoretski koncepti mogu primijeniti u praksi te kako ontologije mogu doprinijeti unapređenju obrazovnog procesa i ishoda učenja.

U ovom radu najprije se istražuje povijesni razvoj metoda praćenja studenata, te se prikazuju tradicionalne i suvremene metode. Zatim se prikazuje uloga analitika učenja u ovom konceptu. Nakon toga, detaljnim istraživanjem literature klasificiraju se i grupiraju različite metode praćenja rada studenata, s naglaskom na e-učenje, pri čemu se svaka metoda detaljno objašnjava i analizira. Rad se bavi i metodama praćenja rada studenata koje koriste umjetnu inteligenciju te objašnjava primjenu umjetne inteligencije u praćenju rada studenata, kao i etičke implikacije i izazove. Zatim se definira ontologija te se prikazuju i definiraju njezini elementi, kao i jezici za razvoj ontologija. Nakon teorijskog dijela, sve istražene metode i načini praćenja rada studenata prikazuju se ontologijom. Također se prikazuje proces izrade te

ontologije koristeći alat Protégé. Prikazuju se sve kreirane klase i podklase, objektna svojstva te sva ograničenja nad klasama. Prikazuju se i individue, koje se detaljno opisuju pripadajućim podatkovnim svojstvima. Demonstrira se kako ontologije mogu pomoći u analizi, pretraživanju i definiranju informacija različitim upitima. Na kraju se donosi zaključak i popis korištene literature.

2. Metode i tehnike rada

U izradi ovog rada korištene su različite znanstvene metode i tehnike, prilagođene specifičnim fazama istraživanja i razvoja ontologije elemenata praćenja rada studenata.

Prva faza rada uključuje deskriptivnu metodu, koja je korištena za temeljito istraživanje relevantne literature. Ova metoda omogućila je sustavno prikupljanje i opisivanje znanstvenih radova, knjiga, članaka i drugih izvora koji se bave metodama praćenja i ocjenjivanja studenata, analitikom učenja i primjenom umjetne inteligencije u obrazovanju. Nakon prikupljanja relevantne literature, korištena je analitička metoda za detaljnu analizu postojećih metoda praćenja i ocjenjivanja studenata. Poseban naglasak stavljen je na istraživanje primjene umjetne inteligencije u obrazovanju. Analizirane su različite tehnologije i sustavi koji koriste umjetnu inteligenciju za praćenje rada studenata, automatizaciju ocjenjivanja i pružanje personaliziranih povratnih informacija.

Jedan od ključnih ciljeva ovog rada je izrada ontologije metoda praćenja rada studenata. Za izradu ontologije metoda praćenja rada studenata korištena je metoda klasifikacije. Ova metoda omogućila je kategorizaciju i strukturiranje informacija unutar ontologije, definirajući klase, svojstva i individue koje predstavljaju različite metode praćenja i ocjenjivanja studenata. Za ovaj zadatak korišten je alat Protégé, koji je jedan od najpoznatijih alata za izradu ontologija. Verzija koja je korištena je Protege-5.5.0, te je program skinut i instaliran s službenih stranica (Protégé, bez dat.). Proces kreiranja ontologije zahtijevao je i primjenu komparativne metode za usporedbu različitih tehnologija i sustava, čime se omogućilo određivanje njihovih zajedničkih karakteristika i specifičnih razlika.

3. Povijesni pregled pristupa ocjenjivanju i praćenju rada učenika i studenata

Praćenje rada i ocjenjivanje studenata i njihovih postignuća ključan je aspekt obrazovnog procesa koji se razvijao kroz povijest. Ovo poglavlje bavit će se istraživanjem povijesnog razvoja metoda praćenja studenata. Od standardiziranih testova početkom 20. stoljeća, do suvremenih metoda praćenja koje koriste napredne informacijske tehnologije, metode ocjenjivanja značajno su evoluirale.

3.1. Tradicionalni pristupi

Praćenje napretka učenika i studenata postoji od kad i postoji školski sustav. U srednjovjekovnoj Europi, obrazovna procjena proizašla je iz rimskih škola i crkvenih institucija, posebice u katedralama i samostanima (Brown, 2022). Europska sveučilišta, koja su se pojavila u 12. stoljeću, usvojila su mnoge crkvene prakse čitanja važnih tekstova i procjene kvalitete učenja putem oralnih rasprava i debata. Kasnije su u procjenu dodane pisane zadaće i izvedbe, što je omogućilo procjenu kvalitete obrazovnih ishoda.

U 19. stoljeću došlo je do širenja školstva i visokog obrazovanja, što je dovelo do potrebe za učinkovitijim metodama ocjenjivanja (Brown, 2022). Pisani ispiti i samostalno odgovaranje bez pomoći postali su uobičajeni, a ovaj pristup i dalje je vidljiv u redovima stolova u ispitnim dvoranama gdje učenici rješavaju pisane ispite pod nadzorom i vremenskim pritiskom. Ovakvi ispiti su obuhvaćali cjelokupno gradivo predmeta i provodili su se kao završni ispiti. Bili su zamišljeni kao testovi konačnog razumijevanja i obuhvaćali su sve što je student učio tijekom semestra ili godine.

Početkom 20. stoljeća, prepoznati su problemi s ocjenjivanjem važnih intelektualnih zadataka jer su se ocjene razlikovale među ocjenjivačima i unutar istog ocjenjivača tijekom vremena. To je dovelo do razvoja testova s višestrukim izborom (engl. *multiple-choice questions*) radi postizanja konzistentnosti u ocjenjivanju i učinkovitosti u administraciji (Richard, 2007, str. 10-13). Isto tako, uvedeni su i parcijalni ispiti. Ovi ispiti omogućavali su da se studenti testiraju na manjim dijelovima gradiva tijekom semestra, što je smanjilo pritisak na završnim ispitima i omogućilo kontinuirano praćenje napretka studenta. (Brown, 2022). Takvi parcijalni ispiti pomogli su studentima da bolje zadrže znanje te su omogućili nastavnicima da preciznije ocijene napredak kroz određeni vremenski period. Ovaj pristup bio je posebno koristan u strukovnim obrazovanjima, gdje su učenici morali demonstrirati praktične vještine

(DeSilva, 2023). Na primjer, kuhari, frizeri, inženjeri i drugi strukovni radnici ocjenjivani su na temelju praktičnih zadataka tijekom obrazovanja, što je omogućilo kontinuiranu procjenu njihovih stvarnih sposobnosti u izvedbi profesionalnih zadataka. Tijekom 20. stoljeća, standardizirani testovi postali su sve prisutniji u ocjenjivanju učenika za upis na sveučilišta, odabir za poslijediplomske studije i evaluaciju škola.

3.2. Suvremeni pristupi i e-učenje

Krajem 20. stoljeća, došlo je do pomaka prema otvorenijim zadacima u ocjenjivanju. Fakulteti su preferirali otvorene zadatke i zadatke bazirane na rješavanju problema (Richard, 2007, str. 10-13). To je uključivalo testove konstruiranih odgovora koji su ocjenjivali komunikacijske vještine, analitičko razmišljanje i kulturnu svijest.

Razvojem tehnologije, počele su se implementirati suvremene metode ocjenjivanja i praćenja rada studenata, pa su tako uvedeni online testovi i platforme za e-učenje koje omogućavaju brzu povratnu informaciju studentima i nastavnicima (Richard, 2007, str. 15-17). Suvremene metode ne samo da poboljšavaju praćenje napretka studenata, već i omogućavaju nastavnicima da prilagode svoje metode poučavanja na temelju stvarnih podataka i povratnih informacija. Upotreba informacijske tehnologije omogućila je interaktivne platforme i računalno ocjenjivanje, što je značajno smanjilo troškove i poboljšalo pouzdanost.

3.2.1. Uloga analitika učenja kod praćenja rada studenata

Uvođenje tehnologija u obrazovanje stvara nove mogućnosti za prikupljanje i analizu podataka, čime se može značajno unaprijediti kvaliteta nastave i uspješnost studenata. Analitike učenja (engl. *learning analytics*) kao najopćenitiji pristup praćenju rada studenata postaju sve značajnije u obrazovnim institucijama, te bi se moglo reći da su one temelj za sve ostale metode praćenja rada studenata koje će kasnije biti spomenute.

Analitike učenja definiraju se kao mjerenje, prikupljanje, analiza i izvještavanje podataka o učenicima i studentima i njihovim kontekstima, s ciljem razumijevanja i optimiziranja učenja i okruženja u kojem se ono odvija („Society for Learning Analytics Research [SoLAR]“, bez dat.). Ta definicija, usvojena na prvom LAK kongresu 2011. godine, još uvijek je relevantna unatoč razvoju ovog područja. Analitike učenja povezuju obrazovne istraživačke discipline, statistiku, vizualizaciju podataka, umjetnu inteligenciju i dizajn usmjeren na čovjeka kako bi se stvorila sveobuhvatna slika obrazovnog procesa. Obuhvaćaju razne metodologije koje se koriste za analizu podataka i pružanje uvida u obrazovne procese. Deskriptivna analitika fokusira se na analizu prošlih podataka kako bi se identificirali trendovi i

ponašanja, dok dijagnostička analitika koristi napredne tehnike za otkrivanje uzroka određenih obrazovnih pojava. Preskriptivna analitika ide korak dalje i nudi preporuke koje akcije bi se mogle poduzeti kako bi se poboljšali ishodi učenja („SoLAR“, bez dat.). Sve ove metodologije zajedno pružaju sveobuhvatan alat za praćenje i unapređenje obrazovnih procesa.

Prema svemu navedenom, možemo zaključiti da analitike učenja imaju ključnu ulogu u praćenju rada studenata te koriste i nastavnicima i studentima. Nastavnici mogu koristiti analitike učenja za predikciju akademskog uspjeha studenata, identificiranje onih koji su u riziku od neuspjeha ili odustajanja od studija, te pravovremenu intervenciju i pružanje podrške studentima (Martin i Ndoye, 2016). Osim toga, analitike omogućavaju nastavnicima da razvijaju ključne vještine kod studenata kao što su suradnja, kritičko mišljenje, komunikacija i kreativnost. Također omogućavaju nastavnicima dizajniranje i prilagođavanje nastave na temelju konkretnih dokaza utemeljenih baš na njihovom radu, čime mogu poboljšati učinkovitost nastavnih metoda koje koriste i ishoda učenja, isto kao i promijeniti način rada ukoliko se to pokaže najboljim rješenjem. S druge strane, studenti mogu koristiti analitičke podatke za samorefleksiju i bolje razumijevanje svojih jakih i slabih strana, te praćenje vlastitog napretka i rezultata (Martin i Ndoye, 2016)

4. Metode praćenja rada studenata (temeljene na e-učenju)

Praćenje rada studenata ključno je za procjenu napretka, prepoznavanje poteškoća i prilagođavanje nastavnih strategija kako bi se poboljšali ishodi učenja. Postoji niz metoda koje se koriste za ovaj cilj, a svaka ima svoje prednosti i nedostatke. U ovom poglavlju istražiti će se i klasificirati različiti pristupi praćenja rada studenata, uključujući tradicionalne metode kao što su usmeno ispitivanje i prisustvo, te moderne tehnologije poput online sustava za praćenje i analitike učenja. Podjela metoda temelji se na klasifikacijama iz knjiga Dunna i sur. (2003) te Conrada i Opena (2018), jer su ti izvori najopsežniji i sadrže najveći broj zastupljenih metoda. Ove klasifikacije su široko prihvaćene u literaturi jer su sustavno organizirane i omogućavaju jasnu kategorizaciju metoda prema specifičnim aspektima praćenja rada studenata, dok će za detaljniju analizu biti korišteni dodatni izvori koji se specifično bave ovim metodama. Primjeri će pretežito biti usmjereni na e-učenje, gdje će se analizirati kako se ove metode mogu primijeniti u praksi te kako doprinose boljem razumijevanju i unapređenju studentskog uspjeha.

4.1. Metode podijeljene prema formalnosti

U ovom poglavlju razmotrit ćemo metode praćenja rada studenata podijeljene prema njihovoj formalnosti. Ova podjela je široko prihvaćena i često se koristi za kategorizaciju i tradicionalnih i modernih metoda praćenja rada studenata. Razlog tome je što se tako mogu podijeliti i tradicionalne metode, kao i one modernije (Dunn i sur., 2003). Prema Dunn i sur. (2003, str. 15-45) metode se prema formalnosti mogu podijeliti na formalne i neformalne.

4.1.1. Formalne metode

Formalne metode praćenja rada studenata uključuju strukturirane i standardizirane pristupe ocjenjivanju. Ove metode često se koriste za službene procjene i certificiranja te su strogo regulirane i dosljedno primjenjivane. Primjeri formalnih metoda u e-učenju uključuju online testove, pisane radove, projekte i prezentacije (McNulty, 2021). Standardizirani testovi koji se provode putem digitalnih platformi omogućuju objektivno mjerenje znanja i vještina studenata. Ovi testovi često koriste automatizirano ocjenjivanje za brzu povratnu informaciju. Digitalno predani radovi, projekti i prezentacije omogućuju procjenu praktičnih vještina i sposobnosti studenata za primjenu znanja u stvarnim situacijama, kao i lakšu provjeru plagiranja. Može se primijetiti da primjeri formalnih metoda nisu novi, nego su samo

tradicionalni oblici vrednovanja studenata provedeni u elektronskom obliku i preko digitalnih platforma.

4.1.2. Neformalne metode

Neformalne metode praćenja rada studenata su fleksibilnije i često se koriste za kontinuirano praćenje napretka i davanje povratnih informacija. Te će metode biti detaljnije opisane u nastavku. Ove metode nisu strogo standardizirane i omogućuju prilagodbu specifičnim potrebama i kontekstu učenja. Najpoznatiji primjeri takvih metoda su diskusije na forumima, blogovi, reflektivni dnevnici i portfoliji (Dunn i sur., 2003). Diskusija na digitalnim platformama omogućuje studentima razmjenu ideja i suradnju u realnom vremenu ili asinkrono. Ova aktivnost potiče kritičko razmišljanje i omogućuje nastavnicima praćenje angažmana i razumijevanja sadržaja. Isto tako, kreiranje i pisanje dnevnika i portfolia za praćenje napretka, pomaže studentima u samoregulaciji učenja i pruža nastavnicima uvid u individualni napredak (McNulty, 2021).

4.2. Metode prema tipu procjene

Još jedna od podjela koja je široko rasprostranjena i prihvaćena u literaturi je podjela metoda prema tipu procjene (Dunn i sur., 2003, str. 18-20). Metode procjene rada studenata mogu se podijeliti prema tipu procjene na formativne i sumativne metode. Ova podjela omogućava bolje razumijevanje ciljeva i funkcija različitih pristupa procjeni te njihov utjecaj na učenje i razvoj studenata. Bitno je spomenuti kako kombinacija formativnih i sumativnih metoda omogućuje sveobuhvatan pristup procjeni rada studenata, osiguravajući kontinuirano praćenje i unapređenje njihovih znanja i vještina, dok se istovremeno osigurava objektivno vrednovanje njihovih postignuća na kraju obrazovnog ciklusa.

4.2.1. Formativne metode

Formativne metode procjene (engl. *formative assessment*) usmjerene su na kontinuirano praćenje i unapređenje učenja studenata. Ove metode pružaju povratne informacije koje pomažu studentima da prepoznaju svoje snage i slabosti te da unaprijede svoje vještine i znanja tijekom procesa učenja (Conrad i Openo, 2018, str. 15-20). Ključne karakteristike formativne procjene uključuju dijagnostiku poteškoća, mjerenje napretka kroz vrijeme, te pružanje informacija koje pomažu studentima da poboljšaju svoje učenje. Primjeri formativnih metoda u e-učenju uključuju online testove, diskusijske forume, dnevnike, blogove i vršnjačko ocjenjivanje. Vršnjačko ocjenjivanje će biti zasebno obrađeno kasnije, dok su ostale

metode već objašnjene. Ovo su sve metode koje se mogu odvijati kroz duže vrijeme i više puta tijekom određenog vremenskog perioda, na primjer semestra. Tim metodama, studenti kroz određeni period skupljaju bodove, prati im se aktivnost te omogućuju nastavnicima da prema tome mjere napredak studenata i pružaju im informacije koje bi im pomogle da poboljšaju svoje učenje (Dunn i sur., 2003, str. 42-46).

4.2.2. Sumativne metode

Sumativne metode procjene (engl. *summative assessment*) provode se na kraju obrazovnog ciklusa ili modula kako bi se ocijenilo ukupno postignuće studenata (Conrad i Openo, 2018, str. 15-20). Obrazovni ciklus može biti bilo koji vremenski period u obrazovnom procesu nakon kojeg student biva ocjenjen, a kroz koji se proteže određeni predmet, tečaj ili studij. Pa tako obrazovni ciklus može biti semestar, akademska godina, trajanje studija ili bilo koji drugi vremenski okvir koji se koristi u obrazovnom sustavu za organizaciju nastave i procjene učenja. Ove metode često rezultiraju konačnim ocjenama koje se koriste za vrednovanje uspjeha studenata na određenom predmetu ili programu. Sumativna procjena mjeri konačno postignuće studenata i često ima formalniji pristup, s naglaskom na evaluaciju naučenog gradiva i sposobnosti primjene stečenog znanja u praktičnim situacijama.

Primjeri sumativnih metoda uključuju završne ispite, završne projekte, istraživačke radove i portfolie (Dunn i sur., 2003, str. 42-46). Završni ispit je jedan od tradicionalnih pristupa sumativnom ocjenjivanju koji se može provoditi online putem. Obično uključuje kombinaciju pitanja s višestrukim izborom, kratkim odgovorima i esejskim pitanjima. Završni projekt je opsežan projekt koji student izrađuje kako bi demonstrirao svoju sposobnost primjene naučenog gradiva u praktičnim situacijama. Projekt može uključivati istraživačke radove, izradu prototipova, dizajniranje aplikacija ili drugih relevantnih zadataka. Isto tako, na kraju obrazovnog procesa, student može izraditi portfolio koji će sakupiti i prikazati više različitih radova studenata tijekom određenog perioda, a koji zajedno pružaju sveobuhvatan pregled njegovog napretka i postignuća. Portfolio omogućuje studentu da se reflektira na svoj rad i napredak te da prikaže najbolje primjere svojih sposobnosti.

4.3. Metode prema načinu kolaboracije

Jedna od podjela metoda prema Conradu i Openu (2018, str. 15-20) je podjela prema načinu kolaboracije. Metode praćenja rada studenata mogu se podijeliti prema načinu kolaboracije na individualne i grupne metode. Ova podjela omogućava bolje razumijevanje različitih pristupa procjeni, kao i prednosti i izazove koje svaki pristup nosi. Kombinacija

individualnih i grupnih metoda praćenja omogućuje sveobuhvatan pristup procjeni rada studenata, osiguravajući da se procjenjuje ne samo njihovo individualno znanje i vještine, već i sposobnost za suradnju i timski rad.

4.3.1. Metode za individualno praćenje

Individualne metode praćenja usmjerene su na ocjenjivanje i praćenje napretka pojedinačnih studenata. Ove metode omogućuju nastavnicima da detaljno prate napredak svakog pojedinačnog studenta, te da ga individualno ocjenjuju prema njegovom vlastitom trudu, znanju i kompetencijama (Conrad i Openo, 2018, str. 79-89). Primjeri ovakvih metoda uključuju sve zadatke i radove koje svaki od studenata radi individualno, uključujući projekte, kolokvije i ispite. Individualni zadaci i projekti zahtijevaju od studenata da samostalno istražuju i razvijaju projekte ili rješenja specifičnih problema. Individualni projekti također omogućuju nastavnicima da procijene sposobnosti studenata u primjeni teorijskih koncepata u praktičnim situacijama, dok kolokviji i ispiti omogućuju nastavnicima da procijene znanje studenata na objektivan i standardiziran način te pružaju jasnu sliku o tome koliko su studenti usvojili gradivo.

4.3.2. Metode za grupno praćenje

Grupne metode praćenja usmjerene su na ocjenjivanje rada timova ili grupa studenata. Ove metode potiču suradnju, komunikaciju i timski rad, što su ključne vještine za uspjeh u mnogim profesionalnim okruženjima. Takve metode uključuju grupne projekte, koji mogu biti u bilo kakvom obliku rada, prezentacije ili nekog konkretnog rješenja (Conrad i Openo, 2018, str. 83-89). Grupni projekti omogućuju nastavnicima da procijene sposobnost studenata za rad u timovima u kontekstu dijeljenja zadataka i kolektivnog rješavanja problema, kao i njihovu sposobnost komunikacije i suradnje. Studenti se mogu grupno ocjenjivati i kroz sudjelovanje na diskusijskim forumima te također i kroz vršnjačko ocjenjivanje.

Forumi za diskusije omogućuju studentima da razmjenjuju ideje, postavljaju pitanja i zajednički rješavaju probleme. Nastavnici mogu pratiti angažman studenata u diskusijama i procijeniti njihov doprinos grupnim raspravama. Ovdje spadaju i različite interaktivne metode u obliku simulacija i igara, koje će dodatno biti objašnjene kasnije. Simulacije i igre koje zahtijevaju timski rad i zajedničko donošenje odluka omogućuju studentima da razvijaju vještine suradnje i komunikacije u kontroliranim uvjetima. Ove aktivnosti omogućuju nastavnicima da procijene kako studenti rade zajedno u simuliranim realnim situacijama, te da identificiraju uloge koje studenti preuzimaju u timskom radu i njihove vještine rješavanja problema.

4.4. Metode temeljene na studentskom ocjenjivanju

Sljedeće metode praćenja rada studenata prema Conradu i Openu (2018, str. 15-20) jesu metode temeljene na studentskom ocjenjivanju. Te metode uključuju procese gdje studenti sami procjenjuju svoj rad ili rad svojih kolega. Korištenje ovih metoda ne samo da doprinosi razvoju kritičkog razmišljanja i refleksivnosti, već također potiče studente da sagledaju svoj rad objektivnije i preuzmu veću odgovornost za svoje učenje. Kroz aktivno sudjelovanje u procesu evaluacije, studenti ne samo da poboljšavaju svoje akademske vještine, već također razvijaju sposobnosti koje su ključne za njihov budući profesionalni život.

4.4.1. Vršnjačko ocjenjivanje

Vršnjačko ocjenjivanje (engl. *peer assessment*) je proces u kojem studenti ocjenjuju radove svojih kolega prema unaprijed definiranim kriterijima (Usher i Barak, 2018). Ova metoda omogućuje studentima da razviju svoje vještine evaluacije i kritičkog mišljenja, dok istovremeno dobivaju povratne informacije od svojih vršnjaka. Studenti su često više angažirani kada ocjenjuju radove svojih kolega jer to zahtijeva aktivno sudjelovanje i pažljivo razmatranje rada drugih. Isto tako, povratne informacije koje studenti dobivaju od svojih vršnjaka često im mogu više pomoći u prepoznavanju vlastitih slabosti zbog toga što su izražene jednostavnijim i razumljivijim rječnikom. Nastavnici gledaju koliko dobro učenici razumiju kriterije ocjenjivanja i ciljeve zadatka i prate koliko su učenici objektivni i nepristrani u svojim ocjenama. Isto tako, ocjenjuje se koliko su povratne informacije studenata konstruktivne, specifične i korisne.

Studenti najčešće ocjenjuju radove, eseje, projekte i prezentacije drugih studenata te daju povratne informacije prema uputi nastavnika (Usher i Barak, 2018). Bitno je spomenuti kako je ipak nastavnik uvijek zadužen za konačnu ocjenu te njihova završna odluka osigurava da je ocjenjivanje dosljedno i pravedno, te da su zadovoljeni svi obrazovni kriteriji. Prema tome, nastavnik ocjenu danu vršnjačkom procjenom može i ne mora uzeti u obzir. Ovaj način vrednovanja se veoma često koristi na kolegijima vezanim za programiranje gdje studenti drugim studentima ocjenjuju programska rješenja i projekte.

4.4.2. Samoocjenjivanje

Samoocjenjivanje (engl. *self grading*) je proces u kojem studenti procjenjuju vlastiti rad prema unaprijed definiranim kriterijima (Conrad i Openo, 2018, str. 153-158). Kroz proces samoocjenjivanja, studenti razvijaju sposobnost reflektiranja na svoje iskustvo učenja i identificiranja područja za poboljšanje jer postaju svjesniji svojih snaga i slabosti, što im

pomaže u daljnjem razvoju. Samoocjenjivanje potiče studente da preuzmu aktivnu ulogu u svom učenju i razviju osjećaj odgovornosti za svoj napredak.

Samoocjenjivanje razvija metakognitivne vještine kod studenata, jer im omogućava da procjenjuju svoje sposobnosti i identificiraju područja koja zahtijevaju poboljšanje. Povećava se i motivacija studenata jer imaju veću kontrolu nad vlastitim učenjem, što može rezultirati većim angažmanom i interesom za kolegij (Weimer, 2009). Studenti razvijaju i sposobnost samoprocjene i kritičkog razmišljanja, što im pomaže u prepoznavanju vlastitih obrazovnih potreba. Jedan od glavnih izazova je subjektivnost. Studenti mogu biti pristrani u svojim procjenama, što može dovesti do precjenjivanja ili podcjenjivanja vlastitih sposobnosti (Weimer, 2009). Samoocjenjivanje je uvelike prisutno na kolegijima gdje profesori žele dobiti povratnu informaciju od studenata u vezi projekta, zadatka ili programskog rješenja. Samoocjenjivanje je prisutno i kad studenti pišu refleksivne eseje ili dnevnike gdje analiziraju svoj napredak i učenje tijekom određenog perioda, kao na primjer kad pišu dnevnik prakse koju su morali obaviti.

4.5. Metode s obzirom na sinkronost

Metode praćenja rada studenata mogu se podijeliti prema sinkronosti na sinkrone i asinkrone metode. Ova podjela omogućava razumijevanje različitih pristupa u vremenskom okviru, kako se ocjenjivanje i praćenje rada studenata može provoditi u realnom vremenu ili naknadno, te prednosti i izazove koje svaki pristup nosi.

4.5.1. Sinkrone metode

Sinkrone metode, tj. metode u sinkronom okruženju (engl. *synchronous environment assessment*) uključuju aktivnosti koje se odvijaju u stvarnom vremenu, gdje studenti i nastavnici istovremeno sudjeluju u obrazovnom procesu. Ove metode omogućuju trenutnu interakciju, povratne informacije i diskusije, što može poboljšati angažman i razumijevanje studenata (Gupta i sur., 2020). Takve metode uključuju, uz tradicionalnu predavačku nastavu i pisane ispite, usmene ispite i konzultacije na fakultetu, i online predavanja u stvarnom vremenu, online kvizove i testove te različite aktivnosti. Koristeći platforme kao što su Zoom, Microsoft Teams ili Google Meet, nastavnici mogu držati nastavu u obliku predavanja, seminara i laboratorijskih vježbi te konzultacije u stvarnom vremenu (Conrad i Openo, 2018, str. 31-45).

Ovakva nastava i komunikacija omogućuju studentima da postavljaju pitanja, sudjeluju u diskusijama i dobiju trenutne povratne informacije od nastavnika. Te metod su osobito

korisne za detaljna objašnjavaња. Isto tako, na platformama nastavnici mogu studente podijeliti u virtualne učionice, što omogućuje studentima da raspravljaju o temama, postavljaju pitanja i dijele informacije u realnom vremenu. Ove metode potiču aktivno sudjelovanje i suradnju među studentima te omogućuju brzu razmjenu ideja. U stvarnom vremenu se mogu provoditi i ispiti i kolokviji, uključujući i one u online obliku.

4.5.2. Asinkrone metode

Asinkrone metode, tj. metode u asinkronom okruženju (engl. *asynchronous environment assessment*) uključuju aktivnosti koje se ne odvijaju u stvarnom vremenu, omogućujući studentima i nastavnicima da sudjeluju u obrazovnom procesu kada im to najbolje odgovara. Ove metode pružaju fleksibilnost i omogućuju studentima da rade svojim tempom, što može biti posebno korisno za one s različitim rasporedima i obvezama (Gupta i sur., 2020).

Tradicionalne asinkrone metode praćenja uključuju ocjenjivanje projekata i zadataka koje studenti dovršavaju neovisno o terminima nastave. U kontekstu e-učenja, nastavnici prate rad studenata putem različitih digitalnih alata, kao što su platforme za e-učenje koje bilježe vrijeme provedeno na platformi, pregledane materijale i izvršene aktivnosti. Ovi alati omogućuju praćenje koliko puta je student pregledao određeni video ili pročitao određeni materijal. Diskusijski forumi i portfoliji također su važni alati u asinkronom praćenju rada studenata. Nastavnici mogu pratiti studentsku interakciju na forumima, analizirajući njihov doprinos diskusijama, kvalitetu postavljenih pitanja i odgovora te njihov angažman tijekom vremena. Portfoliji omogućuju nastavnicima pregled studentskog napretka kroz razdoblje, pružajući uvid u razvoj vještina i znanja studenata kroz različite zadatke i projekte (Gupta i sur., 2020). Također, nastavnici imaju mogućnost asinkronog ocjenjivanja projekata, pisanih radova, ispita i kolokvija, što im omogućuje da detaljno analiziraju rad svakog studenta, a zatim povratno objavljuju rezultate koristeći platforme za komunikaciju ili e-učenje.

4.6. Interaktivne metode praćenja studenata

Sljedeće metode praćenja rada studenata prema Conradu i Openu (2018, str. 131-145) jesu interaktivne metode. Interaktivne metode ocjenjivanja i praćenja rada studenata uključuju korištenje tehnologije i aktivnosti koje potiču aktivno sudjelovanje, suradnju i angažman studenata. Ove metode omogućuju dinamičnije i personaliziranije obrazovno iskustvo te pružaju nastavnicima alate za učinkovitije praćenje napretka studenata. Interaktivne metode

ocjenjivanja često koriste tehnologiju koja je bliska studentima, što može povećati njihov angažman i motivaciju za učenje (Erskine, 2017) .

U takve metode spadaju različite simulacije i igre, virtualne učionice, interaktivne platforme za učenje, kolaborativni alati i interaktivni sadržaji preko video materijala („Eklavvya“, bez dat.). Simulacije i edukativne igre omogućuju studentima da primijene teorijsko znanje u simuliranim stvarnim situacijama. Ove metode su posebno korisne za razvijanje praktičnih vještina i donošenje odluka u sigurnom okruženju. Na primjer, studenti medicine mogu koristiti simulacije za vježbanje kliničkih postupaka, dok studenti ekonomije mogu koristiti simulacije za upravljanje virtualnim tvrtkama (Conrad i Openo, 2018, str. 131-145). Platforme kao što su Kahoot!, Quizlet, i Nearpod omogućuju nastavnicima da kreiraju interaktivne kvizove, ankete i zadatke koje studenti rješavaju tijekom nastave ili kod kuće (Wanasek, 2023). Ove platforme potiču aktivno sudjelovanje i omogućuju nastavnicima da prate napredak studenata u stvarnom vremenu. Alati za suradnju poput Google Docsa i Padleta omogućuju studentima da rade na dokumentima u stvarnom vremenu, omogućujući kolektivno pisanje i uređivanje. Ovi alati podržavaju grupni rad i omogućuju nastavnicima da prate doprinos svakog člana tima. U ove metode spada i sinkrona online nastava u obliku virtualnih učionica, kao i asinkroni interaktivni video sadržaji. Interaktivni video sadržaji omogućuju studentima da aktivno sudjeluju tijekom gledanja edukativnih videa putem pitanja, zadataka i interaktivnih elemenata. Platforme kao što su Edpuzzle i H5P omogućuju nastavnicima da dodaju interaktivne slojeve na video sadržaj (Wanasek, 2023).

4.7. Metode s obzirom na kvantitativnost

Podjela metoda praćenja rada studenata prema kvantitativnosti uključuje kvalitativne i kvantitativne metode (Martin i Ndoeye, 2016). Ova podjela omogućuje nastavnicima da odaberu pristup koji najbolje odgovara njihovim ciljevima evaluacije i karakteristikama predmeta te njihova kombinacija pruža sveobuhvatan pristup praćenju i ocjenjivanju rada studenata.

4.7.1. Kvantitativne metode

Kvantitativne metode ocjenjivanja uključuju mjerenje postignuća studenata putem numeričkih podataka. Ove metode omogućuju objektivno i statističko analiziranje rezultata studenata, što je korisno za usporedbu i praćenje napretka (Martin i Ndoeye, 2016). Takve metode uključuju sve testove, kolokvije i ispite, isto kao i sve radove, projekte i prezentacije za koje studenti dobivaju određeni broj bodova. Ove metode uključuju i analizu podataka prikupljenih kroz sustave za upravljanje učenjem.

Sustavi za upravljanje učenjem (engl. *Learning Management Systems - LMS*) su digitalne platforme dizajnirane za upravljanje, dokumentiranje, praćenje, izvještavanje i pružanje obrazovnih tečajeva ili programa učenja (Kirvan i Brush, 2023). Ovi sustavi omogućuju nastavnicima da kreiraju i distribuiraju obrazovne sadržaje, postavljaju zadatke, provode testove i ocjenjuju rad studenata na jednom mjestu, dok studentima omogućuju pristup obrazovnim materijalima, resursima te uvid u vlastiti napredak i bodove u bilo kojem trenutku. Takvi sustavi omogućuje praćenje aktivnosti studenata, poput broja prijava, vremena provedenog na zadacima i rezultata svih testova, pisanih i usmenih, broja bodova iz projekata i radova, te bilo kakvih dodatnih bodova koje studenti mogu skupiti. Jedan od poznatijih takvih sustava je Moodle („Moodle“, bez dat.).

Isto tako, koriste se i različiti upitnici i ankete za prikupljanje kvantitativnih podataka o stavovima, zadovoljstvu i percepcijama studenata o nastavnom procesu. Ove metode omogućuju nastavnicima da dobiju uvid u mišljenja studenata na objektivan način.

4.7.2. Kvalitativne metode

Kvalitativne metode ocjenjivanja fokusiraju se na dubinsko razumijevanje iskustava studenata, procesa razmišljanja i razvojnih obrazaca (Martin i Ndoye, 2016). Ove metode često uključuju detaljne opise, refleksije i analize koje pružaju uvid u studentovo razumijevanje i primjenu znanja. Uključuju e-portfolije i refleksivne dnevnike kojima studenti prikupljaju svoje radove tijekom vremena i analiziraju svoje iskustvo učenja (Martin i Ndoye, 2016). Kvalitativne metode također uključuju i različite razgovore i konzultacije studenata s profesorom i studentovu aktivnost u sklopu nastave kao što je aktivnost na predavanjima ili aktivnost na sustavima za učenje, na primjer sudjelovanje na diskusijskim forumima.

5. Korištenje umjetne inteligencije kod praćenja rada studenata

U posljednjih nekoliko godina, upotreba umjetne inteligencije postala je izuzetno aktualna u različitim sektorima, uključujući i sektor obrazovanja, pogotovo u aspektu primjene kod e-učenja. Tehnologije zasnovane na umjetnoj inteligenciji donose revoluciju u način na koji se prati i procjenjuje rad studenata, omogućavajući personalizaciju učenja i pružanje detaljnih povratnih informacija. U ovom poglavlju istražuju se različite metode za praćenje rada studenata koje koriste umjetnu inteligenciju, analiziraju njihove prednosti i izazovi, te razmatraju etički aspekti njihove primjene.

Umjetna inteligencija (engl. *Artificial intelligence - AI*) je „grana računarstva koja se bavi razvojem sposobnosti računala da obavljaju zadaće za koje je potreban neki oblik inteligencije“ („umjetna inteligencija“, bez dat.). To uključuje sposobnosti kao što su učenje iz iskustva, prepoznavanje govora, donošenje odluka, razumijevanje prirodnog jezika i prepoznavanje vizualnih obrazaca. Umjetna inteligencija se primjenjuje u različitim područjima, uključujući medicinu, financije, transport, obrazovanje i mnoge druge (González-Calatayud, Prendes-Espinosa i Roig-Vila, 2021). U obrazovanju se koristi za personalizaciju učenja, automatizaciju ocjenjivanja, analizu podataka o učenju i pružanje povratnih informacija u stvarnom vremenu. Kroz razumijevanje i primjenu umjetne inteligencije razvijeni su inteligentni sustavi koji poboljšavaju efikasnost i efektivnost u različitim domenama, uključujući značajno poboljšanje obrazovnog procesa i praćenja rada studenata.

Sve više škola i fakulteta koristi sustave temeljene na umjetnoj inteligenciji za praćenje napretka učenika, prilagođavanje nastavnih metoda i automatizaciju ocjenjivanja (González-Calatayud, Prendes-Espinosa i Roig-Vila, 2021). Sustavi temeljeni na umjetnoj inteligenciji analiziraju velike količine podataka kako bi identificirali obrazovne potrebe i prilagodili učenje individualnim stilovima svakog studenta. Ovaj pristup ne samo da poboljšava učinkovitost obrazovanja, već i omogućava nastavnicima da se fokusiraju na važnije aspekte podučavanja i pružanja podrške učenicima (Huseyn, bez dat.).

Umjetna inteligencija u obrazovnim procjenama ne odnosi se samo na zamjenu tradicionalnih metoda ručnog ispravljanja digitalnim alatima, već na temeljitu transformaciju pristupa procjeni. Ona omogućava personalizaciju procjena, što znači da svaki student dobiva individualnu i jedinstvenu povratnu informaciju za svoj rad ili dobiva zadatak koji je prilagođen njegovim potrebama.

5.1. Metode za praćenje rada studenata koje koriste umjetnu inteligenciju

Umjetna inteligencija značajno unapređuje načine na koje se prati rad studenata, pružajući alate za detaljno analiziranje njihovog napretka, identificiranje potreba i prilagođavanje metoda učenja. Neke od takvih metoda koriste umjetnu inteligenciju za praćenje rada studenata su adaptivne procjene i prilagođeni zadaci, automatizirano ocjenjivanje i personalizirane povratne informacije te analiza podataka o učenju.

5.1.1. Adaptivne procjene i prilagođeni zadaci

Jedan od ključnih aspekata primjene umjetne inteligencije u procjenama studenata je mogućnost prilagodljivih procjena. Adaptivne ili prilagodljive procjene su procjene koje prilagođavaju težinu pitanja na osnovu odgovora studenata (González-Calatayud, Prendes-Espinosa i Roig-Vila, 2021). Sustav može pomoću umjetne inteligencije analizirati način na koji student dolazi do odgovora, identificirati oklijevanja i prepoznati tipove grešaka koje pravi. Ova sposobnost omogućava detaljnije razumijevanje stila učenja svakog studenta, čime se procjene mogu bolje prilagoditi njihovim potrebama.

5.1.2. Automatizirano ocjenjivanje i personalizirane povratne informacije

Sljedeće metode praćenja rada studenata na temelju umjetne inteligencije su automatizirano ocjenjivanje i personalizirane povratne informacije. Umjetna inteligencija se koristi za automatsko ocjenjivanje studentskih radova, posebno onih koji uključuju esejiističke i druge subjektivne zadatke, tj. subjektivne metode praćenja rada i ocjenjivanja studenata. Tehnologije obrade prirodnog jezika (engl. *natural language processing* - *NLP*) omogućavaju sustavima koji koriste umjetnu inteligenciju da analiziraju kontekst, sintaksu i semantiku studentskih odgovora, pružajući precizne i brze povratne informacije („AI in Higher Education: Impact of AI on Student Assessment“, 2023). Neki od alata koji omogućavaju ovakvu vrstu ocjenjivanja su Gradescope i Socrative (Wanasek, 2023). Isto tako, alat Turnitin, koji služi za otkrivanje plagijata, također koristi umjetnu inteligenciju za analizu studentskih radova.

Ovakav tip ocjenjivanja omogućava nastavnicima da se fokusiraju na šire aspekte obrazovanja studenta dok umjetna inteligencija preuzima rutinske zadatke ocjenjivanja. Takve povratne informacije nisu samo brze već su i detaljno personalizirane, omogućavajući učenicima da bolje razumiju svoje greške i načine za poboljšanje.

5.1.3. Analiza podataka o učenju i praćenje ponašanja studenata

Sustavi koji koriste umjetnu inteligenciju mogu pratiti i kako učenici koriste digitalne platforme za učenje, analizirajući podatke kao što su vrijeme provedeno na određenim zadacima, broj pokušaja, obrasci klikanja i drugi metrički podaci (González-Calatayud, Prendes-Espinosa i Roig-Vila, 2021). Ti podaci mogu se koristiti za prepoznavanje angažmana studenata, identificiranje potencijalnih problema kao što su niska motivacija ili visok nivo stresa i omogućuju pravovremenu intervenciju na temelju detektiranih obrazaca koji ukazuju na poteškoće u procesu usvajanja znanja.

Isto tako, ti sustavi koriste se i za analizu velikih skupova podataka o učenju kako bi se identificirali trendovi i obrasci koji mogu pomoći u razumijevanju kako učenici uče. Na primjer, analize podataka mogu otkriti koje metode učenja su najučinkovitije za određene skupine studenata, koja područja nastave zahtijevaju dodatnu pažnju i kako prilagoditi kurikulum da bi se postigli bolji obrazovni rezultati (Huseyn, bez dat.). Bitno je spomenuti kako mnogi sustavi za upravljanje učenjem takve podatke prate i bilježe, ali nemaju sposobnost njihove analize, niti identifikacije sličnosti i poklapanja, kao ni strojnog učenja.

5.2. Etičke implikacije i izazovi

Uz sve prednosti koje donosi upotreba umjetne inteligencije kod praćenja rada studenata, otvaraju se i važna pitanja etičnosti. Korištenje takvih tehnologija i analiza velikih skupova podataka zahtijeva pažljivo upravljanje podacima kako bi se osigurala privatnost studenata. Također, potrebno je osigurati da algoritmi budu pravedni i nepristrani, što zahtijeva transparentnost i ljudski nadzor u dizajnu i implementaciji sustava koji koriste umjetnu inteligenciju.

Regulacija alata i sustava temeljenih na umjetnoj inteligenciji u okviru Zakona o umjetnoj inteligenciji (engl. *AI Act*) uključuje posebne odredbe za sustave koji se smatraju visokorizičnima (Akt o umjetnoj inteligenciji, L 1689/2024). Prilog III., Članak 6., stavak 2. tog Zakona jasno definira da je neki sustav temeljen na umjetnoj inteligenciji visokorizičan, ako je namijenjen obavljanju procesa koji prethode ili doprinose konačnoj ocjeni ili evaluaciji. Ovi sustavi mogu uključivati ocjenjivanje studenata ili učenika, ali i sustave koji donose preporuke ili automatski prilagođavaju nastavne strategije na temelju rezultata evaluacija. Takvi sustavi moraju biti podvrgnuti strožim kontrolama kako bi se osiguralo da su u skladu s etičkim normama i pravilima o zaštiti privatnosti te da se smanji rizik od diskriminacije ili netočnih procjena. Takvi sustavi moraju uključivati ljudski nadzor, što znači da stručnjaci trebaju imati

mogućnost intervencije u slučaju nepravednih ili netočnih rezultata, čime se štiti prava korisnika, posebice u kontekstu obrazovanja.

Europska komisija također je razvila " Etičke smjernice namijenjene nastavnom osoblju za upotrebu umjetne inteligencije i podataka u poučavanju i učenju " (2022), koje pružaju okvir za etičku i odgovornu primjenu tehnologija koje koriste umjetnu inteligenciju. Ove smjernice naglašavaju važnost transparentnosti, odgovornosti i pravednosti u korištenju umjetne inteligencije, osiguravajući da primjena ovih tehnologija bude usklađena s etičkim normama i pravnim zahtjevima (Europska komisija, 2022).

Važno je istaknuti da smjernice i zakoni zagovaraju ljudski nadzor nad ključnim odlukama u procesu korištenja ovih sustava. Nastavnici moraju biti upoznati s načinom na koji sustavi temeljeni na umjetnoj inteligenciji donose odluke te imati mogućnost intervenirati kada je to potrebno, čime se osigurava etičnost i pravednost u obrazovnom procesu.

6. Ontologije

Ontologije su važan koncept u području informacijske znanosti i umjetne inteligencije, a njihova važnost sve više raste s razvojem složenih sustava za upravljanje podacima i znanjem. U ovom poglavlju naprije će biti objašnjen pojam ontologije i osnovni elementi koji čine ontologiju. Zatim će ukratko biti nabrojani i različiti jezici koji se koriste za razvoj ontologija, što je ključno za razumijevanje kako se ontologije konstruiraju i primjenjuju. Poseban naglasak bit će stavljen na alat Protégé, jedan od najpoznatijih i najšire korištenih alata za izradu i upravljanje ontologijama.

6.1. Pojam ontologije

U kontekstu informacijskih znanosti, ontologija se definira kao formalni prikaz skupa koncepata pomoću kojih se modelira određena domena znanja i odnosa među njima. Ti koncepti mogu biti klase (ili skupovi), atributi (ili svojstva) i odnosi (ili relacije među članovima klase) (Noy i McGuinness, 2001). Definicije ovih koncepata uključuju informacije o njihovom značenju i ograničenjima za njihovu logički konzistentnu primjenu. U kontekstu sustava baza podataka, ontologija se može smatrati razinom apstrakcije podatkovnih modela, slično kao hijerarhijski i relacijski modeli, ali namijenjena za modeliranje znanja o pojedincima, njihovim atributima i njihovim odnosima s drugim pojedincima.

Pojam ontologija potječe iz filozofije, koja se bavi proučavanjem bića ili postojanja te se u filozofiji ontologija može opisati kao teorija prirode postojanja (Gruber, 2008). Znanstvenici iz područja umjetne inteligencije prepoznali su primjenjivost radova iz matematičke logike i tvrdili da se mogu stvoriti nove ontologije kao računalni modeli koji omogućuju određene vrste automatiziranog rezoniranja. U 1980-ima, pojam ontologija se počeo koristiti za označavanje teorije modeliranog svijeta (npr. Naive Physics) i komponentu sustava znanja. Neki znanstvenici, inspirirani filozofskim ontologijama, smatrali su da je računalna ontologija vrsta primijenjene filozofije. Početkom 1990-ih, nastala je potreba za stvaranjem standarda interoperabilnosti, te se došlo do zaključka da su ontologije standardne komponente sustava znanja (Gruber, 2008). Početkom 2000-tih, objavljeno je mnogo radova i članaka koji su za zaslužni za definiranje ontologije kao tehničkog pojma u računalnoj znanosti.

Danas ontologije igraju ključnu ulogu u kontekstu Semantičkog Weba, dio su W3C (engl. *World Wide Web Consortium*) standarda, i integracije heterogenih baza podataka, omogućujući apstrakciju od konkretnih struktura podataka i strategija implementacije. Ontologije omogućuju interoperabilnost među različitim sustavima i integraciju podataka, jer

specificiraju podatke i znanje na semantičkoj razini, sličnije logici prvog reda nego jezicima korištenim za modeliranje baza podataka. U standardima Semantičkog Weba, ontologije su jasno definirane kao eksplicitni sloj, podržan standardiziranim jezicima i različitim komercijalnim i otvorenim alatima (Gruber, 2008). Njihova ključna uloga je specificiranje podatkovnog modeliranja na razini apstrakcije iznad specifičnih dizajna baza podataka, omogućujući eksport, prevođenje, provođenje upita i ujedinjavanje podataka preko neovisno razvijenih sustava i usluga. Uspješne primjene uključuju interoperabilnost baza podataka, pretraživanje među bazama podataka i integraciju web usluga, čime se značajno olakšava razmjena i korištenje podataka među heterogenim sustavima.

Jedna od glavnih prednosti ontologija u odnosu na tradicionalne podatkovne modele je njihova fleksibilnost (Joury, 2023). U relacijskim bazama podataka, promjena svojstva, poput promjene tipa podatka u stupcu, često zahtijeva brisanje cijelog stupca i ponovno kreiranje s novim svojstvom. Ontologije omogućuju organizaciju podataka na način koji je više nalik stablu nego tablici. To omogućava dodavanje novih svojstava ili klasa bez potrebe za rekreacijom cijelog skupa podataka. Time se izbjegava gubitak originalnog skupa podataka i veza koje se na njega odnose. Ontologije su i izuzetno korisne za strojno učenje. Pomažu modelima razumjeti entitete i njihove odnose, što omogućava bolju analizu i preciznije preporuke.

Ontologije su našle primjenu u različitim industrijama. U farmaceutskoj industriji, ontologije se koriste za testiranje ranih hipoteza i istraživanje odnosa među proteinima, genima i bolestima prije razvoja lijekova (Joury, 2023). U zdravstvenom sektoru, ontologije pomažu u organizaciji zdravstvenih zapisa kako bi se ljudima pomoglo u donošenju boljih prehrambenih izbora. Također, ontologije se koriste u financijskom sektoru za otkrivanje financijskih prevara (Joury, 2023).

Uz ove primjene, važno je istaknuti da ontologije mogu poprimiti različite oblike i namjene. Ontologije se mogu klasificirati prema bogatstvu internog sadržaja (npr. kontrolirani rječnici, glosariji, tezaursi, formalne hijerarhije), predmetu konceptualizacije (npr. ontologije prikaza znanja, domene, zadatka), te prema stupnju formalnosti (npr. vrlo neformalne, polu-neformalne, rigorozno formalne) (Gómez-Pérez, Fernández-López i Corcho, 2006, str. 21). Ovi različiti tipovi ontologija omogućuju prilagodbu modeliranja znanja različitim potrebama i domenama, što dodatno povećava njihovu primjenjivost i vrijednost u različitim kontekstima. Ontologija koja se razvija u ovom radu, ontologija praćenja rada studentata, pripada polu-formalnim ontologijama, s fokusom na prikaz znanja unutar specifične domene. Polu-formalna ontologija koristi formalizirani jezik kao što je OWL, omogućujući računalno razumijevanje i manipulaciju podacima. OWL omogućava izrazito bogatu semantiku i logičke odnose među pojmovima, što ju čini polu-formalnom kada se koristi za složene zadatke. Isto tako, ta

ontologija koristi se za prikazivanje i organizaciju znanja unutar specifične domene, poput praćenja rada studenata. Ontologije prikaza znanja omogućuju standardizirano predstavljanje informacija koje su zajedničke za više sustava, što olakšava interoperabilnost i ponovnu upotrebu podataka. Ova ontologija bi se također mogla smatrati ontologijom domene jer modelira specifične pojmove i odnose unutar domene obrazovanja, točnije praćenja rada studenata, pružajući okvir za analizu i interpretaciju podataka u tom kontekstu (Gómez-Pérez i sur., 2006, str. 21).

6.2. Elementi ontologije

Ontologija se sastoji od nekoliko ključnih elemenata koji zajedno omogućuju strukturirano predstavljanje znanja unutar određenog domena. U ovom poglavlju bit će objašnjeni osnovni elementi ontologije, uključujući klase, svojstva, individue i druge ključne komponente. Svaki od ovih elemenata ima svoju specifičnu ulogu u definiranju strukture i logičkih odnosa unutar ontologije, čime omogućuje preciznu organizaciju informacija i njihovo učinkovito korištenje u raznim primjenama.

6.2.1. Klase

U ontologijama, klase (engl. *classes*) predstavljaju apstraktne grupe ili kategorije objekata koje dijele zajedničke karakteristike. Klase omogućavaju organiziranje i kategoriziranje znanja u hijerarhijsku strukturu, čime se omogućava jednostavnije modeliranje i razumijevanje složenih domena (Protégé 5 Documentation, bez dat.). One su osnovne kategorije u svakoj ontologiji te grupiraju instance koje dijele zajedničke atribute ili ponašanja. Klase se koriste za definiranje skupa pojedinaca, u ontologijama zvanih individua. Neka klasa može imati nadklase i podklase. Nadklase (engl. *Superclasses*) su općenitije kategorije koje se mogu specijalizirati u podklase, što znači da su hijerarhijski na višoj razini od određenih klasa, a podklase (engl. *Subclasses*) su specifičnije kategorije koje su hijerarhijski niže od neke druge klase i one nasljeđuju karakteristike svojih nadklasa.

Klase se mogu podijeliti na primitivne i definirane klase. Primitivne klase predstavljaju osnovne koncepte u ontologiji i definiraju se jednostavnim postavljanjem određenih ograničenja ili svojstava. Po defaultu, sve klase u Protégé-u su primitivne, što znači da se moraju definirati dodavanjem potrebnih svojstava, ali ne postoje strogi uvjeti koje instanca mora zadovoljiti da bi pripadala toj klasi. Definirane klase imaju točnu definiciju u odnosu na druge klase i svojstva. To znači da se instance automatski smatraju članovima definirane klase ako zadovoljavaju specificirane uvjete. Definicija definirane klase koristi logička pravila, poput

EquivalentClass, što omogućava Protégé-u da prepozna da li određena instanca ispunjava sve uvjete kako bi bila automatski klasificirana kao član te klase (DeBellis, 2021).

6.2.2. Objektna svojstva

Objektna svojstva (engl. *object properties*) u ontologijama definiraju odnose između individua klasa. Ona omogućavaju da se uspostave veze između različitih entiteta unutar ontologije, čime se omogućava složenija i semantički bogatija struktura podataka (Protégé 5 Documentation, bez dat.).

Jedan od koraka kod definiranja objektivnih svojstva je i dodavanje dosega i domene određenom svojstvu. Domena objektnih svojstava u ontologiji određuje skup instanci na koje se svojstvo može primijeniti. Drugim riječima, domena specificira iz koje klase ili klasa moraju biti instance koje koriste određeno svojstvo. Doseg objektnih svojstava određuje skup instanci s kojima su instance iz domene povezane putem tog svojstva. Drugim riječima, doseg specificira iz koje klase ili klasa moraju biti instance koje su cilj svojstva (Protégé 5 Documentation, bez dat.).

Isto tako svako svojstvo može biti određene vrste, pa tako neko svojstvo može biti funkcijsko, inverzno funkcijsko, tranzitivno, simetrično, asimetrično, rekleksivno ili irrefleksivno. Funkcijsko svojstvo ograničava relaciju tako da svaka instanca domene može biti povezana s najviše jednom instancom dosega. Inverzno funkcijsko svojstvo ograničava relaciju tako da svaka instanca dosega može biti povezana s najviše jednom instancom domene. Tranzitivno svojstvo je ono kod kojeg, ako je instanca A povezana s instancom B, a B s instancom C, tada je A indirektno povezana s C. Simetrično svojstvo je ono kod kojeg, ako je instanca A povezana s instancom B, tada je i B povezana s A. Asimetrično svojstvo je ono kod kojeg, ako je instanca A povezana s instancom B, tada B ne može biti povezana s A. Refleksivno svojstvo je ono kod kojeg svaka instanca mora biti povezana sama sa sobom, dok je irrefleksivno svojstvo ono kod kojeg nijedna instanca ne može biti povezana sama sa sobom (Protégé 5 Documentation, bez dat.). Isto tako, još jedna opcija kod kreiranja svojstva je da je neko svojstvo inverzno. Opcija Inverse Of odnosi se na parove objektnih svojstava koja izražavaju recipročni odnos između instanci klasa. Ako svojstvo određeno svojstvo P povezuje instancu A s instancom B, tada inverzno svojstvo R svojstvu P, povezuje instancu B s instancom A. Ovo omogućava modeliranje simetričnih ili recipročnih odnosa na precizan način.

6.2.3. Podatkovna svojstva

Podatkovna svojstva (engl. *data properties*) se koriste u ontologijama za povezivanje individua klasa s literarnim vrijednostima (engl. *data types*). Ona predstavljaju attribute ili

karakteristike koje su specifične za pojedine individue (Protégé 5 Documentation, bez dat.). Podatkovna svojstva omogućavaju dodavanje detaljnih informacija o individuama koje se ne odnose na druge individue, već na konkretne podatke poput brojeva, datuma i teksta. Podatkovna svojstva omogućavaju preciznije pretrage i upite unutar ontologije, omogućavajući da se pronađu specifične individue na temelju njihovih atributa. Definiranjem domene i dosega osigurava se da su vrijednosti podataka dosljedne i odgovarajućeg tipa.

6.2.4. Individue

Individue (engl. *individuals*) u ontologijama predstavljaju konkretne instance klasa. Dok klase definiraju opće karakteristike i odnose, individue su specifični entiteti koji te karakteristike i odnose implementiraju. One su osnovni građevinski blokovi ontologije, omogućavajući da se apstraktni koncepti primjene na stvarne entitete (Protégé 5 Documentation, bez dat.). Individue su specifične instance klasa, što znači da svaka individua predstavlja jedan konkretan entitet koji pripada jednoj ili više klasa. One mogu imati određena svojstva s vrijednostima koje ih opisuju. Ta svojstva mogu biti i objektna i podatkovna.

Individue su ključne za operativnu upotrebu ontologije. One omogućavaju primjenu općih pravila i relacija definiranih klasama na konkretne entitete. Također, omogućavaju izvršavanje upite i pretrage unutar ontologije, što je korisno za analizu podataka i donošenje odluka.

6.2.5. Ograničenja klasa

Ograničenja klasa su pravila ili uvjeti koji specificiraju koje individue mogu pripadati određenoj klasi na temelju njihovih svojstava ili odnosa s drugim individuama. Ona omogućuju precizno definiranje uvjeta koje individue moraju zadovoljiti da bi bile članovi određene klase. Ograničenja klasa se koriste za osiguranje dosljednosti podataka i omogućavanje naprednog zaključivanja. Postoji nekoliko vrsta ograničenja klasa, a to su ograničenja kardinalnosti, egzistencijalna i univerzalna ograničenja. Ograničenja kardinalnosti specificiraju koliko puta svojstvo može ili mora biti prisutno za instancu klase. Egzistencijalna ograničenja specificiraju da za svaku instancu klase mora postojati barem jedna instanca koja je povezana određenim svojstvom, dok univerzalna ograničenja specificiraju da za svaku instancu klase, sve instance s kojima je povezana putem određenog svojstva moraju biti članovi određene klase. Ograničenja kardinalnosti sadrže opciju *exactly*, egzistencijalna sadrže opciju *some*, dok je opcija za univerzalna ograničenja *only*.

6.3. Jezici za razvoj ontologija

Jezici za razvoj ontologija igraju ključnu ulogu u strukturiranju i prezentaciji znanja unutar semantičkog weba. Semantički web predstavlja evoluciju postojećeg World Wide Weba, gdje su podaci ne samo povezani već i razumljivi računalima. Ovi jezici omogućuju definiranje odnosa između podataka, čineći informacije dostupnima i razumljivima ne samo ljudima, nego i strojevima.

Jedan od osnovnih jezika za izradu ontologija je RDF (engl. *Resource Description Framework*), koji služi za opisivanje resursa na webu. RDF koristi trojke (subjekt-predikat-objekt) za strukturiranje podataka, omogućujući tako jasno i precizno definiranje odnosa među resursima („World Wide Web Consortium [W3C]“, 2024). Nadopunjujući RDF, RDFS (engl. *RDF Schema*) proširuje osnovnu funkcionalnost RDF-a dodavanjem semantičkih struktura kao što su klase i svojstva. RDFS omogućuje definiranje hijerarhija klasa i svojstava, što olakšava organizaciju i kategorizaciju informacija unutar ontologije („W3C“, 2023).

Za složenije ontologije koristi se OWL2 (engl. *Web Ontology Language 2*), koji je specijaliziran za rad s bogatim semantičkim strukturama. OWL2 omogućuje definiranje kompleksnih odnosa između klasa, kao i napredne logičke operacije, čime omogućuje dublje razumijevanje i analizu podataka (DeBellis, 2021). Organizacija koja postavlja standarde za web tehnologije, uključujući jezike korištene za razvoj ontologija unutar semantičkog weba je W3C (engl. *World Wide Web Consortium*). Na službenim stranicama te organizacije moguće je pronaći opsežne resurse, uključujući dokumentaciju, primjere, te najnovije ažurirane verzije ovih jezika, što je ključno za pravilnu primjenu i razumijevanje njihovih mogućnosti u različitim kontekstima („W3C“, bez dat.).

6.4. Alat Protégé

Protégé je jedan od najpoznatijih alata za izradu i manipulaciju ontologijama. Razvijen od strane Sveučilišta Stanford i omogućava korisnicima jednostavno kreiranje, uređivanje i vizualizaciju ontologija (Protégé, bez dat.).

Protégé je multiplatformski alat dostupan za operacijske sustave Windows, macOS i Linux. Izgrađen je u programskom jeziku Java, što omogućava široku kompatibilnost i prenosivost (DeBellis, 2021). To je open source program, te je besplatan za korištenje i razvijanje. Može se koristiti na webu, a dostupan je i kao desktop aplikacija, koja će i biti korištena u ovom radu.

Protégé podržava različite verzije OWL-a, uključujući OWL 2, omogućujući detaljno modeliranje ontologija (Protégé 5 Documentation, bez dat.). Podržava i RDF format za razmjenu i integraciju podataka, kao i XML, Turtle i JSON-LD, no u ovom radu bit će fokus na OWL ontologiji (DeBellis, 2021).

Protégé ima intuitivno grafičko sučelje koje omogućava vizualno uređivanje ontologija (Protégé 5 Documentation, bez dat.). Tabovi omogućuju pregledavanje različitih aspekata ontologije, uključujući klase, svojstva i pojedinačne individue. Sve opcije ovog alata bit će detaljnije prikazane i opisane u nastavku rada. Zbog plugin arhitekture, funkcionalnosti alata se mogu proširiti prema osobnim potrebama, prema čemu se može zaključiti da je ovaj alat prilagodljiv.

Protégé pruža niz naprednih razvojnih funkcionalnosti, kao što su upiti, rezoniranje i medijacija ontologija. Korištenjem i izvođenjem SPARQL upita mogu se pretraživati podaci unutar ontologije. Alati za rezoniranje koje podržava su HermiT, Pellet i Fact++, te oni omogućavaju logičko zaključivanje i validaciju ontologija. Isto tako podržava i medijaciju ontologija, što znači da se različite ontologije mogu spajati i usklađivati, pa je lako integrirati znanje iz više izvora. Za kreiranje ontologije koja će biti objašnjena u ovom radu korištena je verzija Protege-5.5.0, te je program skinut i instaliran sa službenih stranica (Protégé, bez dat.).

7. Izrada ontologije metoda praćenja rada studenata

Nakon što je u prethodnim poglavljima objašnjen koncept ontologije i razmotrene su različite metode praćenja rada studenata, u ovom poglavlju bit će detaljno objašnjen proces izrade ontologije u alatu Protégé. Tom ontologijom formalno će se definirati metode praćenja studenata, alati, tipovi evaluacija i odnosi između istih. Kroz praktičan primjer izrade ontologije, demonstrirat će se i koraci potrebni za definiranje i implementaciju ontologije, te će se pokazati kako se ontologija može koristiti za analizu i poboljšanje praćenja rada studenata. Ovaj proces uključuje definiranje klasa, svojstava i individua, te korištenje različitih alata i tehnika dostupnih u Protégéu za osiguravanje kvalitete i konzistentnosti ontologije.

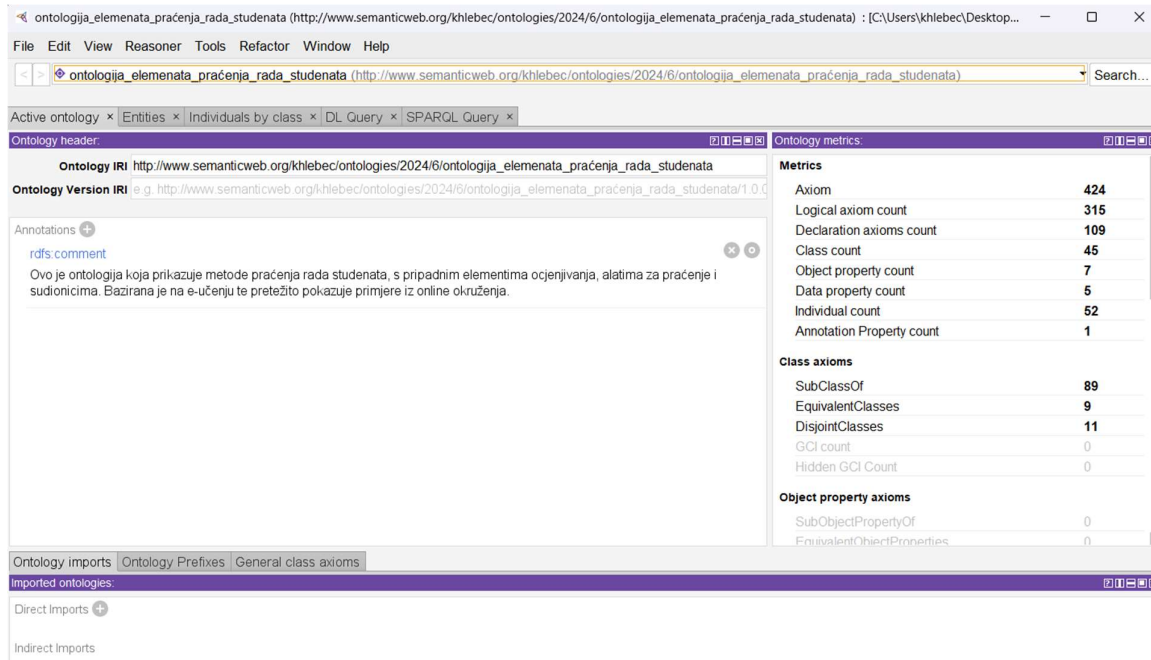
7.1. Početak kreiranja ontologije

Prvi korak kod kreiranja ontologije i bilo kakvih odnosa u Protégéu je logički strukturirati znanje neke domene u određenu hijerarhiju. Hijerarhija koja je kreirana na temelju provedenog istraživanja je sljedeća:

- Elementi ocjenjivanja
 - Aktivnost studenta
 - Aktivnost na sinkronoj nastavi
 - Aktivnost na sustavu za e-učenje
 - Ispit
 - Izražavanje studenta
 - Kolokvij
 - Praksa
 - Projekt
 - Provjere na nastavi
 - Provjera na seminarskoj nastavi
 - Provjera u sklopu predavanja
 - Zadatak na laboratorijskim vježbama
 - Rad
 - Presentacija
 - Seminarski rad
- MetodePraćenjaRadaStudenata
 - Metode prema formalnosti

- Formalne metode
 - Neformalne metode
- Metode prema načinu kolaboracije
 - Metode za grupno praćenje
 - Metode za individualno praćenje
- Metode prema tipu procjene
 - Formativne metode
 - Sumativne metode
- Metode s obzirom na kvalitativnost
 - Kvalitativne metode
 - Kvantitativne metode
- Metode s obzirom na sinkronost
 - Sinkrone metode
 - Asinkrone metode
- Metode temeljene na vršnjačkoj ocjeni
 - Samoocjenjivanje
 - Vršnjačko ocjenjivanje
- Interaktivne metode
- Metode koje koriste umjetnu inteligenciju
- OnlineAlatiZaPraćenjeRadaStudenata
 - Alati za sinkrone provjere
 - LMS sustav
 - Alati koji koriste umjetnu inteligenciju
 - Interaktivni alati

Glavni pojmovi predstavljaju imena grupa, te se svaki pojam grana s obzirom na smislenost. Nakon kreiranja hijerarhije, pri prvom otvaranju alata Protégé na tabu *Active Ontology*, daje se ime ontologiji te se može zabilježiti i komentar.



Slika 1: Definiranje ontologije u alatu Protégé (autorski rad)

Prozor na Slici 1. u Protégéu pruža ključne informacije o ontologiji. Ontology IRI (engl. *Internationalized Resource Identifier*) identificira ontologiju jedinstveno na webu ili u nekom drugom okruženju. To je globalni identifikator ontologije. Anotacije uključuju metapodatke poput opisa (komentara), imena autora, datuma kreiranja, itd. U ovom slučaju, korišten je rdfs da pruži kratak tekstualni opis ontologije, objašnjavajući njenu svrhu i kontekst. Desni dio prozora prikazuje statističke podatke o ontologiji, kao što su broj aksioma, klasa, individua i svojstva. Aksiomi su osnovni građevinski blokovi ontologije koji definišu odnose, klase i svojstva.

7.2. Kreiranje klasa

Nakon definiranja ontologije, potrebno je kreiranu hijerarhiju preslikati u klase. Klase se kreiraju tako da se u tabu *Entities*, pod prvom opcijom *Classes*, klikne na prvu ikonu. Superklasa svih klasa u Protégéu je *owl:Thing*. Na temelju istraživanja provedenog u ovom radu kreirane su nadklase *ElementiOcjenjivanja*, *MetodePracenjaRadaStudenata* i *OnlineAlatiZaPraćenjeRadaStudenata* te je dodana još jedna klasa koje nema u izvornoj hijerarhiji, a to je klasa *Sudionici* zbog lakšeg kreiranja svojstva i povezivanja stavki kasnije. Toj klasu su dodjeljene i određene podklase.



Slika 2: Prikaz hijerarhije klasa (autorski rad)

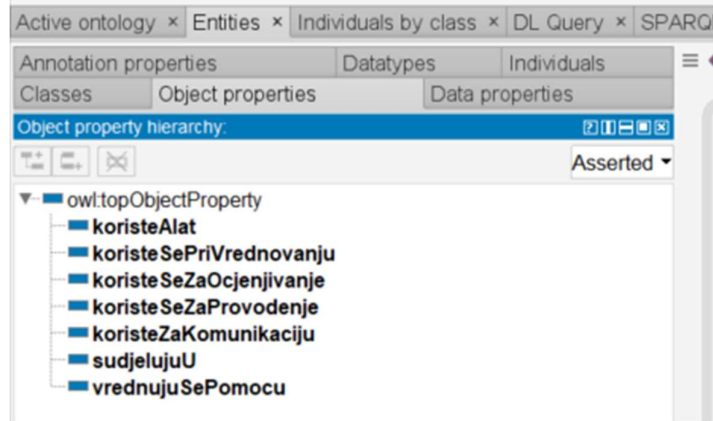
Slika 2. prikazuje finalnu hijerarhiju klasa ove ontologije. Većina klasa je identična prije navedenoj hijerarhiji, te sam u novu klasu *Sudionici* dodala podklase *Nastavnici* i *Studenti*, jer ona predstavlja osobe uključene u ocjenjivanje.

Klasa *ElementiOcjenjivanja* sadrži podklase elemenata ocjenjivanja koje se odnose na aktivnosti studenata koje se ocjenjuju. Pod klasom *AktivnostStudenata* vidimo dvije podklase koje se odnose na različite tipove aktivnosti. *AktivnostNaSinkronojNastavi* odnosi se na aktivnosti koje se odvijaju u realnom vremenu, dok se klasa *AktivnostNaSustavuZaE-Učenje* odnosi se na aktivnosti unutar sustava za e-učenje. Klase *Ispit*, *IzrazavanjeStudenata*, *Kolokvij*, *Praksa*, *Projekt* predstavljaju različite vrste ocjenjivačkih elemenata koje studenti mogu imati unutar svojih studijskih obaveza te koje se mogu vrednovati. Klasa *ProvjeraNaNastavi* sadrži podklase koje se odnose na različite tipove provjera znanja koje se odvijaju tijekom nastave, uključujući klase *ProvjeraNaSeminarskojNastavi*, *ProvjeraUSklopuPredavanja* i *ZadatakNaLaboratorijskimVježbama*, te klasa *Rad* predstavlja različite oblike studentskih radova kao što su klase *Prezentacija* i *SeminarskiRad*. Klasa *MetodePracenjaRadaStudenata* grupira metode pomoću kojih se prati rad studenata. Podklase uključuju različite tipove metoda praćenja. U klasu *MetodePracenjaRadaStudenata* spadaju klase *InteraktivneMetode*, *MetodeKojeKoristeUmjetnuInteligenciju*, *MetodePremaFormalnosti*, s podklasama *FormalneMetode* i *NeformalneMetode*, *MetodePremaNacinuKolaboracije* s podklasama *GrupnoPracenje* i *IndividualnoPracenje*, *MetodePremaTipuProcjene* s podklasama *FormativneMetode* i *SumativneMetode*, *MetodeSOziromNaKvantitativnost* s podklasama *KvalitativneMetode* i *KvantitativneMetode*, *MetodeSOziromNaSinkronost* s podklasama *AsinkroneMetode* i *SinkroneMetode* te *MetodeTemeljeneNaVrsnjackojOcjeni* s podklasama *Samocjenjivanje* i *VrsnjackoOcjenjivanje*. Sljedeća klasa *OnlineAlatiZaPracenjeRadaStudenata* grupira alate koji se koriste za praćenje rada studenata, kao što su alati koji koriste umjetnu inteligenciju, alati za sinkrone provjere, interaktivni alati i LMS sustavi.

7.3. Kreiranje objektnih svojstva

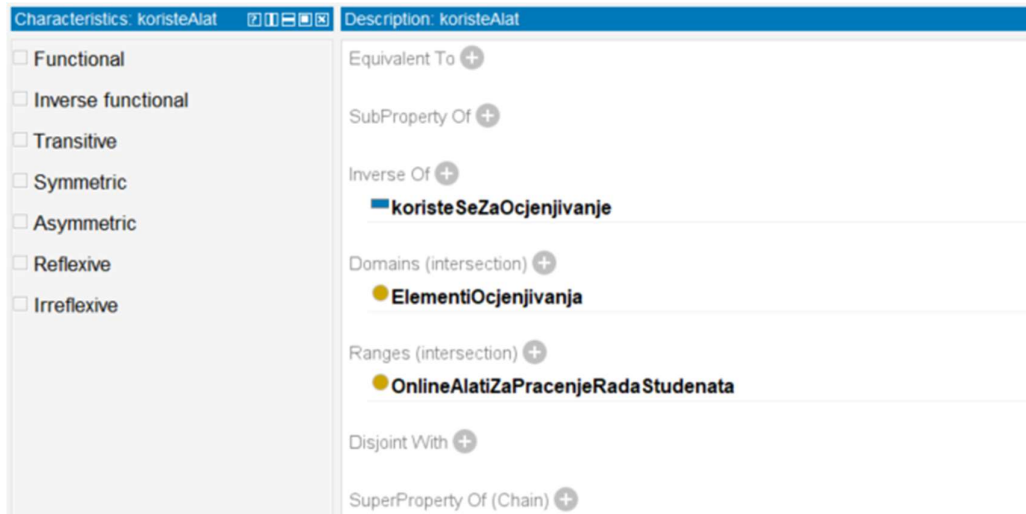
Nakon kreiranja klasa, potrebno ih je i nekako povezati, tj. definirati odnose među njima. Odnosi se definiraju različitim svojstvima i ograničenjima, te će najprije biti objašnjeno kreiranje objektnih svojstva.

Ta svojstva se kreiraju isto u tabu *Entities - Object properties*, te se dodaju klikom na ikonu za dodavanje. Nakon što se unese kako će se svojstvo zvati, može se detaljnije definirati.



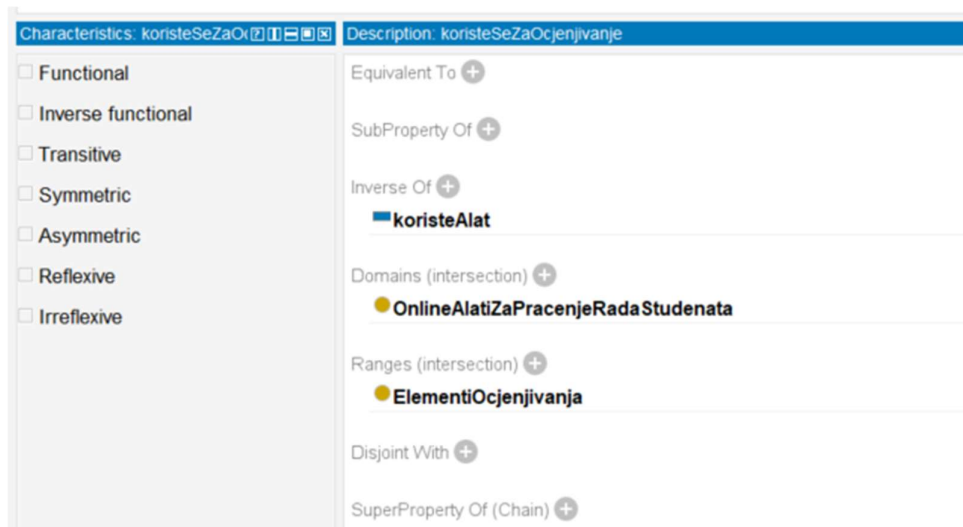
Slika 3: Hijerarhija objektnih svojstva (autorski rad)

Slika 3. prikazuje hijerarhiju objektnih svojstva koja su kreirana za potrebe ontologije. Svakom svojstvu sam nakon kreiranja odredila domenu i doseg, te definirala je li svojstvo inverzno od nekog drugog svojstva i je li neke posebne vrste.



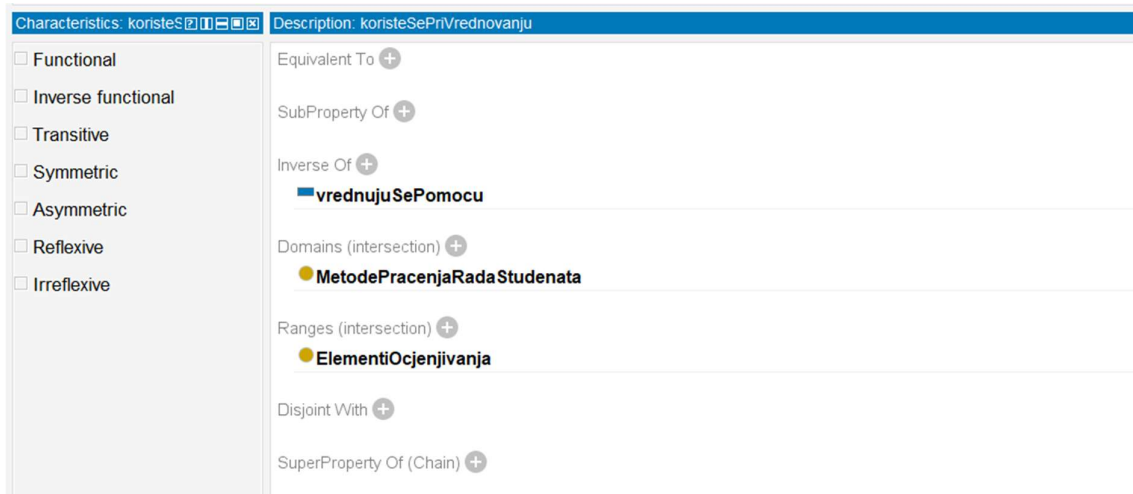
Slika 4: Definicija svojstva *koristeAlat* (autorski rad)

Slika 4. prikazuje svojstvo *koristeAlat*. Domena ovog svojstva je klasa *ElementiOcjnjivanja* što znači da se ovo svojstvo odnosi na elemente koji koriste neki alat, a doseg svojstva je klasa *OnlineAlatiZaPracenjeRadaStudentata*. Logika iza ovog svojstva je da povezuje elemente ocjenjivanja s online alatima pomoću kojih se ti elementi koriste. Ovo svojstvo je inverzno svojstvu *koristeSeZaOcjnjivanje*.



Slika 5: Definicija svojstva *koristeSeZaOcjenjivanje* (autorski rad)

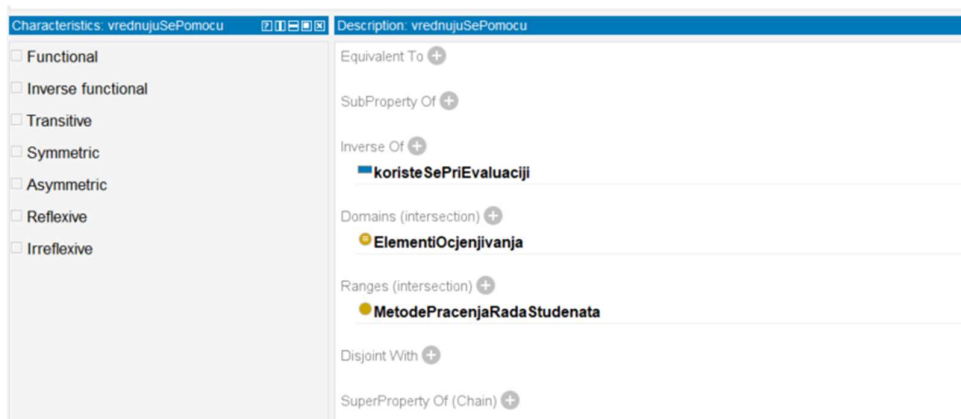
Slika 5. prikazuje svojstvo *koristeSeZaOcjenjivanje*. Domena ovog svojstva je klasa *OnlineAlatiZaPracenjeRadaStudenata*, što znači da se ovo svojstvo primjenjuje na alate koji služe za praćenje rada studenata. Doseg svojstva je klasa *ElementiOcjenjivanja*. Logika svojstva je da se alati koriste za ocjenjivanje raznih elemenata ocjenjivanja.



Slika 6: Definicija svojstva *koristeSePriVrednovanju* (autorski rad)

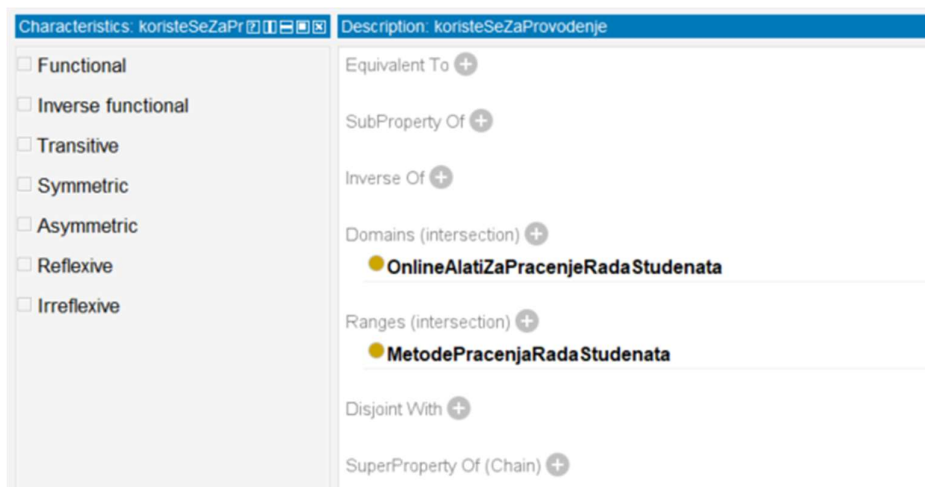
Slika 6. prikazuje definiciju svojstva *koristeSePriVrednovanju*. Domena ovog svojstva je klasa *MetodePracenjaRadaStudenata*, a doseg ovog svojstva je klasa *ElementiOcjenjivanja*, što znači da se ono usmjerava prema elementima ocjenjivanja, odnosno da se metode praćenja

rada studenata koriste pri vrednovanju tih elemenata. Ovo svojstvo je inverzno sa svojstvom *vrednujuSePomocu* čija je definicija prikazana na Slici 7, što znači da ako se klasa *MetodePracenjaRadaStudenata* koristi pri vrednovanju elementa, to implicira da se element vrednuje pomoću određene metode.

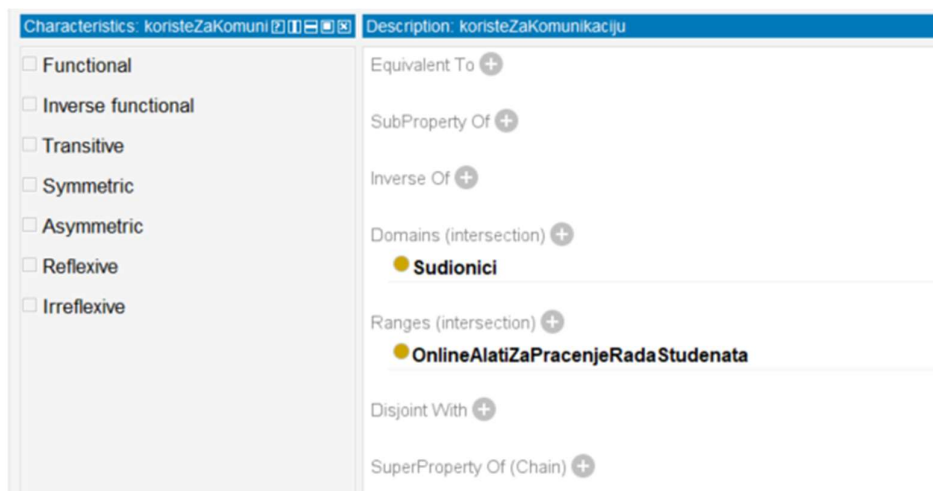


Slika 7: Definicija svojstva *vrednujuSePomocu* (autorski rad)

Slika 8. prikazuje definiciju svojstva *koristeSeZaProvođenje*. Domena ovog svojstva su *OnlineAlatiZaPracenjeRadaStudenata*, a doseg je klasa *MetodePracenjaRadaStudenata*. Ovo svojstvo povezuje alate koji se koriste za provođenje određenih metoda praćenja.

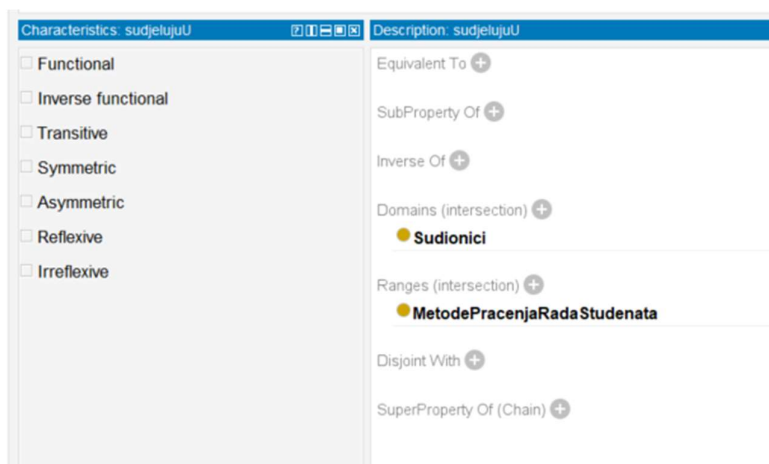


Slika 8: Definicija svojstva *koristeSeZaProvođenje* (autorski rad)



Slika 9: Definicija svojstva *koristeZaKomunikaciju* (autorski rad)

Svojstvo *koristeZaKomunikaciju*, koje prikazuje Slika 9, povezuje sudionike s onim alaitma koje koriste za komunikaciju. Domena svojstva su *Sudionici*, a doseg ovog svojstva su *OnlineAlatiZaPracenjeRadaStudentata*.

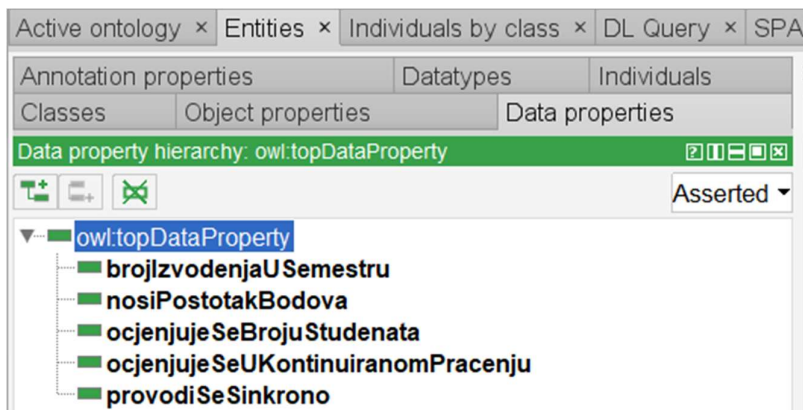


Slika 10: Definicija svojstva *sudjelujuU* (autorski rad)

Svojstvo *sudjelujuU*, prikazano na Slici 10, označava da sudionici sudjeluju u metodama praćenja rada studenata. Domena svojstva su *Sudionici*, a dooseg ovog svojstva su određene metode.

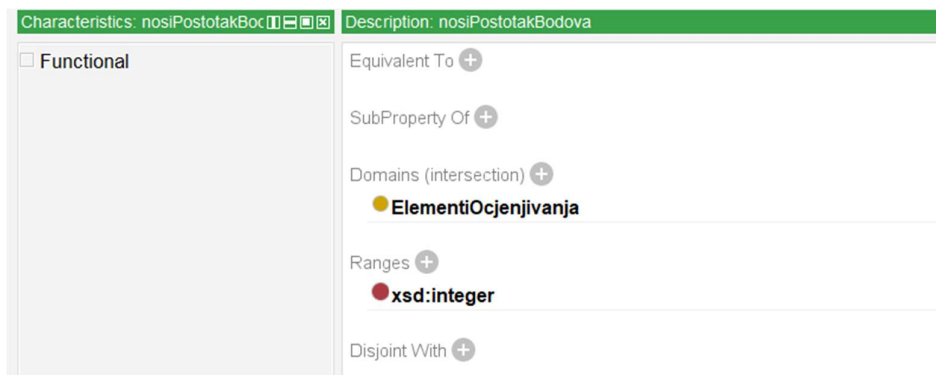
7.4. Kreiranje podatkovnih svojstva

Sljedeći korak je kreiranje podatkovnih svojstva, kako bi se klase i individue pobliže opisale. Podatkovna svojstva se u Protégéu kreiraju na tabu *Entities* te se odabire opcija *Data Properties* i klikne se na ikonu za dodavanje novog svojstva, kojem se odmah može dodijeliti ime. Slika 11. prikazuje hijerarhiju podatkovnih svojstva koje sam kreirala.

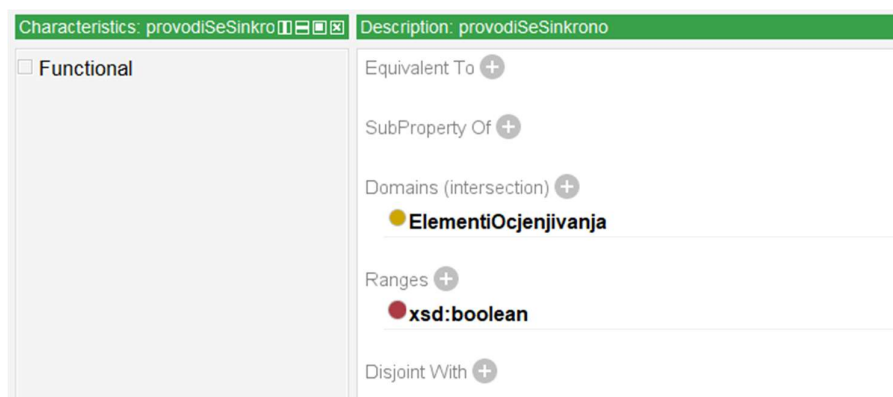


Slika 11: Hijerarhija podatkovnih svojstva (autorski rad)

Nakon imenovanja svojstva, s desne strane ekrana se mogu dodati domena i doseg. Za svako svojstvo prikazano u hijerarhiji domena je postavljena na klasu *ElementiOcjenjivanja*, što znači da su ta svojstva povezana s tom klasom. Pod dosegom se određuje tip podataka koji će svojstvo prihvatiti. Svojstva *brojIzvođenjaUSemestru*, *nosiPostotakBodova* i *ocjenjujeSeBrojuStudenata* imaju doseg *xsd:integer*, što znači da mogu prihvatiti samo cijele brojeve, a svojstva *ocjenjujeSeUKontinuiranomPracanju* i *provodiSeSinkrono* imaju range *xsd:boolean*, što znači da mogu biti ili istinite ili lažne, tj. 0 ili 1. Definicije svojstva su vidljive na slikama 12. i 13.



Slika 12: Definicija svojstva *nosiPostotakBodova* (autorski rad)



Slika 13: Definicija svojstva *provodiSeSinkrono* (autorski rad)

Svojstvo *brojIzvođenjaUSemestru* značava koliko puta se neki element ocjenjivanja izvodi unutar jednog semestra. Budući da je doseg postavljen na *xsd:integer*, vrijednost koja se dodjeljuje ovom svojstvu mora biti cijeli broj. Svojstvo *nosiPostotakBodova* koristi se za definiranje postotka ukupnih bodova koje određeni element ocjenjivanja nosi. Pošto je range također cijeli broj, vrijednost 10 bi označavala da određeni element nosi 10% ukupnih bodova. Svojstvo *ocjenjujeSeBrojuStudenata* odnosi se na broj studenata koji se ocjenjuju kroz određeni element ocjenjivanja, te isto prima konkretne cijele brojeve.

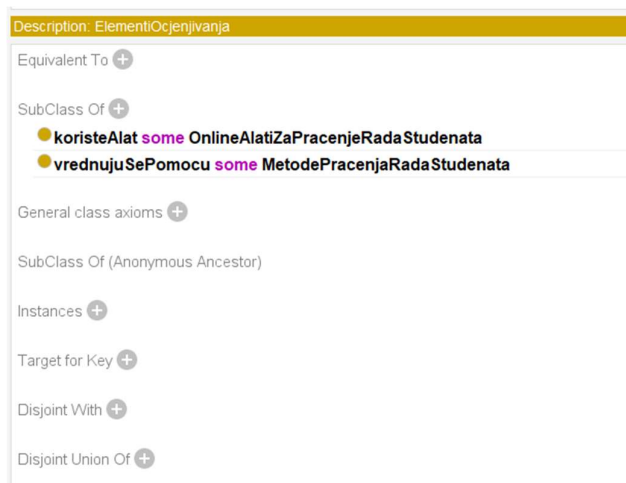
Svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPracenju* se odnosi na način na koji se vrši ocjenjivanje, preciznije da li se ocjenjivanje odvija kroz proces kontinuiranog praćenja. Ovo je logičko svojstvo, što znači da će vrijednost biti ili *true* ili *false*. Na primjer, ako se element ocjenjivanja ocjenjuje kroz kontinuirano praćenje, vrijednost bi bila *true*. Isto vrijedi i za svojstvo *provodiSeSinkrono*. Ukoliko se neki element ocjenjivanja provodi sinkrono vrijednost ovog svojstva bi bila *true*, u suprotnom bi vrijednost bila *false*.

7.5. Dodavanje ograničenja klasa

Nakon kreiranih klasa i definiranih podatkovnih i objektnih svojstva, potrebno je dodati i ograničenja klasa. U nastavku će pobliže biti objašnjena ograničenja i definicije svake klase. Bitno je spomenuti kako granice u ograničenjima, tj. vrijednosti podatkovnih svojstva, predstavljaju primjer i definirane na temelju vlastitog iskustva s fakulteta. One služe kao osnovni okvir i mogu se mijenjati kako bi odgovarale specifičnim pravilima i standardima svakog fakulteta ili kolegija. Ako određeni fakultet ima drugačije kriterije ili ih uopće nema, granice se mogu prilagoditi ili potpuno ukloniti, omogućujući fleksibilnost u pristupu ocjenjivanju studentskih aktivnosti.

Prije objašnjavanja dodavanja ograničenja klasama, bitno je spomenuti kako se individue u pravilu unose tek nakon što je ontologija dovršena, te će one detaljnije biti opisane u poglavlju 7.6. Međutim, na slikama ekrana koje prikazuju ograničenja, već se mogu vidjeti individue koje pripadaju pojedinim klasama, budući da su te slike napravljene na primjerima gotove ontologije. Također, važno je napomenuti da je sve što je na slikama označeno žutom bojom dobiveno kao rezultat zaključivanja nakon pokretanja alata za zaključivanje. Cilj ovog poglavlja je detaljno objasniti sve što je povezano s ograničenjima, uključujući i način na koji zaključivanje doprinosi razumijevanju ontologije.

Iz hijerarhije se vidjelo da klasa *ElementiOcjenjivanja* sadrži mnogo definiranih klasa, dok su ostale klase u ontologiji primitivne.



Slika 14: Definicija klase *ElementiOcjenjivanja* (autorski rad)

Na Slici 14. vidimo da dva izraza definiraju ograničenja klase *ElementiOcjenjivanja*, odnosno da su njeni članovi povezani s online alatima i metodama praćenja rada studenata. Prvi izraz

koristeAlat some OnlineAlatiZaPracenjeRadaStudenta znači da klasa *ElementiOcjnivanja* koristi neki alat iz klase *OnlineAlatiZaPracenjeRadaStudenta*. Riječ *some* u ovom kontekstu znači da postoji barem jedan takav alat koji se koristi. Drugi izraz pokazuje da se elementi ocjenjivanja vrednuju pomoću metoda koje pripadaju klasi *MetodePracenjaRadaStudenta*.

Slika 15: Definicija klase *AktivnostStudenta* (autorski rad)

Slika 15. prikazuje definiciju klase *AktivnostStudenta*. Iz definicije možemo vidjeti da je ova klasa ekvivalentna klasi *ElementiOcjnivanja*, što znači da nasljeđuje sve karakteristike te klase, kao što i definira neka svoja ograničenja. Pošto su ta ograničenja strogo definirana u odjeljku *Equivalent To*, ta klasa je definirana. Pa tako klasa dodatno specificira ograničenja koja su usko povezana s ocjenjivanjem studentskih aktivnosti. Primarno, svaka aktivnost nosi određeni postotak bodova, koji je ograničen na maksimalnu vrijednost od 10 bodova što vidimo izrazom *nosiPostotakBodova some xsd:integer[<= 10]*. Nadalje, izrazom *ocjenjujeSeBrojuStudenta some xsd:integer[>= 1, <= 4]* se definira da se ocjenjivanje može odnositi na broj studenata, gdje je taj broj ograničen na minimalno 1 i maksimalno 4 studenta. Ove aktivnosti podliježu kontinuiranom praćenju, što je definirano ograničenjem *ocjenjujeSeUKontinuiranomPracnju value true*. Karakteristike koje ova klasa nasljeđuje

možemo vidjeti pod odjeljkom *SubClass Of (Anonymous Ancestor)*. Isto tako, individue koje pripadaju ovoj klasi su *odgovaranjeNaPitanja*, *rješavanjeZadanihProblema*, *smisljanjePrimjera* i *ukljucivanjeUrasprave*. Još dvije individue su dodane na temelju specifičnih ograničenja postavljenih u ontologiji, koja su prepoznata tijekom procesa zaključivanja. Naime, kako će biti i vidljivo u nastavku, individue *usmenolrzavanje* i *pismeneVjestine* pripadaju klasi *IzrazavanjeStudentata*, a ta klasa ima ograničenja da se ocjenjuju po jednom studentu i da također donose manje od 10 bodova. Na taj način je alat za zaključivanje prepoznao da te individue spadaju i pod ovu klasu.

The screenshot displays the class definition for *AktivnostNaSinkronojNastavi*. It includes the following sections:

- Description:** AktivnostNaSinkronojNastavi
- Equivalent To:** (empty)
- SubClass Of:**
 - AktivnostStudentata and (provodiSeSinkrono value true)
 - AktivnostStudentata
- General class axioms:** (empty)
- SubClass Of (Anonymous Ancestor):**
 - ElementiOcjenjivanja and (nosiPostotakBodova some xsd:integer[<= 10]) and (ocjenjujeSeBrojuStudentata some xsd:integer[>= 1 , <= 4]) and (ocjenjujeSeUKontinuiranomPracanju value true)
 - vrednujuSePomocu some MetodePracjenjaRadaStudentata
 - koristeAlat some OnlineAlatiZaPracjenjeRadaStudentata
- Instances:**
 - ispravljanjeVlastiteProvjere
- Target for Key:** (empty)
- Disjoint With:**
 - AktivnostNaSustavuZaE-Ucenje
- Disjoint Union Of:** (empty)

Slika 16: Definicija klase *AktivnostNaSinkronojNastavi* (autorski rad)

Na Slikama 16. i 17. vidimo definicije podklasa klase *AktivnostStudentata*. Klasa *AktivnostNaSinkronojNastavi* je podklasa klase *AktivnostStudentata* i obuhvaća aktivnosti koje se provode tijekom sinkronih oblika nastave što vidimo iz izraza *provodiSeSinkrono value true*. To bi značilo da u ovu klasu spadaju sve individue koje ispunjavaju ograničenja *AktivnostStudentata* i *ElementiOCjenjivanja* i zadovoljavaju prije spomenuto ograničenje, jer ova klasa nasljeđuje ograničenja svojih nadklasa. Individua ove klase je *ispravljanjeVlastiteProvjere*.

Description: AktivnostNaSustavuZaE-Ucenje

Equivalent To +

SubClass Of +

- AktivnostStudenata

General class axioms +

SubClass Of (Anonymous Ancestor)

- ElementiOcnjivanja
 - and (nosiPostotakBodova some xsd:integer[<= 10])
 - and (ocjenjujeSeBrojuStudenata some xsd:integer[>= 1 , <= 4])
 - and (ocjenjujeSeUKontinuiranomPracnju value true)
- vrednujuSePomocu some MetodePracnjaRadaStudenata
- koristeAlat some OnlineAlatiZaPracnjeRadaStudenata

Instances +

- ◆ brojPristupaMaterijalima

Target for Key +

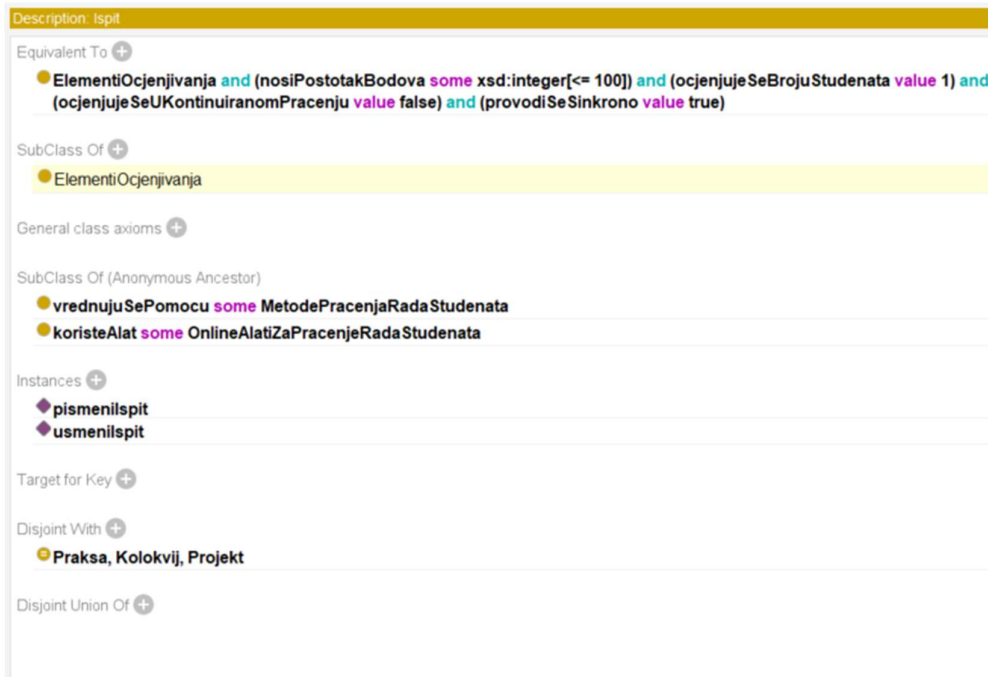
Disjoint With +

- AktivnostNaSinkronojNastavi

Disjoint Union Of +

Slika 17: Definicija klase *AktivnostNaSustavuZaEUcenje* (autorski rad)

Klasa *AktivnostNaSustavuZaEUcenje* također je podklasa klase *AktivnostStudenata* i specifično se odnosi na aktivnosti studenata koje se provode unutar sustava za e-učenje. Ova klasa uključuje sve karakteristike koje vrijede za *AktivnostStudenata*, ali se odnosi na specifičan kontekst online učenja. Individua koja spada u ovu klasu je *brojPristupaMaterijalima*. Ove dvije podklase su međusobno razdvojene (engl. *disjoint*) što znači da nijedna aktivnost ne može istovremeno biti i aktivnost koja se odvija na sinkronoj nastavi i aktivnost koja se odvija putem sustava za e-učenje.



Slika 18: Definicija klase *Ispit* (autorski rad)

Slika 18. prikazuje definiciju klase *Ispit*. To je definirana klasa koja je ekvivalentna klasi *ElementiOcjenjivanja*, ali uz dodatna ograničenja. Ograničenja vele da ispit može nositi maksimalno 100 bodova i ocjenjuje samo jednog studenta. Ne prati se kontinuirano te se provodi sinkrono. Kao podklasa klase *ElementiOcjenjivanja*, nasljeđuje njezina ograničenja pa se ispit vrednuje pomoću metoda praćenja rada studenata i koriste se online alati za praćenje. Primjeri individua u ovoj klasi su pisani ispit i usmeni ispit. Ova klasa je razdvojena s klasama *Praksa*, *Kolokvij*, *Rad* i *Projekt*. Ono što još možemo primjetiti je da alat za zaključivanje prepoznaje da klasa *Ispit* automatski pripada klasi *ElementiOcjenjivanja* jer su ispunjena sva ograničenja koja su postavljena za tu klasu. Iako je logično da je *Ispit* podklasa *ElementiOcjenjivanja*, zaključivanje to eksplicitno potvrđuje na temelju definiranih pravila u ontologiji. Isto se zaključuje svim klasama koje su direktne podklase klase *ElementiOcjenjivanja* što će biti vidljivo i na drugim slikama u ovom poglavlju.

Description: *IzrazavanjeStudentata*

Equivalent To +

- **ElementiOcjnjivanja**
 and (nosiPostotakBodova **some** xsd:integer[<= 10])
 and (ocjenjujeSeBrojuStudentata **value** 1)

SubClass Of +

- **ElementiOcjnjivanja**

General class axioms +

SubClass Of (Anonymous Ancestor)

- **vrednujuSePomocu** **some** MetodePracenjaRadaStudentata
- **koristeAlat** **some** OnlineAlatiZaPracenjeRadaStudentata

Instances +

- ◆ brojPristupaMaterijalima
- ◆ **pismeneVjestine**
- ◆ **usmenolrazavanje**

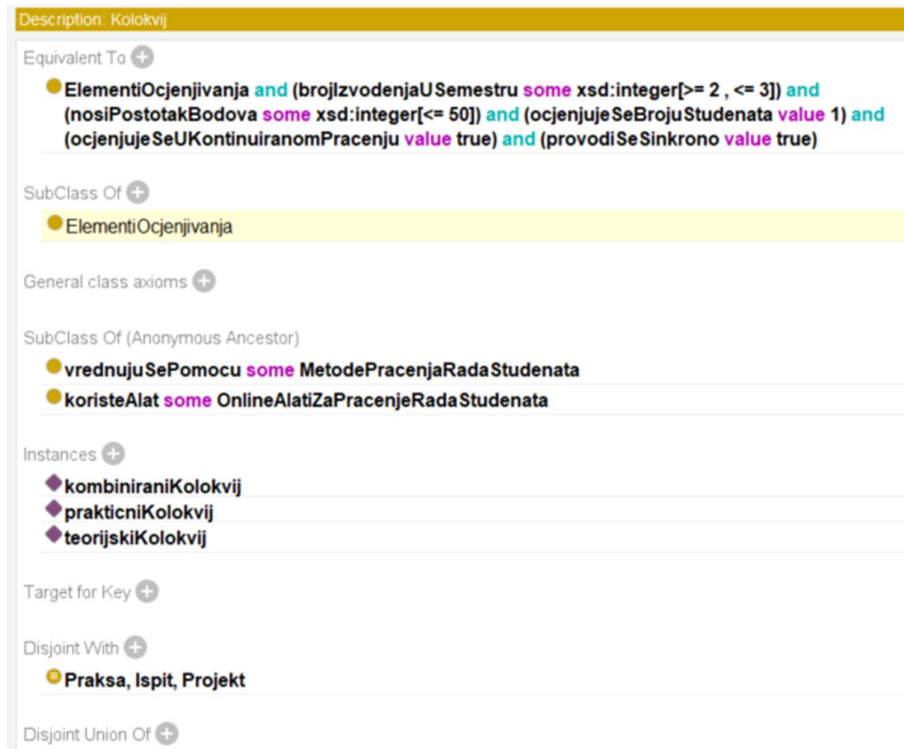
Target for Key +

Disjoint With +

Disjoint Union Of +

Slika 19: Definicija klase *IzrazavanjeStudentata* (autorski rad)

Slika 19. prikazuje definiciju klase *IzrazavanjeStudentata*, koja obuhvaća studentske aktivnosti povezane s izražavanjem, poput pismenog i usmenog izražavanja. Ove aktivnosti nose maksimalno 10 bodova, a ocjenjivanje se provodi individualno, za svakog studenta posebno. Ključne individue ove klase uključuju *pismeneVjestine* i *usmenolrazavanje*, što se odnosi na stil i sposobnost studenta da se jasno i učinkovito izrazi kroz pismene radove, usmeno izlaganje prezentacija ili odgovaranje na pitanja. Kao i ostale aktivnosti, ocjenjivanje se provodi kroz metode praćenja rada studenata, uz korištenje online alata za evaluaciju.



Slika 20: Definicija klase *Kolokvij* (autorski rad)

Slika 20. prikazuje definiranu klase *Kolokvij*. Kolokvij nosi do 50 bodova i izvodi se dva ili tri puta tijekom semestra, tj. tijekom kontinuiranog praćenja. Ocjenjuje jednog studenta i odvija se sinkrono. Individue unutar ove klase su *kombiniraniKolokvij*, *prakticniKolokvij* i *teorijskiKolokvij*. Također je razdvojena s klasama *Praksa*, *Rad*, *Ispit*, *Projekt*.

Klasa *Praksa*, prikazana na Slici 21, ekvivalentna je klasi *ElementiOcjnivanja* s nekoliko specifičnih ograničenja. *Praksa* se može provoditi jednom tijekom semestra, što je definirano ograničenjem *brojIzvođenjaUSemestru* some *xsd(>= 0, <= 1)*. Ocjenjuje se jedan student te *praksa* se provodi sinkrono. *Praksa* se vrednuje metodama praćenja rada studenata i koriste se online alati za praćenje. Primjer individue ove klase je *dnevnikPrakse*. Klasa je razdvojena s klasama *Kolokvij*, *Rad*, *Ispit*, *Projekt*.

Klasa *Projekt*, prikazana na Slici 22, također je ekvivalentna klasi *ElementiOcjnivanja* i može se izvoditi do jednom po semestru. *Projekt* može nositi između 20 i 50 bodova, a ocjenjuje se od jednog do četiri studenta. *Projekt* se vrednuje pomoću metoda praćenja rada studenata, a koriste se i online alati za praćenje. Primjeri individua unutar ove klase su *grupniProjekt*, *individualniProjekt*, *projektUSklopuKontinuiranogPracjenja* i *završniProjekt*. Klasa je razdvojena s klasama *Praksa*, *Kolokvij*, *Rad*, *Ispit*.

Description: **Praksa**

Equivalent To +

- **ElementiOcjenjivanja** and (brojIzvođenjaUSemestru some xsd:integer[>= 0 , <= 1]) and (ocjenjujeSeBrojuStudenata value 1) and (provodiSeSinkrono value true)

SubClass Of +

- **ElementiOcjenjivanja**

General class axioms +

SubClass Of (Anonymous Ancestor)

- **vrednujuSePomocu** some MetodePracenjaRadaStudenata
- **koristeAlat** some OnlineAlatiZaPracenjeRadaStudenata

Instances +

- ◆ **dnevnikPrakse**

Target for Key +

Disjoint With +

- **Kolokvij, Ispit, Projekt**

Disjoint Union Of +

Slika 21: Definicija klase *Praksa* (autorski rad)

Description: **Projekt**

Equivalent To +

- **ElementiOcjenjivanja** and (brojIzvođenjaUSemestru some xsd:int[>= 0 , <= 1]) and (nosiPostotakBodova some xsd:int[>= 20 , <= 50]) and (ocjenjujeSeBrojuStudenata some xsd:int[>= 1 , <= 4])

SubClass Of +

- **ElementiOcjenjivanja**

General class axioms +

SubClass Of (Anonymous Ancestor)

- **vrednujuSePomocu** some MetodePracenjaRadaStudenata
- **koristeAlat** some OnlineAlatiZaPracenjeRadaStudenata

Instances +

- ◆ **grupniProjekt**
- ◆ **individualniProjekt**
- ◆ **projektUSklopuKontinuiranogPracenja**
- ◆ **završniProjekt**

Target for Key +

Disjoint With +

- **Praksa, Kolokvij, Ispit**

Disjoint Union Of +

Slika 22: Definicija klase *Projekt* (autorski rad)

Description: *ProvjereNaNastavi*

Equivalent To +

- **ElementiOcjenjivanja** and (nosiPostotakBodova some xsd:integer[>= 5 , <= 20]) and (ocjenjujeSeUKontinuiranomPracnju value true) and (provodiSeSinkrono value true)

SubClass Of +

- **ElementiOcjenjivanja**

General class axioms +

SubClass Of (Anonymous Ancestor)

- **vrednujuSePomocu** some MetodePracnjaRadaStudenata
- **koristeAlat** some OnlineAlatiZaPracjenjeRadaStudenata

Instances +

Target for Key +

Disjoint With +

Disjoint Union Of +

Slika 23: Definicija klase *ProvjereNaNastavi* (autorski rad)

Klasa *ProvjereNaNastavi* ekvivalentna je klasi *ElementiOcjenjivanja* s tim da te provjere mogu nositi između 5 i 20 bodova te se ocjenjuju kontinuirano, a provode se sinkrono, u stvarnom vremenu. Vrednuju se metodama praćenja rada studenata i koriste online alati za praćenje rada. Ova klasa je razdvojena s klasama *Praksa*, *Kolokvij*, *Rad*, *Ispit* i *Projekt*. To je definirana klasa koja ima 3 podklase od kojih svaka predstavlja provjere na određenom tipu nastave, pa tako sve tri podklase nasljeđuju identična svojstva kao što ima ova klasa, samo svaka podklasa ima svoje individue. Na Slici 24. vidimo primjer jedne od tih podklasa *ZadatakNaLaboratorijskimVjezbama* koja ima individue *laboratorijskilzvjestaj* i *rjesavanjeZadatkaNaLabosima*.

Description: *ZadatakNaLaboratorijskimVjezbama*

Equivalent To +

SubClass Of +

- *ProvjeraNaNastavi*

General class axioms +

SubClass Of (Anonymous Ancestor)

- *ElementiOcjnjivanja*
 - and (nosiPostotakBodova some xsd:integer[>= 5 , <= 20])
 - and (ocjenjujeSeUKontinuiranomPracnju value true)
 - and (provodiSeSinkrono value true)
- *vrednujuSePomocu some MetodePracnjaRadaStudenata*
- *koristeAlat some OnlineAlatiZaPracnjeRadaStudenata*

Instances +

- ◆ *laboratorijskilzvještaj*
- ◆ *rješavanjeZadatkaNaLabosima*

Target for Key +

Disjoint With +

- *ProvjeraNaSeminarskojNastavi, ProvjeraUSklopuPredavanja*

Disjoint Union Of +

Slika 24: Definicija klase *ZadatakNaLaboratorijskimVjezbama* (autorski rad)

Description: *Prezentacija*

Equivalent To +

- *Rad* and (brojIzvođenjaUSemestru some xsd:integer[>= 0 , <= 3]) and (nosiPostotakBodova some xsd:integer[>= 5 , <= 20])

SubClass Of +

- *Rad*

General class axioms +

SubClass Of (Anonymous Ancestor)

- *vrednujuSePomocu some MetodePracnjaRadaStudenata*
- *koristeAlat some OnlineAlatiZaPracnjeRadaStudenata*
- *ocjenjujeSeUKontinuiranomPracnju value true*
- *ocjenjujeSeBrojuStudenata some xsd:integer[>= 1 , <= 4]*

Instances +

- ◆ *prezentacijaProjekta*
- ◆ *prezentacijaSeminarskogRada*

Target for Key +

Disjoint With +

- *SeminarskiRad*

Disjoint Union Of +

Slika 25: Definicija klase *Prezentacija* (autorski rad)

Definirana klasa *Prezentacija*, prikazana na Slici 25, podklasa je klase *Rad*. Prezentacije se mogu održavati do tri puta u semestru, nose između 5 i 20 bodova, ocjenjuju se kontinuirano,

a uključuju između jednog i četiri studenta. Primjeri individua su *prezentacijaProjekta* i *prezentacijaSeminarskogRada*. Ova klasa je razdvojena s klasom *SeminarskiRad*.

The screenshot shows a software interface for defining a class named 'SeminarskiRad'. The interface is organized into several sections:

- Description:** 'SeminarskiRad'
- Equivalent To:** A list containing 'Rad and (brojIzvođenjaUSemestru some xsd:integer[>= 0 , <= 1]) and (nosiPostotakBodova some xsd:integer [>= 10 , <= 40])'. The 'Rad' part is highlighted in yellow.
- SubClass Of:** A list containing 'Projekt' and 'Rad', both highlighted in yellow.
- General class axioms:** A section with a plus sign icon.
- SubClass Of (Anonymous Ancestor):** A list of axioms:
 - 'vrednujuSePomocu some MetodePracenjaRadaStudenata'
 - 'koristeAlat some OnlineAlatiZaPracenjeRadaStudenata'
 - 'ocjenjujeSeUKontinuiranomPracnju value true'
 - 'ocjenjujeSeBrojuStudenata some xsd:integer[>= 1 , <= 4]'
 - 'ElementiOcjnivanja' (highlighted in yellow) with three sub-axioms:
 - 'and (brojIzvođenjaUSemestru some xsd:int[>= 0 , <= 1])'
 - 'and (nosiPostotakBodova some xsd:int[>= 20 , <= 50])'
 - 'and (ocjenjujeSeBrojuStudenata some xsd:int[>= 1 , <= 4])'
- Instances:** A list containing 'istrazivackiRad', 'prakticniRad', and 'teorijskiRad', each with a diamond icon.
- Target for Key:** A section with a plus sign icon.
- Disjoint With:** A list containing 'Prezentacija', highlighted in yellow.
- Disjoint Union Of:** A section with a plus sign icon.

Slika 26: Definicija klase *SeminarskiRad* (autorski rad)

Klasa *SeminarskiRad*, prikazana na Slici 26, ekvivalentna je klasi *Rad*. Može se izvoditi jednom u semestru, nosi između 10 i 40 bodova, ocjenjuje se kontinuirano, te uključuje između jednog i četiri studenta. Primjeri individua su *istrazivackiRad*, *prakticniRad* i *teorijskiRad*. Ova klasa je razdvojena s klasom *Prezentacija*. Dodatno, alat za zaključivanje je zaključio da je ova klasa podklasa klase *Rad* i *Projekt*. Klasa *Projekt* dijeli ista ograničenja kao *Rad* te su ta ograničenja također automatski naslijeđena putem alata za zaključivanje kao i definicija klase *Projekt* u koju se uklapa definicija klase *SeminarskiRad* kao podklasa.

Sljedeća klasa čija će ograničenja biti objašnjena je klasa *MetodeZaPracenjeRadaStudenata*. Svaka od tih klasa i podklasa sadrži nekoliko egzistencijalnih ograničenja. Sva ona su objektivnim svojstvom *koristeSePrivrednovanju* povezana s određenim elementom ocjenjivanja koji se vrednuje pomoću tih svojstva.

Klasa *InteraktivneMetode*, prikazana na Slici 27, uključuje interaktivne metode koje se koriste pri vrednovanju aktivnosti studenata, izražavanja i provjera na nastavi. Primjer individue unutar ove klase je *VrednovanjeRezultataInteraktivnogKviza*.

Description: InteraktivneMetode

Equivalent To +

SubClass Of +

- **koristeSePriVrednovanju some AktivnostStudenata**
- **koristeSePriVrednovanju some IzrazavanjeStudenata**
- **koristeSePriVrednovanju some ProvjereNaNastavi**
- **MetodePracenjaRadaStudenata**

General class axioms +

SubClass Of (Anonymous Ancestor)

Instances +

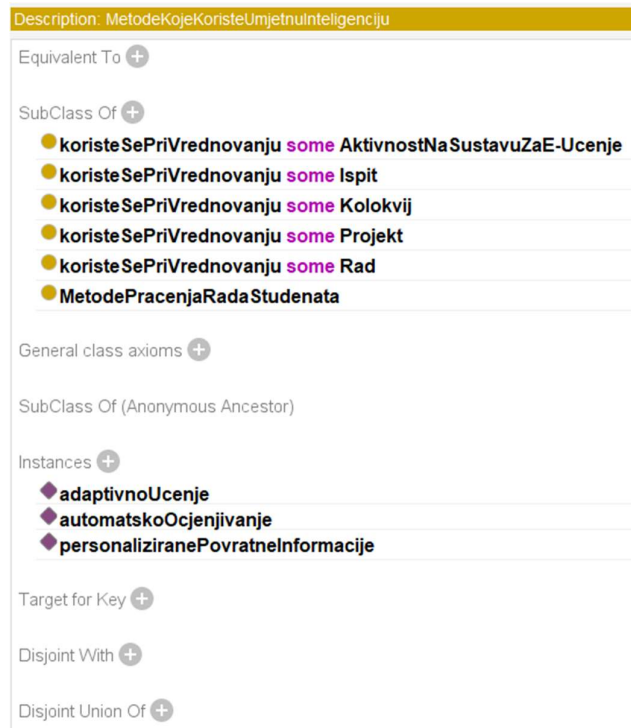
- ◆ **ocjenjivanjeTijekomigri**
- ◆ **VrednovanjeRezultataInteraktivnogKviza**

Target for Key +

Disjoint With +

Disjoint Union Of +

Slika 27: Definicija klase *InteraktivneMetode* (autorski rad)



Slika 28: Definicija klase *MetodeKojeKoristeUmjetnuInteligenciju* (autorski rad)

Slika 28. prikazuje definiciju klase *MetodeKojeKoristeUmjetnuInteligenciju* koja obuhvaća metode poput adaptivnog učenja, automatskog ocjenjivanja i personalizirane povratne informacije. Ove metode koriste se za vrednovanje aktivnosti na sustavu za e-učenje, ispita, kolokvija, projekata i studentskih radova.

Klasa *FormalneMetode*, prikazana na Slici 29, koriste se za vrednovanje ispita, kolokvija, projekata, provjera na nastavi i rada studenata. Povezane su s metodama prema formalnosti i razdvojena je s klasom *NeformalneMetode*. Klasa *NeformalneMetode*, prikazana na Slici 30, koristi se za vrednovanje studentskih aktivnosti i izražavanja.

Description: FormalneMetode

Equivalent To +

SubClass Of +

- **koristeSePriVrednovanju some Ispit**
- **koristeSePriVrednovanju some Kolokvij**
- **koristeSePriVrednovanju some Projekt**
- **koristeSePriVrednovanju some ProvjereNaNastavi**
- **koristeSePriVrednovanju some Rad**
- **MetodePremaFormalnosti**

General class axioms +

SubClass Of (Anonymous Ancestor)

Instances +

- ◆ **analizaGrupnogProjekta**
- ◆ **ocjenjivanjelspita**
- ◆ **ocjenjivanjeKolokvija**
- ◆ **pruzanjePovratneInformacijeNaSeminarskiRad**
- ◆ **vrednovanjeRadovaPredanihNaOnlinePlatformi**
- ◆ **vrednovanjeSamostalnihProjekata**
- ◆ **vrednovanjeTjednihZadataka**
- ◆ **vrednovanjeUsmenogispitivanja**

Target for Key +

Disjoint With +

- **NeformalneMetode**

Slika 29: Definicija klase *FormalneMetode* (autorski rad)

Description: NeformalneMetode

Equivalent To +

SubClass Of +

- **koristeSePriVrednovanju some AktivnostStudenata**
- **koristeSePriVrednovanju some IzrazavanjeStudenata**
- **MetodePremaFormalnosti**

General class axioms +

SubClass Of (Anonymous Ancestor)

Instances +

- ◆ **davanjeKomentaraProjektimaKolega**
- ◆ **ispravljanjeVlastiteProvjere**
- ◆ **ocjenjivanjeTijekomIgri**
- ◆ **procjenaSudjelovanjaTijekomOnlinePredavanja**
- ◆ **VrednovanjeRezultataInteraktivnogKviza**

Target for Key +

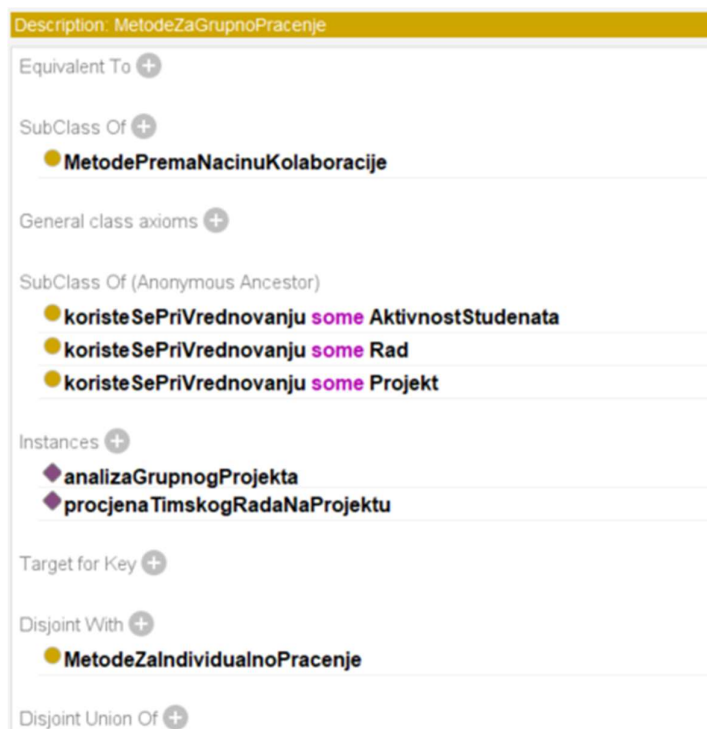
Disjoint With +

- **FormalneMetode**

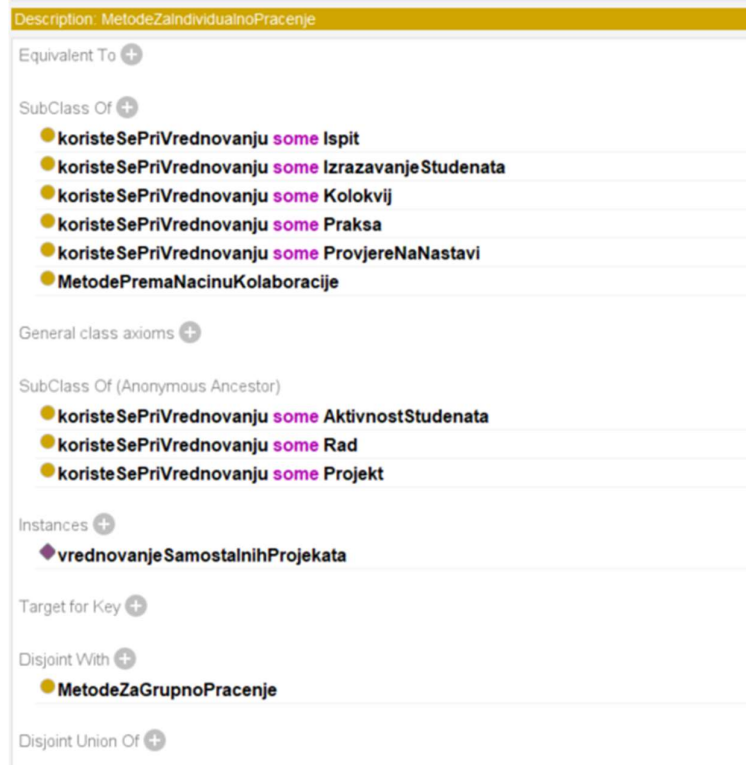
Disjoint Union Of +

Slika 30: Definicija klase *NeformalneMetode* (autorski rad)

Sljedeća podjela jesu *MetodePremaNacinuKolaboracije*. Podklasa te klase je *MetodeZaGrupnoPraćenje*, prikazana na Slici 31, obuhvaća metode koje se koriste za vrednovanje studentskih aktivnosti, rada i projekata u grupnom okruženju. Klasa je razdvojena s *MetodeZaIndividualnoPraćenje*. Klasa *MetodeZaIndividualnoPraćenje*, prikazana na Slici 32, koristi se za vrednovanje ispita, izražavanja studenata, kolokvija, prakse, provjera na nastavi, kao i rada i projekata, ali u individualnom obliku.



Slika 31: Definicija klase *MetodeZaGrupnoPraćenje* (autorski rad)



Slika 32: Definicija klase *MetodeZaIndividualnoPracenje* (autorski rad)

Klasa *SumativneMetode* koristi se pri vrednovanju ispita, prakse i projekata. Ova klasa je razdvojena s *FormativneMetode* i odnosi se na metode prema tipu procjene, gdje se fokus stavlja na završnu evaluaciju. *FormativneMetode* koriste se za vrednovanje aktivnosti studenata, izražavanja, kolokvija, provjera na nastavi i rada. Pomažu u kontinuiranom vrednovanju studenata tijekom učenja, a ova klasa je razdvojena s *SumativneMetode*.

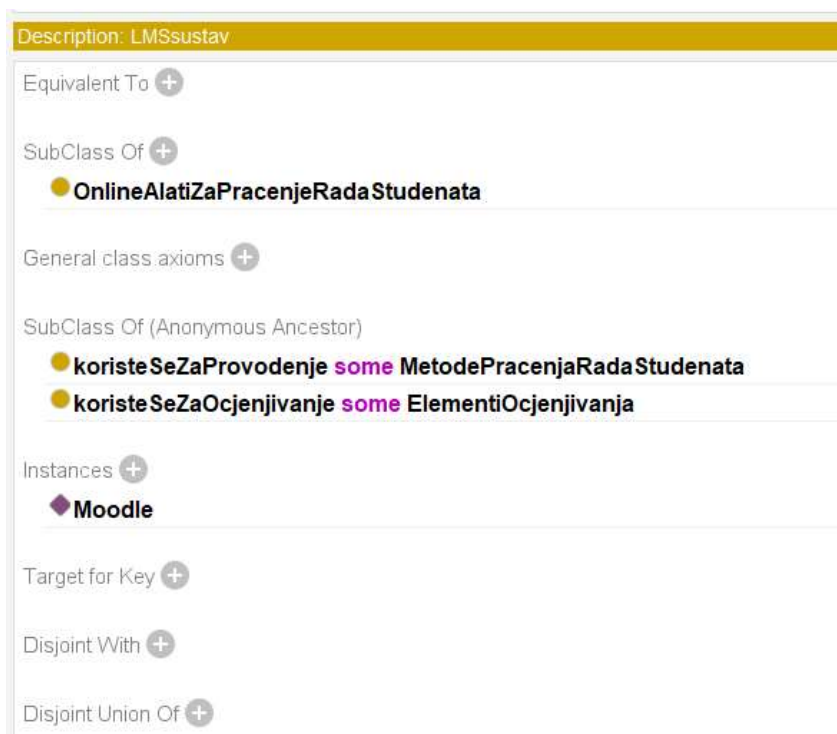
Klasa *KvalitativneMetode* koristi se pri vrednovanju aktivnosti studenata, izražavanja i prakse. Ove metode temelje se na kvaliteti rada, a klasa je razdvojena s *KvantitativneMetode*. *KvantitativneMetode* koriste se za vrednovanje ispita, kolokvija, projekata, provjera na nastavi i rada. Ove metode temelje se na brojevnim ocjenama, a klasa je razdvojena s *KvalitativneMetode*.

Klasa *AsinkroneMetode* koristi se pri vrednovanju projekata i rada koji se provode u asinkronom okruženju, tj. ne u realnom vremenu. Ova klasa je razdvojena s *SinkroneMetode*. *SinkroneMetode* koriste se za vrednovanje ispita, kolokvija i prakse koja se odvija u realnom vremenu. Ova klasa je razdvojena s *AsinkroneMetode*.

Klasa *Samoocjenjivanje* odnosi se na metode u kojima studenti sami vrednuju svoj rad. Koristi se pri provjerama na nastavi, radu i projektima. Ova klasa je razdvojena s

VršnjačkoOcjenjivanje. Vršnjačko ocjenjivanje odnosi se na procjene u kojima studenti vrednuju rad svojih kolega. Ova klasa je razdvojena s klasom *Samoocjenjivanje*.

Sljedeća nadklasa čija će ograničenja biti objašnjena je klasa *OnlineAlatiZaPracjenjeRadaStudenata*. *OnlineAlatiZaPracjenjeRadaStudenata* je klasa koja ima dva egzistencijalna ograničenja koja ukazuju na to da se ta klasa koristi za ocjenjivanje studenata putem elemenata ocjenjivanja, kao i za provođenje metoda praćenja rada studenata. Sve podklase te klase nasljeđuju ta dva ograničenja, te imaju pridodane neke svoje individue. Pa tako na Slici 33. vidimo klasu *LMSsustav*, koja je podklasa klase *OnlineAlatiZaPracjenjeRadaStudenata*, te zadrži individuu *Moodle*.



Slika 33: Definicija klase *LMSsustav* (autorski rad)

Na kraju će se objasniti i ograničenja klase *Sudionici*. Klasa *Sudionici* opisuje sudionike u nastavnom procesu, koji koriste online alate za komunikaciju i sudjeluju u metodama praćenja rada studenata. To je izrečeno dvama egzistencijalnim svojstvima. Ova klasa predstavlja širi pojam unutar kojeg se nalaze specifične podklase poput *Studenti* i *Nastavnici*, koja upravo ta ista svojstva i nasljeđuju. Na Slici 34. vidimo definiciju klase *Studenti*. Ta klasa je razdvojena s klasom *Nastavnici*.

Description: **Studenti**

Equivalent To **+**

SubClass Of **+**

- **Sudionici**

General class axioms **+**

SubClass Of (Anonymous Ancestor)

- **sudjelujuU some MetodePracenjaRadaStudentata**
- **koristeZaKomunikaciju some OnlineAlatiZaPracenjeRadaStudentata**

Instances **+**

Target for Key **+**

Disjoint With **+**

- **Nastavnici**

Disjoint Union Of **+**

Slika 34: Definicija klase *Studenti* (autorski rad)

7.6. Kreiranje individua

Kreiranje individua u Protegéu je proces koji omogućuje da se u ontologiji dodaju konkretni primjeri klasa. Individue se kreiraju na kartici Individuals unutar Entities, te se dodaju klikom na opciju za dodavanje gdje se dodaje naziv te individue. Jednom kad je ona kreirana može se detaljnije definirati dodavanjem objektnih i podatkovnih svojstva, te dodavanjem individue u konkretnu klasu u koju spada. Na Slici 35. je prikazan dio individua koje su kreirane unutar ontologije.

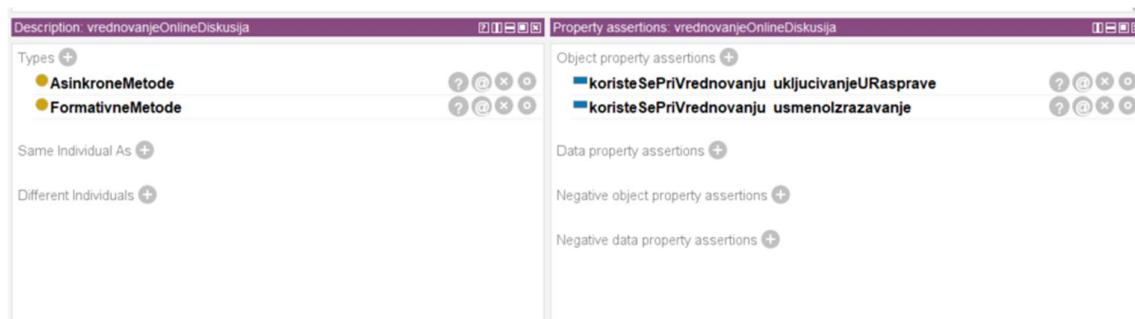


Slika 35: Prikaz nekih kreiranih individua (autorski rad)

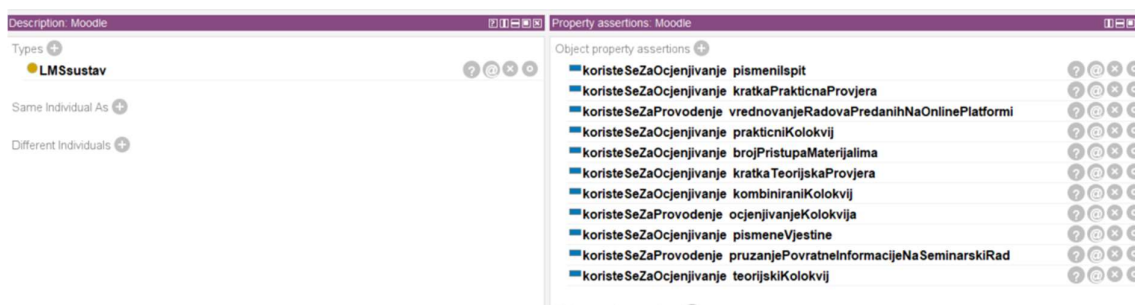
U nastavku će biti detaljno objašnjeno nekoliko individua iz svake klase kao primjer, dok će ostale biti prikazane samo teorijski.

Najprije će biti objašnjena individua klasa metoda. Jedna od individua koja pripada toj klasi je individua *vrednovanjeOnlineDiskusija*. Ta individua, čija definicija je prikazana na Slici 36, pripada klasama *AsinkroneMetode* i *FormativneMetode*. Pošto se te dvije klase ne

isključuju ona može pripadati u obje klase. Ova individua je definirana objektnim svojstvom *koristeSePriVrednovanju*, te su joj dodjeljene još dvije druge individue *ukljucivanjeURasprave* i *usmenolzrazavanje* putem tog svojstva. To znači da se ta određena individua metode koristi pri vrednovanju određenih elemenata ocjenjivanja.

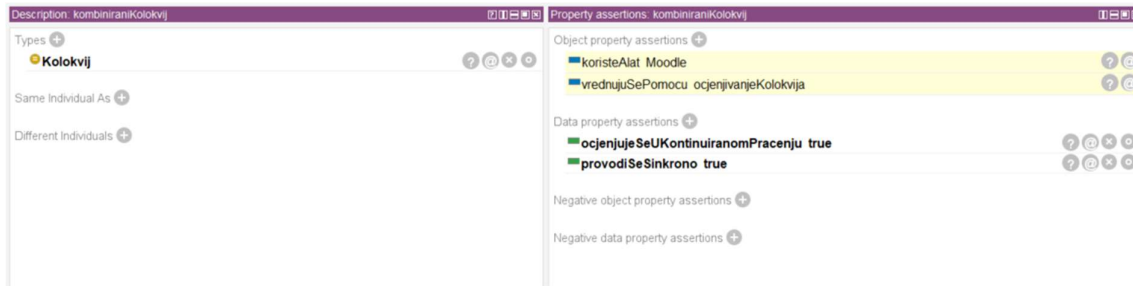


Slika 36: Prikaz definicije individue *vrednovanjeOnlineDiskusija* (autorski rad)



Slika 37: Prikaz definicije *individueMoodle* (autorski rad)

Slika 37. prikazuje detalje o individui pod nazivom *Moodle*, koja je individua klase *LMSsustav*. Na desnoj strani ekrana, pod odjeljkom *Property assertions*, vidimo popis *object property assertions*, tj. objektnih svojstava koja su dodijeljena ovoj individui. U ovom slučaju, svojstvo *koristeSeZaOcjenjivanje* povezuje individuu *Moodle* s različitim elementima ocjenjivanja, kao što su *kratkaPrakticnaProvjera*, *pisanilspit*, *prakticniKolokvij*, *brojPristupaMaterijalima*, *kratkaTeorijskaProvjera*, *kombiniraniKolokvij*, *pismeneVjestine*, *teorijskiKolokvij*. Isto tako, svojstvo *koristeSeZaProvodenje* povezuje ovu individuu s metodama *vrednovanjeRadovaPredanihNaOnlinePlatformi*, *OcjenjivanjeKolokvija* i *pruzanjePovratneInformacijeNaSeminarskiRad*.



Slika 38: Prikaz definicije individue *kombiniraniKolokvij* (autorski rad)

Slika 38. prikazuje detalje o indivui *kombiniraniKolokvij*. Vidimo da je *kombiniraniKolokvij* individua klase *Kolokvij*, što znači da je kombinirani kolokvij specifična vrsta kolokvija koja je definirana unutar ove ontologije. Individua je definirana objektinim svojstvom koje povezuje individuu *kombiniraniKolokvij* s alatom Moodle. Žuta pozadina kod objektnih svojstava u Protegéu ukazuje na to da je svojstvo inverzno povezano s drugom individuom. U ovom slučaju, objektno svojstvo *koristeAlat* između individue *kombiniraniKolokvij* i alata Moodle ima inverznu relaciju. To je Protégé sam zaključio startanjem alata za rezoniranje Hermit. Isto je zaključio da se ova individua vrednuje pomoću metode *ocjenjivanjeKolokvija*. Ova individua je definirana i dvama podatkovnim svojstvima. Podatkovna izjava *ocjenjujeSeUKontinuiranomPracenju true* govori da se kombinirani kolokvij ocjenjuje kroz kontinuirano praćenje, a izjava *provodiSeSinkrono true* označava da se kombinirani kolokvij provodi sinkrono.

Na sličan način su definirane i ostale individue u ovoj ontologiji čija je definicija objašnjena u nastavku:

- *ocjenjivanjeTijekomIgri* spada u klase *InteraktivneMetode*, *KvantitativneMetode* i *NeformalneMetode*
- *VrednovanjeRezultataInteraktivnogKviza* spada u klase *InteraktivneMetode* i *NeformalneMetode*
- *adaptivnoUcenje* spada u klasu *MetodeKojeKoristeUmjetnuInteligenciju*
- *personaliziranePovratneInformacije* spada u klasu *MetodeKojeKoristeUmjetnuInteligenciju*
- *automatskoOcjenjivanje* spada u klasu *MetodeKojeKoristeUmjetnuInteligenciju*
- *analizaGrupnogProjekta* spada u klase *FormalneMetode* i *MetodeZaGrupnoPracenje*, te ima objektno svojstvo *koristeSePriVrednovanju* koje ju spaja s individuom *grupniProjekt*

- *BBB* spada u klasu *AlatiZaSinkroneProvjere* i objektnim svojstvom *koristeSeZaProvodenje* je spojen s drugim individuama *vrednovanjeUsmenogIspitivanja* i *procjenaSudjelovanjaTijekomOnlinePRedavanja*, a s objektnim svojstvom *koristeSeZaOcjenjivanje* je spojen s individuama *usmenolzrazavanje*, *usmenilspit* i *kratkaPrakticnaProvjera*
- *brojPristupaMaterijalima* je individua klase *AktivnostNaSustavuZaE-ucenje*, te je alat za zaključivanje preko inverznih svojstva zaključio da se ovaj element koristi alat Moodle. Ova individua ima jedno podatkovno svojstvo koje kaže da se ono uvijek ocjenjuje po jednom studentu
- *davanjeKomentaraProjektimaKolega* je individua koja spada u klase *NeformalneMetode* i *VrsnjackoOcjenjivanje*.
- *dnevnikPrakse* je individua klase *Praksa* te ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeBrojuStudenata* koje ima vrijednost 1
- *Gradescope* spada u klasu *AlatiKojikoristeUmjetnuInteligenciju* te ima objektnim svojstvom *koristeSeZaProvodenje* povezano individue *personaliziranePovratneInformacije* i *automatskoOcjenjivanje*
- *grupniProjekt* je individua klase *Projekt* te ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* vrijednosti *true*. Isto tako, alat za zaključivanje je preko inverznih svojstva zaključio da se ovaj element vednuje pomoću individua klase metoda *primjenaTimskogRadaNaProjektu* i *analizaGrupnogProjekta*
- *individualniProjekt* individua klase *Projekt* te ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* vrijednosti *true* i *ocjenjujeSeBrojuStudenata* koje ima vrijednost 1. Alat za zaključivanje je preko inverznih svojstva zaključio da se ovaj element vednuje pomoću individue *vrednovanjeSamostalnihProjekata*
- *ispravljanjeVlastiteProvjere* je individua koja spada u klase *AktivnostNaSinkronojNastavi*, *NeformalneMetode* i *Samoocjenjivanje*. Ima podatkovna svojstva *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* i *provodiSeSinktono* vrijednosti *true*
- *istrazivackiRad* je individua klase *SeminarskiRad* te ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* na vrijednosti *true*. Alat za zaključivanje je preko inverznih svojstva zaključio da se ova individua vrednuje alatom Turnitin i da se vrednuje pomoću individua *vrednovanjeRadovaPredanihNaOnlinePlatformu* i *pruzanjePovratneInformacijeNaSeminarskiRad*

- *Kahoot* spada u klasu *InteraktivniAlati* i objektnim svojstvom *koristeSeZaProvođenje* je povezana s individuama *ocjenjivanjeTijekomIgri* i *VrednovanjeRezultataInteraktivnogKviza*
- *kratkaPraktičnaProvjera* je individua klase *ProvjeraNaSeminarskojNastavi* koja ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* vrijednosti *true*. Alat za zaključivanje je preko inverznih svojstva zaključio da ovaj element koriste alati *BBB* i *Moodle*
- *kratkaTeorijskaProvjera* je individua klase *ProvjeraNaSeminarskojNastavi* koja ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* vrijednosti *true*. Alat za zaključivanje je preko inverznih svojstva zaključio da ovaj element koriste alati *BBB* i *Zoom*
- *laboratorijskilzveštaj* je individua klase *ZadatakNaLaboratorijskimVježbama* koja ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* vrijednosti *true*.
- *ocjenjivanjeIspita* je individua koja spada u klase *AsinkroneMetode*, *FormalneMetode*, *KvantitativneMetode* i *SumativneMetode*, te je objektnim svojstvom *koristeSePriVrednovanju* spojena s individuom *pisanilspit*
- *ocjenjivanjeKolokvija* je individua koja spada u klase *AsinkroneMetode*, *FormalneMetode*, *KvantitativneMetode* i *FormativneMetode* te je objektnim svojstvom *koristeSePriVrednovanju* spojena s individuama *kombiniraniKolokvij*, *teorijskiKolokvij* i *praktičniKolokvij*
- *ocjenjivanjeTijekomIgri* je individua koja spada u klase *NeformalneMetode*, *KvantitativneMetode* i *InteraktivneMetode*
- *ocjenjivanjeZavršnogProjekta* je individua koja spada u klase *KvantitativneMetode* i *SumativneMetode*, te je objektnim svojstvom *koristeSePriVrednovanju* spojena s *završniProjekt*
- *odgovaranjeNaPitanja* je individua klase *AktivnostStudenta* koja ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* vrijednosti *true*. Alat za zaključivanje je preko inverznih svojstva zaključio da se koristi alat *Zoom* i da se vrednuje pomoću individue *procjenaSudjelovanjaTijekomOnlinePredavanja*
- *personaliziranePovratneInformacije* spada u klasu *MetodeKojeKoristeUmjetnuInteligenciju*
- *pismeneVjestine* spada u klasu *IzrazavanjeStudentata* i ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* vrijednosti *true*. Alat za zaključivanje je preko inverznih svojstva zaključio da se koristi alat *Moodle* i da se vrednuje pomoću individue *vrednovanjeRadovaPredanihNaOnlinePlatformu*

- *pisanilspit* spada u klasu *Ispit* i ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* vrijednosti *false*, a *provodiSeSinkrono* *true*. Alat za zaključivanje je preko inverznih svojstva zaključio da se koristi alat Moodle i da se vrednuje pomoću individue *ocjenjivanjeIspita*
- *prakticniKolokvij* spada u klasu *Kolokvij* i te ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* vrijednosti *true*, kao i svojstvo *provodiSeSinkrono*. Isto tako, alat za zaključivanje je preko inverznih svojstva zaključio da ovaj element koristi alat Moodle i vrednuje se pomoću metode *ocjenjivanjeKolokvija*
- *prakticniRad* je individua klase *SeminarskiRad* te ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* na vrijednosti *true*. Alat za zaključivanje je preko inverznih svojstva zaključio da se ova individua vrednuje alatom Turnitin i da se vrednuje pomoću individua *vrednovanjeRadovaPredanihNaOnlinePlatformu* i *pruzanjePovratneInformacijeNaSeminarskiRad*
- *prezentacijaProjekta* je individua klase *Prezentacija* te ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* na vrijednosti *true*. Alat za zaključivanje je preko inverznih svojstva zaključio da se ova individua vrednuje pomoću individua *vrednovanjeRadovaPredanihNaOnlinePlatformu*
- *prezentacijaSeminarskogRada* je individua klase *Prezentacija* te ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* na vrijednosti *true*. Alat za zaključivanje je preko inverznih svojstva zaključio da se ova individua vrednuje pomoću individua *vrednovanjeRadovaPredanihNaOnlinePlatformu*.
- *procjenaArgumentacijskihVjestina* je individua klase *KvalitativneMetode* te je objektnim svojstvom *koristeSePriVrednovanju* povezana s individuum *ukljucivanjeURasprave*
- *procjenaSudjelovanjaTijekomOnlinePredavanja* je individua koja spada u klase *SinkroneMetode*, *FormalneMetode*, *KvalitativneMetode* i *FormativneMetode* te je objektnim svojstvom *koristeSePriVrednovanju* spojena s individuum *odgovaranjeNaPitanja*
- *procjenaTimskogRadaNaProjektu* je individua koja spada u klase *KvalitativneMetode* i *MetodeZaGrupnoPracenje* te je objektnim svojstvom *koristeSePriVrednovanju* spojena s individuum *grupniProjekt*
- *projektUSklopuKontinuiranogPracenja* spada u klasu *Projekt* i te ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* na vrijednosti *true*.
- *pruzanjePovratneInformacijeNaSeminarskiRad* je individua koja spada u klase *AsinkroneMetode*, *FormalneMetode*, *KvantitativneMetode* i *FormativneMetode* te je

objektnim svojstvom *koristeSePriVrednovanju* spojena s individuama *prakticniRad* i *istrazivackiRad*

- *rjesavanjeZadanihProblema* je individua koja spada u klasu *AktivnostStudenta* i te ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* na vrijednosti *true*
- *rjesavanjeZadankaNaLabosima* je individua koja spada u klasu *ZadatakNaLaboratorijskimVjezbama* te ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* na vrijednosti *true*
- *smisljanjePrimjera* je individua koja spada u klasu *AktivnostStudenta* i te ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* na vrijednosti *true*
- *teorijskiKolokvij* spada u klasu *Kolokvij* i te ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* vrijednosti *true*, kao i svojstvo *provodiSeSinkrono*. Isto tako, alat za zaključivanje je preko inverznih svojstva zaključio da ovaj element koristi alat Moodle i vrednuje se pomoću metode *ocjenjivanjeKolokvija*
- *teorijskiRad* je individua klase *SeminarskiRad* te ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPraćenju* na vrijednosti *true*. Alat za zaključivanje je preko inverznih svojstva zaključio da se ova individua vrednuje alatom Turnitin i da se vrednuje pomoću individua *vrednovanjeRadovaPredanihNaOnlinePlatformu* i *pruzanjePovratneInformacijeNaSeminarskiRad*
- Turnitin spada u klasu *AlatiKojiKoristeUmjetnuInteligenciju* te je objektnim svojstvom *koristeSeZaOcjenjivanje* spojen s individuama *prakticniRad*, *istrazivackiRad*, *teorijskiRad* i objektnim svojstvom *koristeSeZaProvođenje* s *vrednovanjeRadovaPredanihNaOnlinePlatformu*
- *ukljucivanjeURasprave* je individua klase *AktivnostStudenta* te ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPracenju* na vrijednosti *true*. Alat za zaključivanje je preko inverznih svojstava zaključio da se ova individua koristi pomoću alata Zoom i vrednuje pomoću individua *procjenaArgumentacijskihVjestina* i *vrednovanjeOnlineDiskusija*
- *usmenilspit* je individua klase *Ispit* te ima podatkovna svojstva *ocjenjujeSeUKontinuiranomPracenju* na vrijednosti *false* i *provodiSeSinkrono* na vrijednosti *true*. Alat za zaključivanje je preko inverznih svojstava zaključio da se ova individua koristi pomoću alata BBB i vrednuje pomoću individue *vrednovanjeUsmenogIspitivanja*
- *usmenolzrazavanje* je individua klase *IzrazavanjeStudenta* i *AktivnostStudenta* te ima podatkovna svojstva *provodiSeSinkrono* na vrijednosti *true* i *ocjenjujeSeUKontinuiranomPracenju* na vrijednosti *true*. Alat za zaključivanje je preko

inverznih svojstava zaključio da se ova individua koristi pomoću alata BBB i Zoom, te se vrednuje pomoću individua *vrednovanjeRadovaPredanihNaOnlinePlatformu* i *vrednovanjeOnlineDiskusija*

- *vrednovanjeRadovaPredanihNaOnlinePlatformu* spada u klase *AsinkroneMetode*, *FormalneMetode* i *KvantitativneMetode* te je objektnim svojstvom *koristeSePriVrednovanju* spojen s individuama *istrazivackiRad*, *usmenolzrazavanje*, *prakticniRad*, *prezentacijaSeminarskogRada*, *pismeneVjestine*, *teorijskiRad* i *prezentacijaProjekta*
- *vrednovanjeRezultataInteraktivnogKviza* je individua koja spada u klase *NefrmlneMetode* i *InteraktivneMetode*
- *vrednovanjeSamostalnihProjekata* spada u klase *AsinkroneMetode*, *FormalneMetode*, *KvantitativneMetode*, i *MetodeZaIndividualnoPracenje* te je objektnim svojstvom *koristeSePriVrednovanju* spojen s individuom *individualniProjekt*
- *vrednovanjeTjednihZadataka* spada u klase *FormalneMetode*, *KvantitativneMetode*, *AsinkroneMetode* i *FormativneMetode*
- *vrednovanjeUsmenogIspitivanja* spada u klase *FormalneMetode*, *KvantitativneMetode*, *SinkroneMetode*, i *SumativneMetode* te je objektnim svojstvom *koristeSePriVrednovanju* spojen s individuom *usmenilspit*
- *zavrzniProjekt* je individua klase *Projekt* i *ElementiOcjenjivanja* te ima podatkovno svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPracenju* na vrijednosti *false*. Alat za zaključivanje je preko inverznih svojstava zaključio da se ova individua vrednuje pomoću individue *ocjenjivanjeZavrsnogProjekta*
- *Zoom* spada u klasu *AlatiZaSinkroneProvjere* te je objektnim svojstvom *koristeSeZaOcjenjivanje* spojen s individuama *kratkaTeorijskaProvjera*, *smisljanjePrimjera*, *ukljucivanjeURasprave*, *odgovaranjeNaPitanja*, i *usmenolzrazavanje*, dok je objektnim svojstvom *koristeSeZaProvođenje* spojen s individuama *procjenaSudjelovanjaTijekomOnlinePredavanja* i *vrednovanjeUsmenogIspitivanja*.

7.7. SPARQL upiti

SPARQL (engl. *SPARQL Protocol and RDF Query Language*) je standardizirani jezik za upite dizajniran za pretraživanje podataka u RDF formatima, što uključuje i ontologije zapisane u OWL-u (Addlesee, 2018). U kontekstu Protégé-a, SPARQL upiti omogućavaju da se pretražuje, analizira i manipulira ontološkim podacima na precizan način. Korištenjem SPARQL-a u Protégé-u se mogu selektirati određene klase, individue ili relacije unutar

ontologije na osnovu definiranih obrazaca. Na primjer, putem SPARQL upita se mogu tražiti sve individue koje pripadaju određenoj klasi ili one koje imaju specifično svojstvo. U Protégé-u se ti upiti unose na kartici *SPARQL Query tab*, a njihovo izvršavanje se pokreće klikom na gumb *Execute*. Rezultati se dobivaju odmah i bazirani su na ontološkim podacima. SPARQL je izuzetno koristan alat za detaljno pretraživanje složenih ontologija, što ga čini neophodnim za analizu podataka unutar Protégé-a.

SPARQL upiti se sastoje od tri osnovna elementa koji su selekcije, obrazac za podudaranje i filtriranja rezultata. Selekcija definira koji podaci će biti vraćeni kao rezultat, obično u obliku varijabli, a obrasci za podudaranje određuju kako se upit podudara s podacima u RDF trojkama (subjekt, predikat, objekt) (Addlesee, 2018). Ovi obrasci omogućavaju da se definira relacija između resursa, što olakšava pronalaženje povezanih informacija. Filtriranje se koristi kako bi se dodatno precizirali rezultati prema specifičnim kriterijima, poput filtriranja po vrijednostima ili tipovima podataka. SPARQL podržava i naprednije funkcionalnosti kao što su agregacija, unija i grupiranje podataka, što ga čini moćnim alatom za rad s velikim i složenim setovima podataka u semantičkom webu. SPARQL igra ključnu ulogu u ontološkom inženjeringu, jer omogućava precizno pretraživanje ontoloških struktura i analizu relacija između koncepta. Detaljnije informacije o sintaksi i upotrebi SPARQL-a mogu se pronaći u službenoj dokumentaciji dostupnoj na W3C stranicama, koja pruža potpuni pregled sintakse i funkcionalnosti jezika SPARQL („W3C“, bez dat.).

U nastavku ću prikazati i objasniti par SPARQL upita koji se mogu izvršiti nad kreiranom ontologijom. Prije samog izvršavanja upita potrebno definirati prefiks specifičan za ovu ontologiju kako bi se pravilno referirale klase i individue. Za ovu ontologiju sam definirala prefiks ont: na sljedeći način

```
PREFIX ont: http://www.semanticweb.org/khlebec/ontologies/2024/6/ontologija\_elementa\_praćenja\_rada\_studenata#.
```

On se upisuje prije same definicije upita. Ostali prefiksi se već nalaze u okviru za upis ovih upita, a oni služe za skraćivanje URI (engl. *Uniform Resource Identifiers*) adresa, pa tako ti prefiksi definiraju često korištene standarde RDF, OWL, RDFS i XSD (XML Schema), koji omogućavaju rad s ontologijama i izvršavanje upita nad istim.

Prvi upit koji će biti prikazan je upit koji vraća individue klase *Formativne metode*. Ključna riječ *SELECT* definira koje varijable želimo vratiti kao rezultat upita. U ovom slučaju, U ovom slučaju, varijabla *?metoda* predstavlja metode koje pripadaju klasi *FormativneMetode* i upit traži sve individue koje zadovoljavaju zadane uvjete i vraća njihovu URI referencu pod imenom *?metoda*.

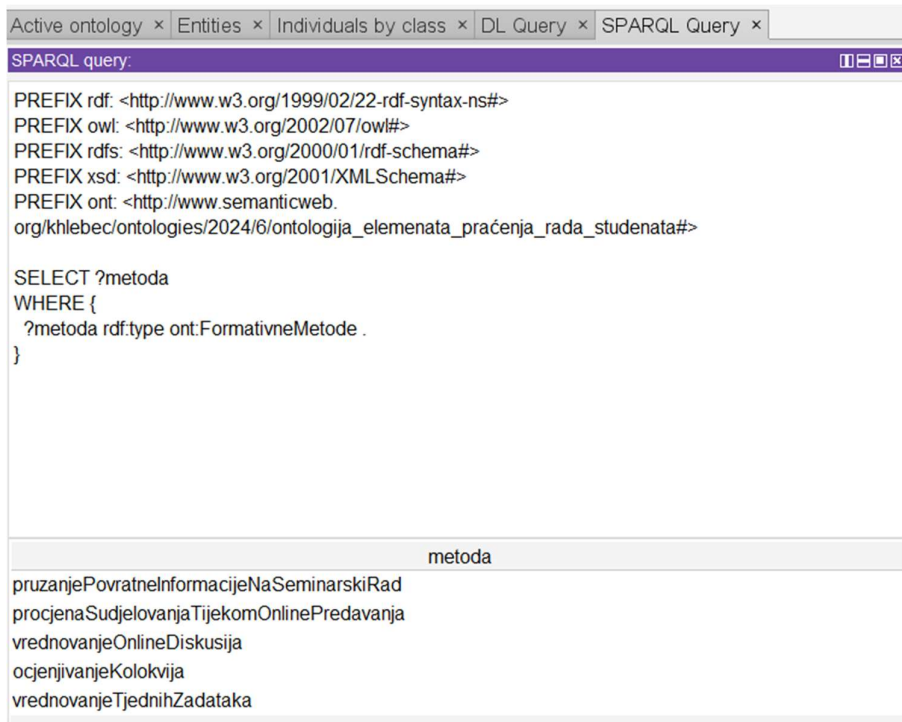
```

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#>
PREFIX ont: <http://www.semanticweb.org/khlebec/ontologies/2024/6/ontologija
_elemenata_praćenja_rada_studenata#>

SELECT ?metoda
WHERE {
    ?metoda rdf:type ont:FormativneMetode .
}

```

Blok *WHERE* definira obrazac koji individue moraju zadovoljiti kako bi bile uključene u rezultat. *rdf:type* označava da je *?metoda* individua određene klase, a *ont:FormativneMetode* predstavlja URI klase *FormativneMetode* u kreiranoj ontologiji. Koristi se prefiks *ont:* koji sam prethodno definirala. Prema tome, SPARQL provjerava da li se određeni entitet *?metoda* može klasificirati kao instanca klase *ont:FormativneMetode* te vraća rezultate ukoliko pronađe podudaranja. Na Slici 39. vidimo izvršavanje i rezultat ovog upita.



Slika 39: Rezultat prvog SPARQL Upita (autorski rad)

Sljedećim upitom se traže svi elementi ocjenjivanja koji se ne ocjenjuju u kontinuiranom praćenju.

```

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#>
PREFIX ont: <http://www.semanticweb.org/khlebec/ontologies/2024/6/ontologija_elemenata_praćenja_rada_studenata#>

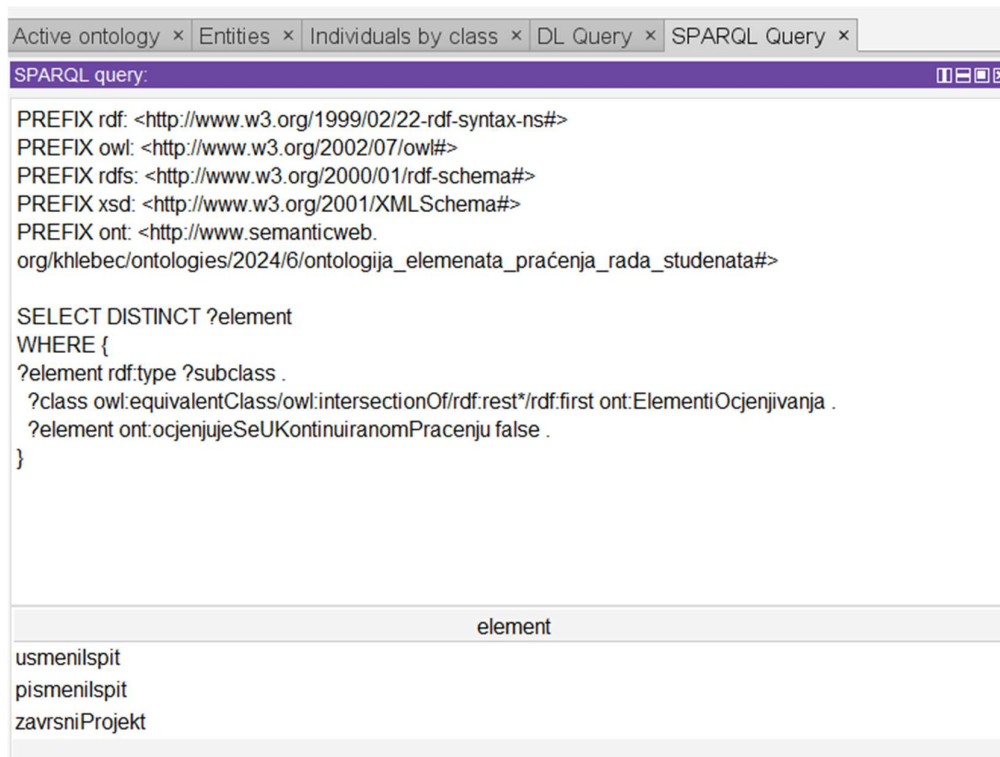
SELECT DISTINCT ?element
WHERE {
  ?element rdf:type ?subclass .

  ?class owl:equivalentClass/owl:intersectionOf/rdf:rest*/rdf:first ont:ElementiOcjenjivanja .

  ?element ont:ocjenjujeSeUKontinuiranomPracenju false .
}

```

Linija `SELECT DISTINCT ?element` označava da upit treba vratiti samo jedinstvene vrijednosti za varijablu `?element`, što znači da duplikati neće biti prikazani. Uvjet `?element rdf:type ?subclass:` označava da varijabla `?element` mora biti individua neke podklase, označene varijablom `?subclass`. To znači da će upit tražiti sve individue koje pripadaju određenim podklasama, tj. specifičnim klasama elemenata ocjenjivanja. Uvjet `?class owl:equivalentClass/owl:intersectionOf/rdf:rest*/rdf:first ont:ElementiOcjenjivanja` pretražuje klase koje su ekvivalentne klasi *ElementiOcjenjivanja* ili koje su dio presjeka (engl. *intersection*) više klasa. Koristeći pojmove *owl:equivalentClass* i *owl:intersectionOf*, SPARQL prepoznaje da su te klase logički ekvivalentne ili da pripadaju složenom skupu pravila za ekvivalentnost dok `rdf:rest*/rdf:first` omogućava pretragu kroz RDF listu koja definira ekvivalentne ili povezane klase, omogućavajući dohvaćanje podataka o prvom elementu te liste, u ovom slučaju klasa *ElementiOcjenjivanja*. Na taj se način pretražuju sve primitivne i definirane podklase određene nadklase koje zadovoljavaju neki uvjet. Zadnja linija `?element ont:ocjenjujeSeUKontinuiranomPracanju false` traži individue koje imaju svojstvo *ocjenjujeSeUKontinuiranomPracanju* postavljeno na vrijednost `false`. Slika 40. prikazuje rezultat ovog upita.



Slika 40: Rezultat drugog SPARQL upita (autorski rad)

Sljedeći upit pretražuje sve metode vrednovanja koje su klasificirane kao kvalitativne metode i vraća elemente ocjenjivanja koji se vrednuju pomoću tih metoda.

```

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#>
PREFIX ont: <http://www.semanticweb.org/khlebec/ontologies/2024/6/ontologija
_elemenata_praćenja_rada_studenata#>
SELECT DISTINCT ?metoda ?element
WHERE {
    ?metoda rdf:type ?subclassMetode .
    ?subclassMetode rdfs:subClassOf* ont:KvalitativneMetode .
    ?metoda ont:koristeSePriVrednovanju ?element .
}

```

Ovaj upit vraća jedinstvene parove vrijednosti za varijable *?metoda* i *?element*. Linija `?subclassMetode rdfs:subClassOf* ont:KvalitativneMetode .` definira da metoda vrednovanja mora pripadati nekoj podklasi klase *KvalitativneMetode*. Zvezdica (*) označava rekurzivno pretraživanje svih direktnih i indirektnih podklasa. Ovo znači da se pretražuju kvalitativne metode i sve njihove podklase, kako bi se obuhvatile sve metode koje pripadaju ovoj kategoriji. Na kraju se metode praćenja povezuju s elementima ocjenjivanja pomoću svojstva *koristeSePriVrednovanju* kako bi se pronašlo koje metode vrednuju određene elemente.

metoda	element
procjenaTimskogRadaNaProjektu	grupniProjekt
procjenaArgumentacijskihVjestina	ukljucivanjeURasprave
procjenaSudjelovanjaTijekomOnlinePredavanja	odgovaranjeNaPitanja

Slika 41: Rezultat trećeg SPARQL upita (autorski rad)

Sljedeći upit pretražuje sve metode ocjenjivanja koje pripadaju podklasama klase *MetodePracenjaRadaStudenata*, elemente ocjenjivanja koji pripadaju ekvivalentnim klasama *ElementiOcjenjivanja*, te alate iz podklasa *OnlineAlatiZaPracenjeRadaStudenata* koje ti elementi koriste. Na kraju, povezuje metode vrednovanja s elementima i elemente s alatima koji se koriste u procesu vrednovanja. Rezultat ovog upita je vidljiv na Slici 42.

```
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#>
PREFIX ont: <http://www.semanticweb.org/khlebec/ontologies/2024/6/ontologija_
_elemenata_praćenja_rada_studenata#>
SELECT DISTINCT ?metoda ?element ?alat
WHERE {
    ?metoda rdf:type ?subclassMetode .
    ?subclassMetode rdfs:subClassOf* ont:MetodePracenjaRadaStudenata .
    ?element rdf:type ?classElement .
    ?classElement owl:equivalentClass/owl:intersectionOf/rdf:rest*/rdf:first
ont:ElementiOcjenjivanja .
    ?element ont:koristeAlat ?alat .
    ?alat rdf:type ?subclassAlat .
    ?subclassAlat rdfs:subClassOf* ont:OnlineAlatiZaPracenjeRadaStudenata .
    ?metoda ont:koristeSePriVrednovanju ?element .
}
```

metoda	element	alat
ocjenjivanjeKolokvija	kombiniraniKolokvij	Moodle
ocjenjivanjeKolokvija	teorijskiKolokvij	Moodle
vrednovanjeRadovaPredanihNaOnlinePlatformi	usmenolzrazavanje	Zoom
vrednovanjeOnlineDiskusija	usmenolzrazavanje	Zoom

Slika 42: Rezultat četvrtog SPARQL upita (autorski rad)

8. Zaključak

Povijesni pregled metoda praćenja studenata pokazuje kako su se metode ocjenjivanja razvijale i prilagođavale kroz vrijeme, prateći promjene u obrazovnim potrebama i tehnološkim mogućnostima. Tradicionalni pristupi, koji su se oslanjali na standardizirane testove i objektivno ocjenjivanje, postupno su ustupili mjesto suvremenim metodama koje koriste digitalne alate i fokusiraju se na cjelovito ocjenjivanje različitih vještina i sposobnosti studenata. Kroz prikupljanje i analizu podataka, te korištenjem analitika učenja, obrazovne institucije mogu donijeti informirane odluke koje će optimizirati proces učenja i podučavanja, što omogućava bolje prilagođavanje individualnim potrebama studenata.

Praćenje rada studenata ključno je za osiguravanje njihovog napretka i uspjeha u obrazovnom procesu. Iz prikaza različitih metoda praćenja rada vidljivo je kako je primjena raznolikih pristupa ključna za postizanje sveobuhvatnog uvida u napredak i sposobnosti studenata. Formalne metode pružaju strukturu i konzistentnost, dok neformalne metode, omogućuju fleksibilniji pristup i bržu prilagodbu. Formativne metode ocjenjivanja igraju ključnu ulogu u kontinuiranom praćenju napretka, dok sumativne metode osiguravaju završnu procjenu stečenih znanja i vještina. Isto tako, razlikovanje metoda prema kolaboraciji omogućuje prilagodbu ovisno o tipu zadataka i načinu rada. Metode temeljene na studentskom ocjenjivanju, poput vršnjačkog ocjenjivanja i samoocjenjivanja, sve su više prepoznate zbog sposobnosti da angažiraju studente u procesu evaluacije te ih aktivno uključe u praćenje vlastitog napretka. Kvantitativne metode donose objektivne i mjerljive rezultate, dok kvalitativne metode omogućuju dublji uvid u procese učenja i napredak koji nije lako izraziti brojčano. Sinkrone i asinkrone metode omogućuju fleksibilnost u vremenu i načinu praćenja, čime se odgovara na različite stilove učenja i individualne potrebe studenata.

Upotreba umjetne inteligencije u praćenju i ocjenjivanju rada studenata donosi značajne promjene i poboljšanja u obrazovnom procesu. Sustavi koji koriste umjetnu inteligenciju omogućavaju personalizaciju učenja, efikasno ocjenjivanje i pružanje detaljnih povratnih informacija. Iako postoje izazovi vezani za etiku i privatnost, pravilna implementacija i nadzor mogu osigurati pravedno i učinkovito korištenje ovih tehnologija. Raznolikost metoda praćenja rada studenata ima ključnu ulogu u osiguravanju da se različiti aspekti napretka studenata precizno ocjenjuju i prate

Sukladno tome, ontologija elemenata praćenja rada studenata koju sam izradila predstavlja koristan alat za strukturirano i detaljno razumijevanje različitih metoda i njihovih ključnih elemenata. Ontologije općenito jesu napredan način organiziranja i korištenja podataka te ih njihova prilagodljivost, podrška za strojno učenje, mogućnost pretraživanja kroz

baze podataka i primjena u raznim industrijama čine snažnim alatom u modernoj informacijskoj tehnologiji. Kreirana ontologija omogućuje jasno mapiranje različitih metoda i povezivanje elemenata ocjenjivanja, pružajući sustavan i pregledan okvir. Osim toga, korištenje SPARQL upita za pretragu unutar ontologije omogućuje precizno pretraživanje i identifikaciju specifičnih elemenata ocjenjivanja i metoda praćenja rada studenata, čime se dodatno potvrđuje korisnost i praktičnost ove ontologije.

9. Popis literature

- Addlesee, A. (2018) Constructing SPARQL Queries. Preuzeto 02.09.2024. <https://medium.com/wallscope/constructing-sparql-queries-ca63b8b9ac02>
- AI in Higher Education: Impact of AI on Student Assessment (2023). Preuzeto 20.06.2024. s <https://www.tensorway.com/post/ai-for-student-assessment-in-higher-education>
- Akt o umjetnoj inteligenciji. L 1689/2024. Preuzeto 24.08.2024. s https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202401689
- Brown, Gavin T. L. (2022) *The past, present and future of educational assessment: A transdisciplinary perspective*. Preuzeto 05.06.2024. s <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2022.1060633>
- Conrad, D. i Openo, J. (2018). *Assessment strategies for online learning: Engagement and authenticity*. Canada: Athabasca University Press.
- DeBellis, M. (2021). *A Practical Guide to Building OWL Ontologies Using Protégé 5.5 and Plugins*. Preuzeto 07.07.2024. s https://www.researchgate.net/publication/351037551_A_Practical_Guide_to_Building_OWL_Ontologies_Using_Protege_55_and_Plugins
- DeSilva, J. M. (2023). Historical Practice and Authentic Assessment in an Introductory World History Course. *Teaching History: A Journal of Methods*, 48(1), 3-25. doi: <https://doi.org/10.33043/TH.48.1.3-25>
- Dunn, L., Morgan, C., O'Reilly, M., i Parry, S. (2003). *The Student Assessment Handbook: New Directions in Traditional and Online Assessment* (1st ed.). London UK: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203416518>
- Eklavya (bez dat.) Maximize Learning with Effective Interactive Assessment Strategies. Preuzeto 24.06. s <https://www.eklavya.com/blog/interactive-assessment/>
- Europska komisija, Glavna uprava za obrazovanje, mlade, sport i kulturu (EAC), (2022). Etičke smjernice namijenjene nastavnom osoblju za upotrebu umjetne inteligencije i podataka u poučavanju i učenju, Ured za publikacije Europske unije. Preuzeto 02.07.2024 s <https://data.europa.eu/doi/10.2766/153756>
- Gómez-Pérez, A., Fernández-López, M., i Corcho, O. (2006). *Ontological Engineering: with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*. Berlin: Springer Science & Business Media.

- González-Calatayud, V., Prendes-Espinosa, P., i Roig-Vila, R. (2021). Artificial intelligence for student assessment: A systematic review. *Applied Sciences*, 11(12), 5467.
- Gruber, T (2008). Ontology. U L. Liu i M. Tamer Özsu (ur.), *Encyclopedia of Database Systems* (str. 1963–1965). Boston: Springer
- Gupta, M. M., Jankie, S., Pancholi, S. S., Talukdar, D., Sahu, P. K., & Sa, B. (2020). Asynchronous environment assessment: A pertinent option for medical and allied health profession education during the COVID-19 pandemic. *Education Sciences*, 10(12), 352.
- Huseyn, V. (bez dat.) AI in educational assessments: balancing innovation with responsibility. Preuzeto 20.06.2024. s <https://www.e-assessment.com/news/ai-in-educational-assessments-balancing-innovation-with-responsibility/>
- Joury, A. (2023) How Ontology and Data Go Hand-in-Hand. Preuzeto 07.07.2024. s <https://builtin.com/data-science/ontology>
- Kirvan, P. i Brush K. (2023) learning management system (LMS). Preuzeto 26.06. s <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/learning-management-system>
- Martin, F., i Ndoye, A. (2016). Using learning analytics to assess student learning in online courses. *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 13(3), 7.
- McNulty, N. (2021). *Which is better and why? Formal or informal assessment?* Preuzeto 20.06.2024. s <https://www.niallmcnulty.com/2021/06/formal-informal-assessment/>
- Noy N. F. i McGuinness D. L. (2001). Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. Preuzeto 07.07.2024. s https://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101-noy-mcguinness.html
- Protégé* (bez dat.) Preuzeto 07.07.2024. s <https://protege.stanford.edu/>
- Protégé 5 Documentation* (bez dat.) Preuzeto 07.07.2024. s <https://protegeproject.github.io/protege/>
- Richard, J. S. (2007). *A Brief History of Student Learning Assessment: How We Got Where We Are and a Proposal for Where to Go Next*. Washington, NW, USA: The Association of American Colleges and Universities
- Society for Learning Analytics Research [SoLAR] (bez dat.) What is Learning Analytics. Preuzeto 20.07.2024 s <https://www.solaresearch.org/about/what-is-learning-analytics/>

- umjetna inteligencija (bez dat.). U Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Preuzeto s <https://enciklopedija.hr/clanak/umjetna-inteligencija>
- Usher, M. i Barak, M. (2018). Peer assessment in a project-based engineering course: comparing between on-campus and online learning environments. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 43(5), 745-759, DOI: 10.1080/02602938.2017.1405238
- Wanasek S. (2023) *11 Online Tools for Student Assessment*. Preuzeto 24.06. s <https://www.classpoint.io/blog/online-tools-for-student-assessment>
- Weimer, M. (2009). Benefits of a Student Self-Grading Model. Preuzeto 24.06. s <https://www.facultyfocus.com/articles/educational-assessment/benefits-of-a-student-self-grading-model/>
- World Wide Web Consortium [W3C] (bez dat.). Preuzeto 24.08.2024. s <https://www.w3.org/>
- World Wide Web Consortium [W3C] (2023). *RDF Schema 1.1*. Preuzeto 24.08.2024. s <https://www.w3.org/TR/rdf11-schema/>
- World Wide Web Consortium [W3C] (2024). *RDF 1.2 Concepts and Abstract Syntax*. Preuzeto 24.08.2024. s <https://www.w3.org/TR/rdf12-concepts/>

10. Popis slika

Slika 1: Definiranje ontologije u alatu Protégé (autorski rad).....	29
Slika 2: Prikaz hijerarhije klasa (autorski rad)	30
Slika 3: Hijerarhija objektnih svojstva (autorski rad).....	32
Slika 4: Definicija svojstva <i>koristeAlat</i> (autorski rad)	32
Slika 5: Definicija svojstva <i>koristeSeZaOcjnjivanje</i> (autorski rad).....	33
Slika 6: Definicija svojstva <i>koristeSePriVrednovanju</i> (autorski rad).....	33
Slika 7: Definicija svojstva <i>vrednujuSePomocu</i> (autorski rad).....	34
Slika 8: Definicija svojstva <i>koristeSeZaProvođenje</i> (autorski rad).....	34
Slika 9: Definicija svojstva <i>koristeZaKomunikaciju</i> (autorski rad)	35
Slika 10: Definicija svojstva <i>sudjelujuU</i> (autorski rad)	35
Slika 11: Hijerarhija podatkovnih svojstva (autorski rad).....	36
Slika 12: Definicija svojstva <i>nosiPostotakBodova</i> (autorski rad)	37
Slika 13: Definicija svojstva <i>provodiSeSinkrono</i> (autorski rad).....	37
Slika 14: Definicija klase <i>ElementiOcjnjivanja</i> (autorski rad)	38
Slika 15: Definicija klase <i>AktivnostStudenta</i> (autorski rad).....	39
Slika 16: Definicija klase <i>AktivnostNaSinkronojNastavi</i> (autorski rad).....	40
Slika 17: Definicija klase <i>AktivnostNaSustavuZaEUčenje</i> (autorski rad)	41
Slika 18: Definicija klase <i>Ispit</i> (autorski rad).....	42
Slika 19: Definicija klase <i>IzrazavanjeStudenta</i> (autorski rad).....	43
Slika 20: Definicija klase <i>Kolokvij</i> (autorski rad).....	44
Slika 21: Definicija klase <i>Praksa</i> (autorski rad)	45
Slika 22: Definicija klase <i>Projekt</i> (autorski rad)	45
Slika 23: Definicija klase <i>ProvjereNaNastavi</i> (autorski rad).....	46
Slika 24: Definicija klase <i>ZadatakNaLaboratorijskimVježbama</i> (autorski rad)	47
Slika 25: Definicija klase <i>Prezentacija</i> (autorski rad).....	47
Slika 26: Definicija klase <i>SeminarskiRad</i> (autorski rad)	48

Slika 27: Definicija klase <i>InteraktivneMetode</i> (autorski rad)	49
Slika 28: Definicija klase <i>MetodeKojeKoristeUmjetnuInteligenciju</i> (autorski rad).....	50
Slika 29: Definicija klase <i>FormalneMetode</i> (autorski rad)	51
Slika 30: Definicija klase <i>NeformalneMetode</i> (autorski rad)	51
Slika 31: Definicija klase <i>MetodeZaGrupnoPraćenje</i> (autorski rad).....	52
Slika 32: Definicija klase <i>MetodeZaIndividualnoPraćenje</i> (autorski rad)	53
Slika 33: Definicija klase <i>LMSsustav</i> (autorski rad).....	54
Slika 34: Definicija klase <i>Studenti</i> (autorski rad)	55
Slika 35: Prikaz nekih kreiranih individua (autorski rad).....	56
Slika 36: Prikaz definicije individue <i>vrednovanjeOnlineDiskusija</i> (autorski rad).....	57
Slika 37: Prikaz definicije <i>individueMoodle</i> (autorski rad).....	57
Slika 38: Prikaz definicije individue <i>kombiniraniKolokvij</i> (autorski rad).....	58
Slika 39: Rezultat prvog SPARQL Upita (autorski rad)	66
Slika 40: Rezultat drugog SPARQL upita (autorski rad).....	67
Slika 41: Rezultat trećeg SPARQL upita (autorski rad).....	68
Slika 42: Rezultat četvrtog SPARQL upita (autorski rad)	69