

SVEUČILIŠTE U RIJECI
FAKULTET INFORMATIKE I DIGITALNIH TEHNOLOGIJA

Kristian Stančin

**SUSTAV ZA PREDLAGANJE
DIGITALNIH OBRAZOVNIH IGARA KAO
POTPORA PLANIRANJU ODGOJNO-
OBRAZOVNIH AKTIVNOSTI UČENIKA S
INTELEKTUALNIM TEŠKOĆAMA**

DOKTORSKI RAD

Rijeka, 2023.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
FAKULTET INFORMATIKE I DIGITALNIH TEHNOLOGIJA

Kristian Stančin

**SUSTAV ZA PREDLAGANJE
DIGITALNIH OBRAZOVNIH IGARA KAO
POTPORA PLANIRANJU ODGOJNO-
OBRAZOVNIH AKTIVNOSTI UČENIKA S
INTELEKTUALNIM TEŠKOĆAMA**

DOKTORSKI RAD

Mentorica: prof. dr. sc. Nataša Hoić-Božić

Komentorica: izv. prof. dr. sc. Sanja Skočić Mihić

Rijeka, 2023.

UNIVERSITY OF RIJEKA
FACULTY OF INFORMATICS AND DIGITAL
TECHNOLOGIES

Kristian Stančin

**A SYSTEM FOR RECOMMENDING
DIGITAL EDUCATIONAL GAMES AS A
SUPPORT FOR PLANNING
EDUCATIONAL ACTIVITIES FOR
STUDENTS WITH INTELLECTUAL
DISABILITIES**

DOCTORAL THESIS

Rijeka, 2023.

Mentorica rada: prof. dr. sc. Nataša Hoić-Božić

Komentorica rada: izv. prof. dr. sc. Sanja Skočić Mihić

Doktorski rad dostupan je javnosti objavom na mrežnim stranicama dana _____, a obranjen je dana _____ na Fakultetu informatike i digitalnih tehnologija Sveučilišta u Rijeci, pred povjerenstvom u sastavu:

1. _____
2. _____
3. _____

Zahvala

Od svih stranica u ovoj disertaciji, ova je drugačija, posebna. Ostatak se disertacije bavi podacima, informacijama, idejama, tvrdnjama, hipotezama i dokazima, ali ova se bavi onim što se osjeća, a teško je napisati u nekoliko rečenica. Bavi se ljudima koji su u raznim fazama izrade disertacije namjerno ili nenamjerno utjecali na mene, podučavali me, usmjeravali i ohrabrivali ili me samo tolerirali.

Prije svega, najsrdačnije zahvaljujem mentorici prof. dr. sc. Nataši Hoić-Božić te komentatrici izv. prof. dr. sc. Sanji Skočić Mihić na vodstvu, savjetima i toplim riječima podrške u izazovnim situacijama. Hvala i na podijeljenom znanju, strpljenju i pruženoj slobodi u ostvarenju mojih ideja.

Također zahvaljujem i članovima povjerenstva za ocjenu doktorske disertacije doc. dr. sc. Martini Holenko Dlab, izv. prof. dr. sc. Božidaru Kovačiću i prof. dr. sc. Joži Rugelju na konstruktivnim savjetima i sugestijama.

Zahvaljujem i svim kolegicama i kolegama s Fakulteta informatike i digitalnih tehnologija na podršci i stručnim sugestijama, a posebno bliskim suradnicama prof. dr. sc. Patrizii Pošćić i doc. dr. sc. Danijeli Jakšić na golemoj prijateljskoj podršci i razumijevanju u situacijama kada mi je to trebalo. Uz mene su uvijek bili i kolege prijatelji doc. dr. sc. Vanja Slavuj te Marina Žunić kojima također zahvaljujem na podršci i prijateljstvu.

Hvala i svim centrima za odgoj i obrazovanje (COO Rijeka, COO Čakovec, COOR „Podravsko sunce“ Koprivnica, COOR Križevci, COO „Ivan Štark“ Osijek, COO „Juraj Bonačić“ Split, COO „Tomislav Špoljar“ Varaždin, Srednja škola – COO Zagreb) koji su bili otvoreni za suradnju. Povezali su me se sa svojim djelatnicama i djelatnicima kojima također najsrdačnije zahvaljujem što su me pratili od najranijih faza istraživanja svojim savjetima pa do samog kraja sudjelovanjem u testiranju prototipa sustava. Dodatno zahvaljujem i svim ekspertima koji su doprinijeli validaciji pravila predlaganja.

Na kraju posebno zahvaljujem svojem najužem krugu ljudi koji su bili izvor razumijevanja, potpore i pomoći tokom studija. Hvala Heleni, Sanji, Nenadu, Damiru, Nadi, Tanji, Borisu, Marini, Jeleni, a osobito Jožefu i Loli. Hvala što su bili uz mene u lijepim, ali i teškim trenucima. Hvala im što su vjerovali u mene!

Za mene ova disertacija nije bila samo završna točka studija, već mi je bila poziv, stoga ovaj rad posvećujem svim učenicima s intelektualnim teškoćama. Nadam se da sam barem malo pomogao.

Sažetak

Cilj je ovog rada razviti sustav za predlaganje digitalnih obrazovnih igara temeljen na ontologiji koji uvažava individualne odgojno-obrazovne potrebe učenika s intelektualnim teškoćama kao potporu edukacijskim rehabilitatorima u unapređenju odgojno-obrazovnog procesa. Kako bi se ostvario glavni cilj, provedena su predistraživanja za potrebe izrade sustava. Prvo je proveden sustavni pregled literature o korištenju digitalnih obrazovnih igara kroz koji je ustanovljeno koje se tehnologije i igre koriste za postizanje učenja temeljenog na digitalnim obrazovnim igrama za učenike s intelektualnim teškoćama te za koje se sposobnosti, vještine i nastavne predmete igre razvijaju. Nakon toga proveden je sustavni pregled literature o korištenju ontologija u obrazovanju čime su utvrđeni različiti tipovi ontologija, pristupi razvoju istih te trend rasta popularnosti višestrukih ontologija. Rezultati ovog predistraživanja koristili su se prilikom razvoja sustava jer isti uključuje višestruku ontologiju – za opisivanje domene učenja, konkretnije područja digitalnih obrazovnih igara te za opisivanje podataka o učeniku.

Za potrebe izrade prototipa sustava za predlaganje digitalnih obrazovnih igara oblikovan je okvir za procjenu digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama. Okvir identificira ključne karakteristike učenika s intelektualnim teškoćama koje služe za uvid u učenikove mogućnosti, ali i skup karakteristika digitalnih obrazovnih igara kojim se opisuju zahtjevi i funkcionalnosti igara s ciljem utvrđivanja pogodnosti korištenja određene igre u odgojno-obrazovnom procesu individualnog učenika. Okvir za procjenu digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama temelji se na skali procjene vještina u primjeni digitalnih obrazovnih igara učenika s intelektualnim teškoćama koja je dobivena Delfi metodom te izvornoj kategorizaciji zahtjeva i funkcionalnosti digitalnih obrazovnih igara koja je dobivena sustavnim pregledom literature. Navedeni okvir implementiran je kao višestruka ontologija. Na temelju navedenog, napravljena su pravila predlaganja digitalnih obrazovnih igara uvažavajući individualne potrebe učenika s intelektualnim teškoćama. U skladu s definiranim pravilima, osmišljena su dva algoritma, jedan koji predlaže digitalne obrazovne igre i definira pripadajuće obrazovne ciljeve za područje akademskih vještina, te drugi koji predlaže digitalne obrazovne igre za područje vještina svakodnevnog življenja.

Rezultati validacije algoritama u kojoj su sudjelovali eksperti edukacijsko-rehabilitacijskog profila pokazali su da digitalne obrazovne igre koje je predložio sustav odgovaraju individualnim obrazovnim potrebama učenika s intelektualnim teškoćama. Validacija cjelokupnog sustava provedena je modelom za testiranje uspješnosti informacijskog sustava te tehnikama strukturnog modeliranja kako bi se provjerio odnos između konstrukata postavljenog modela, odredila prikladnost modela te procijenila psihometrijska svojstva modela što je uključivalo ispitivanje kompozitne pouzdanosti i konvergentne valjanosti. Rezultati validacije sustava pokazali su da korištenjem sustava edukacijski rehabilitatori mogu uspješno integrirati digitalne obrazovne igre u odgojno-obrazovni proces učenika s intelektualnim teškoćama.

Ključne riječi: digitalne obrazovne igre, učenici s intelektualnim teškoćama, sustav za predlaganje digitalnih obrazovnih igara, karakteristike igara, skala procjene

Abstract

The goal of this thesis is to develop an ontology-based system for recommending digital educational games that take into account the individual educational needs of students with intellectual disabilities. The system is developed as a support for special education teachers in improving the educational process. To achieve the main goal, several preliminary studies were conducted to create the system. First, a systematic review of the literature on the use of digital educational games was conducted. This identified which technologies and games are used to achieve learning based on digital educational games for students with intellectual disabilities, and for which skills, abilities, and subjects the games are developed. Then, a systematic literature review on the use of ontologies in education was conducted. This identified different types of ontologies, approaches to their development, and the growing trend towards the popularity of multiple ontologies, which was useful in the development of the system as it contains multiple ontologies - to describe the domain of learning, more specifically the domain of digital educational games, and to describe data about students.

For the purpose of creating the prototype for recommending digital educational games, a framework for evaluating digital educational games for students with intellectual disabilities was created. The framework identifies key characteristics of students with intellectual disabilities that are used to gain insight into the student's abilities, but also a set of characteristics of digital educational games that describe the requirements and functionalities of games, with the goal of determining whether a particular game is appropriate for an individual student's learning process. Thus, the framework for evaluating digital educational games for students with intellectual disabilities is based on the scale for evaluating skills in using digital educational games for students with intellectual disabilities, which was created using the Delphi method, and the original categorization of the requirements and functionalities of digital educational games, which was obtained through a systematic literature review. The mentioned framework is implemented as a multiple ontology. On this basis, the rules for proposing digital educational games that take into account the individual needs of students with intellectual disabilities were created. In accordance with the defined rules, two algorithms were developed, one that proposes digital educational games and defines the related educational objectives for the academic skills domain, and the other that proposes digital educational games for the everyday skills domain.

Validation of the algorithms was performed by experts in the field of special education. The validation results showed that the digital educational games proposed by the system meet the individual educational needs of students with intellectual disabilities. The validation of the whole system was performed using an information system success testing model and structural modelling techniques to verify the relationship between the constructs of the specified model, to determine the adequacy of the model, and to evaluate the psychometric properties of the model, which included testing the composite reliability and convergent validity. The results of the system validation showed that special education teachers can successfully integrate digital educational games into the educational process of students with intellectual disabilities by using the system.

Keywords: digital educational games, students with intellectual disabilities, system for recommending digital educational games, game characteristics, assessment scale

Sadržaj

1.	UVOD.....	1
1.1.	Motivacija za istraživanje	3
1.2.	Cilj, hipoteze i znanstveni doprinosi istraživanja	4
1.3.	Struktura rada	5
2.	UČENICI S INTELEKTUALNIM TEŠKOĆAMA	7
2.1.	Dijagnostički kriteriji, etiologija i prevalencija intelektualnih teškoća.....	7
2.2.	Terminološko označavanje i obilježja učenika s intelektualnim teškoćama.....	8
2.3.	Poučavanje učenika s intelektualnim teškoćama	9
3.	PRIMJENA INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE U ODGOJU I OBRAZOVANJU UČENIKA S INTELEKTUALNIM TEŠKOĆAMA	12
3.1.	Tradicionalna uporaba IKT-a u odgoju i obrazovanju učenika s intelektualnim teškoćama	12
3.1.1.	IKT kao pomoćna tehnologija	12
3.1.2.	IKT kao alat ili pomagalo	13
3.1.3.	IKT kao tutor.....	14
3.1.4.	IKT kao sustav procjene i organizacije	16
3.2.	Korištenje digitalnih obrazovnih igara u odgoju i obrazovanju učenika s intelektualnim teškoćama	19
3.2.1.	Učenje temeljeno na igri.....	20
3.2.2.	Utjecaj digitalnih obrazovnih igara na usvajanje vještina svakodnevnog življenja 22	
3.3.	Istraživanje i analiza korištenja digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama	23
3.3.1.	Svrha i cilj sustavnog pregleda literature.....	26
3.3.2.	Protokol za izradu sustavnog pregleda literature.....	27
3.3.3.	Analiza rezultata	29
4.	ONTOLOGIJE U OBRAZOVANJU	37
4.1.	Terminološko određenje pojma ontologije	37
4.2.	Tipovi ontologija.....	38
4.3.	Metodologije za izradu ontologije	41
4.4.	Istraživanje i analiza korištenja ontologija u obrazovanju	42
4.4.1.	Svrha i cilj sustavnog pregleda literature.....	44
4.4.2.	Protokol za izradu sustavnog pregleda literature.....	44
4.4.3.	Sinteza prikupljenih istraživanja	45

4.4.4.	Ontologije za modeliranje i upravljanje kurikulumom	47
4.4.5.	Ontologije za opis domena učenja.....	48
4.4.6.	Ontologije za opis podataka o učeniku	52
4.4.7.	Ontologije za opis usluga e-učenja	53
4.4.8.	Višestruke ontologije	55
5.	OKVIR ZA PROCJENU DIGITALNIH OBRAZOVNIH IGARA.....	58
5.1.	Skala procjene vještina u primjeni digitalnih obrazovnih igara učenika s intelektualnim teškoćama	58
5.2.	Kategorizacija zahtjeva i funkcionalnosti digitalnih obrazovnih igara	61
5.3.	Izrada ontologije.....	72
5.3.1.	Određivanje domene i opsega ontologije	72
5.3.2.	Razmatranje korištenja postojećih ontologija	72
5.3.3.	Identifikacija ključnih pojmova u ontologiji	73
5.3.4.	Definiranje klasa i odgovarajuće hijerarhije	74
5.3.5.	Definiranje svojstava klasa.....	78
5.3.6.	Unos instanci.....	81
5.3.7.	Validacija ontologije.....	89
5.4.	Pravila predlaganja digitalnih obrazovnih igara i pripadajući računalni postupci i algoritmi	92
6.	PROTOTIP SUSTAVA ZA PREDLAGANJE DIGITALNIH OBRAZOVNIH IGARA ZA UČENIKE S INTELEKTUALNIM TEŠKOĆAMA	108
6.1.	Model sustava	108
6.1.1.	Osnovne aktivnosti sustava	112
6.1.2.	Specifične aktivnosti sustava	116
6.1.3.	ERA model.....	118
6.2.	Razvoj sustava	121
7.	VALIDACIJA SUSTAVA.....	134
7.1.	Metodologija istraživanja	134
7.2.	Uzorak	135
7.3.	Mjerni instrumenti	136
7.3.1.	Operacionalizacija istraživačkih konstrukata	138
7.4.	Rezultati istraživanja o učinkovitosti sustava.....	142
7.4.1.	Validacija osmišljenih pravila predlaganja	142
7.4.2.	Validacija sustava	147
7.5.	Ograničenja istraživanja	155
8.	ZAKLJUČAK I BUDUĆA ISTRAŽIVANJA	157

LITERATURA	161
POPIS SLIKA	181
POPIS TABLICA	184
POPIS POKRATA	186
POPIS PRIVITAKA.....	187
Privitak 1: Ispitivanje sadržajne valjanosti Skale procjene vještina u primjeni digitalnih obrazovnih igara učenika s intelektualnim teškoćama	187
Privitak 2: Skala procjene vještina u primjeni digitalnih obrazovnih igara učenika s intelektualnim teškoćama	199
Privitak 3: Kategorizacija zahtjeva i funkcionalnosti digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama	203
Privitak 4: Skup obrazovnih ciljeva za područje akademskih vještina	207
Privitak 5: Inicijalne procjene učenika.....	209
Privitak 6: Skup digitalnih obrazovnih igara	213
Privitak 7: Validacija računalnih postupaka i algoritama za predlaganje digitalnih obrazovnih igara.....	216
Privitak 8: Ispitivanje učestalosti i zadovoljstva korištenja prototipa sustava za predlaganje digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama	218
ŽIVOTOPIS	223

1. UVOD

Opće prihvaćene paradigme suvremenog odgojno-obrazovnog sustava dio su socijalnog modela i inkluzivne politike usmjerene na uključivanje učenika s teškoćama u razvoju kao punopravnih dionika u nastavni proces (Bouillet & Bukvić, 2015), sukladno politici promicanja i zaštite ljudskih prava osoba s invaliditetom kako bi iste mogle ravnopravno sudjelovati u građanskim, političkim, ekonomskim, društvenim i kulturnim područjima života (Nacionalna strategija izjednačavanja mogućnosti za osobe s invaliditetom od 2017. do 2020. godine, 2017). Navedeni socijalni model predstavlja značajno izmijenjeni odnos društva i odgojno-obrazovne politike u odnosu na prethodne modele: vjerski, medicinski i model deficita (Bouillet, 2010). U dalekoj povijesti do pojave prvih organiziranih oblika odgoja i obrazovanja ove su osobe bile isključivane i izdvajane iz zajednice, a skrb i zaštita osigurana je kroz vjerske institucije. Razvojem posebnih ustanova odgoja i obrazovanja društvo je usmjereno na promjenu osobe s invaliditetom i naziva se medicinskim modelom koji traje do 60-ih godina 20. stoljeća. Razvojem integracije i uključivanja ovih osoba u redovne sustave odgoja i obrazovanja društvo se usmjerava na "normalizaciju" ovih osoba, tj. uklapanje u redovne životne aktivnosti kroz smanjenje ili potpuno uklanjanje činitelja koji pridonose njihovim teškoćama socijalne integracije. Takav se odnos naziva model deficita i traje od 70-ih do sredine 90-ih godina prošlog stoljeća. Sredinom 90-ih godina 20. stoljeća započeta je velika kampanja usmjerena na prava osoba s invaliditetom i osiguravanje izjednačenih mogućnosti za njihovu participaciju (Skočić Mihić, 2023). Time počinje socijalni model koji je usmjeren izjednačavanju prava osoba s teškoćama s pravima „većinske“ populacije, a njegov je dugoročni efekt obrazovna inkluzija (Bouillet, 2010). Inkluzija u širem smislu podrazumijeva uključivanje svih osoba pojedinog obilježja koje imaju rizik socijalne isključenosti (Skočić Mihić, 2023) to jest „*uključivanje djece i odraslih koji su zbog psihofizičkih, socijalnih, kulturnih, odgojno-obrazovnih mogućnosti, etičkih i drugih razlika podložni socijalnoj isključenosti, izloženi socijalnoj marginalizaciji, a time obespravljeni i ranjeni*“ (Karamatić Brčić, 2011, str. 39).

Pod sintagmom učenici s teškoćama podrazumijevaju se (Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi, 2022): „(1) učenici s teškoćama u razvoju, (2) učenici s teškoćama u učenju, problemima u ponašanju i emocionalnim problemima te (3) učenici s teškoćama uvjetovanim odgojnim, socijalnim, ekonomskim, kulturnim i jezičnim čimbenicima“.

Ova disertacija bavi se određenom skupinom učenika s teškoćama u razvoju, onima s intelektualnim teškoćama (ranije korišten naziv „mentalna retardacija“) što podrazumijeva zaostajanje psihosocijalnog razvoja (naročito kognitivnog) za prosječnim psihosocijalnim razvojem učenika iste dobi (Došen, 2005).

Intelektualne teškoće (IT) zahvaćaju sva razvojna područja, uključujući kognitivni, motorički, govorno-jezični i socio-emocionalni razvoj te dovode do teškoća u konceptualnom zaključivanju, socijalnom i praktičnom funkcioniranju (Maulik, Mascarenhas, Mathers, Dua, & Saxena, 2011; Vuijk, Hartman, Scherder, & Visscher, 2010). Teškoće u navedenim razvojnim područjima uvjetovane su biološkim čimbenicima (genetika, traumatske ozljede, bolesti središnjeg živčanog sustava...), te pod utjecajem okolnih čimbenika koji uključuju kvalitetu podrške i poticaj u ranom razvoju. Iako etiološki čimbenici utječu na značajno odstupanje u razvoju svih učenika s intelektualnim teškoćama, takvi se učenici razlikuju u svojim sposobnostima, mogućnostima i postignućima te im je potrebno osigurati individualizirani pristup u odgoju i obrazovanju (Smjernice za rad s učenicima s teškoćama u razvoju, 2021).

Navedeno znači da je u procesu odgoja i obrazovanja učenika s intelektualnim teškoćama jako važna svjesnost o individualnim razlikama svakog učenika pa i pristup odgoju i obrazovanju takvih učenika treba biti individualiziran. U tom smislu odgojno-obrazovni proces učenika s intelektualnim teškoćama odvija se u prostoru između njegovih sposobnosti i potreba te društva (Biesta, 2014), a kurikulum je most između njih. Odgovarajući kurikulum temelj je za razvoj kognitivnih, socijalnih i funkcionalnih vještina učenika s intelektualnim teškoćama za buduće sudjelovanje i, koliko je to moguće, samostalan život u društvu. Stoga, informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) u obrazovanju učenika s intelektualnim teškoćama imaju važno mjesto jer omogućuje lakše stjecanje funkcionalnih i adaptivnih vještina i znanja.

Kao jedan od suvremenih načina korištenja IKT-a u odgoju i obrazovanju pokazale su se digitalne obrazovne igre. Važno je istaknuti kako poučavanje koje digitalne obrazovne igre uključuje kao zaseban koncept kojim je moguće steći konceptualne, socijalne i praktične vještine na zabavan način, vodi računa i o individualnom pristupu učenicima. Na taj način učenicima se na prikladan i razumljiv način mogu približiti određeni obrazovni sadržaji (Stančin & Hoić-Božić, 2019; Ishak, Hasran, & Din, 2023). Korištenjem digitalnih obrazovnih igara u odgojno-obrazovnom procesu pospješuje se motivacija i angažman učenika, kultivira njihov um i duh čime se može povećati i učinkovitost učenja (Woo, 2014). Kroz uporabu

digitalnih obrazovnih igara omogućuje se razvoj vještina rješavanja problema, razvoj jezika, korištenje pojmova kao što su novac ili vrijeme, razvoj komunikacijskih vještina (interpersonalne i intrapersonalne), socio-emocionalni razvoj i prosuđivanje te usvajanje praktičnih adaptivnih vještina kao što su neovisnost, briga o sebi, aktivnosti svakodnevnog života te radno-okupacijske aktivnosti (Maulik, Mascarenhas, Mathers, Dua, & Saxena, 2011). Dodatno, uporaba digitalnih obrazovnih igara omogućuje razvoj vještina otkrivanja pravila kroz promatranje, pokušaje i pogreške, lakše slijeđenje pravila, brži pronalazak ključnih informacija, razvoj fine motorike te razvoj znanstvenog razmišljanja kroz postavljanje i testiranje hipoteza (Prensky, 2001). Također omogućuje i razvoj empatije kroz razmišljanje i ponašanje likova u igri, stvaranje zajednice, paralelno izvršavanje aktivnosti, smanjenje rizika od mogućih posljedica u stvarnom svijetu kroz igru u virtualnom okruženju te smanjenje straha od neuspjeha zbog manjih posljedica u virtualnom okruženju u odnosu na stvarno okruženje (Gee, 2008).

1.1. Motivacija za istraživanje

Iako digitalne obrazovne igre mogu biti dobra potpora odgojno-obrazovnom procesu učenika s intelektualnim teškoćama jer omogućuju učestalo ponavljanje aktivnosti što je ključno kako bi učenici s intelektualnim teškoćama mogli obavljati određene zadatke u raznim svakodnevnim životnim situacijama čime postaju samostalniji u življenju (Seon-Chil & Hyun-suk, 2021), pravi potencijal u praksi nije dostignut pa se motivacija za ovo istraživanje očituje u mogućnosti korištenja digitalnih obrazovnih igara (DOI) za usvajanje konceptualnih, socijalnih i praktičnih vještina učenika kroz implementaciju istih u svakodnevni odgojno-obrazovni proces učenika s intelektualnim teškoćama. No takve je igre, posebno razvijene za učenike s intelektualnim teškoćama, teško pronaći te je upitna dostupnost različitim profilima stručnjaka u odgoju i obrazovanju. Iz tog se razloga edukacijski rehabilitatori, učitelji, nastavnici i stručni suradnici koji žele unaprijediti odgojno-obrazovni proces uključivanjem digitalnih obrazovnih igara, često nalaze u situaciji traženja igre koje učenici s intelektualnim teškoćama mogu igrati, a nisu eksplicitno kategorizirane kao igre za ove učenike.

S ciljem pronalaska takvih igara, potrebno je prvo pronaći dostupne baze digitalnih obrazovnih igara kao što su iTunes, Google play ili neke web stranice, zatim pretraživati navedene baze u svrhu pronalaska potencijalno pogodnih digitalnih obrazovnih igara. Kako bi se ustanovilo jesu li igre zaista pogodne za primjenu, potrebno je svaku igru zasebno testirati uzimajući u obzir

posebne zahtjeve zbog specifičnih teškoća učenja pojedinih učenika. Budući da ne postoji jedinstveni popis svih zahtjeva i funkcionalnosti igara koji se može koristiti pri odabiru igara za učenike s intelektualnim teškoćama, sam proces pronalaženja odgovarajućih igara vrlo je zahtjevan i dugotrajan.

Motivacija za istraživanje skratiti je proces pronalaženja odgovarajućih igara i potaknuti sve dionike odgojno-obrazovnog procesa učenika s intelektualnim teškoćama na korištenje digitalnih obrazovnih igara u nastavi, osmišljavanjem i razvijanjem sustava za predlaganje digitalnih obrazovnih igara kao potpora planiranju odgojno-obrazovnih aktivnosti učenika s intelektualnim teškoćama.

1.2. Cilj, hipoteze i znanstveni doprinosi istraživanja

Cilj je istraživanja razviti sustav za predlaganje digitalnih obrazovnih igara temeljen na ontologiji koji uvažava individualne odgojno-obrazovne potrebe učenika s intelektualnim teškoćama kao potporu edukacijskim rehabilitatorima u unapređenju odgojno-obrazovnog procesa. Za potrebe izrade sustava ključno je identificirati karakteristike učenika s intelektualnim teškoćama koje će služiti za uvid u učenikove mogućnosti, ali i skup karakteristika digitalnih obrazovnih igara kojim se opisuju zahtjevi i funkcionalnosti igara s ciljem utvrđivanja pogodnosti korištenja igre u odgojno-obrazovnom procesu individualnog učenika. Svrha istraživanja jest edukacijskim rehabilitatorima olakšati proces odabira prikladnih digitalnih obrazovnih igara za svoje učenike te ih na taj način dodatno potaknuti na korištenje suvremenih, inovativnih metoda poučavanja.

Iz ciljeva i svrhe istraživanja proizlaze sljedeće hipoteze:

H1: Digitalne obrazovne igre koje predlaže sustav odgovaraju individualnim obrazovnim potrebama učenika s intelektualnim teškoćama.

H2: Korištenjem sustava edukacijski rehabilitatori mogu uspješno integrirati digitalne obrazovne igre u odgojno-obrazovni proces učenika s intelektualnim teškoćama.

Očekivani znanstveni doprinosi predloženog istraživanja su:

1. Oblikovan okvir procjene pogodnih digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama baziran na izvornoj kategorizaciji zahtjeva i funkcionalnosti digitalnih obrazovnih igara i skali procjene vještina u primjeni digitalnih obrazovnih igara učenika s intelektualnim teškoćama.
2. Osmišljena pravila predlaganja prema pedagoškim i edukacijsko-rehabilitacijskim kriterijima te na njima temeljeni računalni postupci i algoritmi za predlaganje digitalnih obrazovnih igara uvažavajući individualne potrebe učenika s intelektualnim teškoćama.
3. Izgrađen prototip sustava za predlaganje digitalnih obrazovnih igara kojim se implementiraju i testiraju osmišljeni okvir i pravila u stvarnom okruženju.

1.3. Struktura rada

Ova se disertacija sastoji od ukupno 8 poglavlja. U prvom se poglavlju navodi uvod u problematiku istraživanja, motivacija za istraživanje, cilj, hipoteze te znanstveni doprinosi istraživanja. Drugo poglavlje definira dijagnostičke kriterije, etiologiju i prevalenciju intelektualnih teškoća, terminološki određuje pojam i obilježja učenika s intelektualnim teškoćama te se navode glavne karakteristike poučavanja učenika s intelektualnim teškoćama. Treće se poglavlje bavi primjenom IKT-a u odgoju i obrazovanju učenika s intelektualnim teškoćama gdje se opisuju tradicionalni načini upotrebe IKT-a, ali i korištenje digitalnih obrazovnih igara u odgoju i obrazovanju učenika s intelektualnim teškoćama. U sklopu navedenog poglavlja napravljeno je i istraživanje te analiza korištenja DOI za učenike s intelektualnim teškoćama kroz sustavni pregled literature. Četvrto poglavlje terminološki određuje pojam ontologije, navodi postojeće tipove ontologija te metodologije za izradu ontologije. Također, u ovom je poglavlju provedeno istraživanje i analiza korištenja ontologija u obrazovanju. Sljedeće, peto poglavlje sadrži okvir za procjenu DOI koji se temelji na skali procjene vještina u primjeni DOI učenika s intelektualnim teškoćama i kategorizaciji zahtjeva i funkcionalnosti DOI, a koji su također detaljno opisani u navedenom poglavlju. Uz navedeno, u petom su poglavlju definirana i pravila predlaganja DOI, navedeni pripadajući računalni postupci i algoritmi, a opisan je i postupak izrade ontologije kroz sve faze po odabranoj metodologiji. U šestom je poglavlju detaljno opisan model i postupak razvoja prototipa sustava za predlaganje DOI za učenike s intelektualnim teškoćama. Sedmo poglavlje sadrži

prikaz validacije sustava uz opis metodologije istraživanja, uzorka i mjernih instrumenata te rezultate istraživanja o učinkovitosti sustava kroz validaciju algoritama i samog sustava. Na kraju poglavlja navedena su i ograničenja istraživanja. Zadnje, osmo poglavlje zaključuje cjelokupni rad sažetkom najvažnijih dijelova uz moguća buduća istraživanja iz područja. Na kraju rada naveden je popis korištene literature, popis slika i tablica te su priloženi svi privitci korišteni tokom istraživanja.

2. UČENICI S INTELEKTUALNIM TEŠKOĆAMA

2.1. Dijagnostički kriteriji, etiologija i prevalencija intelektualnih teškoća

Prema novom izdanju DSM-V, dijagnostičkom i statističkom priručniku za duševne poremećaje, intelektualne teškoće neurorazvojne su teškoće koje karakteriziraju: (1) nedostaci u intelektualnom funkcioniranju to jest nedostaci u *“rasuđivanju, rješavanju problema, planiranju, apstraktnom razmišljanju, prosuđivanju, akademskom učenju i učenju iz iskustva”* i potvrđuju se kliničkom procjenom i individualiziranim standardnim IQ testiranjem, (2) nedostaci u adaptivnom funkcioniranju koji rezultiraju *“neuspjehom u ispunjavanju socio-kulturnih standarda”* (primjerice nedostatak prosudbe) i povezani su s intelektualnim oštećenjima, te (3) pojavnost do 18. godine života (American Psychiatric Association, 2013, str. 33). Vještine adaptivnog funkcioniranja uključuju skup konceptualnih, društvenih i praktičnih vještina koje je osoba usvojila u svrhu funkcioniranja u svakodnevnom životu (AAIDD, 2023; Not, 2008).

Pravilnik o osnovnoškolskom i srednjoškolskom odgoju i obrazovanju učenika s teškoćama u razvoju intelektualne teškoće definira kao *„stanja u kojima je značajno otežano uključivanje u društveni život, a povezano je sa zaustavljenim ili nedovršenim razvojem intelektualnog funkcioniranja, što je utvrđeno na osnovi medicinske, psihologijske, edukacijsko-rehabilitacijske i socijalne ekspertize“* (Narodne novine 24/2015, 2015), dok Okvir za poticanje i prilagodbu iskustava učenja te vrednovanje postignuća djece i učenika s teškoćama, intelektualne teškoće definira kao smanjenu *„sposobnost kojoj su svojstvena znatna ograničenja u intelektualnom funkcioniranju ... i u adaptivnom ponašanju (pojmovne, socijalne i praktične adaptivne vještine).“* (MZO, 2017, str. 4).

Etiologija intelektualnih teškoća nije jednoznačna, već podrazumijeva složene interakcije genskih, kromosomskih, prenatalnih, perinatalnih i postnatalnih čimbenika (Tarabić & Tomac, 2014). Ovo cjeloživotno stanje povezano je s nepotpunim razvojem mozga i funkcijama koje su utjecale na sve aspekte razvoja. Zbog nerazvijenosti središnjeg živčanog sustava koja se javlja tijekom ranog razvoja pojedinca, posljedice takvog stanja nije moguće u potpunosti ukloniti, ali je moguće potaknuti socijalni i kognitivni razvoj (Poredoš Lavor & Radišić, 2011). Učenici s intelektualnim teškoćama obično imaju teškoće u *„kognitivnom, motoričkom, slušnom, jezičnom i psihosocijalnom funkcioniranju“* (Vuijk, Hartman, Scherder, & Visscher,

2010, str. 956), a njihov školski uspjeh ovisi o njihovom kognitivnom funkcioniranju i adaptivnim vještinama. Nedostaci u adaptivnim vještinama su konceptualni (jezik, novac, koncepti vremena), društveni (interpersonalne i intrapersonalne vještine, prosuđivanje, socijalno rješavanje problema) i praktični (briga o sebi, aktivnosti svakodnevnog života, zanimanje) (Maulik, Mascarenhas, Mathers, Dua, & Saxena, 2011; Vuijk, Hartman, Scherder, & Visscher, 2010).

Intelektualne teškoće zahvaćaju 2-3% mlade populacije (Colpani & Homem, 2015), a u Europskoj uniji procjenjuje se da ukupno živi 3,5 milijuna osoba s intelektualnim teškoćama (Noonan Walsh, Keer, Van Schrojenstein, & De Valk, 2003). Hrvatski zavod za javno zdravstvo u Izvješću o osobama s invaliditetom u Republici Hrvatskoj za 2022. godinu navodi da u RH živi 624 019 osoba s invaliditetom, od toga 5% (31 291) osoba ima intelektualna oštećenja, dok ih 30,2% ima višestruka oštećenja u koja se najčešće ubrajaju i intelektualna oštećenja (Benjak, 2017). Također, od ukupnog broja djece s invaliditetom (69 953), 8 220 djece ima intelektualne teškoće, dok njih 21 165 ima višestruke teškoće, gdje većina te djece ima intelektualne teškoće udružene s nekom drugom vrstom teškoća (ERF, 2016).

2.2. Terminološko označavanje i obilježja učenika s intelektualnim teškoćama

Naziv mentalna retardacija arhaičan je i pejorativan pojam, kao takav on se koristio kao dijagnostička kategorija do 2015. godine (Jukić, Arbanas, & (Ur.), 2014). Napuštanjem jednodimenzionalnog određivanja pojma mentalne retardacije koje se temelji na kvocijentu inteligencije (IQ) (Bouillet, 2010), usvaja se naziv intelektualne teškoće zato što predstavlja kompleksan koncept koji uključuje biološke, psihološke i socijalne čimbenike (Gutierrez & Martorell, 2011). Time se određuje kao rezultat triju ključnih elemenata (Bouillet, 2010): sposobnosti osobe, njezine okoline i stvarnog funkcioniranja u socijalnom prostoru.

Intelektualno funkcioniranje još se i danas mjeri testovima inteligencije gdje se kao mjera uzima IQ, a granični rezultat kvocijenta inteligencije od 70 ili 75 jedan je od pokazatelja teškoća. Sukladno tome, u školama se ranije koristila podjela intelektualnih teškoća na lake (IQ od 50-69), umjerene (IQ 35-49), teške (IQ 20-34) i izrazito teške ili duboke (IQ ispod 20) intelektualne teškoće (Bouillet, 2010). No, kvocijent inteligencije nije dovoljan da bi se učenika dijagnosticiralo kao osobu s intelektualnim teškoćama (Woolfork, 2016.) pa je u usporedbi s

prethodnim izdanjem DSM-IV (American Psychiatric Association, 2000), definiranje intelektualnih teškoća promijenjeno je u 4 elementa domene (NLESD, 2014):

1. zamjena starog stigmatizirajućeg pojma mentalna retardacija,
2. naglašavanje kognitivnog, socijalnog i praktičnog funkcioniranja pojedinca (samoupravljanje),
3. smanjenje oslanjanja na psihometrijske IQ rezultate u korist sveobuhvatne procjene na temelju adaptivnog funkcioniranja i
4. brisanje četiri razine ozbiljnosti na temelju IQ testova.

Intelektualne teškoće nisu bolest niti psihički poremećaj, već stanje nerazvijenosti središnjeg živčanog sustava tijekom ranog razvoja jedinke te se zato ne može liječiti, ali se može stimulirati mogući razvoj (Poredoš Lavor & Radišić, 2011) pa je za učenike s intelektualnim teškoćama izrazito važna poticajna okolina za učenje u čemu se odražava mogućnost primjene IKT.

Kako IQ rasponi nisu savršeni pokazatelji individualne sposobnosti funkcioniranja, Taylor i sur. (Taylor, Richards, & Brady, 2005) preporučuju klasifikaciju koja se temelji na količini potpore koju osoba treba kako bi mogla funkcionirati na svojoj najvišoj razini. Ta potpora može biti:

- povremena (samo u nekim situacijama),
- ograničena (konzistentna, ali vremenski ograničena),
- proširena (svakodnevna briga) ili
- potpuna (stalna potpora u svim aspektima života),

što se neposredno odražava na stupanj samostalnog korištenja IKT.

Sukladno navedenim obilježjima, poučavanje učenika s intelektualnim teškoćama može predstavljati veliki izazov jer je napredak učenika relativno spor (ovisi o stupnju ozbiljnosti intelektualnih teškoća i pratećim teškoćama) što zahtjeva učestalo ponavljanje uputa za rad te samih radnji.

2.3. Poučavanje učenika s intelektualnim teškoćama

U prijedlogu Okvira za poticanje i prilagodbu iskustava učenja te vrednovanje postignuća djece i učenika s teškoćama navodi se kako učenici s intelektualnim teškoćama kao podskupina učenika s teškoćama trebaju sudjelovati u odgojno-obrazovnom procesu na istoj

osnovi kao i njihovi vršnjaci, što znači da između ostalog moraju imati „*priliku stjecati iskustva koja odgovaraju njihovim razvojnim sposobnostima i posebnostima uz jednake mogućnosti pristupa sadržajima i aktivnostima iz svih područja učenja na njima prilagođen način*“ (MZO, 2017, str. 37).

Moljord (2018) ističe da je obrazovni sadržaj ključan za usvajanje potrebnih vještina učenika, ali nedostaju specifična istraživanja kurikuluma za ovu skupinu učenika. Sadržaj kurikuluma i nastavni predmet normativni su i preskriptivni (Deng & Luke, 2008), iako se često raspravlja u kontekstu važnosti kurikuluma usmjerenog na akademske vještine naspram funkcionalnih životnih vještina (Alwell & Cobb, 2009; Shurr & Bouck, 2013). U posebnim ustanovama za odgoj i obrazovanje učenici se obrazuju po prilagođenom kurikulumu s fokusom na razvoj životnih vještina.

U procesu odgoja i obrazovanja učenika s intelektualnim teškoćama važna je svijest o individualnim razlikama između učenika pa je potrebno odabrati zanimljive aktivnosti i adekvatne didaktičke metode (Rocha, Bessa, Melo, Barroso, & Cabral, 2016) uzimajući u obzir prepreke koje se javljaju kao posljedica teškoća i dovode do digitalne isključenosti (Rocha, i dr., 2012), kao što su sporije učenje, niska razina razumijevanja pročitnog, ograničena fina motorika, smanjena prostorna percepcija, slabiji vid kao i koordinacija očiju ili ruku, slabija spretnost prstiju te sniženi prag preopterećenja informacijama (Friedman & Bryen, 2007; Rocha, Bessa, Melo, Barroso, & Cabral, 2016).

U tom se kontekstu IKT može iskoristiti kao pomoćno, ali i glavno sredstvo za stjecanje funkcionalnih znanja i fundamentalnih vještina s ciljem ostvarivanja prava na obrazovanje u skladu s mogućnostima svakog učenika.

Općenito, utjecaj IKT-a na učenike s teškoćama u razvoju prilično je neistraženo područje, naročito kada se govori o utjecaju istog na proces učenja djece s intelektualnim teškoćama pa posljedično tome postoji i vrlo mali broj IKT rješenja za spomenutu skupinu učenika (Williams, Jamali, & Nicholas, 2006). Osvrćući se na praksu, u poučavanju učenika s intelektualnim teškoćama najčešće se koriste nastavne metode i oblici koji stimuliraju sva učenikova osjetila (Adam & Tatnall, 2008) kako bi se povećala učenikova motivacija za usvajanjem nastavnih sadržaja. Uporaba IKT ne dovodi samo do povećanja motivacije, već i do povećanja performansi korisnika te bolje efikasnosti (Gutterman, Rahman, Supelano, Thies, & Yang,

2009), ali je i odgovorna ponuditi nove načine prijenosa znanja, mogućnosti komunikacije te alate koji pospješuju motivaciju i unapređuju učenje (Ribeiro, Moreira, & Almeida, 2009). Iz tog razloga učenici s intelektualnim teškoćama mogu i trebaju usvajati nove kompetencije (Jukić, Arbanas, & (Ur.), 2014) naročito iz domene informacijsko-komunikacijske tehnologije.

3. PRIMJENA INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE U ODGOJU I OBRAZOVANJU UČENIKA S INTELEKTUALNIM TEŠKOĆAMA

U ovom će poglavlju biti prikazani klasični i suvremeni oblici IKT-a koji se koriste u odgojno-obrazovnom procesu učenika s intelektualnim teškoćama, s naglaskom na suvremene oblike kao što je korištenje digitalnih obrazovnih igara.

3.1. Tradicionalna uporaba IKT-a u odgoju i obrazovanju učenika s intelektualnim teškoćama

Florian i Hegarty (2004) te Means (1994) razlikuju nekoliko kategorija IKT-a u obrazovanju učenika s teškoćama u razvoju prema načinu korištenja u podučavanju:

- IKT kao pomoćna tehnologija,
- IKT kao alat ili pomagalo,
- IKT kao tutor te
- IKT kao sustav procjene i organizacije.

3.1.1. IKT kao pomoćna tehnologija

Pomoćne tehnologije (*engl. assistive technology*) mogu imati veliku ulogu u premošćivanju barijera s kojima se susreću osobe s teškoćama u razvoju pa tako i one s intelektualnim teškoćama. Takve tehnologije podrazumijevaju pomoćne, prilagodljive i rehabilitacijske uređaje koje pojedincima omogućuju samostalno izvršavanje rutinskih poslova (Kirinić, Vidaček-Hainš, & Kovačić, 2010). Pomoćne se tehnologije mogu podijeliti u pet kategorija (NCREL, 2004):

1. pomoćne tehnologije za vid koje pomažu slijepim i slabovidnim učenicima (primjerice softver za prevođenje Brailleovog pisma, operacijski sustavi s govornom podrškom i sl.),
2. pomoćne tehnologije za komunikaciju koje pomažu učenicima sa slabim govornim vještinama (softveri za komunikaciju putem slika, softveri za pretvorbu teksta u govor i govor u tekst i sl.),
3. pomoćne tehnologije za pristup korisne za učenike s tjelesnim teškoćama (primjerice prilagođen miš i tipkovnica, softver za prepoznavanje govora i sl.),

4. pomoćne tehnologije za učenike s oštećenjem sluha (slušni aparat, fotografije, sustavi temeljeni na vibraciji i sl.),
5. pomoćne tehnologije za učenje koje pomažu učenicima s teškoćama u učenju i ponašanju (softveri za organizaciju, softveri za izradu umnih mapa i sl.).

Od prethodno navedenih tehnologija, zadnja je primarno namijenjena učenicima s intelektualnim teškoćama zato što se fokusira na teškoće vezane uz učenje, ponašanje i kogniciju. Pomoćne tehnologije za komunikaciju također pomažu učenicima s intelektualnim teškoćama jer je uslijed zakašnjelog kognitivnog razvoja najčešće otežana i komunikacija. Općenito, iako IKT kao tehnička potpora predstavlja najnižu razinu uporabe tehnologije u svrhu pospješivanja procesa učenja kod učenika s intelektualnim teškoćama, Wehmeyer i sur. (1998) navode kako korištenje pomoćne tehnologije za osobe s intelektualnim teškoćama povećava neovisnost, sposobnost integracije i odlučnost. Dodatno, Parette (1997) navodi kako pomoćna tehnologija pozitivno utječe na intrapersonalne i interpersonalne odnose, osjetilne i kognitivne sposobnosti i mogućnosti, komunikacijske vještine, motoričke sposobnosti te brigu o sebi.

3.1.2. IKT kao alat ili pomagalo

Učenici s intelektualnim teškoćama mogu koristiti IKT kao alat ili pomagalo u vidu različitih edukativnih softvera kako bi iskusili svakodnevne životne situacije (primjerice odlazak u kupovinu, banku, osobna higijena, snalaženje u prostoru, donošenje odluka i sl.) te približili obrazovne sadržaje vezane uz matematiku, čitanje, vokabular, poboljšanje vještina rješavanja problema i priprema na osobnu sigurnost, integraciju te eventualno strukovno obrazovanje (Saridaki, Gouscos, & Meimaris, 2008).

U svrhu unaprjeđenja kvalitete života osoba s intelektualnim teškoćama, Ferreras i sur. (2017) kreirali su idICT projekt, to jest program treninga kojem je cilj poboljšati kompetencije osoba s intelektualnim teškoćama preko *online* platforme koja uključuje inicijalni odabir aplikacija koje su se pokazale korisnim u svrhu podizanja kvalitete života. Kroz istraživanje identificirana su i grupirana IKT rješenja koja će obuhvaćati sustav, te je razvijen program treninga, radni materijali kao i e-trening platforma. Odabrana IKT rješenja za e-trening platformu sadrže osnovne informacije, tutorijale, smjernice, primjere i praktične aktivnosti. Validacija kreiranog sustava završila je u srpnju 2017. godine međutim rezultati iste nisu javno dostupni.

Nadalje, Saad i sur. (2015) kreirali su pomoćni obrazovni sustav za generiranje multimedijских tutorijala na temelju Mayerove kognitivne teorije multimedijskog učenja (Mayer & Alexander, 2011) te Skinnerovog modela instrumentalnog (operantnog) uvjetovanja (Staddon & Cerutti, 2003). Sustav je po svom sadržaju usklađen s Katarskim kurikulumom za učenike s teškoćama u razvoju, a pokriva područja iz matematike, znanosti, čitanja, pisanja, religije i društvenog života. Implementiran je s dva modula – jedan koji je unaprijed dizajniran prema kurikulumu (*engl. static tutorials*) te drugi koji služi za izradu tutorijala (*engl. dynamic tutorials*) korištenjem: obrade teksta, građenjem ontologija te dinamičkim dohvatom *online* multimedijalnih elemenata. Dinamički tutorijali omogućuju nastavnicima izradu tutorijala za određenu nastavnu jedinicu direktno na nastavi. Sustav je testiran na 100 učenika s intelektualnim teškoćama iz Shafallah centra u Dohi. Učenici odražavaju razinu kognitivnog funkcioniranja osmogodišnjaka, od kojih polovica ima dijagnosticiran sindrom Down, a polovica intelektualne teškoće druge etiologije. U istraživanju je sudjelovalo i 20 edukacijskih rehabilitatora kako bi asistirali učenicima u rješavanju zadataka. Autori navode da su oba tutorijala pokazala izvrsne rezultate na kognitivne mogućnosti učenika s intelektualnim teškoćama omogućujući im bolje učenje, bolje rezultate te višu motivaciju. Samo 2,5% učenika odbilo je sudjelovanje zbog zvukova koje su smatrali stresnim, a 5% ih je smatralo da je koncept povezivanja nastavne jedinice i multimedijских elemenata pretežak.

3.1.3. IKT kao tutor

Means (1994) te Kirinić i sur. (2010) navode kako tutorski programi predstavljaju „*dugotrajnu vrstu nastave pomoću tehnologije*“ koja pomaže nastavnicima „*individualizirati učenje kroz rad vlastitim tempom učenika*“. Takav način rada prvotno je bio poznat pod nazivom CAI (*engl. Computer Assisted Instruction*) koji se određuje kao metoda instrukcije koja koristi računalo kao sredstvo za pomoć u identificiranju i ispunjavanju individualnih potreba učenika (Anderson, 1986). Na taj je način računalo omogućavalo izgradnju istraživačkog okruženja za učenje čime se pospješuje vježba i praksa u svrhu boljeg usvajanja znanja i vještina. Danas računalom potpomognuti pristupi podučavanju pružaju prilagodljivu platformu za učenje te omogućuju učenicima s intelektualnim teškoćama proživljavanje stvarnih životnih situacija kroz interakciju u simuliranim scenarijima (Choi, Wong, & Chung, 2012). Tako primjerice mogu naučiti različite rute korištenjem prostorne navigacije u virtualnom okruženju (Mengue-Topio, Courbois, Farran, & P., 2011), vježbati donošenje odluka pomoću interaktivne računalne

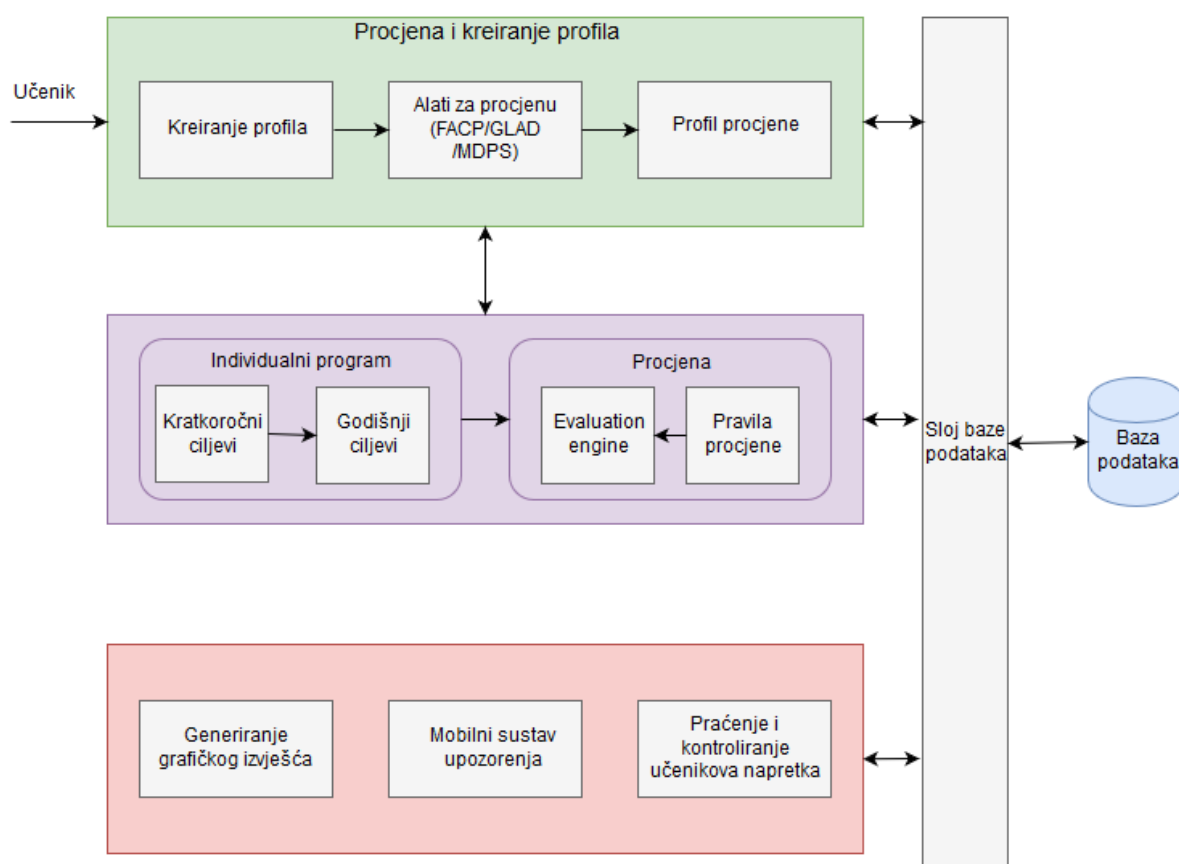
grafike (Bailey, Willner, & S., 2011) te učiti timski rad (Shih, Shih, & Wang, 2010). Također, Sharma i Swadia (2016) navode kako je kod adolescenata s intelektualnim teškoćama (eksperimentalna skupina) značajno poboljšana fonološka svijest, prepoznavanje riječi i slova kroz program intervencije čitanja s računalnim materijalima, u odnosu na svoje vršnjake koji su isti program intervencije čitanja pohađali bez računala (kontrolna skupina). Uzorak u istraživanju obuhvaćao je 28 učenika s lakim stupnjem intelektualnih teškoća, a intervencija je trajala 120 dana. Utvrđeno je da CAI ima značajnu ulogu u razvoju auditivnih vještina i vizualne percepcije. Naime, učenici su bili u stanju bolje prepoznati zvuk, visoke i niske tonove, ritam teksta, bolje slijediti upute i ponavljati učiteljeve riječi. Također, nakon intervencije mogli su koristiti vještinu prepoznavanja riječi za identificiranje pisanih riječi, dok su istovremeno mogli koristiti svoje opće verbalno znanje i sposobnost razumijevanja jezika za konstruiranje značenja onoga što čitaju (Sharma & Swadia, 2016).

Razvojem multimedije pojavili su se i tzv. adaptivni ili prilagodljivi hipermedijski sustavi (*engl. Adaptive Hypermedia Systems – AHS*) koji koriste inteligentnu komponentu i u stanju su dinamički mijenjati sadržaj nastavnih materijala (Czarkowski & Kay, 2003). Na taj način učenici samostalno uče budući da im sustav individualno prilagođava nastavne materijale prema njihovim mogućnostima i dosadašnjem predznanju. Alja'am i sur. (2011) kreirali su sustav koji koristi multimedijske elemente kako bi se učenicima s umjerenim stupnjem intelektualnih teškoća približilo razumijevanje koncepata življenja te jačalo samopouzdanje. Osnovni ciljevi projekta bili su: razviti tutorski sustav baziran na arapskom pismu koji nudi jednostavne rečenice, video isječke, slike i zvukove na arapskom; unaprijediti mišljenje i pamćenje kroz igre na različitim razinama koje su pomoću inteligentnih algoritama povezani s tutorskim sustavom; uključiti roditelje u proces učenja dajući im mogućnost nadopunjavanja sadržaja sustava; te pomoći učeniku unaprijediti razumijevanje elektroničkog teksta kroz ekstrakciranje ključnih riječi iz teksta i povezivanje istih sa slikama, zvukom i animacijama. Izrađena je i studija upotrebljivosti te otkriveno kako učenici bolje uče kada su slike u sustavu direktno iz njihove okoline (Alja'am J. , i dr., 2011).

Noviji način upotrebe IKT-a kao tutora predstavlja ITS (*engl. Intelligent Tutoring System*) naročito na mobilnim platformama što nudi bolje mogućnosti integracije učenika s intelektualnim teškoćama u društvo (Conde, i dr., 2010).

3.1.4. IKT kao sustav procjene i organizacije

Odgoj i obrazovanje učenika s intelektualnim teškoćama samo po sebi veliki je izazov zato što edukacijski rehabilitatori moraju utvrditi učenikove individualne funkcionalne mogućnosti na temelju raznih testova, ali i ostalih elemenata, te planirati njegove odgojne i obrazovne aktivnosti bazirajući se na individualne potrebe i mogućnosti. Iz tog su razloga nastali sustavi (alati) za procjenu učenikova stanja kako bi se olakšalo kreiranje posebnog programa s individualnim zahtjevima. Takav su alat za procjenu kreirali Johny i sur. (2012) pod nazivom „Punarjani“ – web alat koji implementira različite skale i provjerne popise za procjenu učenikova stanja (primjerice *BASIC-MR – Behavioral Assessment Scales for Indian Children with Mental Retardation*, *MDPS – Madras Developmental Programming System*, *FACP – Functional Assessment Checklists for Programming*). Mandula i sur. (2016) predložili su okvir za procjenu i planiranje učenikovog obrazovanja temeljenog na individualnim potrebama i mogućnostima. Predloženi okvir nudi sučelja za edukacijske rehabilitatore, ali i roditelje tako da u bilo kojem trenutku mogu pristupiti i redovito pratiti učenikov napredak te u skladu s tim kreirati nastavne materijale. Prijedlog kreiranog okvira nalazi se na slici 1.



Slika 1. Okvir procjene za učenike s intelektualnim teškoćama (Mandula, i dr., 2016)

Modul za procjenu i kreiranje učenikova profila (*engl. Child Profiling and Assessment*) služi za inicijalnu procjenu učenika na temelju jednog od standardiziranih upitnika i provjernih popisa (*engl. checklista*) ovisno o njegovim funkcionalnim mogućnostima i individualnim potrebama. Nakon procjene kreira se učenikov profil i sprema u bazu podataka. Modul individualnog programa (*engl. IEP – Individualized Education Program*) služi za kreiranje kratkoročnih i dugoročnih ciljeva odnosno planiranje i programiranje nastave na temelju učenikova profila. Modul procjene (*engl. Promotion policy*) služi za evaluaciju učenikova napretka svakih tri, šest i devet mjeseci. Na temelju prikupljenih podataka može se mijenjati strategija poučavanja učenika uključujući i sredstva učenja kako bi se proces odgoja i obrazovanja individualizirao. Moduli za grafičko izvješće, sustav upozorenja i praćenje služe za generiranje izvješća procjene kako bi se pratio učenikov napredak po mjesecima. Također izvješća se mogu koristiti za analizu snaga i potreba svakog učenika.

Yohny i Harish (2016) kreirali su sustav „Prayatna“ koji pruža cjelokupno okruženje za strukovno obrazovanje uključujući procjenu profesionalne spremnosti i procjenu sposobnosti pojedinca. Namijenjen je osobama s intelektualnim teškoćama starijim od 18 godina. Sustav omogućuje procjenu stanja korisnika na temelju njegovih individualnih interesa, vještina i mogućnosti kroz standardizirane i nestandardizirane testove. Nakon procjene korisniku se nudi određeni posao koji je razlomljen na glavne i sporedne zadatke te korisnik označuje zadatke koje je uspješno obavio (*checklista*). Na kraju sustav generira sumarni izvještaj za svakog korisnika. Naveden sustav integriran je u već spomenuti sustav „Punarjjani“ čime je zapravo digitalizirano obrazovanje za učenike s intelektualnim teškoćama već od pete godine života na dalje.

Sažetak odabranih sustava koji predstavljaju klasični način uporabe IKT-a za učenike s intelektualnim teškoćama prikazan je u tablici 1.

Tablica 1. Pregled postojećih sustava

Značajke sustava	Ciljna skupina	Područje	Način evaluacije	Izvor
IKT kao alat ili pomagalo				
Pomoćni obrazovni sustav (<i>engl. Multimedia-based learning system</i>) za generiranje i kreiranje multimedijских tutorijala prema kurikulumu.	edukacijski rehabilitatori	općeobrazovne kompetencije	eksperiment	(Saad, Dandashi, Aljaam, & Saleh, 2015)
idICT – <i>online</i> platforma s inicijalnim odabirom aplikacija koje su se pokazale korisne u svrhu podizanja kvalitete života učenika s IT.	učenici	životne kompetencije	evaluacija planirana, ali nije dostupna	(Ferrerias, Poveda, Quílez, & Poll, 2017)
IKT kao tutor				
3DVIA VIRTOOLS – alat za kreiranje virtualnog okruženja s ciljem usvajanja različitih ruta i skraćenica od mjesta A do mjesta B.	učenici	prostorne kompetencije	eksperiment	(Mengue-Topio, Courbois, Farran, & P., 2011)
MCDPA – iako se radi o alatu koji se ubraja u pomoćne tehnologije, učenici su prakticirali rad u grupi kako bi postigli zajednički cilj.	učenici	rad u grupi	studija slučaja	(Shih, Shih, & Wang, 2010)
Tutorski sustav koji daje jednostavne rečenice, video isječke, slike i zvukove na arapskom, povezan je s različitim igrama koje pospješuju pamćenje te omogućuje ekstrahiranje ključnih riječi iz teksta i povezivanje sa slikama i zvukom s ciljem razumijevanja koncepta življenja i razvijanja samopouzdanja.	učenici	čitanje, razumijevanje i pamćenje	nije provedena evaluacija	(Alja'am J. , Jaoua, Alhazbi, Hassan, & Elsaddik, 2011)
EACCID – skup alata i provjernih popisa za unapređenje čitanja, razumijevanja, pisanja i socijalnih vještina.	učenici	čitanje i razumijevanje	eksperiment	(Sharma & Swadia, 2016)
IKT kao sustav procjene i organizacije				
Punarjjani – web alat koji implementira različite skale i provjernih popisa za procjenu učenikova stanja.	edukacijski rehabilitatori	procjena učenika	nije provedena evaluacija	(Johny, Harish, & Anoop, 2012)
Okvir za procjenu i planiranje učenikovog obrazovanja temeljenog na individualnim potrebama i mogućnostima,	edukacijski rehabilitatori i roditelji	procjena i planiranje obrazovanja	nije provedena evaluacija	(Mandula, i dr., 2016)

moguće je pristupiti i redovito kontrolirati učenikov napredak i na temelju toga kreirati nastavne materijale.				
Prayatna – okruženje za strukovno obrazovanje uključujući procjenu profesionalne spremnosti i procjenu sposobnosti pojedinca.	učenici stariji od 18 godina	strukovno obrazovanje	nije provedena evaluacija	(Johny & Harish, 2016)

Izvor: (Stančin & Hoić-Božić, 2019)

Budući da podjela prema Means (1994) prvotno datira iz 1994. godine te je bila još aktualna 2004. godine (Florian & Hegarty, 2004) i 2010. godine (Kirinić, Vidaček-Hainš, & Kovačić, 2010), a novije podjele nisu napravljene, potrebno je suvremene načine obrazovanja pomoću IKT za učenike s intelektualnim teškoćama posebno izdvojiti. Jedan se od novijih načina upotrebe IKT-a odnosi na upotrebu digitalnih obrazovnih igara u odgojno-obrazovne svrhe. Specifičnost ovakvog načina uporabe IKT u obrazovanju učenika s intelektualnim teškoćama jest što se ne može svrstati u samo jednu od prethodno spomenutih kategorija, već se radi o integriranom pristupu koji omogućuju korištenje IKT-a na višim razinama uz jednu dominantnu tehnologiju.

3.2. Korištenje digitalnih obrazovnih igara u odgoju i obrazovanju učenika s intelektualnim teškoćama

Uključivanje digitalnih igara u domenu odgoja i obrazovanja predstavlja produktivan i uspješan poduhvat (Karagianni & Drigas, 2022) jer unapređuje razvoj akademskih i adaptivnih vještina na način da se uči i usvajaju nove vještine na zabavan način (Hernandez-Lara, Martinez-Garcia, & Caro, 2023). Također, kombinirajući digitalne obrazovne igre s teorijama i modelima metakognicije, svjesnosti (*engl. mindfulness*), meditacije i emocionalne inteligencije, kao i s okolišnim čimbenicima te prehranom znatno poboljšava obrazovnu praksu (Drigas & Mitsea, 2021; Karagianni & Drigas, 2022). Time igra postaje važno sredstvo za upoznavanje samog sebe i okoline te razvoj učenikove socijalizacije. Digitalne obrazovne igre, osim svoje zabavne uloge, često služe kao važni intervencijski alati za učenike s intelektualnim teškoćama jer omogućuju pružanje jednakih obrazovnih prilika (Brandio, i dr., 2010), ravnopravni pristup tržištu rada, bolje prilike za samostalan život i aktivno sudjelovanje u zajednici.

3.2.1. Učenje temeljeno na igri

Korištenje igre kao medija za svladavanje određenih ishoda učenja omogućuje djeci istraživanje i razumijevanje svijeta oko sebe te oponašanjem elemenata igre povećanje kreativnosti i mašte (Piaget, 1962).

Učenje temeljeno na igri (*engl. Game-Based Learning – GBL*) i gamifikacija/igrifikacija (*engl. Gamification*) sve se češće koriste u obrazovanju. Učenje temeljeno na igri podrazumijeva korištenje didaktičkih igara u svrhu ostvarivanja određenih ishoda učenja (Shaffer, Halverson, Squire, & Gee, 2005). Kako takvo učenje u svojoj definiciji ne podrazumijeva da didaktička igra mora biti u digitalnom obliku, uvodi se pojam učenja temeljenog na digitalnim igrama (*engl. Digital Game-Based Learning – DGBL*) što uključuje igre na računalu.

Učenje temeljeno na igri proces je učenja pomoću igara (Prensky, 2003; Gee, 2003; Whitton, 2009; Rugelj, 2016) kako bi se postigli određeni ishodi učenja (Shaffer, Halverson, Squire, & Gee, 2005). Vrlo je slično pojmu učenje temeljeno na problemu (*engl. problem-based learning*), samo što je ovdje scenarij problema integriran u igru (Tsai & Fan, 2013). Učenje temeljeno na igri uključuje dizajn obrazovnih ili ozbiljnih igara te zahtijeva od edukatora integraciju najboljih praksi igara u tradicionalni proces dizajniranja kurikuluma (Sereti, i dr., 2020; Alaswad & Nadolny, 2015). Sintagma učenje temeljeno na digitalnim igrama ima dodatno ograničenje – igre moraju biti u digitalnom obliku. U tom smislu učenje temeljeno na (digitalnim) igrama interpretira što studenti rade pri korištenju digitalnih igara kako bi postigli ishode učenja. Prednosti korištenja pristupa učenju temeljenom na (digitalnim) igrama uključuje (Woo, 2014, str. 142): kognitivni rast i digitalnu pismenost, socijalno-emocionalni rast i razvoj mekih vještina, poboljšane vještine odlučivanja i rješavanja problema, razvoj kritičkog mišljenja, poboljšano okruženje za suradnju i komunikaciju, pozitivno konkurentno okruženje, rast samopoštovanja i autonomije, progresivno učenje kroz iskustvo, nagrađujući osjećaj napredovanja i postignuća te učenje usmjereno na učenika i povratnu informaciju.

Uz pojam učenje temeljeno na digitalnim igrama vežu se i pojmovi obrazovne igre, ozbiljne igre i igrifikacija te pojmovi virtualna i proširena stvarnost. Pojam obrazovne igre (*engl. educational game – EG*), a također se koriste i pojmovi: *instructional games*, *games for learning*) podrazumijeva aplikacije koje koriste tehnologije igri – igranje igre i pričanje priča kako bi se kreirao obrazovni sadržaj (Tang, Hanneghan, & El Rhalibi, 2007; Yue & Mat Zin,

2009), no imaju nizak faktor zabave što uzrokuje nepotpuno zadovoljenje korisnikovih želja i očekivanja (Tang, Hanneghan, & El Rhalibi, 2007). Navedeno implicira da se obrazovne igre koriste kao alat za uvježbavanje činjeničnog znanja što znači da ne iskorištavaju sve prednosti za otkrivanje novog znanja (Kiili, 2005).

S druge strane, ozbiljne igre (*engl. serious games – SG*) koriste resurse i tehnike iz područja video igara kako bi se zadovoljili i obrazovni ciljevi, a ne samo postigla zabava (Smith P. , 2008; Girard, Ecalte, & Magnan, 2013). Prayaga i Rasmussen (2008, str. 11) navode kako su ozbiljne igre one koje „*pomažu u razvijanju vještina, učenju novog jezika ili usvajanju konceptualnog znanja*“. U tom smislu zadaća je pedagogije da igre budu „ozbiljne“, ali jako je važno da faktor zabave bude na prvom mjestu (Zyda, 2005). To znači da instrukcijski sadržaj mora biti dobro uklopljen u karakteristike igre (Garris, Ahlers, & Driskell, 2002), a to omogućuje učeniku u prvom redu zabavu na način da zaboravi na dio igre koji se odnosi na učenje iako je učenje „*konstantno prisutno i iznova prezentirano s novim konceptima koje je potrebno usvojiti kako bi se napredovalo u igri*.“ (Rugelj, 2016, str. 96). Isto tako, ozbiljne igre moraju imati dobro definirane obrazovne ishode i pozitivan utjecaj na razvoj novih vještina ili usvajanje novog znanja (Zapušek, Cerar, & Rugelj, 2011).

Dodatno, igrifikacija/gamifikacija pojam je koji se često povezuje s prethodno spomenutim pojmovima i sintagmama, a predstavlja uporabu elemenata igre kako bi se angažiralo i zaokupilo sudionike te motiviralo ih u situacijama koje same po sebi nisu igra (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011; Strmečki, Bernik, & Radošević, 2015). Najčešće korišteni elementi igrifikacije su bodovi, postignuća, značke, razine, izazovi, vremenski ograničene aktivnosti i sl. (Glover, 2013). Kapp (2012) definira igrifikaciju kao korištenje mehanike, estetike i načina razmišljanja karakterističnih za igru kako bi se angažirali sudionici, motiviralo njihovo djelovanje, promoviralo učenje i riješili problemi. Glavni argument zašto se igre koriste u odgojno-obrazovne svrhe jest motivacija (Plass, Homer, & Kinzer, 2015) jer prethodno navedeni elementi igre motiviraju učenike da kroz dulje vremensko razdoblje ostanu angažirani i ostvare cilj. Učenici s intelektualnim teškoćama na taj način mogu iskusiti svakodnevne situacije pomoću igranja uloga ili jednostavnim praktičnim vježbama (Saridakis, Gouscos, & Meimaris, 2008).

Virtualna stvarnost (*engl. Virtual Reality – VR*) predstavlja repliku stvarnoga svijeta baziranog na računalnoj grafici i 3D svijetu gdje korisnici kreiraju sadržaj i u interakciji su s digitalnom

okolinom (Pensieri & Pennacchini, 2014). Prema Liou i Chang (2018) postoje dvije osnovne vrste sustava za virtualnu stvarnost:

1. *sustavi orijentirani na igru* koji imaju striktna pravila, limitirane aktivnosti i specifične uloge,
2. *društveno orijentirani sustavi* koji omogućuju slobodno kreiranje likova i slobodu kretanja u virtualnom okruženju.

Proširena stvarnost (*engl. Augmented Reality – AR*) naziv je za tehnologije koje povezuju stvarni i virtualni svijet (Duval, Sharples, & Sutherland, 2017), takva je tehnologija interaktivna i koristi tri glavne komponente – računalni vid, obradu slike i računalne digitalne tehnike kako bi integrirala virtualni sadržaj u fizički svijet u realnom vremenu (Al-Hammadi, Aldarwish, A.H., & Zemerly, 2018). Proširena se stvarnost počinje intenzivnije koristiti tek u zadnjem desetljeću, ali kvalificirana radna snaga i visoki troškovi još su uvijek glavne prepreke u masovnom korištenju iste (Colpani & Homem, 2015). S druge strane, takva tehnologija omogućuje intuitivan odnos korisnika i računala, povratnu informaciju kroz sliku, zvuk, animaciju, prilagodbu, jednostavnost, veću motivaciju i angažman (Kiner & Kiner, 2011).

3.2.2. Utjecaj digitalnih obrazovnih igara na usvajanje vještina svakodnevnog življenja

Iako postoje brojna istraživanja koja ispituju utjecaj igara na opću (tipičnu) populaciju učenika, vrlo se mali broj istraživanja bavilo utjecajem igara na učenike s intelektualnim teškoćama. Jedno od rijetkih istraživanja proveli su Sigh i Agarwal (Sigh & Agarwal, 2013) s ciljem ispitivanja utjecaja računalnih igara na podučavanje matematičkih koncepata na uzorku od 18 djece. Uzorak su činili učenici s blagim i umjerenim stupnjem intelektualnih teškoća u dobi od 6 do 16 godina. Eksperimentalna je grupa bila poučavana pomoću igre na računalu dok je kontrolna skupina bila poučavana na konvencionalan način. Ispitivale su se vještine računanja, vještine vezane uz vrijeme te vještine vezane uz novac i raspolaganje novcem. Rezultati su pokazali da je eksperimentalna skupina postigla bolje rezultate u sva tri područja testiranja čime je utvrđeno da se učenjem pomoću računalnih igara mogu postići bolji rezultati u djece s intelektualnim teškoćama.

Nadalje, Saridaki i sur. (2008) kreirali su EPINOISI projekt koji je imao za cilj razvoj edukativnih materijala temeljenih na igri za učenike s blagim stupnjem intelektualnih teškoća. Projekt se

temeljio na igrama koje već postoje te na materijalima programa Scratch, a pokrivali su jezične i matematičke vještine, interpersonalnu komunikaciju, upoznavanje života odrasle osobe, kao i digitalnu kreativnost te igre za slobodno vrijeme.

Kako bi djeci i adolescentima s intelektualnim teškoćama približili zdrave prehrambene navike, Isasi i sur. (2013) izradili su aplikaciju za tablet koja se temelji na skupu manjih igara s različitim funkcionalnostima i ciljevima. Svrha je prve igre staviti zdrave namirnice u zdjelu kako bi se napravila salata. U drugoj je igri cilj povući pravu namirnicu na stol kako bi se napravio zdrav doručak. Preliminarni rezultati studije slučaja pokazali su da su se korisnici zabavili igrajući igru i da bi je ponovno zaigrali. Kreatori su aplikacije prilikom izrade vodili računa o tome da učenici dobiju povratnu informaciju odmah po završetku zadatka te da igra koristi poznate simbole iz igračeve neposredne okoline.

Colpani i Homem (2015) ponudili okvir za učenje pomoću proširene stvarnosti i igrifikacije koji nudi dodatnu podršku učenicima s intelektualnim teškoćama u procesu učenja. Zahtjevi sustava kreirani su na temelju podataka prikupljenih putem intervjua s edukacijskim rehabilitatorima i psiholozima, a realizirani pomoću alata Unity i programskog jezika C#. Kako bi sustav bio prigodan za različite učenike, kreirana su dva stupnja težine uzimajući u obzir razlike u kognitivnim sposobnostima učenika. Na prvoj razini učenici grupiraju objekte koji pripadaju životinjama, odnosno voću. Učenici odabiru oznake s nazivima i stavljaju ih pred kamere, nakon čega se na računalu stvori slika odabrane životinje/voća te računalo izgovori naziv životinje/voća. Druga razina odnosi se na povezivanje riječi s objektima. Od učenika se pritom očekuje, kao i na prvoj razini, da odaberu oznaku s nazivom, te od ponuđena tri izbora onaj naziv životinja/voća koji su odabrali.

3.3. Istraživanje i analiza korištenja digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama

U svrhu pregleda područja digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama za izradu disertacije napravljen je sustavni pregled literature o korištenju digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama (Stančin, Hoić-Božić, & Skočić Mihić, 2020).

Prije samog sustavnog pregleda literature, pronađena su već postojeća istraživanja koja su se bavila sličnim područjem. Tako su Cano, García-Tejedor i Fernández-Manjón (2015a; 2015b)

identificirali i pregledali dostupnu literaturu o ozbiljnim igrama za osobe s intelektualnim teškoćama i klasificirali igre koje su pronašli u četiri kategorije ishoda učenja u ozbiljnim igrama – kognitivne vještine, motoričke vještine, afektivno učenje i komunikativno učenje. Provodeći istraživanje, fokus je stavljen na poremećaj autističnog spektra (PAS) i Downov sindrom (DS). Nakon primjene kriterija uključivanja odabrana su i analizirana 43 znanstvena rada, te je zaključeno da je u većini pronađene literature razvijena ozbiljna igara za pojedince sa specifičnim teškoćama jer se radi o heterogenosti vještina koje pojedinci posjeduju, no većina istraživanja imala je pozitivan rezultat – ispitanici su stekli nove vještine koristeći ozbiljne igre.

Jiménez, Pulina i Lanfranchi (2015) napravili su pregled literature o korištenju videoigara za osobe s intelektualnim teškoćama. Ovdje su u fokusu bila djeca, adolescenti, mladi i starije osobe s intelektualnim teškoćama, a jedan od kriterija selekcije bio je da su znanstveni radovi usmjereni na dizajn koji testira učinke video ili računalnih igara. Ovdje je 11 znanstvenih radova analizirano sa zaključkom da se video igre uspješno koriste za poboljšanje nekoliko kognitivnih sposobnosti osoba s intelektualnim teškoćama.

Tsikinas i Xinogalos (2018) napravili su sustavni pregled literature o učincima ozbiljnih igara na osobe s intelektualnim teškoćama i PAS-om. U istraživanje su bili uključeni znanstveni radovi nakon 2005. godine i radovi koji su uključivali testiranje igara. Na taj način obrađeno je 54 znanstvena rada koji su kategorizirani na temelju ograničenja u intelektualnom funkcioniranju i adaptivnom ponašanju osoba s intelektualnim teškoćama ili PAS-om. Većina obrađenih znanstvenih radova imala je pozitivan učinak na osobe s intelektualnim teškoćama ili PAS-om na način da su osobe s PAS-om imale bolje socijalne i komunikacijske vještine, a osobe s intelektualnim teškoćama bolje konceptualne i kognitivne vještine.

Cano, García-Tejedor i Fernández-Manjón (2015a; 2015b) klasificirali su znanstvene radove prema: stjecanju znanja kroz dizajn ili prilagodbu igara, obrascima i ponašanjima u igrama, te prema metodologiji za dizajn ili razvoj igara. Jiménez, Pulina i Lanfranchi (2015) u svom su se istraživanju usredotočili na učenje temeljeno na digitalnim obrazovnim igrama ili video igrama, također stavljanjem fokusa na učinke igara na učenike, ali nisu kategorizirali prikupljene znanstvene radove, dok su Tsikinas i Xinogalos (2018) klasificirali svoje znanstvene radove prema vještinama – adaptivno ponašanje i intelektualno funkcioniranje zasebno za intelektualne teškoće i PAS.

Uvidom u postojeća istraživanja pokazalo se da nijedan od pronađenih nije analizirao korištenje DGBL-a samo za učenike s intelektualnim teškoćama, već su uključivali učenike s PAS-om ili mlade i starije odrasle osobe. Zaključak iz prvog pregleda koji su proveli Cano, García-Tejedor i Fernández-Manjón (2015a; 2015b) istaknuo je potrebu za identificiranjem, implementacijom i testiranjem najbolje prakse kako bi se stvorila opća metodologija za pojednostavljenje procesa stvaranja učinkovitih igara. Jiménez, Pulina i Lanfranchi (2015) zaključili su da je relevantno proučavati neposredne učinke videoigara na kognitivne sposobnosti i da je važno definirati najvažnije karakteristike igara kako bi bile korisne osobama s intelektualnim teškoćama. Istraživanje od Tsikinasa i Xinogalosa (2018) ističe važnost osmišljavanja ozbiljnih igara za usvajanje adaptivnog ponašanja i intelektualnih vještina. U radu se također navodi da je važno pronaći istraživanja i programska rješenja kreirana isključivo za učenike s intelektualnim teškoćama, a ne rješenja koja su prilagođena učenicima s PAS ili cerebralnom paralizom (CP) koji također mogu imati intelektualne teškoće jer njihove obrazovne potrebe i mogućnosti mogu biti složenije, u usporedbi s učenicima s intelektualnim teškoćama te njihova primarna teškoća može posredno utjecati na korištenje IKT-a u procesu učenja.

Tako je primjerice istraživanje Breretona, Tongea i Einfelda (2006) utvrdilo da mladi s PAS-om znatno više pate od emocionalnih problema i problema u ponašanju u odnosu na mlade osobe s intelektualnim teškoćama. U spomenutom istraživanju sudjelovao je 381 sudionik s PAS-om, te reprezentativna skupina od 581 mlade osobe s intelektualnim teškoćama u dobi od 4 do 18 godina. Roditelji ili skrbnici pružili su pojedinosti o emocionalnim problemima i problemima u ponašanju svoje djece ili štíćenika koristeći Kontrolnu listu razvojnog ponašanja (DBC-P) (Einfeld, i dr., 2002). Istraživanje navodi da povećani problemi mentalnog zdravlja kod djece s PAS-om mogu biti rezultat većeg stresa koji djeca doživljavaju u interakciji s okolinom, što također utječe na korištenje IKT-a, naročito digitalnih obrazovnih igara u obrazovne svrhe (Brereton, Tonge, & Einfeld, 2006).

Slični rezultati dobiveni su u istraživanju Matsona, Riveta, FodStada, Dempseyja i Boisjolija (2009) gdje je 337 odraslih osoba sudjelovalo u procijeni korištenjem Vinelandove skale adaptivnog ponašanja (Sparrow, Balla, & Cicchetti, 1984) kako bi se ispitalo postoje li razlike između odraslih osoba s PAS-om i intelektualnim teškoćama zajedno i odraslih osoba samo s intelektualnim teškoćama. Rezultati su pokazali da su pojedinci samo s intelektualnim

teškoćama pokazali veću usvojenost adaptivnih vještina u svim domenama funkcioniranja – komunikaciji, svakodnevnom životu i socijalizaciji (Matson, Rivet, Fodstad, Dempsey, & Boisjoli, 2009).

3.3.1. Svrha i cilj sustavnog pregleda literature

Kao što je navedeno u prethodnom poglavlju, dosadašnji pregledi literature nisu se bavili tematikom digitalnih obrazovnih igara specifično i isključivo za učenike s intelektualnim teškoćama pa je napravljen vlastiti sustavni pregled literature, koji slijedi upute za provođenje sustavnog pregleda literature istraživanja informacijskih sustava od Okoli i Schabram (2010) jer zadovoljava potrebe istraživača iz područja informacijskih sustava koji moraju kombinirati metode istraživanja društvenih znanosti (informacijsko komunikacijske) i tehničkih znanosti (računarstva).

Svrha je ovog sustavnog pregleda literature istražiti područje digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama kako bi se mogle bolje odrediti funkcionalnosti i sadržaj prototipa sustava za predlaganje digitalnih obrazovnih igara.

Cilj sustavnog pregleda literature jest saznati koje se tehnologije i igre koriste za postizanje učenja temeljenog na digitalnim obrazovnim igrama za učenike s intelektualnim teškoćama, za koje se sposobnosti, vještine i nastavne predmete razvijaju igre, koje su karakteristike sudionika u istraživanju i koje se metode testiranja koriste za evaluaciju igara razvijenih za učenike s intelektualnim teškoćama, te imaju li sustavi učenja temeljenog na digitalnim obrazovnim igrama pozitivan utjecaj na učenike s intelektualnim teškoćama.

Dakle, važno je znati koja se tehnologija koristi za učenike s intelektualnim teškoćama, a pod tehnologijom se podrazumijeva medij za postizanje učenja temeljenog na digitalnim obrazovnim igrama – osobno računalo, tablet, pametni telefon, VR naočale i mikrokontroler. Također, važno je klasificirati igre prema vrsti (ozbiljne igre ili obrazovne igre) kao što je objašnjeno u odjeljku 3.1.5.

Isto tako, igre se nastoje klasificirati prema sposobnostima, vještinama i nastavnim predmetima. Pojam sposobnosti označava razvojna područja koja igra obuhvaća – intelektualne ili adaptivne sposobnosti. Unutar ovih sposobnosti postoje specifične vještine (Tassé, Luckasson, & Schalock, 2016) kojima se igre bave, a koje je također važno navesti (primjerice logičke vještine, akademske vještine, socio-emocionalne vještine). Igre je također

potrebno povezati s određenim nastavnim predmetom ili područjem u obrazovnom sustavu kako bi se dobila informacija koji su predmeti dominantno obuhvaćeni igrama.

Kako se cilj sustavnog pregleda literature temelji na ispitivanju upotrebe učenja temeljenog na digitalnim obrazovnim igrama za učenike s intelektualnim teškoćama, važno je znati: jesu li igre dizajnirane većinom za računala ili tablete/pametne telefone i pripadaju li pretežno kategoriji ozbiljne ili edukativne igre, kojim područjima razvoja se igre bave i za koje nastavne predmete su napravljene, koje su karakteristike sudionika u već provedenim istraživanjima, kojim se metodama procjenjuju učinci igara, te imaju li igre pozitivan utjecaj na učenike. Sve prikupljene informacije korisne su za izradu sustava za predlaganje digitalnih obrazovnih igara.

3.3.2. Protokol za izradu sustavnog pregleda literature

Prije provođenja sustavnog pregleda literature napravljen je protokol kojim je definirano da istraživanje treba uključiti ne samo znanstvene časopise nego i zbornike radova sa konferencija jer se radovi sa konferencija objavljuju brže što daje recentnije podatke. Isto tako, definirano je da će u analizu biti uključena samo istraživanja koja uključuju učenike čije su primarne teškoće intelektualne teškoće, a ne učenike koji uz primarne teškoće imaju i druge vrste teškoća. Također, protokol je obuhvatio znanstvene baze u kojima se traži literatura, ključne riječi za upit nad znanstvenim bazama te druge kriterije uključivanja i isključivanja radova o kojima će kasnije biti više riječi.

Za prikupljanje znanstvenih radova koji govore o učenju temeljenom na digitalnim obrazovnim igrama i učenicima s intelektualnim teškoćama korišten je sljedeći upit u znanstvenim bazama, koji je prethodno definiran u protokolu:

("DGBL" OR "digital game-based learning" OR "GBL" OR "game-based learning" OR "serious games" OR "educational games" OR "gamification" OR "VR" OR "virtual reality" OR "AR" OR "augmented reality" OR "instructional games" OR "games for learning" OR "edutainment") AND ("intellectual disability" OR "intellectual disabilities" OR "mental retardation" OR "mental impairment" OR "learning disability" OR "learning disabilities" "mentally challenged")

Pritom su korištene znanstvene baze IEEE Xplore, Scopus i Science Direct zato što uključuju radove iz područja tehničkih i društvenih znanosti. Također, navedene znanstvene baze najbolje su za interdisciplinarno područje koje povezuje razvoj digitalnih igara i pedagoški

pristup učenju temeljenog na igri s područjem teškoća u razvoju. Upit je rezultirao s ukupno 453 rada unutar svih promatranih znanstvenih baza.

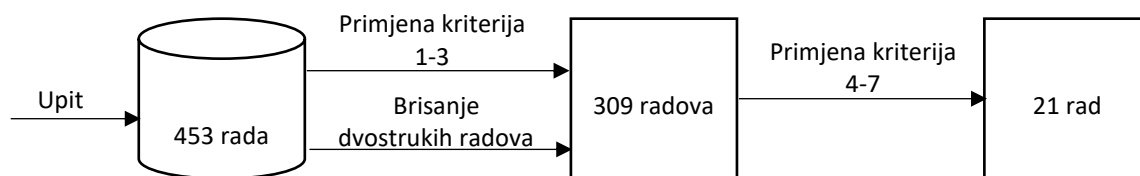
Budući da je upitom pronađen velik broj znanstvenih radova koji zadovoljavaju kriterije pretraživanja, potrebno je smanjiti inicijalni skup radova primjenom kriterija uključivanja i isključivanja znanstvenih radova. Nakon primjene kriterija od 1 do 3 navedenih u tablici 1, i nakon brisanja dvostrukih znanstvenih radova, ostalo je 309 radova.

Nakon ograničenja godine, jezika i vrste znanstvenog rada (kriteriji 1-3), potrebno je kvalitativno analizirati radove kako bi se ocijenila njihova adekvatnost za sustavni pregled literature, a to se postiglo primjenom kriterija 4 do 7 navedenih u tablici 2. Nakon primjene svih kriterija, ostao je 21 znanstveni rad za analizu (slika 2). Znanstveni su radovi analizirani u sklopu metodologije Okolija i Schabrama (2010). Koncepti su izdvojeni iz istraživačkih pitanja, a tekst je kodiran točno onako kako se pojavljuje u izvornim radovima te je kasnije prema potrebi prilagođen.

Tablica 2. Kriteriji uključivanja i isključivanja za sustavni pregled literature

Br.	KRITERIJ ISKLJUČIVANJA	KRITERIJ UKLJUČIVANJA
1	Znanstveni radovi stariji od 2010.	Znanstveni radovi od 2010 do 2019.
2	Pregledni radovi i poglavlja u knjizi.	Članci u znanstvenim časopisima i znanstvenim konferencijama.
3	Znanstveni radovi koji nisu na engleskom jeziku.	Znanstveni radovi koji su na engleskom jeziku.
4	Znanstveni radovi koji se bave drugim primarnim teškoćama – poremećaj iz spektra autizma, cerebralna paraliza, traumatska ozljedu mozga, starije osobe s kognitivnim oštećenjima, Alzheimerova bolest, demencija, teškoće u učenju.	Znanstveni radovi koji obuhvaćaju intelektualne teškoće kao primarne teškoće.
5	Znanstveni radovi koji ne pokrivaju dizajn, razvoj ili evaluaciju igre ili koji nemaju elemente igre.	Znanstveni radovi koji se bave učenjem temeljenom na digitalnim obrazovnim igrama.
6	Znanstveni radovi koji ispituju upotrebljivost (<i>engl. Usability</i>) igre.	Znanstveni radovi koji ispituju utjecaj igre na učenike.
7	Igre i programska rješenja namijenjena odraslim osobama.	Igre i programska rješenja namijenjena učenicima.

izvor: (Stančin, Hoić-Božić, & Skočić Mihić, 2020)

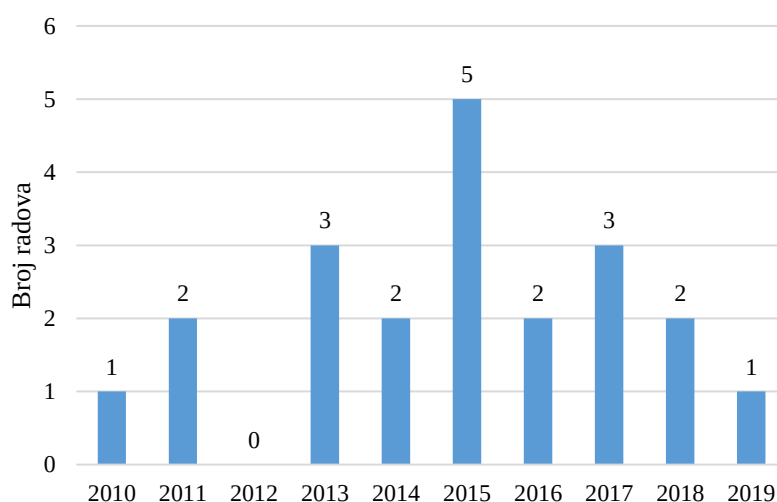


Slika 2. Tijek procesa odabira znanstvenih radova za analizu (Stančin, Hoić-Božić, & Skočić Mihić, 2020)

Svi pronađeni znanstveni radovi u znanstvenim bazama eksportirani su u BibTeX format i analizirani u alatu JabRef. Nakon toga, prikupljeni su podatci o radovima uvezeni i analizirani u alatu Microsoft Office Excel. Odluka o tome koje je podatke potrebno prikupiti temeljila se na istraživačkim pitanjima postavljenim tijekom početne faze.

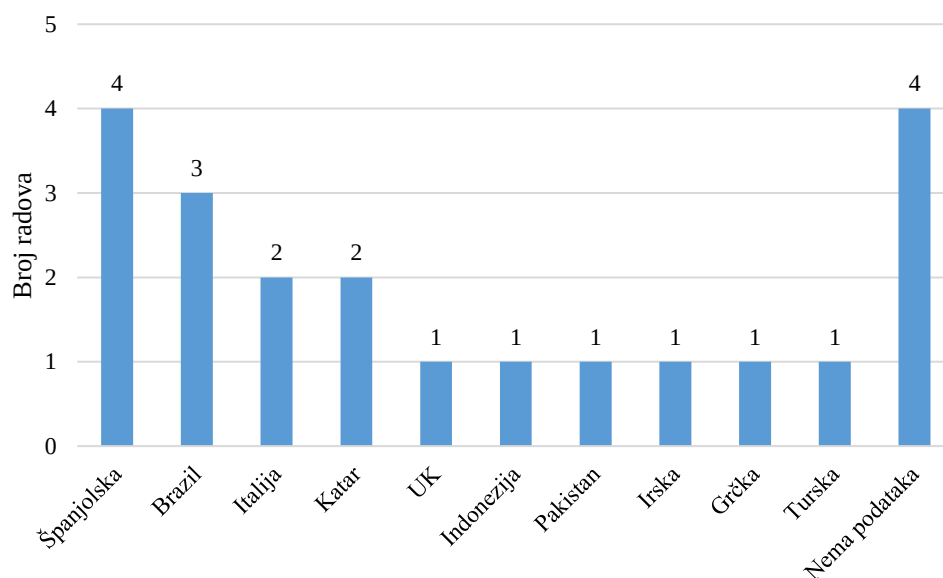
3.3.3. Analiza rezultata

Kao što je navedeno u četvrtom kriteriju za uključivanje/isključivanje u tablici 1, ovo je istraživanje usmjereno samo na učenike čije su intelektualne teškoće primarne teškoće i iz tog razloga je prikupljen manji broj znanstvenih radova u odnosu na slična istraživanja. Od navedenog 21 rada, 9 radova objavljeno je u zborniku radova sa znanstvenih konferencija, a 12 u znanstvenim časopisima. Slika 3 prikazuje broj radova po godini. Najveći broj istraživanja prema rezultatu pregleda literature, provedeno je 2015. godine (5 istraživanja).



Slika 3. Broj znanstvenih radova po godini (Stančin, Hoić-Božić, & Skočić Mihić, 2020)

Gledajući države u kojima su istraživanja provedena, najviše ih je bilo iz Španjolske (4 rada), a slijedi Brazil s 3 znanstvena rada. U četiri rada nije navedeno u kojoj je zemlji istraživanje provedeno, dok su ostale zemlje koje su provele istraživanja u području učenja temeljenog na digitalnim obrazovnim igrama za učenike s intelektualnim teškoćama prikazane na slici 4.



Slika 4. Broj radova po državama (Stančin, Hoić-Božić, & Skočić Mihić, 2020)

Kao dio analize, htjelo se saznati koja je vrsta igre i tehnologije korištena kako bi se postiglo učenje temeljeno na digitalnim obrazovnim igrama. Većina autora klasificirala je svoju igru kao ozbiljnu igru (9 radova) i kao obrazovnu igru (7 radova). Osim toga, neki su autori koristili engleski termin „*edutainment*“ (2 rada) koji označava obrazovnu zabavu, a predstavlja korištenje različitih medija (video igre, filmovi, glazba, web stranice) za promicanje učenja na zabavan način (Tang, Hanneghan, & El Rhalibi, 2007), dok su neki u svojim istraživanjima koristili proširenu i virtualnu stvarnost (ukupno 3 rada).

Što se tehnologije tiče, u 9 znanstvenih radova korištena su računala, a u 5 slučajeva (od prethodno navedenih 9 radova) bila je potrebna dodatna oprema poput web kamere kao u radovima Colpani i Homem (2015), Guarnieri et al. (2019) i Karal et al. (2010) ili prostirke s mikrokontrolerima kao u istraživanjima Dandashi et al. (2015) i Saleh et al. (2013). Nadalje, u 6 radova korišteni su tableti, a s obzirom da se dizajnirani sustav Bonet-Codina i sur. (2015) može koristiti na osobnim računalima i tabletima, svrstan je u kategoriju osobnih računala jer je testiran na osobnim računalima koja su bila istraživačima dostupna u školi u kojoj je istraživanje provedeno. U iznenađujuće malom broju korišteni su pametni mobilni telefoni,

samo u jednom istraživanju, naočale za virtualnu stvarnost u 2 istraživanja, a u 3 istraživanja korišten je Kinect, noviji tip konzole, koji ima nekoliko prednosti – niski troškovi koji omogućavaju rehabilitacijski proces za više osoba, sam trening postaje osobniji i lakši zbog korištenja virtualne stvarnosti koja simulira poznato okruženje, povećava se motivacija i promiče sposobnost učenja putem multimedije (Fu, Wu, Wu, Chai, & Xu, 2015). Kushwardhana, Hasegawa i Juhanaini (2017) navode da učenici s intelektualnim teškoćama možda neće moći držati konzolu kako bi igrali igru, pa su koristili Kinect senzor za detekciju pokreta u svom okviru ITG (*engl. Instructional Thematic Game*). Za učenike s intelektualnim teškoćama razvoj inteligencije i tjelesne kretnje od velike su važnosti, što je potvrdila studija Bartolija, Corradija i Garzotta (2013) koja je pokazala da igre temeljene na pokretima bez dodira (*engl. motion-based touchless games*) mogu poboljšati vještine pažnje kod učenika s kognitivnim teškoćama. Iz analize vrsta igara i korištenih tehnologija može se zaključiti da su ozbiljne igre i obrazovne igre najkorištenije kategorije igara (16 od 21 istraživanja), a kao tehnologija za igranje najviše se koriste računala i tableti (15 od 21 istraživanja).

Nadalje, svi prikupljeni radovi grupirani su u dvije glavne kategorije (Tablica 3): razvoj intelektualnih funkcija (11 radova) i razvoj adaptivnih vještina (9 radova). Jedino se igra od Bonet-Codina, von Barnekowa i Tosta Pardella (2015) nije mogla svrstati samo u jednu od navedenih kategorija jer se radi o igri za profesionalno usavršavanje i socijalno osnaživanje koja se bavi razvojem intelektualnih funkcija i adaptivnih vještina. Igra simulira rad hostela *InOut* u blizini Barcelone, Španjolska s nekoliko zadataka za uvježbavanje koraka u čišćenju, društvenog ponašanja te obogaćivanje vokabulara.

Tablica 3. Klasifikacija igara

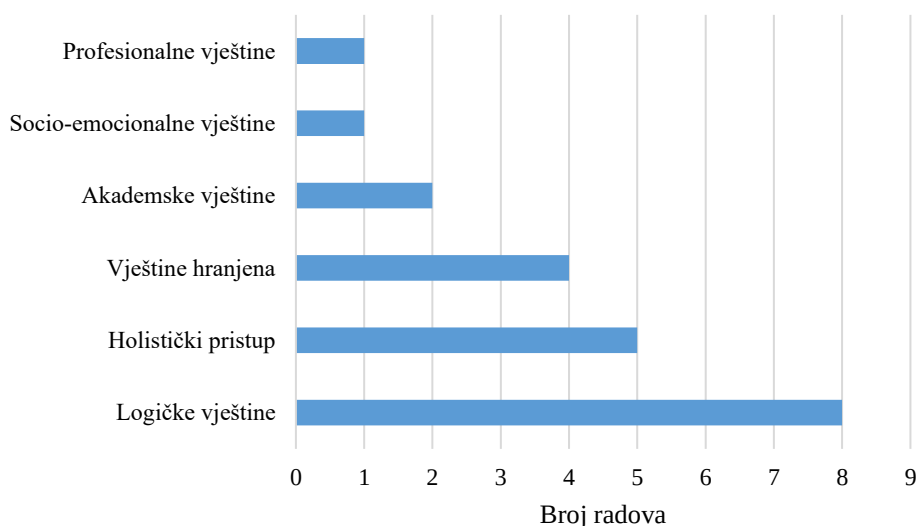
Nastavni predmet	Vještine	Naziv igre ili projekta	Izvor
Intelektualne sposobnosti			
Matematika	Logičke vještine	Cheese factory	(Brown, Ley, Evett, & Standen, 2011)
Matematika	Logičke vještine	CLES project	(Husaaan, Sehaba, & Mille, 2011)
Matematika	Holistički pristup	MeMapad	(Saleh, Aljaam, Karime, & Saddik, 2013)
Matematika	Logičke vještine	-	(Lopez-Basterretxea, Mendez-Zorrilla, Garcia-Zapirain,

			Madariaga-Ortuzar, & Lazcano-Quintana, 2014)
Čitanje	Logičke vještine	-	(Colpani & Homem, 2015)
Matematika	Logičke vještine	Games: Twin Mach, The memory game, Math game	(Dandashi, et al., 2015)
Priroda i društvo	Logičke vještine	Smart Angel	(Freina, Bottino, Ott, & Costa, 2015)
Matematika	Logičke vještine	-	(Piki, Markou, & Vasiliou, 2016)
Čitanje	Akadske vještine	Headsprout	(Yakkundi, Dillenburger, & Goodman, 2017)
Matematika	Logičke vještine	Parity	(Yasir, 2018)
Čitanje i matematika	Akadske vještine	MoviLetrando	(Guarnieri, et al., 2019)
Adaptivne sposobnosti			
Matematika i tjelesni	Holistički pristup	-	(Karal, Kokoç, & Ayyıldız, 2010)
Priroda i društvo	Vještine hranjenja	-	(Isasi, Basterretxea, Zorrilla, & Zapiain, 2013)
Matematika	Vještine hranjenja	VirtualMat	(Oliveira Malaquias, Malaquias, Lamounier Jr., & Cardoso, 2013)
Priroda i društvo	Vještine hranjenja	Shopping with us	(Lopez-Basterretxea, Mendez-Zorrilla, Garcia-Zapiain, Madariaga-Ortuzar, & Lazcano-Quintana, 2014)
Matematika i tjelesni	Holistički pristup	Game System for Rehabilitation based on Kinect	(Fu, Wu, Wu, Chai, & Xu, 2015)
Čitanje	Socio-emocionalne vještine	Wildcard	(Gelsomini, Garzotto, Montesano, & Occhiuto, 2016)
Priroda i društvo	Holistički pristup	-	(Bravo, Ojeda-Castelo, & Piedra-Fernandez, 2017)
Matematika i tjelesni	Holistički pristup	-	(Kuswardhana, Hasegawa, & Juhanaini, 2017)
Čitanje i matematika	Vještine hranjenja	-	(Panerai, Catania, Rundo, & Ferri, 2018)

Intelektualne i adaptivne sposobnosti			
Profesionalno usavršavanje	Profesionalne vještine	IntegraGame	(Bonet-Codina, von Barnekow, & Tost Pardell, 2015)

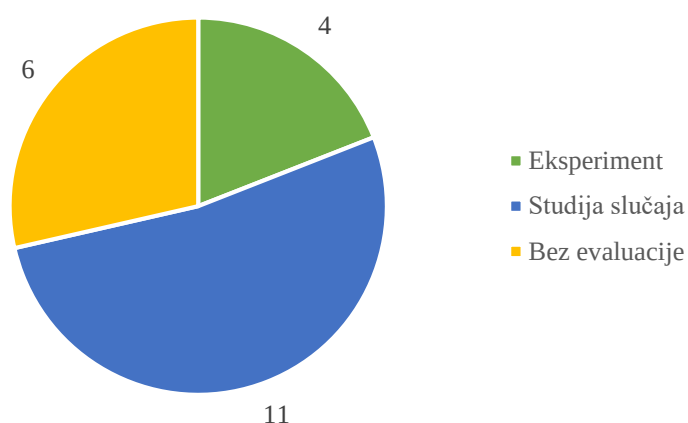
izvor: (Stančin, Hoić-Božić, & Skočić Mihić, 2020)

Nakon kategorizacije radova u prethodno navedene dvije kategorije, za svaki je rad određen nastavni predmet. Najčešće su igre razvijane za predmet matematika, koja se u nekim istraživanjima kombinira s tjelesnim i čitanjem. Nakon matematike slijedi priroda i društvo te čitanje. Sukladno tome, za sve su radove određene i vještine koje razvijaju igre. Najčešće vještine su logičke vještine (8 radova), zatim holistički pristup razvoju kompetencija, koji uključuje motoričke vještine, percepciju, kogniciju, vizualnu obradu te hranu (5 radova). Ostale korištene vještine prikazane su na slici 5.



Slika 5. Broj radova prema području razvoja (Stančin, Hoić-Božić, & Skočić Mihić, 2020)

Od ukupno 21 rada, u njih 11 navodi se da je istraživanje provedeno koristeći kao metodu studiju slučaja, u njih 4 je istraživanje provedeno pomoću eksperimenta, a 6 radova nije imalo dostupnu evaluaciju (Slika 7). Najveći broj sudionika imala su istraživanja koja su koristila eksperiment kao metodu evaluacije. Brown i sur. (2011) imali su 16 sudionika, Dandashi i sur. (2015) 77 sudionika, Guarnieri i sur. (2019) 88 sudionika, a Fu Wu, Wu, Chai i Xu (2015) 112 sudionika. Evaluacije pomoću studija slučaja u prosjeku su obuhvatile oko 8 sudionika (minimalno 2, a najviše 16 sudionika).



Slika 6. Metoda evaluacije provedenih istraživanja (Stančin, Hoić-Božić, & Skočić Mihić, 2020)

U istraživanjima su sudjelovale osobe u rasponu od 3 do 22 godine. Šest radova s dostupnim načinom evaluacije nije definiralo za koji stupanj teškoće su dizajnirani sustavi temeljeni na digitalnim obrazovnim igrama. Tri rada s evaluacijom uključivala su sudionike s blagim, umjerenim i teškim stupnjem intelektualnih teškoća, jedan rad uključivao je sudionike samo s blagim intelektualnim teškoćama, 4 rada svoj su fokus stavila na blage do umjerene teškoće, te se jedan rad bavio samo umjerenim stupnjem intelektualnih teškoća. Niti jedan rad nije se bavio sudionicima samo s teškim ili dubokim stupnjem intelektualnih teškoća. Važno je napomenuti da nijedno istraživanje nije pokazalo jesu li pri određivanju stupnja teškoće, uz IQ, uzeli u obzir psihološke i socijalne čimbenike za definiranje stupnja intelektualnog i adaptivnog funkcioniranja.

Što se okruženja u kojem je istraživanje provedeno tiče, od 15 radova s dostupnom evaluacijom, u 4 rada nije navedeno je li istraživanje provedeno u redovnom sustavu školovanja ili u nekoj drugoj ustanovi kao primjerice centru za odgoj i obrazovanje, udruzi i sl. Nadalje, 6 istraživanja provedeno je isključivo u ustanovi koja nije škola, dva istraživanja u redovnom sustavu i u drugim ustanovama, a samo je istraživanje od Oliveira Malaquias, Malaquias, Lamounier Jr. i Cardoso (2013) provedeno jedino u redovnom sustavu školovanja. Također, istraživanje od Lopez-Basterretxea i sur. (2014) provedeno je u lokalnoj udruzi, a istraživanje Gelsomini, Garzotto, Montesano i Occhiuto (2016) u lokalnom terapijskom centru.

Kada se promatra utjecaj igara i dizajniranih sustava na učenike s intelektualnim teškoćama, u svim radovima s evaluacijom (15 radova) navedeno je da su igre i sustavi imali pozitivan

utjecaj na učenike s intelektualnim teškoćama, a najznačajniji rezultati prikazani su u nastavku.

Brown, Ley, Evett i Standen (2011) istraživali su može li sudjelovanje u učenju temeljenom na igrama poboljšati matematičke vještine kod učenika s intelektualnim teškoćama. U tu su svrhu učenici igrali igru Cheese Factory dvadeset minuta tijekom pet tjedana. Rezultati eksperimenta pokazali su da su učenici eksperimentalne skupine značajno poboljšali svoje razumijevanje razlomaka, dok kontrolna skupina nije pokazala statistički značajan napredak. Također, eksperiment je pokazao da su neki učenici imali poteškoće u korištenju tipkovnice pa je bilo potrebno koristiti veće tipkovnice, no nisu spomenute dodatne karakteristike ispitanika. Istraživanje je pokazalo da učenje temeljeno na igrama može imati pozitivan utjecaj na funkcionalne vještine osoba s intelektualnim teškoćama, što može pospješiti njihovo uključivanje u društvo.

Igrom na tabletu Isasi, Basterretxea, Zorrilla i Zapirain (2013) poticali su razvoj zdravih prehrambenih navika za djecu i adolescente s intelektualnim teškoćama. Svrha ove ozbiljne igre jest upoznati se s odgovarajućim proizvodima za pripremu salate i doručka. Preliminarni rezultati istraživanja studije slučaja pokazali su da su se neki od korisnika koji su sudjelovali već znali koristiti tabletom, ali i pametnim mobilnim uređajem, a svi su se korisnici zabavili igrajući igru te su naveli da bi je igrali opet.

Obrazovno-zabavni sustav koji se sastoji od multimedijских igara s opipljivim korisničkim sučeljem (sučelje koje nije na računalu, već prostirka s naznačenim brojevima) od Dandashija i sur. (2015) dizajniran je s ciljem odgovora na potrebe integracije tjelesne aktivnosti u svakodnevni život učenika s intelektualnim teškoćama. Testiran je na učenicima s različitim stupnjevima intelektualnih teškoća, a rezultati su pokazali da je sustav pozitivno utjecao na učenike u kognitivnom i motivacijskom smislu te su učenici bili fizički aktivniji u nastavi. Oni s lakšim intelektualnim teškoćama postigli su najbolje rezultate u koordinaciji, ali je igra Matematika izostavljena iz statističkih procjena jer je većina učenika postigla loš rezultat u navedenoj igri (osim nekih učenika s lakšim kognitivnim teškoćama).

Pozitivne rezultate pokazali su i Fu, Wu, Wu, Chai i Xu (2015) sa sustavom igre za rehabilitaciju temeljenom na Kinectu. Sustav se sastoji od rehabilitacijskog programa, osnovnog perceptivnog i kognitivnog programa, rehabilitacijskog programa udova te programa njege za

slobodno vrijeme i zdravlje. Učenici su bili uključeni u učenje percepcije oblika, zaključivanja, digitalnog teksta, pamćenja, klasifikacije, grube i fine motorike ruku, ravnoteže i rekreacijskih aktivnosti. Prije eksperimenta, sposobnosti učenika procijenjene su instrumentom za dojenčad i malu djecu pod nazivom „Pediatric Evaluation of Disability Inventory“ (PEDI) (Wassenberg-Severijn, Custers, Hox, Vermeer, & Helders, 2003) u područjima brige o sebi, mobilnosti i društvenoj ulozi. Nakon eksperimenta, instrument je ponovljen i PEDI rezultati bili su značajno viši od rezultata prije eksperimenta. Sudionici su pokazali najveći napredak u društvenoj ulozi.

De Oliveria Malaquias i sur. (2013) kreirali su edukativno virtualno okruženje (VirtualMat) za učenje matematičkih i logičkih koncepata za učenike s intelektualnim teškoćama. Okruženje zapravo predstavlja grad s nekoliko kuća, automobila i trgovina. Učenik može pripremiti listu za kupnju, kupiti namirnice, vratiti se kući, pospremiti ih na odgovarajuće mjesto te saznati dodatne informacije o kupljenim proizvodima. Sustav je testiran na skupini od 15 učenika te su kvantitativni i kvalitativni rezultati pokazali da virtualna stvarnost značajno doprinosi procesu učenja učenika s intelektualnim teškoćama. Učenici, ali i nastavnici bili su motivirani koristiti sustav te su početne prepreke u smislu rukovanja mišem uspješno prevladane (De Oliveira Malaquias, Malaquias, Lamounier Jr., & Cardoso, 2013).

Druga su istraživanja s provedenom evaluacijom također imala pozitivan učinak, učenici su se zabavili igrajući igre te su povećali svoju sposobnost učenja novih stvari. Ovaj je sustavni pregled literature pokazao da postoji potreba za izradom sustava za predlaganje digitalnih obrazovnih igara jer učenici s intelektualnim teškoćama mogu lakše usvajati određene vještine koristeći digitalne obrazovne igre. Također, kroz ovaj je pregled literature ustanovljeno da je kao tehnologiju za igre preporučljivo koristiti računala i pametne uređaje za postizanje učenja temeljenog na digitalnim obrazovnim igrama pa su u sustav uključene igre koje učenici mogu igrati na računalu i/ili pametnom uređaju. Također je ustanovljeno da postoji samo 21 istraživanje koje uključuje digitalne obrazovne igre za učenike s intelektualnim teškoćama što ukazuje na neistraženost područja i neiskorišten potencijal digitalnih obrazovnih igara u odgoju i obrazovanju učenika s intelektualnim teškoćama. Izradom sustava može se dodatno iskoristiti navedeni potencijal, a gledajući konkretne igre koje su pronađene u pregledu literature, fokus pri izradi sustava treba biti na igre koje omogućuju usvajanje svakodnevnih vještina koje će pridonijeti boljoj kvaliteti življenja.

4. ONTOLOGIJE U OBRAZOVANJU

Ontologije imaju važnu ulogu u upravljanju i predstavljanju znanja. One predstavljaju hijerarhiju pojmova sa skupom svojstava i odnosa neke domene. Svojstva svake klase opisuju značajke i attribute klase i njihova ograničenja (Hafidh, Sharif, & Alsallal, 2019). Kao metoda reprezentacije znanja, ontologije se s velikim uspjehom koriste u obrazovanju jer omogućuju formuliranje reprezentacije domene učenja određivanjem svih uključenih koncepata, odnosa između koncepata i svih svojstava i uvjeta koji postoje (Grivokostopoulou, Perikos, Paraskevas, & Hatzilygeroudis, 2019). U nastavku ovog poglavlja bit će terminološki određen pojam ontologije, prikazani tipovi ontologija, metodologije njihove izrade te moguća primjena jer se u sklopu istraživanja izrađuje sustav za predlaganje digitalnih obrazovnih igara koji je temeljen na ontologiji, a uvažava individualne odgojno-obrazovne potrebe učenika s intelektualnim teškoćama.

4.1. Terminološko određenje pojma ontologije

Pojam ontologija u informacijskoj znanosti proizlazi iz područja filozofije gdje predstavlja *“znanost o onome što jest”* (Smith B. , 2004, str. 155), to jest konkretnije, odnosi se na koncept vrsta i struktura objekata, svojstava, događaja, procesa i odnosa u svakom području stvarnosti (Smith B. , 2004), a koristi se za dodavanje određenog značenja u kontekstu informacijske znanosti. U filozofiji ne postoji jedinstvena definicija ili zajednički dogovoreni koncept pojma ontologije, pa se u skladu s time i tumačenja pojma razlikuju poput višestrukih načina gledanja na pojam „biće“ (Busse, et al., 2015). Slično tome, ne postoji niti sveobuhvatna definicija ontologije u kontekstu informacijske znanosti. Gruber (1993, str. 199) pokušao je definirati ontologiju u domeni informacijske znanosti kao *“specifikaciju konceptualizacije”*, ali definicija eksplicitno ne razjašnjava značenje pojmova *“specifikacija”* i *“konceptualizacija”*, a korištenje dva apstraktna pojma kako bi se opisao treći pojam ne razjašnjava definiciju (Keet, 2018). Uschold i Gruninger (1996, str. 5) definirali su ontologiju kao *“zajedničko razumijevanje neke domene interesa”*, a (Herre, i dr., 2006, str. 2) definirali su formalnu ontologiju kao *“znanost koja se bavi sustavnim razvojem aksiomatskih teorija koje opisuju oblike, modele i poglede na postojanje na različitim razinama apstrakcije i granularnosti”*. Drugim riječima, ontologija je formalni opis koncepata domene, njihovih međusobnih odnosa i ograničenja nad njima. U ovom kontekstu *“formalno”* znači da je opis u jeziku s dobro definiranom sintaksom i semantikom. Cilj je ontologije stvoriti apstraktni model neke domene identificiranjem njenih

bitnih koncepata, a domena mora biti razumljiva ljudima, ali također i u strojno čitljivom formatu koji se sastoji od entiteta, atributa, odnosa i aksioma (Guarino, Uniti, & Giaretta, 1995). Prema (Jabar, Khalefa, Abdullah, & Abdullah, 2013) ontologije se uglavnom koriste za pomoć u komunikaciji među ljudskim bićima, za omogućavanje komunikacije između programskih sustava te za poboljšanje dizajna i kvalitete procesa razvoja softvera.

Prilikom razvoja ontologija potrebno je koristiti programski jezik. OWL (Ontology Web Language) preporučen je od strane W3C (World Wide Web Consortium) kao najbolji za predstavljanje znanja u semantičkom webu (W3C, 2013). OWL je ontološki jezik temeljen na logici opisa (Heiyanthuduwage, Schwitter, & Orgun, 2014) gdje su objekti domene predstavljeni kao međusobno povezani resursi identificirani URI-jem (*engl. Uniform Resources Identifiers*), a vrijednosti atributa predstavljeni su literalima (stringovima) (Jounaidi & Bahaj, 2017).

Baze znanja i ontologije blisko su povezani pojmovi. Općenito, baza znanja je posebna baza podataka koja sustavno mapira znanje (Liu, Ren, Hu, & Liu, 2012), a ontologije definiraju karakteristike i poglede baze znanja i koriste modele koji pomažu u definiranju i pristupu bazi znanja (O'Leary, 1998). U tom smislu, može se reći da su ontologije, osim lingvističkih baza znanja i ekspertnih baza znanja, vrsta tradicionalnog sustava upravljanja bazama znanja (Wang & Zatarain, 2018) koja nastoji razumjeti i inicirati ljudsko znanje u računalnim sustavima (Liao, 2005) što znači da ontologije pružaju dobru strukturu za razvoj baze znanja i osnovu za generiranje pogleda na bazu znanja (O'Leary, 1998).

4.2. Tipovi ontologija

Postoji nekoliko klasifikacija ontologija. Gómez-Pérez, Fernández-López i Corcho (2004) istraživali su tipove ontologija i otkrili da van Heijst, van der Spek i Kruizinga (1996) klasificiraju ontologije prema:

- količini i vrsti strukture konceptualizacije (terminološke ontologije, informacijske ontologije, ontologije modeliranja znanja) te
- predmetu konceptualizacije (reprezentacijske, generičke, domenske i aplikacijske ontologije).

Guarino (1998) razlikuje tipove ontologija prema njihovoj razini ovisnosti o određenom zadatku ili gledištu (ontologije najviše razine, ontologije domene, ontologije zadatka,

aplikacijske ontologije). Gómez-Pérez, Fernández-López i Corcho (2004) napravili su istraživanje tipova ontologija te ponudili proširenu klasifikaciju ontologija na temelju predmeta konceptualizacije. Tako razlikuju (Gómez-Pérez, Fernández-López, & Corcho, 2004, str. 29-34):

1. ontologije prikaza znanja – daju formalne definicije reprezentacije osnovnih koncepata za formalizaciju znanja,
2. opće ili uobičajene ontologije – predstavljaju „*zdravorazumsko*“ znanje koje se može ponovno koristiti u različitim domenama,
3. „*top-level*“ ili „*upper-level*“ ontologije – opisuju opće koncepte prema kojima bi sve glavne stavke trebale biti povezane,
4. ontologije domene – daju rječnike, aktivnosti, teorije, elementarne principe i odnose između objekata unutar domene (medicina, inženjerstvo, pravo...),
5. ontologije zadataka – opisuju sustavni vokabular koji se odnosi na zadatak ili aktivnost (dijagnosticiranje, prodaja...),
6. ontologije „*domena-zadatak*“ – ontologije zadataka koje se mogu ponovno koristiti u određenoj domeni, ali ne i među domenama,
7. ontologije metoda – koriste se za specificiranje procesa zaključivanja davanjem definicija relevantnih pojmova,
8. aplikacijske ontologije – sadrže sve potrebne definicije za modeliranje znanja za određenu aplikaciju, tako da su ovisne o aplikaciji (van Heijst, van der Spek, & Kruizinga, 1996; Mizoguchi, Welkenhuysen, & Ikeda, 1995; Guarino, 1998; Gómez-Pérez, Fernández-López, & Corcho, 2004).

Lassila i McGuinness (2001) klasificirali su ontologije prema informacijama potrebnim za izražavanje te bogatstvu njihove unutarnje strukture (kontrolirani rječnici, glosari, tezaursi, neformalne „je-dio“ hijerarhije, formalne „je-dio“ hijerarhije, formalne instance, okviri, ontologije koje izražavaju ograničenje vrijednosti, ontologije koje izražavaju opća logička ograničenja).

Također, novija klasifikacija od Roussey, Pinet, Kang i Corcho (2011) razlikuje ontologije prema izražajnosti i formalnosti jezika koji se koristi za izradu (ontologije informacija, lingvističke/terminološke ontologije, programske ontologije, formalne ontologije) i ontologije temeljene na objektima opisanim u ontologiji (lokalne/aplikacijske ontologije, ontologije

domene, jezgrene referentne ontologije, opće ontologije, temeljne ontologije poznate kao „*top-level*“ ili „*upper-level*“ ontologije).

Tablica 4 sistematizira sve prethodno navedene vrste ontologija po kategorijama. Iako sve kategorije stavljaju fokus na različita područja (količina i vrsta strukture, predmet konceptualizacije, razina ovisnosti, bogatstvo unutarnje strukture, izražajnost i formalnost, opisani objekti), ontologije domene i „*top-level*“ ontologije u većini su kategorija (3 kategorije). Ontologije prema predmetu konceptualizacije razlikuju dvije kategorizacije, jednu prema (van Heijst, van der Spek, & Kruizinga, 1996), i drugu, proširenu kategorizaciju, prema (Gómez-Pérez, Fernández-López, & Corcho, 2004). Kategorizacija prema Lassila i McGuinness (2001) najviše se razlikuje od ostalih jer grupira ontologije prema bogatstvu svoje unutarnje strukture.

Tablica 4. Tipovi ontologija

Kategorija	Vrsta	Izvor
<i>ontologije prema količini i vrsti strukture konceptualizacije</i>	1. terminološke ontologije 2. ontologije informacija 3. ontologije modeliranja znanja	(van Heijst, van der Spek, & Kruizinga, 1996)
<i>ontologije prema subjektu konceptualizacije</i>	1. prikazne ontologije 2. generičke ontologije 3. ontologije domene 4. aplikacijske ontologije 1. ontologije prikaza znanja 2. opće ili uobičajene ontologije 3. „top-level“ ili „upper-level“ ontologije 4. ontologije domene 5. ontologije zadatka 6. ontologije domena-zadatak 7. ontologije metoda 8. aplikacijske ontologije	Tipizacija 1 – 4 (lijevo): (van Heijst, van der Spek, & Kruizinga, 1996) Proširena tipizacija 1 – 8 (desno): (Gómez-Pérez, Fernández-López, & Corcho, 2004)
<i>ontologije prema razini ovisnosti o partikularnom zadatku ili gledištu</i>	1. „top-level“ ontologije 2. ontologije domene 3. ontologije zadatka 4. aplikacijske ontologije	(Guarino, 1998)
<i>ontologije prema informacijama potrebnim za izražavanje i bogatstvu</i>	1. kontrolirani rječnici 2. glosari 3. tezaursi 4. neformalne „je-dio“ hijerarhije 5. formalne „je-dio“ hijerarhije 6. formalne instance	(Lassila & McGuinness, 2001)

<i>unutarnje strukture</i>	7. okviri 8. ontologije koje izražavaju ograničenje vrijednosti 9. ontologije koje izražavaju opća logička ograničenja	
<i>ontologije prema izražajnosti i formalnosti jezika koji se koristi</i>	1. ontologije informacija 2. lingvističke/terminološke ontologije 3. softverske ontologije 4. formalne ontologije	(Roussey, Pinet, Kang, & Corcho, 2011)
<i>ontologije prema objektima opisanim u ontologiji</i>	1. lokalne/aplikacijske ontologije 2. ontologije domene 3. jezgrene referentne ontologije 4. opće ontologije 5. temeljne ontologije – „top-level“ ili „upper-level“ ontologije	

Izvor: (Stančin, Pošćić, & Jakšić, 2020)

4.3. Metodologije za izradu ontologije

Literatura razlikuje mnoge pristupe za izradu ontologija (Corcho, Fernández-López, & Gómez-Pérez, 2003), no ne postoji niti jedna suvremena, sveobuhvatna metodologija za izradu ontologija (Keet, 2018; Alsanad, Chikh, & Mirza, 2019). Fernández-López i Gómez-Pérez (2002) napravili su pregled i analizu metodologija za izgradnju ontologija. Prikazane metodologije u njihovom radu razvrstane su u tri glavne skupine (str. 152-153):

1. metodologije za kolaborativnu konstrukciju ontologija (primjerice CO4 i (KA)2),
2. metodologije za izgradnju ontologija „od nule“ ili ponovno korištenje ontologija bez njihove transformacije (primjerice Noyova i McGuinnessova 101 metodologija, Uscholdova i Kingova metodologija, Grüningerova i Foxova metodologija, Cyc, KACTUS, METHONTOLOGY, SENSUS),
3. metodologije za izgradnju ontologija prema stupnju ovisnosti o aplikaciji koja koristi ontologiju – što može biti:
 - a) metodologije ovisne o aplikaciji – konstrukcija ontologije usko je povezana s bazom znanja aplikacije (primjerice KACTUS);
 - b) metodologije umjereno ovisne o aplikaciji – definiraju moguće scenarije korištenja ontologije (primjerice Grüninger i Fox, SENSUS);
 - c) metodologije neovisne o aplikaciji – konstrukcija ontologije potpuno je neovisna o aplikaciji (primjerice Cyc, Uscholdova i Kingova metodologija, Noyova i McGuinnessova 101 metodologija, METHONTOLOGY).

Prethodno navedeni autori provjeravali su stupanj zrelosti metodologija prema IEEE standardu za razvoj softvera (IEEE, 1996) te zaključili da je METHONTOLOGY najzrelija metodologija iako su uz samu metodologiju potrebne dodatne preporuke za procese koji prethode samoj izradi ontologije. Upravo iz tog je razloga Noyova i McGuinnessova 101 metodologija najbolji izbor prilikom izrade novih ontologija jer detaljno opisuje proces izrade ontologije u šest koraka temeljeno na dosadašnjem iskustvu istraživača u razvoju ontologija (Noy & McGuinness, 2001). Prema navedenoj metodologiji koraci u izradi ontologije su (Noy & McGuinness, 2001):

1. određivanje domene i opsega ontologije – odgovara na pitanja koju domenu pokriva ontologija, za što će se koristiti ontologija, na koja pitanja informacije u ontologiji trebaju odgovarati te tko će koristiti ontologiju,
2. razmatranje korištenja postojećih ontologija – mnogo ontologija već postoji pa je uvijek preporučljivo učitati postojeće ontologije ili njezine dijelove u ontološko okruženje koje se razvija,
3. identifikacija ključnih pojmova u ontologiji – omogućuje bilježenje svih pojmova koji se kroz ontologiju žele objasniti ili definirati,
4. definiranje klasa i odgovarajuće hijerarhije – ovdje se može koristiti pristup odozgo prema dolje (*engl. top-down*), odozdo prema gore (*engl. bottom-up*) ili kombinacija oba pristupa kako bi se dobila stabilna hijerarhija klasa,
5. definiranje svojstva klasa – služi kako bi se definirala unutarnja struktura između klasa,
6. unos instanci – zadnji korak u izradi ontologije jest unos samih instanci za određene klase.

4.4. Istraživanje i analiza korištenja ontologija u obrazovanju

Ontologije omogućuju jasan i egzaktn pristup strukturiranom znanju, ali istovremeno dopuštaju dovoljno slobode za razvoj konačnog softvera (Klarin, Nazor, & Celar, 2019). Mogu se, a i koriste se u svim područjima znanosti te tako prevladavaju i u domeni obrazovanja (Al-Yahya, George, & Alfaries, 2015) gdje se mogu koristiti na različite načine – kao prikaz domene znanja, za bogatiji opis sadržaja učenja, za personalizaciju i preporučivanje sadržaja učenja, za izradu nastavnih planova i programa te za procjenu procesa učenja (Kizilkaya, Torunand, & Askar, 2007; Salem & Nikitaeva, 2019). Chandrasekaran, Josephson i Benjamins (1999) ističu da se ontologije koriste za bilježenje znanja domene na generički način. Ontologije domene

definiraju modele semantičkih podataka i kombiniraju ih s pridruženim znanjem domene definiranjem veza između različitih vrsta semantičkog znanja (Hafidh, Sharif, & Alsallal, 2019). Pristup temeljen na ontologiji također je dobra tehnika za upravljanje međuovisnošću zahtjeva čime se poboljšava kvaliteta softvera i smanjuje stopa kvarova (Soomro, Hafeez, Shaikh, & Musavi, 2014).

Klarin, Nazor i Celar (2019) napravili su pregled literature analizirajući znanstvene radove koji se bave primjenom ontologija u informacijskim sustavima u obrazovanju s dva cilja: prikazati ontologije relevantne za Hrvatski kvalifikacijski okvir (vještine, kompetencije i kvalifikacije), te definirati zrelost implementacije softvera temeljenih na ontologijama. Njihovo je istraživanje pokazalo da se područje ontologija u obrazovanju kontinuirano istražuje – više u procesu e-učenja općenito, nego u području učenja i ishoda učenja koji su nadogradnja procesa e-učenja. Također, analizirani radovi više se fokusiraju na „*low-level*“ ontologije kao što je modeliranje domena interesa, umjesto na cjelokupni pristup kojem je cilj integracija heterogenih sustava za postizanje interoperabilnosti (Klarin, Nazor, & Celar, 2019).

Nadalje, Allert, Markkanen i Richter (2006) istraživali su upotrebu ontologija u procesima suradničkog učenja i generiranja znanja, otkrivši da ontologije mogu imati značajnu ulogu u učenju iz teorijske perspektive te da mogu predstavljati artefakte koji su sposobni posredovati u ljudskoj aktivnosti. Također, Jensen (2017) je provela pregled literature s ciljem identificiranja prevladavajućih tema o korištenju tehnologija semantičkog weba u obrazovne svrhe i razumijevanja kako se te teme odražavaju na odnos pedagogije i tehnologije. Slično tome, Al-Yahya, George i Alfaries (2015) predstavili su pregled ključnih doprinosa koji se odnose na razvoj i korištenje ontologija u domeni e-učenja. Svojom analizom uočili su da ontologije imaju vitalnu ulogu u razvoju sustava e-učenja, ali u istraživanju nisu bili dostupni podatci o vremenskom razdoblju prikupljanja radova.

Budući da prvi navedeni pregled literature datira iz 2006. godine, drugi je navedeni rad bio usmjeren na sve tehnologije semantičkog weba (ne samo na ontologije), a treći nema dostupno razdoblje provođenja istraživanja, pojavila se potreba za provođenjem novog pregleda literature s fokusom na ontologije u kontekstu obrazovanja i pregledom razvijenih sustava koji koriste ontologije (Stančin, Pošćić, & Jakšić, 2020).

4.4.1. Svrha i cilj sustavnog pregleda literature

Svrha izrade pregleda literature stjecanje je informacija o upotrebi ontologija u domeni obrazovanja kako bi se dobile što bolje smjernice pri izradi ontologije. U tom smislu, cilj je dati pregled postojećih sustava koji koriste ontologije u domeni obrazovanja te identificirati nova i trenutno popularna (razvojna) područja istraživanja na temelju provedenog pregleda literature. Rezultati ovog pregleda literature koristit će se za izradu vlastite ontologije u sklopu prototipa sustava za predlaganje digitalnih obrazovnih igara.

4.4.2. Protokol za izradu sustavnog pregleda literature

Prije provođenja pregleda literature napravljen je protokol kojim je definirano da u analizu ulaze istraživanja iz znanstvenih časopisa te iz zbornika radova sa konferencija. Kako bi se prikupili radovi koji daju nova saznanja o korištenju ontologija u obrazovanju, napravljen je upit za pretraživanje znanstvenih baza gdje su se ključne riječi kao što su ontologija, ontologije i baza znanja kombinirale s ključnim riječima iz područja obrazovanja – obrazovanje, učenje, e-učenje. Budući da je upitom pronađen velik broj znanstvenih radova (241) koji zadovoljavaju ključne riječi, bilo je potrebno primijeniti kriterije uključivanja i isključivanja definiranih u protokolu (tablica 5) kako bi se napravila kvantitativna analiza. Znanstvena baza korištena za prikupljanje radova bila je IEEE Xplore jer uključuje radove iz područja tehničkih i društvenih znanosti. Nakon primjene svih kriterija uključivanja i isključivanja, ukupno 95 radova (slika 7) analizirano je i kategorizirano na temelju korištenja ontologija u sljedećim područjima (Al-Yahya, George, & Alfaries, 2015):

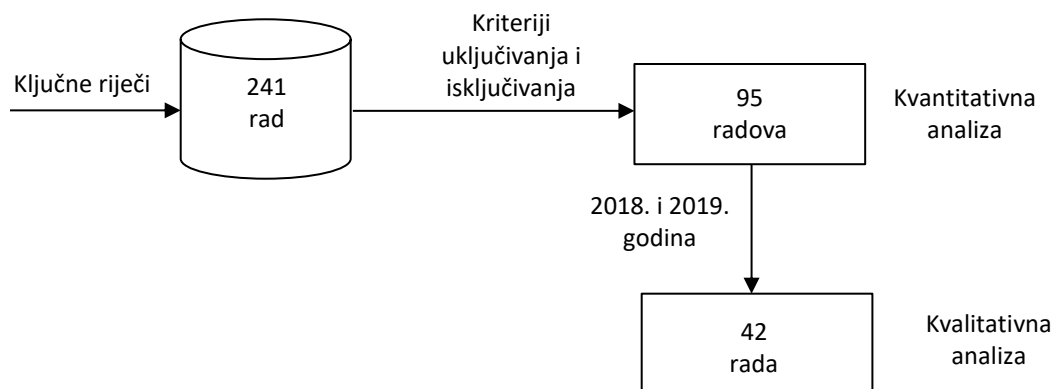
1. ontologije za modeliranje i upravljanje kurikulumom,
2. ontologije za opis domene učenja,
3. ontologije za opis podataka o učeniku te
4. ontologije za opis usluga e-učenja.

Tablica 5. Kriteriji uključivanja i isključivanja za pregled literature

Br.	KRITERIJ ISKLJUČIVANJA	KRITERIJ UKLJUČIVANJA
1	Istraživanja starija od 2015. godine.	Istraživanja od 2015. do 2019. godine.
2	Pregledi literature i poglavlja knjige.	Istraživanja iz znanstvenih časopisa i konferencija.

3	Istraživanja koja nisu u području obrazovanja.	Istraživanja u području obrazovanja
4	Istraživanja koja ne koriste ontologije.	Istraživanja koja koriste ontologije kao potpora/poboljšanje/promjena nekih aspekata obrazovnog procesa.

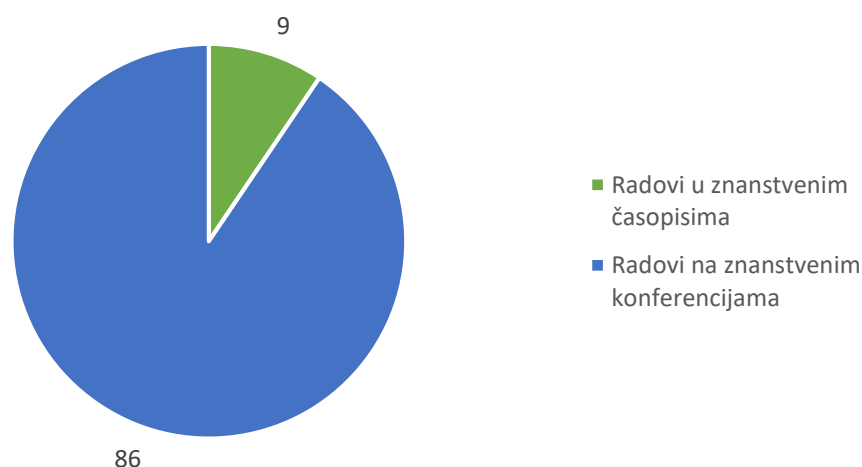
Izvor: (Stančin, Pošćić, & Jakšić, 2020)



Slika 7. Tijek procesa odabira znanstvenih radova za analizu

4.4.3. Sinteza prikupljenih istraživanja

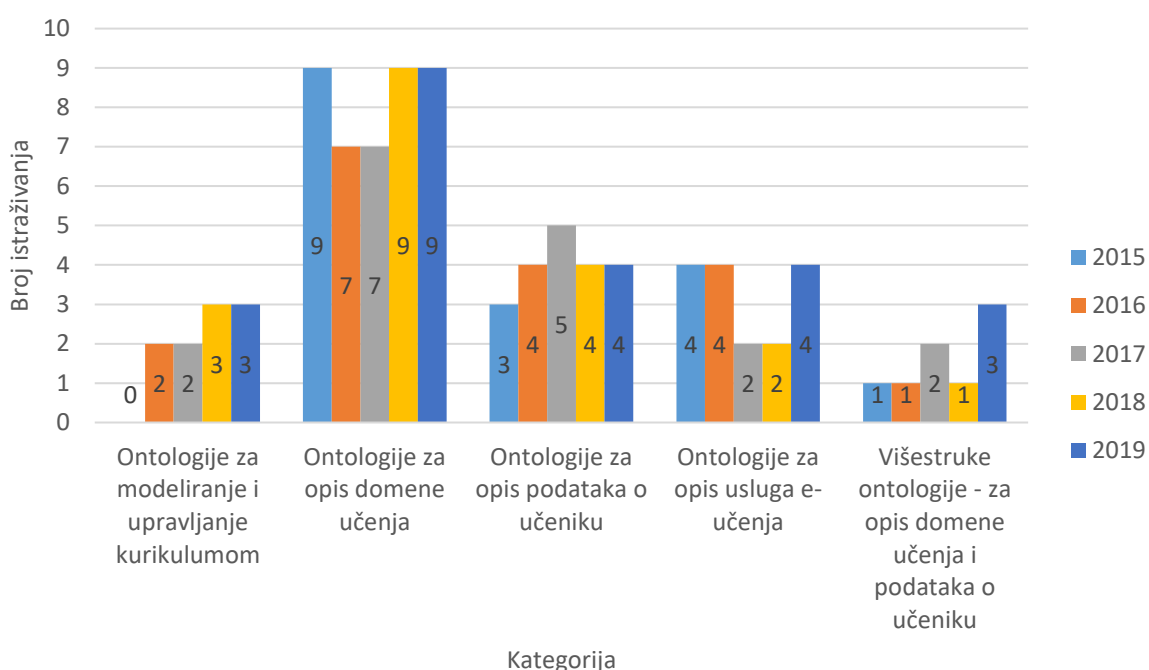
Slika 8 prikazuje broj znanstvenih radova prema vrsti publikacije. Može se uočiti da je 9 radova iz znanstvenih časopisa, a 86 radova sa znanstvenih konferencija što je i očekivano s obzirom na korištenu znanstvenu bazu.



Slika 8. Broj znanstvenih radova prema vrsti publikacije (Stančin, Pošćić, & Jakšić, 2020)

Na slici 9 prikazan je broj znanstvenih radova prema godini studija i kategoriji korištenja ontologije. Većina istraživanja koristila je ontologije za opisivanje domene učenja (41 rad).

Druga je najčešće korištena kategorija za opisivanje podataka o učenicima (20 radova), slijede ontologije za opisivanje usluga e-učenja (16 radova) i ontologije za modeliranje i upravljanje kurikulumom (10 radova). Samo osam istraživanja kombiniralo je više ontologija u različitim kategorijama – za opisivanje domena učenja i podataka o učeniku. Što se tiče razlika u godini radova, broj istraživanja provedenih u 2018. i 2019. godini gotovo je isti u svim kategorijama, osim u posljednje dvije, gdje je broj istraživanja u 2019. godini veći. Također, broj istraživanja koja se bave ontologijama za opisivanje podataka o učenicima bio je najveći u 2017. godini, a nema radova koji se bave ontologijama za modeliranje i upravljanje kurikulumom u 2015. godini.



Slika 9. Broj istraživanja prema godini i kategoriji korištenja ontologije (Stančin, Pošćić, & Jakšić, 2020)

Područje obrazovanja često mijenja trendove i metode poučavanja zbog napretka tehnologije (Bonk, 2016; Yessenova, Parker, Sadvakasova, Syrgakbaeva, & Tazhina, 2020), a time se i uloga ontologija u kontekstu obrazovanja često mijenja. Kako je cilj ovog pregleda literature bio identificirati najnovija istraživačka područja, pristupe i trendove (poput učenja temeljenog na igri, ozbiljnih igara ili analize podataka velikog obujma) u području ontologija u obrazovanju, u kvalitativnoj je analizi fokus stavljen na radove iz posljednje dvije godine kada je istraživanje provedeno (42 rada) kako bi se koristile najnovije informacije o korištenju ontologija u kontekstu obrazovanja. Primjerice, u razdoblju od 2015. do 2017. u pregledanoj znanstvenoj

bazi nije bilo istraživanja koja se bave područjem ozbiljnih igara. U navedenom razdoblju postoji samo jedan rad koji se bavi područjem igara, točnije igrifikacijom, gdje su autori izradili ontologiju kako bi formalizirali prikaz koncepata igrifikacije i objasnili kako oni utječu na motivaciju u situacijama suradničkog učenja (C. Chalco, A. Moreira, I. Bittencourt, Mizoguchi, & Isotani, 2015). Usporedbe radi, samo u 2019. godini postoje 2 istraživanja koja se bave temom ozbiljnih igara, a koja će biti predstavljena u kvalitativnoj analizi u nastavku poglavlja. Također, korištenje podataka velikih obujma u području obrazovanja noviji je trend koji se, prema prikupljenim radovima, javlja 2019. godine kada su Zhao i Guo (Zhao & Guo, 2019) kreirali *online* sustav preciznih usluga učenja na daljinu temeljen na analizi podataka velikog obujma.

4.4.4. Ontologije za modeliranje i upravljanje kurikulumom

Ontologije mogu biti vrlo korisne u modeliranju i upravljanju kurikulumom jer mogu predstaviti sve sastavne dijelove kurikuluma tako da olakšavaju definirane zadatke unutar upravljanja kurikulumom. Ontologije također omogućuju donositeljima odluka da brzo i fleksibilno odgovore na promjene (Al-Yahya, George, & Alfaries, 2015), što znači da mogu definirati glavne elemente kurikuluma, povezati jedinice učenja s drugim jedinicama učenja ili s ciljevima i ishodima (Al-Yahya, George, & Alfaries, 2015). Na primjer, istraživanje od Wang i sur. (2019) navodi korištenje ontologije za ekstrakciju entiteta tečaja i definiranje pravila sučelja između tečajeva kako bi se učenicima olakšao proces odabira i istraživanja skupa odgovarajućih tečajeva i kurikuluma. Također, Piedra i Caro (2018, str. 1939) konstruirali su ontologiju koja *“može promijeniti način na koji se znanje o kurikulumu specificira, upravlja, usklađuje, analizira i dijeli”*, a može se i *„koristiti u više modela učenja, za promicanje akademske mobilnosti, ubrzavanje procesa priznavanja akademskih bodova te za integraciju i međuoperativnost različitih kurikuluma između različitih odjela za računalne znanosti”* (Piedra & Caro, 2018, str. 1939). Tablica 6 prikazuje istraživanja koja koriste ontologije kako bi podržali proces dizajniranja novih ili revizije postojećih kurikuluma.

Tablica 6. Opisi istraživanja koja koriste ontologije za modeliranje i upravljanje kurikulumom

Svrha sustava	Svrha ontologije	Izvor
OSCCA je sustav temeljen na ontologiji koji pomaže polaznicima tečaja	Ontologija se koristi za definiranje odnosa između stavki kako bi pomogla korisniku u	(Wang, et al., 2019)

odabrati i istražiti skup odgovarajućih tečajeva i kurikuluma.	pronalasku njemu zanimljivih područja.	
Sustav koji automatski kombinira otvorene obrazovne resurse pomoću modeliranja temeljenog na agentima.	Ontologija se koristi kako bi se izbjegli problemi s nejednakim riječima to jest istoznačnicama (primjerice eLearning ili e-learning).	(Mosharraf & Taghiyareh, 2019)
CBC model (<i>engl. Competency-based course model</i>) je model tečaja temeljen na kompetencijama kojemu je cilj pomoći kreatorima tečajeva u izradi tečajeva temeljenih na kompetencijama, a koji studentima pružaju kompetencije u skladu sa stvarnim zahtjevima rada.	Ontologija je realizirana kao podatkovni model koji povezuje nastavne materijale tečaja iz otvorenih obrazovnih repozitorija i važeće kompetencije dobivene iz baza znanja o tržištu rada.	(Nahhas, Bamasag, Khemakhem, & Bajnaid, 2019)
Nije korišten sustav, ali je dizajnirana ontologija za višestruko učenje kroz semantičku reprezentaciju IEEE kurikuluma za informatiku.	Ontologija je predstavljena kao alat koji može promijeniti način na koji se znanje o kurikulumu specificira, upravlja, usklađuje, analizira i dijeli.	(Piedra & Caro, 2018)
Višeagentni ontološki pristup za podršku sustavu upravljanja koji se temelji na školskim aktivnostima kao što su bilježenje prisutnosti, ishodi učenja nastavnih jedinica, pedagoški plan i evaluacije.	Ontologija se koristi za modeliranje konteksta u inteligentnom okruženju kako bi se olakšala integracija informacija i dijeljenje znanja između heterogenih izvora znanja i informacija u „ <i>pametnoj školi</i> “.	(Samia, Khaled, & Warda, 2018)
Prilagodljivi algoritam učenja koji stvara individualni put učenja za studente uzimajući u obzir sadržaj obrazovnog materijala, njegovu složenost i vrijeme učenja.	Ontologija je kombinirana s „fuzzy“ logikom za konstruiranje pojedinačnih putova učenja u području teorije odlučivanja za domenu obrazovanja o informacijskoj tehnologiji.	(Lendyuk, Rippa, Bodnar, & Sachenko, 2018)

izvor: (Stančin, Pošćić, & Jakšić, 2020)

4.4.5. Ontologije za opis domena učenja

Prednost korištenja ontologija domene je u tome što definiraju semantičke modele podataka u kombinaciji s pridruženim znanjem domene te definiraju veze između različitih vrsta semantičkog znanja (Hafidh, Sharif, & Alsallal, 2019). U razdoblju od 2015. do 2019. godine u

znanstvenoj bazi IEEE Xplore nalazilo se 41 istraživanje koji koristi ontologije za opisivanje domena učenja. Tako su Diatta, Basse i Ouya (2019) stvorili PasOnto, ontologiju programskog jezika Pascal kako bi formalno opisali semantiku elemenata jezika Pascal uključivanjem opisa vježbi i svih konstrukata jezika Pascal. Na taj način ontologija konceptualizira rješenja vježbi u Pascalu kako bi poboljšala razumijevanje učenikova programa i postavljanje upita. Ontologija je korištena putem mobilnog i web sučelja. Također, Demaidi, Gaber i Filer (2018) kreirali su ontologiju domene za predstavljanje znanja iz područja kemije. Ontologija je dio sustava OntoPeFeGe koji automatski generira pitanja i povratne informacije za studente. Pitanja su opisana u ontologiji kroz različite karakteristike kako bi se ocijenili učenici na različitim razinama Bloomove taksonomije, a povratne informacije su personalizirane korištenjem algoritma temeljenog na pravilima. Tablica 7 prikazuje ostala istraživanja koja koriste ontologije za opisivanje domena učenja.

Tablica 7. Opisi istraživanja koja koriste ontologije za opis domena učenja

Svrha sustava	Svrha ontologije	Izvor
LiReWi - pristup koji predstavlja teme koje učenici trebaju savladati tijekom procesa učenja iz elektroničkih udžbenika.	Obrazovna ontologija koristi se za opisivanje tema koje studenti trebaju savladati te pedagoških odnosa među temama.	(Conde, Larrañaga, Arruarte, & Elorriaga, 2019)
Platforma upravljanja kvalitetom obrazovanja gdje se učenici mogu usmjeravati na odabir zanimanja prema odabranim skupovima zadataka i predavanjima.	Platforma se sastoji od pet meta-ontologija: ontologija zanimanja, ontologija postavljenih zadataka, ontologija subjekta, ontologija zapošljavanja i ontologija ključnih riječi.	(Kim, Ahn, & Kim, 2019)
Ekspertni sustav u obliku dodatka (<i>engl. plug-in</i>) za program Eclipse koji identificira koje klase sadrže pogreške poznate kao „ <i>design smells</i> “ na način da dohvaća informacije o izvornom kodu.	Ontologija je korištena za izvođenje zaključaka sa SWRL (Semantic Web Rule Language).	(Silva & Dorça, 2019)
Ontološki okvir za fenomenografske studije koji obuhvaća glavne operativne koncepte i semantiku domene znanja.	Ontologija se koristi za ekstrakciju operativnog znanja u obliku postupaka za formuliranje odgovarajućeg skupa pitanja za provedbu fenomenografskog	(Maffei, Giudici, & Samir, 2019)

	istraživanja kako bi se pronašle pogrešne predodžbe povezane s temom i upotrijebile kao ulazni podatci za dizajniranje odgovarajuće nastavne jedinice.	
Alternativni pristup tradicionalnim metodama e-učenja koji automatizira proces generiranja obrazovnog materijala u obliku priče.	Ontologija se koristi kao baza znanja za opskrbu generatora priča potrebnim sadržajem za generiranje informativnih priča.	(Issa & Jusoh, 2019)
Sustav za automatsko generiranje dvojezičnih pitanja za učenike kemije.	Jedinstvena ontologija, čija su imena koncepata, koja se koriste kao inputi za generiranje pitanja, predstavljena na engleskom i francuskom jeziku.	(Diatta, Basse, & Ouya, 2019)
Pristup koji čini dizajniranje i usavršavanje obrazovnih tečajeva više orijentiranim na obrazovanje temeljeno na kompetencijama.	Korištena ontologija je ESCO koja stvara zajedničko razumijevanje ponude poslova i omogućuje razmjenu informacija na različitim jezicima i različitim informacijskim sustavima.	(Nahhas, Bamasag, Khemakhem, & Bajnaid, 2019)
MOOC-KG je masovni otvoreni <i>online</i> tečaj (MOOC) temeljen na grafu znanja čiji je cilj poboljšati korištenje resursa za <i>online</i> učenje.	Za konstrukciju grafa znanja korištena je priznata obrazovna ontologija za modeliranje znanja <i>online</i> resursa za učenje.	(Dang, Tang, & Li, 2019)
Mobilno i web sučelje koje ilustrira kako iskoristiti PasOnto ontologiju kroz modul za upite.	PasOnto je ontologija programskog jezika Pascal namijenjena obuhvaćaju semantike elemenata programskog jezika Pascal.	(Diatta, Basse, & Ouya, 2019)
Strukturirani model za predviđanje bolesti učitelja u ranijoj fazi zbog sklonosti virusnim infekcijama i drugim zdravstvenim opasnostima.	Model koristi semantičke tehnike za predviđanje mogućih bolesti uz pomoć medicinske dokumentacije nastavnika i njihovog rutinskog načina života.	(Arthi, Priya, & Rautela, 2018)
MKMSE (<i>engl. Mathematical knowledge management system in education</i>) je sustav za upravljanje matematičkim znanjem u obrazovanju koji nastoji poboljšati performanse edukatora očuvanjem stručnog znanja	Ontologija se koristi za pohranu matematičkog znanja.	(Martínez-Ramírez, et al., 2018)

i izgradnjom repozitorija znanja u područjima povezanim s matematikom.		
Sustav za pronalaženje <i>online</i> izvora koji korisnicima omogućuje pretraživanje tekstualnih i video izvora s Interneta.	Ontologija je korištena za identifikaciju povezanih ključnih riječi.	(Somadasa, et al., 2018)
Metoda koja oblikuje individualni obrazovni put učenika uzimajući u obzir cjelokupni skup koncepata u domeni znanja učenika.	Ontologija je korištena kao tezaurus - sažetak znanja sa strukturiranim kontroliranim odnosima koncepata unutar domene znanja.	(Raud, Vodovozov, Petlenkov, & Serbin, 2018)
Sustav koji modelira kompetencije koje zahtijevaju poslovi u industriji i kurikulumi visokog obrazovanja.	Ontologija je korištena za modeliranje koncepata domene i otkrivanje podudaranja između profila.	(Gasmi & Bouras, 2018)
Sustav za preporučivanje puta učenja temeljen na ontologiji koji generira personalizirani put učenja uzimajući u obzir stručno dizajnirani redoslijed učenja kao temelj preporuke.	Korištena je ontologija domene prema nastavnom planu i programu te udžbeniku.	(Cheng, Zhang, & Shi, 2018)
OntoPeFeGe (<i>engl. Ontology-based personalized feedback generator</i>) je sustav to jest generator personaliziranih povratnih informacija koji automatski generira pitanja i povratne informacije za studente kemije.	Ontologija domene korištena je za predstavljanje znanja iz domene kemije.	(Demaidi, Gaber, & Filer, 2018)
CALEP (<i>engl. Competency-based adaptive learning path generation system</i>) je inteligentni sustav za e-učenje koji generira individualni slijed učenja prema razini kompetencije učenika.	Ontologija domene sadržavala je opise kompetencija izvedene iz međunarodnih okvira vještina.	(Hnida, Idrissi, & Bennani, 2018)
AC-ware je inteligentni sustav podučavanja temeljen na ontologiji koji omogućuje automatsko i dinamičko generiranje i prilagodljiv odabir, slijed i prezentaciju programa za nastavu.	Ontologija je korištena za predstavljanje znanja domene osnovnih koncepata programiranja.	(Šarić & Šerić, 2018)

izvor: (Stančin, Pošćić, & Jakšić, 2020)

4.4.6. Ontologije za opis podataka o učeniku

Podaci o učeniku podrazumijevaju sve vrste podataka koji se odnose na korisnika sustava. U obrazovnim sustavima ontologije se najviše koriste za izradu profila učenika koji uključuje osobne podatke, dovršeni sadržaj i preferencije. Tablica 8 prikazuje sustave koji koriste ontologije za opisivanje podataka o učeniku. Istraživanje od Hafidh, Sharif i Alsallal (2019) koristi ontologiju za predstavljanje koncepata učenika i njihovih odnosa s drugim konceptima. Sustav predstavlja pametan sustav koordinacije „*temeljen na holističkom šestoslojnom načinu upravljanja podacima koji objedinjuje obrazovanje, zdravstvo i usluge socijalne skrbi u jednu aplikaciju kako bi se zadovoljile potrebe djece i mladih s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama*” (Hafidh, Sharif, & Alsallal, 2019, str. 130). Sustav ujedno koordinira, integrira i prati aktivnosti obrazovanja, zdravstva i socijalne skrbi između različitih aktera (formalnih, neformalnih i učenika) uključenih u mrežu školske skrbi.

Tablica 8. Opisi istraživanja koja koriste ontologije za opis podataka o učeniku

Svrha sustava	Svrha ontologije	Izvor
AITs (engl. <i>Artificial Intelligence Tutoring System</i>) sustav je poduke koji se koristi kao pomoć studentima u učenju, a mentorima u podučavanju predmeta umjetne inteligencije.	Ontologija je izgrađena za analizu učenikova procesa učenja i ekstrakciju znanja o njegovim performansima.	(Grivokost opoulou, Perikos, Paraskevas, & Hatzilygeroudis, 2019)
e-Ucumari je multimedijски uređaj koji implementira interventni uređaj za davanje slušnih, vizualnih i taktilnih podražaja kao podrška procesu obrazovanja i rehabilitacije djece te modul za praćenje napretka djece.	Ontologija omogućuje interoperabilnost između sustava, ima zajednički vokabular, specifičan komunikacijski protokol i može provoditi procese ponovne upotrebe znanja.	(Robles-Bykbaev, et al., 2019)
Sustav preciznih usluga <i>online</i> učenja na daljinu temeljen na analizi podataka velikog obujma je sustav koji pruži personalizirane i prilagođene usluge učenja za korisnike i učinkovito rješava problem preopterećenosti informacijskih resursa u obrazovanju na daljinu.	Ontologija se koristi za konstruiranje modela interesa korisnika obrađivanjem korisničkih informacija i karakteristika preferencija kroz ontološke koncepte i odnose.	(Zhao & Guo, 2019)

SCCS (<i>engl. School Care Coordination System</i>) inovativni je generički pametni sustav koordinacije školske skrbi temeljen na znanju koji objedinjuje usluge obrazovanja, zdravstva i socijalne skrbi u jednu aplikaciju kako bi zadovoljio potrebe djece i mladih s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama.	Sustav koristi ontologiju sa svojstvima objekta i tipovima podataka kako bi predstavio koncepte aktera i njihov odnos s drugim konceptima.	(Hafidh, Sharif, & Alsallal, 2019)
Automatska metoda temeljena na ontologiji koja pruža eksplicitno opsežno znanje o preferencijama učenika kako bi se mogao predvidjeti njegov vlastiti stil učenja.	Ontologija je korištena za procjenu sposobnosti učenika, kao i za automatsko predviđanje pojedinačnog stila učenja.	(Rami, Bennani, & Idrissi, 2018)
Interdisciplinarni inteligentni model poučavanja kojem je cilj poboljšati kognitivne sposobnosti studenata i pomoći nastavnicima u razumijevanju pojedinačnih procesa učenja.	Izrađena je ontologija o kognitivnim sposobnostima učenika kako bi se osigurali uvjeti za realizaciju plana nastave.	(Han, 2018)
LifeOn je sveprisutni model za cjeloživotno učenje kojem je cilj zabilježiti akademske i neakademske informacije učenika kategorizirane u statične i dinamičke atribute.	U ontologiji se atributi svrstavaju u dvije skupine: statičke i dinamičke. Statički atributi uključuju profil učenika, posebne potrebe i sl., dok dinamički uključuju povijest učenja i plan učenja.	(Nurjanah, 2018)
Model učenika koji služi donošenju zaključaka o svakom učeniku kako bi se zadovoljile njegove potrebe za ostvarenjem postavljenog plana učenja.	Ontologija omogućuje razmjenu informacija učenika između različitih komponenti sustava i generiranje novog znanja zaključivanjem o tim informacijama.	(Akharraz, Mezouary, & Mahani, 2018)

izvor: (Stančin, Pošćić, & Jakšić, 2020)

4.4.7. Ontologije za opis usluga e-učenja

Ontologije se također koriste za opisivanje usluga e-učenja i njihovih komponenata što znači da mogu pružati zajednički, interoperabilni rječnik između raznih obrazovnih sustava ili dijeliti i razmjenjivati podatke između heterogenih sustava e-učenja (Al-Yahya, George, & Alfaries, 2015). Goncharow i sur. (2019) predstavili su CAR-CS (*engl. Compelling Assignment Repository*

for Computer Science) sustav za kategorizaciju pedagoških materijala (knjiga, ispita, video predavanja, zadataka...) prema dobro poznatim i utvrđenim smjernicama za provedbu kurikuluma. Sustav omogućuje smislenije pretraživanje materijala za tečaj informatike na način da uparuje materijale s metapodacima (razinom tečaja, programskim jezikom, skupovima podataka). Također, sustav povezuje materijale s ontologijama kurikuluma. U tu su svrhu razvrstali materijale za učenje u odnosu na dvije utvrđene ontologije – ACM/IEEE CS smjernice kurikuluma (IEEE, 2013) i NSF/IEEE-TCPP smjernice kurikuluma za paralelno i distribuirano računalstvo (NSF/IEEE-TCPP Curriculum Working Group, 2012). Spajanje ontologija u jedinstveni sustav bilo je korisno za nastavnike i obrazovne stručnjake jer nastavnik može dobiti bolji uvid u obrađene teme za svoj razred, a obrazovni stručnjak može uočiti obrasce u materijalima za nastavu. Tablica 9 daje prikaz recentnih istraživanja u kojima je korištena ontologija za opis usluga e-učenja.

Tablica 9. Opisi istraživanja koja koriste ontologije za opis usluga e-učenja

Svrha sustava	Svrha ontologije	Izvor
Mrežna učeća baza resursa – predstavlja oblik tražilice koja zadovoljava potrebe korisnika za personaliziranim informacijama i pomaže studentima pronaći obrazovne resurse koji su im potrebni.	Ontologija se koristi za predstavljanje semantičkog opisa resursa dokumenta i odnosa između dokumentiranih resursa i drugih vrsta resursa.	(Jiang, 2019)
CALMS (<i>engl. Context-aware learning mobile system</i>) mobilni je sustav za kontekstno učenje koji koristi mrežu ontologija za eksploataciju dostupnih kontekstualnih informacija u okruženju učenja i poučavanja.	Ontologije se koriste za određivanje pojmova i semantičkih odnosa između akademskih informacija i konceptualnih aspekata.	(Erazo-Garzón, Patiño, Cedillo, & Bermeo, 2019)
CAR-CS (<i>engl. Compelling Assignment Repository for Computer Science</i>) je sustav za kategorizaciju pedagoških materijala prema poznatim i utvrđenim kurikularnim smjernicama.	Korištenjem ontologija, nastavnik može dobiti bolji uvid u obrađene teme za svoj razred, a obrazovni stručnjak može uočiti obrasce u materijalima za nastavu.	(Goncharow, et al., 2019)
Personalizirano učeće izvješće o povratnim informacijama koje ima cilj podići samosvijest učenika i potaknuti samoregulirano učenje davanjem povratnih informacija.	Izvješće s povratnim informacijama koristi ontologiju učenja za ručno ili automatizirano pružanje personaliziranih povratnih informacija.	(Bogdanova & Snoeck, 2019)

Pristup koji omogućuje analizu pristupačnosti i evaluaciju objekata učenja.	Tri su ontologije proširene kako bi reprezentirale povezanost metapodataka o pristupačnosti (<i>engl. accessibility</i>) s najčešćim vrstama invaliditeta (intelektualne teškoće, fizičke, itd.).	(Ingavélez-Guerra, et al., 2018)
Obrazovno prilagodljivo okruženje obrazovanja iz područja inženjerstva koje modelira i oblikuje obrazovne komponente vježbi planirane u nastavnom planu i programu.	Ontologija je korištena kao baza znanja za podupiranje koncepata obrazovnih sadržaja.	(Kubekov, Zhaksybaeva, Naumenko, & Utegenova, 2018)

izvor: (Stančin, Pošćić, & Jakšić, 2020)

4.4.8. Višestruke ontologije

Osam od ukupno 95 prikupljenih znanstvenih radova nije se moglo uvrstiti u samo jednu kategoriju jer su sustavi u istraživanjima koristili više od jedne ontologije u različite svrhe. Stoga je u nastavku napravljen dodatan pregled istraživanja i odgovarajućih sustava koji koriste ontologije za opisivanje domena učenja i ontologije za opisivanje podataka o učeniku u jednom sustavu. Tako primjerice jedan sustav (Mitsis, Zarkogianni, Bountouni, Athanasiou, & Nikita, 2019) koristi ontologiju recepata kako bi olakšao personalizaciju iskustva igre putem svojstava recepata (kuhinja, tečaj, prehrana) i korisničkog profila kuhanja. Svojstva recepta imaju pravila koja korisniku omogućuju izbor posebnih prehrambenih potreba i preferencija (primjerice vegan prehrana) koje onda definiraju dostupne recepte. Korisnički profil kuhanja uključuje "*nezdrave prehrambene i kuharske navike, kako bi se podržala automatska i personalizirana prilagodba sadržaja igre u obliku izazova i povratnih informacija*" (Mitsis, Zarkogianni, Bountouni, Athanasiou, & Nikita, 2019, str. 1406). Ontologija je dio ozbiljne igre Express Cooking Train.

Nadalje, Cheniti-Belcadhi, El Khayat i Said (2019) predložili su okvir za procjenu kompetencija koji se temelji na ontološkim modelima generiranja personaliziranih scenarija procjene te portfelja procjene za ozbiljne igre. Cilj je okvira dati korisniku put procjene igre koji najbolje odgovara njegovom profilu. Da bi to postigli, navedeni su autori kreirali modele prevedene u ontologije. Model domene i korisnički model bili su potrebni kako bi se osigurala prilagodba na temelju:

- adaptivnih hipermedijskih sustava odabirom puteva koji odgovaraju vještinama korisnika,
- modela igre za odabir igara prema korisnikovom stilu učenja te
- modela procjene koji je bio potreban za definiranje razine vještina korisnika.

Detalji o sustavima prikazani su u tablici 10.

Tablica 10. Opisi istraživanja koja koriste višestruke ontologije

Svrha sustava	Svrha ontologije	Izvor
Express Cooking Train je ozbiljna igra koja nudi zanimljivo i personalizirano okruženje simulacije kuhanja na temelju "pokušaja i pogrešaka" koje poboljšava nutricionističku i prehrambenu pismenost učenika.	Ontologija recepata izgrađena je kako bi se olakšala personalizacija iskustva igre putem svojstava recepata (kuhinja, tečaj, prehrana) i korisničkog profila kuhanja.	(Mitsis, Zarkogianni, Bountouni, Athanasiou, & Nikita, 2019)
LET'SeGA (<i>engl. LibanonEgyptTunisia serious game assessment</i>) okvir je za procjenu personalizacije, scenarija poučavanja i opisa portfelja.	Ontologija se koristi za modeliranje domene i profila kako bi se odabrali putovi koji odgovaraju vještinama korisnika.	(Cheniti-Belcadhi, El Khayat, & Said, 2019)
OPCR (<i>engl. Ontology-based Personalized Course Recommendation</i>) je okvir kojem je cilj pružiti studentima odgovarajuće preporuke kombiniranjem filtriranja temeljenog na suradnji s filtriranjem temeljenim na sadržaju.	Sustav koristi tri ontologije: ontologiju tečaja, ontologiju studenta i ontologiju posla za klasifikaciju pojmova i pripremu baze znanja.	(Ibrahim, Yang, Ndzi, Yang, & Al-Maliki, 2019)
Kognitivni prostor-vrijeme model služi za implementaciju adaptivnih sustava usmjerenih na čovjeka u području e-učenja.	Ontologije su korištene za stvaranje strojno obradivog prikaza učenika, sadržaja učenja i njihove semantike.	(Fuchs & Henning, 2018)

izvor: (Stančin, Pošćić, & Jakšić, 2020)

Kroz provedeni sustavni pregled literature utvrđeni su različiti tipovi ontologija i pristupi razvoju istih te je utvrđen trend rasta popularnosti višestrukih ontologija. S obzirom na karakteristike sustava za predlaganje digitalnih obrazovnih igara, potrebna je ontologija za opis domene učenja koja pojašnjava koncepte unutar područja digitalnih obrazovnih igara kao što je to napravljeno u istraživanju Martínez-Ramírez i sur. (2018) gdje su kroz ontologiju pojašnjeni koncepti iz područja matematike te istraživanju Hnida, Idrissi i Bennani (2018) u

kojem je pomoću ontologije opisana domena kompetencija definirana prema međunarodnim okvirima vještina. Osim ontologije za opis domene učenja nužna je i ontologija za opis podataka o učeniku kako bi se dobio uvid u učenikovo stanje. Tako je primjerice kod Rami Bennani i Idrissi (2018) ontologija korištena za procjenu sposobnosti učenika, a kod Han (2018) kako bi definirala kognitivne sposobnosti učenika. S obzirom na spomenuto, u okviru disertacije odlučeno je izraditi višestruku ontologiju jer omogućuje razvoj formalizma kroz opis domene digitalnih obrazovnih igara, ali i podataka o učeniku čime cijela domena digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama postaje sveobuhvatna te razumljiva korisnicima sustava – stručnjacima iz područja edukacijske rehabilitacije, ali i računalu, zbog formalnog zapisa. S obzirom na pregled dostupnih metodologija za izradu ontologija, pri izradi ontologije slijedeća je metodologija izgradnje ontologija od Noya i McGuinnessa (Noy & McGuinness, 2001) jer detaljno opisuje proces izrade ontologije u šest koraka što je dobra polazna točka za razvoj novih ontologija.

5. OKVIR ZA PROCJENU DIGITALNIH OBRAZOVNIH IGARA

Za potrebe izrade prototipa sustava za predlaganje digitalnih obrazovnih igara oblikovan je okvir za procjenu digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama. Okvir identificira ključne karakteristike učenika s intelektualnim teškoćama koje služe za uvid u učenikove mogućnosti, ali i skup karakteristika digitalnih obrazovnih igara kojim se opisuju zahtjevi i funkcionalnosti igara s ciljem utvrđivanja pogodnosti korištenja određene igre u odgojno-obrazovnom procesu individualnog učenika. Dakle, okvir za procjenu digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama temelji se na skali procjene vještina u primjeni digitalnih obrazovnih igara učenika s intelektualnim teškoćama te izvornoj kategorizaciji zahtjeva i funkcionalnosti digitalnih obrazovnih igara. U nastavku će biti opisani načini kreiranja skale procjene i kategorizacije zahtjeva i funkcionalnosti.

5.1. Skala procjene vještina u primjeni digitalnih obrazovnih igara učenika s intelektualnim teškoćama

Za konstrukciju i provjeru sadržajne valjanosti skale procjene vještina u primjeni digitalnih obrazovnih igara učenika s intelektualnim teškoćama korištena je Delfi metoda koja se ubraja u metode prognoziranja temeljene na mišljenjima stručnjaka određenog područja (Eret, 2017), a predstavlja sredstvo za dobivanje konsenzusa unutar grupe eksperata vezano uz određeni složeni problem korištenjem niza upitnika dostavljenih ekspertima u više iteracija (Fink-Hafner, Dagen, Doušak, Novak, & Hafner-Fink, 2019).

U istraživanju Delfi metodom sudjelovalo je 18 eksperata edukacijsko-rehabilitacijskog profila iz različitih ustanova:

- Centar za odgoj i obrazovanje Rijeka (4 ispitanika),
- Centar za odgoj i obrazovanje „Tomislav Špoljar“ Varaždin (4 ispitanika),
- Centar za odgoj i obrazovanje „Juraj Bonači“ Split (3 ispitanika),
- Centar za odgoj i obrazovanje „Ivan Štark“ Osijek (4 ispitanika),
- Srednja škola – Centar za odgoj i obrazovanje Zagreb (3 ispitanika).

Ispitanici su odabrani prema preporuci čelnika ustanova s kojima je sklopljena suradnja i to prema sljedećim kriterijima:

1. više od 3 godine radnog iskustva u radu s učenicima s intelektualnim teškoćama,

2. iskustvo u korištenju digitalnih obrazovnih igara u odgojno-obrazovnom procesu.

Istraživanje je provedeno elektroničkim putem koristeći e-mail adrese ispitanika tijekom studenog i prosinca 2021. godine te siječnja 2022. godine u ukupno 3 kruga (slika 10). Prije prvog kruga napravljena je i pripremna faza u kojoj je upućen poziv institucijama za suradnju, te nakon toga i pojedinačni poziv za sudjelovanjem s detaljnim uputama.

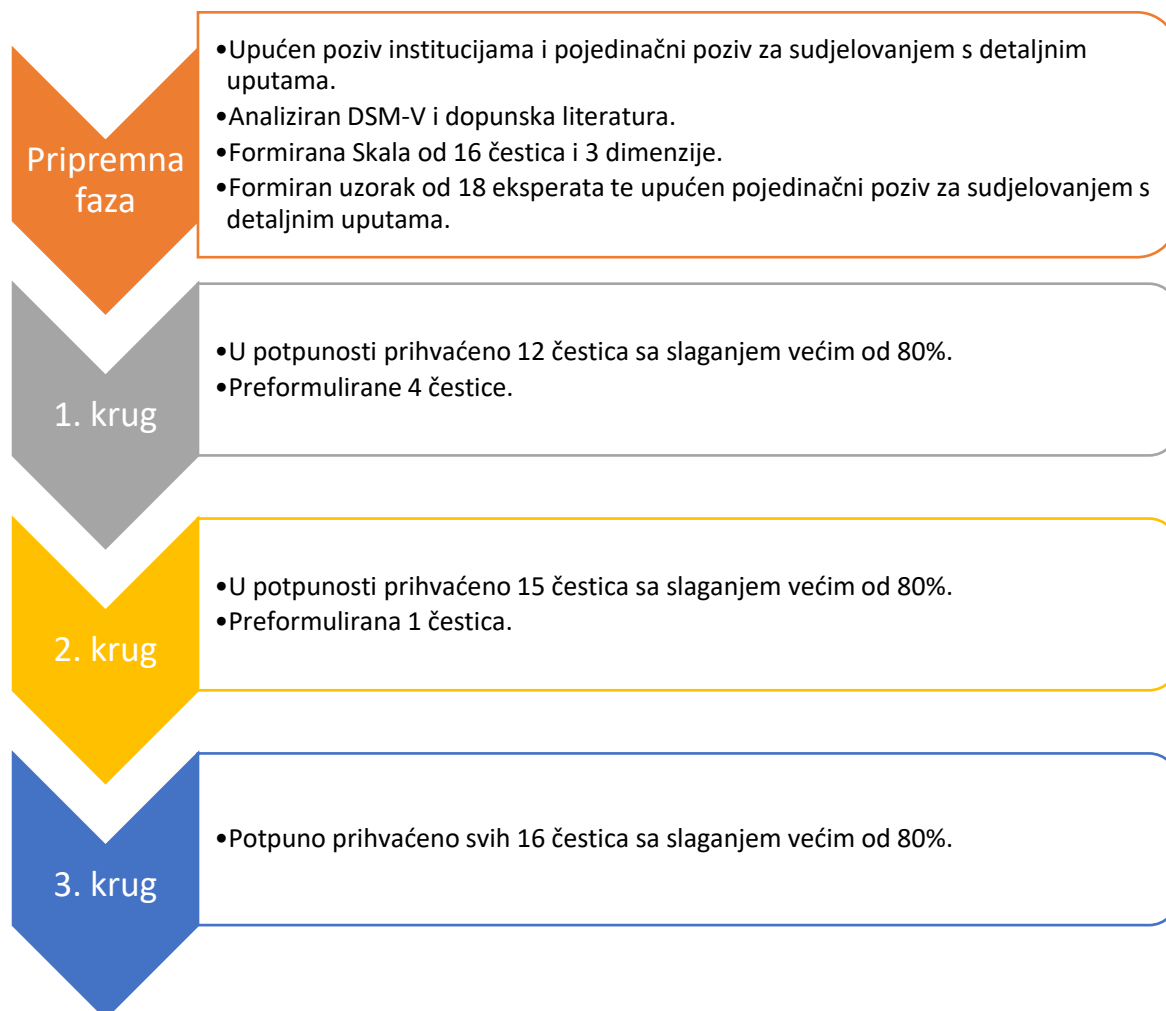
U pripremnoj fazi analiziran je DSM-V, dijagnostički i statistički priručnik za duševne poremećaje (American Psychiatric Association, 2013) koji sadrži najnovija ažuriranja temeljena na znanstvenoj literaturi s doprinosima više od 200 stručnjaka i pruži standard za dijagnozu i manifestaciju mentalnih poremećaja, kako bi se formirala skala od 16 čestica koja navodi informacije o učeniku podijeljene u 3 područja prema DSM-V: konceptualna, socijalna i praktična domena. Informacije o učeniku dobivene su tako da su najprije izdvojene karakteristike prema kojima se procjenjuje adaptivno funkcioniranje učenika i utvrđuje stupanj intelektualne teškoće. Nakon izdvajanja karakteristika bilo je potrebno odrediti razine za svaku karakteristiku kako bi se mogla formirati skala. To je učinjeno u suradnji s dva stručnjaka iz područja logopedije i edukacijske rehabilitacije.

Navedeno je rezultiralo da su za svaku domenu navedena područja i odgovarajući raspon razina sposobnosti i vještina s obzirom na učenikovo stanje. Primjerice, za područje komunikacije inicijalno je napravljen prijedlog stupnjevanja: učenik komunicira neverbalno; učenik koristi potpomognutu komunikaciju; učenik komunicira verbalno, ali oskudno; učenik komunicira verbalno u rečenicama. Zadaća je eksperata bila sagledati prijedloge s dva ključna aspekta kako bi se provjerilo funkcioniranje učenika opisano sposobnostima ili vještinama relevantno za učenike s intelektualnim teškoćama u kontekstu digitalnih obrazovnih igara:

1. Relevantan kriterij – za svaku od 16 čestica potrebno je odrediti je li navedeni kriterij relevantan u kontekstu digitalnih obrazovnih igara (s opcijama da i ne),
2. Raspon razina sposobnosti i vještina – potrebno je ispitati omogućuju li navedeni prijedlozi razina podjednake raspone u hijerarhiji diferenciranja učenika prema sposobnostima i vještinama temeljem kojih će se raditi izbor digitalnih obrazovnih igara.

Isto tako, za nejasne, nepotpune, nepotrebne, sadržajno neadekvatne i izostavljene kriterije ili raspone razina sposobnosti i vještina postojala je opcija za unos komentara. Instrument za

provjeru sadržajne valjanosti skale naveden je u privitku 1. U ovom je istraživanju sadržajne valjanosti skale čestica prihvaćena ako je više od 80% ispitanika označilo da se slaže s relevantnošću kriterija i predloženim rasponom razina sposobnosti i vještina (odgovor „da“ u instrumentu).



Slika 10. Tijek provedbe Delfi istraživanja

U prvom je krugu ekspertima poslan instrument (Privitak 1) koji je rezultirao prihvaćanjem 12/16 čestica sa slaganjem većim od 83% (čak 8 od tih 12 i sa slaganjem većim od 90%). Preostale 4 čestice preformulirane su i jezično obogaćene prema komentarima eksperata, a odnose se na matematičke vještine (slaganje 51%), vještine snalaženja u vremenu (slaganje 56%), vještine komunikacije (slaganje 61%) i područje praktične domene (slaganje 78%).

U drugom je krugu ponovno poslan instrument kojim su dodatno prihvaćene 3 čestice te je time kroz drugu fazu 3/4 čestica prihvaćeno sa slaganjem većim od 89% (čak 2/3 i sa slaganjem većim od 95%), a jedna preostala čestica prihvaćena je sa slaganjem većim od 78%, a odnosi

se na vještinu snalaženja u vremenu. Kako je čestica ispod praga od 80%, proveden je još jedan krug defli metode.

U ovom zadnjem krugu Delfi metode poslan je ponovno instrument za ispitivanje skale, uz dodatan komentar na česticu kojom se ispituje vještina snalaženja u vremenu koja je semantički obogaćena i kojoj je promijenjen redoslijed nekih razina u skladu s komentarima ispitanika. Zadnja je čestica prihvaćena sa slaganjem od 100% te je time završilo istraživanje koje je rezultiralo skalom procjene navedenom u privitku 2.

5.2. Kategorizacija zahtjeva i funkcionalnosti digitalnih obrazovnih igara

Digitalne obrazovne igre posebno razvijene za učenike s intelektualnim teškoćama teško je pronaći, a postojeće igre nisu uvijek dostupne javnosti. Kao što je i sustavnim pregledom literature utvrđeno, u razdoblju od 2010. do 2019. (prema dostupnim izvorima) razvijena je samo 21 digitalna obrazovna igra posebno namijenjena za učenike s intelektualnim teškoćama (Stančin, Hoić-Božić, & Skočić Mihić, 2020). Iz navedenog se razloga edukacijski rehabilitatori, učitelji, nastavnici i stručni suradnici koji žele unaprijediti odgojno-obrazovni proces često nalaze u situaciji da moraju pronaći igre koje nisu izričito kategorizirane kao igre za učenike s intelektualnim teškoćama, ali ih učenici mogu igrati. Kako bi se pronašle takve igre, edukacijski rehabilitatori i ostali stručnjaci prvo moraju pronaći dostupne baze digitalnih obrazovnih igara kao što su iTunes, Google Play ili neke web stranice, te zatim pretraživati navedene baze za potencijalno pogodnim digitalnim obrazovnim igrama. Kako bi se ustanovilo jesu li igre zaista pogodne za primjenu, potrebno je svaku igru zasebno testirati uzimajući u obzir posebne zahtjeve zbog specifičnih teškoća učenika. Budući da ne postoji jedinstveni popis svih zahtjeva i funkcionalnosti igara koji se može koristiti pri odabiru igara za učenike s intelektualnim teškoćama, sam proces pronalaženja odgovarajućih igara vrlo je zahtjevan i dugotrajan.

Pregledom postojećih istraživanja utvrđeno je da se mali broj radova bavi karakteristikama obrazovnih igara. Budući da ne postoji jedinstvena klasifikacija igara za obrazovne svrhe, kakva postoji za komercijalnu industriju igara, neki su autori napravili taksonomiju igara za obrazovne svrhe.

Tako je primjerice Amory (2007) razvio teorijski okvir za razvoj i evaluaciju računalnih videoigara koje mogu biti korisne u okruženju učenja. U okviru, obrazovna igra sastoji se od

nekoliko komponenti kao što su komunikacija, pismenost, pamćenje i prostor koji pruža način konceptualizacije digitalnih igara za obrazovanje. Ova se metodologija može koristiti kao popis važnih kriterija za dizajniranje obrazovnih igara ili za procjenu specifikacija dizajna igara, ali autor naglašava potrebu za procjenom održivosti i istinitosti okvira u stvaranju složenih okruženja za učenje.

An i Cao (2017) istražili su karakteristike digitalnih obrazovnih igara koje su osmislili učitelji koji rade u praksi. U svom istraživanju autori su izdvojili neke karakteristike igara koje učitelji osmišljavaju za svoje učenike. Karakteristike su bile: razina igre, igranje za jednog ili više igrača (*engl. single-player, multiplayer*), trajanje, 2D i 3D igre, uređaj za igranje, procijenjeno trajanje igranja, ciljevi, pravila i kontekst.

Nadalje, Tsikinas & Xinogalos (2018) proučili su važne okvire za dizajniranje ozbiljnih igara za osobe s intelektualnim teškoćama. U sklopu svojeg istraživanja spomenuli su attribute igre kao važan dio konceptualnog okvira koji pomaže razvojnim timovima u procesu dizajniranja obrazovnih igara. Atributi igre predstavljaju karakteristike igara koje pomažu u procesu učenja i angažmanu učenika kao primjerice nagrade (*engl. Game rewards*). Osim atributa, autori također ističu nastavni sadržaj, ishode učenja, aktivnost učenja, žanr igre, mehanike i postignuća kao relevantne kriterije za konceptualni okvir.

Iz prethodno navedenog, te iz nedostatka postojećih istraživanja koja se bave karakteristikama igara za učenike s intelektualnim teškoćama, važno je identificirati skup karakteristika digitalnih obrazovnih igara koje pokazuju je li igra prikladna za učenike s intelektualnim teškoćama. Novostvoreni skup karakteristika koristit će se za formalni opis domene digitalnih obrazovnih igara i stvaranje prototipa sustava.

Kako bi se kreirala formalna kategorizacija zahtjeva i funkcionalnosti digitalnih obrazovnih igara, proveden je pregled literature i pronađeno je nekoliko karakteristika igara. Budući da pregledom literature nisu pronađene posebne karakteristike igara za učenike s intelektualnim teškoćama, ponovno je konzultiran DSM-V kako bi se ustanovila tražena razina vještina za određenu igru.

Prije provođenja pregleda literature napravljen je protokol u kojem su, među ostalim, definirane ključne riječi za prikupljanje istraživanja. Dakle, korištene su ključne riječi poput "klasifikacija", "karakteristike", "taksonomija" i "koncepti" kombinirane s ključnim riječima

"igre", "edukativne igre", "obrazovanje", "digitalne obrazovne igre" koje su pretražene u znanstvenim bazama Scopus i Web of Science te Google Scholar. Budući da je upitima pronađen veliki broj radova (1.415) koji zadovoljavaju ključne riječi, bilo je potrebno smanjiti zadani skup radova primjenom kriterija uključivanja i isključivanja definiranih u protokolu kako bi se izdvojile karakteristike koje će služiti za opis digitalnih obrazovnih igara. Kriteriji uključivanja bili su:

1. istraživanja objavljena u znanstvenim časopisima kao i zbornicima radova sa konferencija,
2. istraživanja pisana na engleskom jeziku,
3. istraživanja u području društvenih i tehničkih znanosti te
4. istraživanja koja spominju karakteristike igara u obrazovnom kontekstu.

Nakon primjene navedenih kriterija 1 do 3 i uklanjanja istih istraživanja, ostalo je 215 istraživanja za analizu. Za pronalaženje karakteristika igara, (kriterij 4) napravljena je kvalitativna analiza koja je uključivala čitanje svakog sažetka rada i pronalaženje karakteristika igara u obrazovnom kontekstu. Nakon toga, ostalo je 12 istraživanja za daljnju kvalitativnu analizu. Pritom su sve pronađene karakteristike koje će poslužiti za opisivanje digitalnih obrazovnih igara grupirane u tri kategorije:

1. karakteristike digitalnih igara općenito,
2. karakteristike digitalnih obrazovnih igara i
3. karakteristike digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama.

Svi radovi eksportirani su u BibTeX format i analizirani u alatu JabRef.

Od 12 analiziranih radova izdvojeno je 13 karakteristika koje su grupirane u prethodno spomenute kategorije (tablica 11).

Tablica 11. Broj karakteristika po kategoriji

Kategorija	Broj karakteristika
Karakteristike digitalnih igara općenito	7
Karakteristike digitalnih obrazovnih igara	6
Karakteristike digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama	0

izvor: (Stančin, Hoić-Božić, & Skočić Mihić, 2022)

U tablici 11 prikazane su sve pronađene karakteristike digitalnih igara općenito i digitalnih obrazovnih igara. Iako su karakteristike digitalnih igara općenito pronađene u taksonomijama obrazovnih igara, one su jednake za obrazovne kao i za neobrazovne igre. S tim u vezi, prva karakteristika odnosi se na vrstu igre kako bi se razlikovale obrazovne od drugih vrsta igara. Ostale karakteristike igara općenito poput zvuka, naracije, pravila, trajanja, povratne informacije i preduvjeta u domeni detaljno su opisane u tablici 12 kao i karakteristike koje se odnose na digitalne obrazovne igre, poput žanra igre, ishoda učenja igre, kategorije mentalnih procesa kojima se igra bavi, domene znanja korištene u igri, složenosti i stila igranja.

Tablica 12. Skup karakteristika digitalnih obrazovnih igara pronađen u literaturi

Br.	Karakteristika	Sadržaj	Opis/napomena	Izvor
Karakteristike digitalnih igara općenito				
1	Vrsta igre	Obrazovna igra, Druga vrsta igre (neobrazovna)	Je li igra obrazovna ili neobrazovna? Važno je razlikovati obrazovne od neobrazovnih igara jer se neke karakteristike igara odnose na sve igre, a neke samo na obrazovne ili neobrazovne (komercijalne) igre.	(O'Brien, Lawless, & Schrader, 2010)
2	Audio	Da, Ne	Ima li igra audio zvuk? Audio podrazumijeva bilo koji zvuk – pjesme, govor...	(Core Game Ontology, 2020)
3	Upute	Da, Ne	Ima li igra naraciju? Ispituje se ima li igra vodstvo kroz igru – usmeno ili pismeno.	
4	Pravila igre	Da, Ne	Ima li igra pravila ili se može slobodno kretati kroz igru? Većina igara ima neka pravila, ali neke od njih, posebno za mlađu populaciju, omogućuju slobodno kretanje kroz igru (primjerice digitalne bojanke, igre za učenje abecede...)	(Ghannem, 2014)
5	Trajanje	Vremenski ograničeno trajanje aktivnosti,	Ima li igra vremenski ograničene ili neograničene aktivnosti? Ovo je također važno za nastavnike kako bi planirali nastavne aktivnosti.	

		Slobodno igranje		
6	Povratna informacija	Bez, Tijekom igre, Na kraju igre	Ima li igra povratne informacije tijekom cijele igre ili samo na kraju? Povratne informacije uključuju poruke, bodove, savjete ili upute za igranje.	
7	Potrebno predznanje u domeni	Da, Ne	Zahtijeva li igra predznanje iz domene? Ovo je važno za preporuku igara za učenike.	
Karakteristike digitalnih obrazovnih igara				
8	Žanr igre	Linearni, Kompetitivni, Strateški, Igranje uloga	Koji je žanr igre? Linearne igre – koriste linearnu logiku, ali radnje koje se koriste u igranju ne moraju nužno biti linearne. Imaju jasne probleme, ne zahtijevaju vještine rješavanja složenih problema, pravila se igre često ponavljaju, a odnose se na učenje učestalim ponavljanjem i uvježbavanjem kao što su slagalice ili igre skakanja i trčanja. Kompetitivne igre - uključuju druge igrače (ili "robote") u natjecanju ili suradnji. Razlikuju se u svojim vizualnim značajkama, a igrač mora predvidjeti radnje drugih igrača. Strateške igre – uključuju upravljanje složenim sustavom (primjerice grad, država, tvrtka). Igrači uče o sadržaju specifičnom za određenu domenu, rješavanju problema, a fine motoričke vještine nisu toliko kritične za uspjeh. Igre igranja uloga – igrači stvaraju jedinstvene likove s određenim sposobnostima i moraju uspjeti u raznim izazovima kako bi poboljšali sposobnosti likova.	(O'Brien, Lawless, & Schrader, 2010)

9	Gagneovih pet kategorija obrazovnih ciljeva	Motoričke vještine, Verbalne informacije, Inteliktualne sposobnosti, Kognitivne strategije, Stavovi	Koju vrstu obrazovnih ciljeva igra adresira? Motoričke vještine – kontrola tijela i izražavanje tijelom. Verbalne informacije – sposobnost pamćenja, prisjećanja i priopćavanja činjenica. Inteliktualne sposobnosti – sposobnost manipuliranja znanjem putem kognitivnih operacija. Kognitivne strategije – srodne meta kognitivnim sposobnostima, praćenje ponašanja učenika. Stavovi – učenikova sposobnost odabira između skupine opcija na temelju osobnih preferencija, a ne logike.	(Gagne & Briggs, 1974; O'Brien, Lawless, & Schrader, 2010)
10	Marzanova i Kendalova Nova taksonomija – kategorija mentalnih procesa	Dohvaćanje, Razumijevanje, Analiza, Korištenje znanja, Metakognicija, Samosustavno razmišljanje	Kojom se kategorijom mentalnih procesa igra bavi? Dohvaćanje – prepoznavanje, prisjećanje, izvršenje Razumijevanje – integriranje, simboliziranje Analiza – uparivanje, klasificiranje, analiza pogrešaka, generaliziranje, specificiranje Korištenje znanja – donošenje odluka, rješavanje problema, eksperimentiranje, istraživanje Metakognicija – određivanje ciljeva, praćenje procesa, praćenje jasnoće, praćenje točnosti Samosustavno razmišljanje – ispitivanje važnosti, ispitivanje učinkovitosti, ispitivanje emocionalnog odgovora, ispitivanje motivacije	(Marzano & Kendall, 2007)
11	Marzanova i Kendalova Nova	Informacija, Mentalni postupci,	Kojoj domeni znanja pripada igra? Informacije (deklarativno znanje) – termini iz rječnika, činjenice,	

	taksonomija – domena znanja	Psihomotorički postupci	vremenski slijed, principi i generalizacije. Mentalni postupci (proceduralno znanje) – postupci koji se mogu automatski izvršiti poput taktika, algoritama, pojedinačnih pravila i oni koje se moraju kontrolirati poput makro procedura. Psihomotorički postupci – temeljni postupci, jednostavni kombinirani postupci, složeni kombinirani postupci	
12	Kompleksnost učenja	Učenje bez primjećivanja, Učenje kroz igru, Stvarnost kao igra	Koja je složenost učenja u igri? Učenje bez primjećivanja – jednostavni obrazovni zadaci, pedagoški cilj je učvršćivanje postojećeg znanja, pamćenje pojmova i simbola. Učenje kroz igru – zahtijeva razumijevanje raspoloživog znanja, uvjeti zadatka postavljeni su u obliku igre. Stvarnost kao igra – nastavni materijal je složeniji, opsežniji i izravno povezan sa stvarnim svijetom koji zahtijeva refleksiju.	(Bylieva & Sastre, 2018)
13	Stil igranja	Kompetitivni, Kooperativni	Je li igra natjecateljska ili suradnička? Kompetitivne, natjecateljske igre imaju više igrača, a glavni je cilj prestići druge igrače i biti bolji od njih. Kooperativne igre predstavljaju igre za jednog igrača ili igre za više igrača s ciljem zajedničkog stvaranja.	(Ghannem, 2014)

izvor: (Stančin, Hoić-Božić, & Skočić Mihić, 2022)

Osnovna razlika između neobrazovnih i obrazovnih digitalnih igara je u dobro definiranom pedagoškom aspektu obrazovnih igara. Imajući to na umu, važno je istaknuti pedagoške karakteristike obrazovnih igara. O'Brien, Lawless i Schrader (2010) koristili su pedagoške

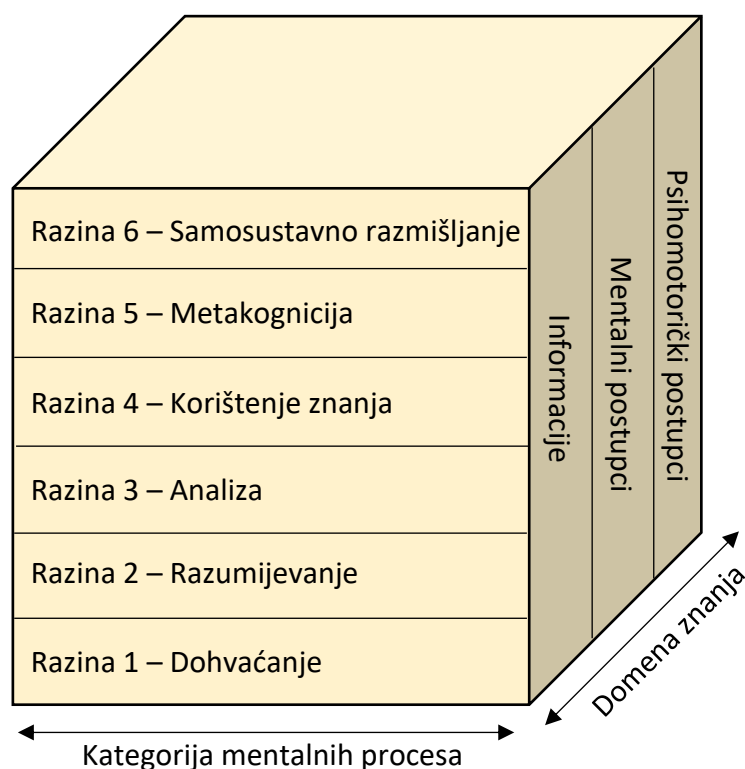
aspekte kako bi klasificirali digitalne igre u obrazovne svrhe. Predložili su taksonomiju koja ocrta četiri žanra igara koji ovise o kognitivnim funkcijama i vještinama koje igre uključuju. U prvom žanru (linearne igre) uspjeh zahtijeva linearnu logiku, u drugom, natjecateljskom žanru uspjeh zahtijeva predviđanje akcija drugih igrača osim linearne logike. U trećem žanru (strateške igre), uspjeh zahtijeva strateško planiranje i upravljanje složenim sustavima, a u posljednjem žanru (igranje uloga) uspjeh zahtijeva razvoj i održavanje profila vjerojatnosti unutar složenog okruženja. Sukladno tome, ovi žanrovi su uključeni kao jedna od važnih karakteristika digitalnih obrazovnih igara (karakteristika 8 u tablici 12).

Svi prethodno navedeni žanrovi igara povezani su s pet kategorija obrazovnih ciljeva (Gagne & Briggs, 1974), Bloomovom taksonomijom obrazovnih ciljeva (Bloom & Krathwohl, 1956) i Jonassenovom tipologijom rješavanja problema (Jonassen, 2004). Od navedenih taksonomija, jedino Gagneovih pet kategorija obrazovnih ciljeva uključeno je kao karakteristika u finalnu kategorizaciju (karakteristika 9 u tablici 12). Naime, iako se Jonassenove vrste rješavanja problema (dilema, analiza slučaja, dizajn, strateška izvedba, dijagnoza-rješenje, rješavanje problema, donošenje odluka, korištenje pravila, priča, algoritamsko rješavanje problema, logičko rješavanje problema) dobro uklapaju u obrazac povezivanja taksonomije obrazovnih igara, nisu uključene u konačnu listu karakteristika jer se najveći fokus u tipologiji stavlja na domenu problema koja je na višim razinama taksonomije (Jonassen, 2004; O'Brien, Lawless, & Schrader, 2010), te stoga nije primjerena za učenike s intelektualnim teškoćama.

Također, Bloomova taksonomija nije uključena u skup karakteristika zbog nedostataka u domeni intelektualnih teškoća. Naime, spomenuta taksonomija upotpunjuje tradicionalno učenje akademskim postupcima učenja korak po korak, ali digitalno okruženje omogućuje učeniku da se najprije uključi u sadržaj, a zatim modificira svoj pristup kroz iterativni neuspjeh (tako zvana „metoda pokušaja i pogrešaka“) ili kroz povratnu informaciju (obrnuti redoslijed Bloomove hijerarhije) (Cao & Hill, 2009). Bloomova taksonomija također previše pojednostavljuje prirodu misli i njezin odnos s učenjem (Furst, 1994) pa su iz tog razloga Anderson i sur. (Anderson, i dr., 2001) napravili reviziju Bloomove taksonomije, ali je ta revizija također koristila stupnjeve težine kao osnovu za razliku između razina taksonomije. Navedeno je protivno prirodi učenja koristeći digitalne obrazovne igre pa se bilo kakav pokušaj dizajniranja taksonomije na temelju težine mentalnog procesuiranja ne preporučuje zbog psihološkog načela koji tvrdi da se čak i najsloženiji procesi mogu naučiti na razini na kojoj se

izvode uz malo ili nimalo svjesnog napora (La Berge, 1995; Marzano & Kendall, 2007) što se značajno može primijetiti kod učenika s intelektualnim teškoćama.

Iz tog su razloga Marzano i Kendall predstavili Novu taksonomiju obrazovnih ciljeva (Marzano & Kendall, 2007) koja predstavlja dvodimenzionalni model sa šest kategorija mentalnih procesa i tri domene znanja (slika 11). Model se temelji na tri sustava mišljenja – sustavu jastva (vlastitosti, osobnosti), metakognitivnom sustavu i kognitivnom sustavu (Marzano & Kendall, 2007, str. 19). Također, njihova Nova taksonomija uključuje psihomotoričke postupke kao vrstu znanja koja je vrlo važna za digitalne obrazovne igre koje razvijaju finu motoriku učenika. Detaljna usporedba revidirane Bloomove taksonomije te Marzanove i Kendalove taksonomije nalazi se u tablici 13. Iz navedenih je razloga Nova taksonomija uključena u skup karakteristika – kao karakteristika 10 (kategorija mentalnih procesa) i karakteristika 11 (domena znanja) u tablici 12.



Slika 11. Marzanova i Kendalova nova taksonomija (Marzano & Kendall, 2007)

Tablica 13. Usporedba revidirane Bloomove taksonomije te Marzanove i Kendalove taksonomije

Kriterij	Revidirana Bloomova taksonomija	Marzanova i Kendalova taksonomija
Struktura	6 razina, samo u kognitivnoj domeni	6 razina, od toga 4 u kognitivnoj domeni
Domena znanja	Činjenično, konceptualno, proceduralno te metakognitivno znanje	Informacije, mentalni postupci, psihomotorički postupci
Kognitivna domena	Cijela taksonomija	4 od 6 razina, podređenih sebi i metakognitivnim sustavima
Afektivni/ja sustav	Podsustav metakognicije (pasivno u domeni znanja)	Dominantno aktivan sustav, prvi koje se uspostavlja
Metakognicija	Pasivno u domeni znanja	Dominantno aktivan sustav, drugi koji se uspostavlja nakon „ja sustava“
Psihomotorika		Domena znanja

Izvor: (Irvine, 2017)

Bylieva i Sastre (2018) klasificirali su igre u tri razine ovisno o njihovoj obrazovnoj složenosti. Pritom su vodili računa može li se učenje i uvježbavanje odvijati u potpunosti unutar igre ili je za sudjelovanje u igri potrebna određena unaprijed ostvarena razina znanja. Prva razina (učenje bez primjećivanja) uključuje igre s jednostavnim obrazovnim zadacima, a pedagoški je cilj učvršćivanje postojećeg znanja, pamćenje simbola i jednostavnih vještina. Druga razina (učenje kroz igru) zahtijeva razumijevanje obrade dostupnih informacija, a treća razina (stvarnost kao igra) ima složeniji obrazovni materijal i povezana je sa stvarnim svijetom. Kako ova klasifikacija odgovara potrebama učenika s intelektualnim teškoćama, također je uključena u skup karakteristika (karakteristika 12 u tablici 12).

Ghannem (2014) je klasificirao igre prema stilu igranja na način da se razlikuje natjecateljska od suradničke igre. U natjecateljskim je igrama glavni cilj prestići druge igrače i biti bolji od njih, a u kooperativnim je igrama cilj zajedničko stvaranje. Kako i ova klasifikacija odgovara potrebama učenika s intelektualnim teškoćama, također je uključena u skup karakteristika (karakteristika 13 u tablici 12).

Kako pregledom literature nisu pronađene karakteristike igara koje su specifične za učenike s intelektualnim teškoćama (tablica 10), ponovno je korišten DSM-V kako bi se opisale digitalne

obrazovne igre. Kao što je već rečeno, prema DSM-V, tri su domene prema kojima su definirane različite razine ozbiljnosti intelektualnih teškoća na temelju adaptivnog funkcioniranja, a ne IQ rezultata.

Ove tri domene (konceptualna, socijalna i praktična) opisuju karakteristike koje se koriste za određivanje adaptivnog funkcioniranja svakog učenika pojedinačno. Karakteristike također mogu pružiti uvid u ograničenja svakog učenika te područja i vještine koje učenik mora dalje razvijati. Ova je činjenica iskorištena za opisivanje igara na način da se prikaže koja je tražena razina vještina za određenu igru. Tako primjerice skala procjenjuje učenikovu konverzaciju to jest vještine receptivne komunikacije razinama: 0 – konverzacija s učenikom znatno otežana; 1 – konverzacija s učenikom moguća uglavnom o temama iz njegove uobičajene socijalne situacije; 2 – konverzacija s učenikom složenija je i uključuje teme izvan njegove uobičajene socijalne situacije, a to su ujedno i zahtjevi koje digitalna obrazovna igra mora imati kako bi je učenik s intelektualnim teškoćama mogao igrati.

Sukladno tome, na primjeru konverzacije (karakteristika 25 u privitku 3), igra također ima 3 moguće razine funkcionalnosti: 0 – igra ne zahtijeva mogućnost konverzacije s učenikom; 1 – igra razvija vještine konverzacije s učenikom uglavnom o temama iz učenikove uobičajene socijalne situacije; 2 – igra razvija vještine složenije konverzacije s učenikom o temama izvan učenikove uobičajene socijalne situacije. Na isti su način mapirane i ostale kategorije i razine, s time da su neke razine iz skale spojene u kategorizaciji zahtjeva i funkcionalnosti jer digitalne obrazovne igre obično pomažu u usvajanju ili uvježbavanju cijelog skupa vještina.

Tako su primjerice podrazine razine 2 iz skale za područje čitanja: 21 – učenik usvaja tehniku čitanja slovkajući i/ili čita slogove; 22 – učenik čita riječi (kraće i duže); 23. – učenik čita rečenice, mapirana u jednu razinu u kategorizaciji (karakteristika 19 u privitku 3): 2 – igra zahtijeva tehniku čitanja: slovkajući i/ili slogova, riječi, rečenica.

Kako bi kategorizacija zahtjeva i funkcionalnosti bila potpuna za potrebe razvoja ontologije, dodano je nekoliko karakteristika digitalnih obrazovnih igara koje će olakšati proces razvoja ontologije kao što je korištena platforma za igru, naziv igre, opis, URL i dominantno područje igre (karakteristike 14 – 18 u privitku 3). Potpuna kategorizacija zahtjeva i funkcionalnosti digitalnih obrazovnih igara nalazi se u privitku 3.

5.3. Izrada ontologije

Literatura razlikuje mnoge pristupe u razvoju ontologija (Corcho, Fernández-López, & Gómez-Pérez, 2003; Stančin, Pošćić, & Jakšić, 2020), no ne postoji niti jedna suvremena sveobuhvatna metodologija za izgradnju ontologija (Keet, 2018; Alsanad, Chikh, & Mirza, 2019) niti postoji samo jedan ispravan način za razvoj ontologija (Noy & McGuinness, 2001). S toga, za potrebe izrade prototipa sustava, izrađena je ontologija koja slijedi metodologiju izgradnje ontologija od Noya i McGuinnessa (Noy & McGuinness, 2001) jer detaljno opisuje proces izrade ontologije u šest koraka što je dobra polazna točka za razvoj novih ontologija. Ontologija koja se ovdje razvija služi za formalni opis domene digitalnih obrazovnih igara i profila učenika s intelektualnim teškoćama, a za izradu je korišten alat Protégé 5.6. koji podržava zadnju verziju OWL 2 (*engl. Ontology Web Language*) i RDF (*engl. Resource Description Framework*) specifikacije. Prilikom izrade ontologije korišten je engleski jezik čime se omogućuje ponovno korištenje ontologije u drugim kontekstima, ali i olakšava proširenje sustava koje se planira u budućim istraživanjima.

5.3.1. Određivanje domene i opsega ontologije

Domena i opseg ove ontologije prikaz je digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama. Cilj razvoja ontologije jest razviti formalizam to jest dati semantički opis sadržaja sustava za predlaganje digitalnih obrazovnih igara koji identificira odgovarajuće igre za učenike s intelektualnim teškoćama na temelju njihovih individualnih potreba. Razvojem formalizma, cijela domena digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama postaje sveobuhvatna te razumljiva korisnicima sustava – stručnjacima iz područja edukacijske rehabilitacije, ali i računalu, zbog formalnog zapisa.

5.3.2. Razmatranje korištenja postojećih ontologija

Sustavnim se pregledom literature dobio uvid u postojeće ontologije u obrazovnim sustavima te je odlučeno da će se razvijati višestruka ontologija jer je potrebno formalizirati domenu digitalnih obrazovnih igara, ali i podatke o učeniku. Sukladno navedenom, u sklopu metodologije izrade ontologije razmatralo se korištenje već postojećih ontologija. Osim onih navedenih u sustavnom pregledu literature, pronađene su i dodatne ontologije opisane u nastavku.

Zagal i Bruckman (2008) u sklopu su projekta „Game Ontology Project“ izradili ontologiju koja se bavi važnim strukturnim elementima igara i njihovim odnosom. Ista se koristi kao okvir za pregled istraživačkih pitanja povezanih s igrama za akademske istraživače igara i kao dio redovnog kurikulumu na kolegiju dizajn igara. Prayaga i Rasmussen (2008) kreirali su IDEAS-Pro ontologiju za razvoj ozbiljnih igara pomoću koje dizajneri i programeri mogu kreirati igre uzimajući u obzir obrazovne zahtjeve i potrebe igrača za zabavom. Cilj ontologije bio je pružiti dizajnerima obrazovnih igara okvir za stvaranje ozbiljnih igara. Kombinirali su bitne elemente igara poput korisnika, igranja, naracije, pravila, fantazije i grafike s bitnim elementima okruženja za učenje poput ishoda učenja, angažmana učenika, povratnih informacija, pažnje i motivacije. Također, Raies, Rebhi i Khemaja (2014) bavili su se problemom definiranja glavnih koncepata igranja u kontekstu sustava koji implementiraju učenje temeljeno na igri. Kako bi osigurali automatsku obradu i interpretaciju igranja i podijelili znanje o igranju među akterima i alatima, stvorili su GBLS (*engl. Game-Based Learning System*) ontologiju. Nadalje, Elfotouh, Nasr i Gheith (2017) izgradili su web ontologiju za ozbiljne igre kako bi smanjili komunikacijski jaz između dizajna igre i pedagoške domene. Opseg ove ontologije popis je koncepata ozbiljnih igara i njihovih odnosa za analizu i dizajn ozbiljnih igara.

Budući da se pronađene ontologije uglavnom koriste za dizajnere obrazovnih igara ili se fokusiraju samo na ozbiljne igre, postoji potreba za stvaranjem nove ontologije s fokusom na sve digitalne obrazovne igre, a ne samo na ozbiljne igre. Također, nijedna od navedenih ontologija nije besplatno dostupna i uglavnom ne uzima u obzir posebne korisnike igara – one s teškoćama u razvoju pa su u kreiranju nove ontologije korišteni postojeći koncepti jedne ontologije koja opisuje ključne pojmove o igrama (Core Game Ontology, 2020).

5.3.3. Identifikacija ključnih pojmova u ontologiji

Najvažniji pojmovi ontologije vezani uz digitalne obrazovne igre izvučeni su iz kategorizacije zahtjeva i funkcionalnosti digitalnih obrazovnih igara te grupirani u tri kategorije: pojmovi koji se odnose na digitalne igre općenito (primjerice audio, pravila, povratna informacija), pojmovi koji se odnose na digitalne obrazovne igre (primjerice žanr, obrazovni ciljevi, domena znanja) te pojmovi koji se odnose na digitalne obrazovne igre za učenike s intelektualnim teškoćama (primjerice komunikacija, razumijevanje, specifični zahtjevi). Kako znanje o digitalnim obrazovnim igrama mora uključivati i specifično područje intelektualnih teškoća, u ontologiju moraju biti uključeni i pojmovi vezani uz igrače – učenike, a oni su izvučeni iz skale procjene

vještina u primjeni digitalnih obrazovnih igara učenika s intelektualnim teškoćama. Svi pojmovi bit će prikazani kroz hijerarhijsku strukturu klasa.

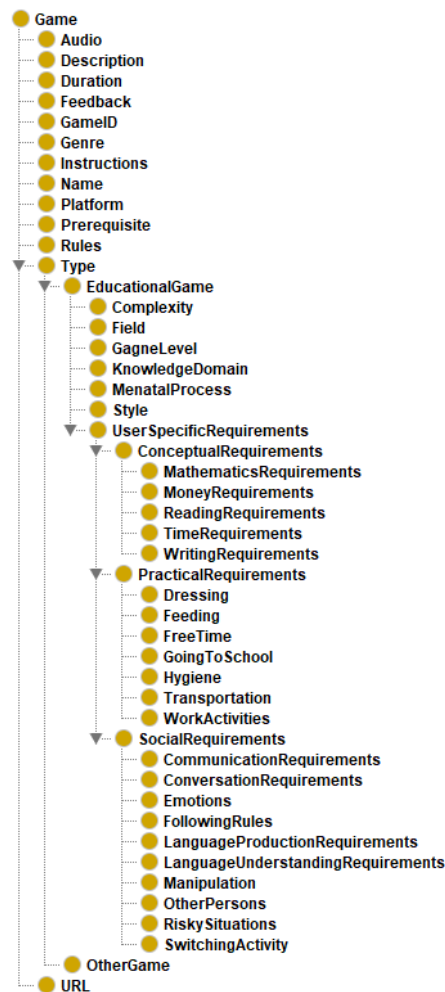
5.3.4. Definiranje klasa i odgovarajuće hijerarhije

Prethodno navedeni pojmovi organizirani su pristupom odozgo prema dolje (*engl. top-down development*) što znači da su prvo definirani najopćenitiji koncepti domene kao što su to primjerice igra i učenik, a zatim sve specifičniji koncepti. Na temelju toga izgrađena je hijerarhija klasa koja sadrži ukupno 83 klase, a temelji se na prethodno definiranoj kategorizaciji i skali procjene. U ontologiji postoje dvije glavne klase, *Game* i *Student* (slika 12).



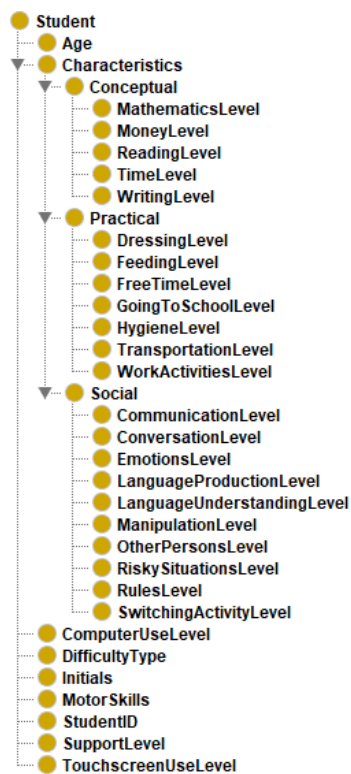
Slika 12. Glavne klase u ontologiji

Klasa *Game* sadrži podklase *Audio*, *Description*, *Duration*, *Feedback*, *GameID*, *Genre*, *Instructions*, *Name*, *Platform*, *Prerequisite*, *Rules*, *URL* i *Type*. Klasa *Type* sadrži podklase *EducationalGame* i *OtherGame*. *EducationalGame* sadrži podklase *Complexity*, *Field*, *GagneLevel*, *KnowledgeDomain*, *MentalProcess*, *Style* te *UserSpecificRequirements* koja pak sadrži podklase *ConceptualRequirements*, *PracticalRequirements* i *SocialRequirements*. *ConceptualRequirements* sadrži podklase *ReadingRequirements*, *WritingRequirements*, *MathematicsRequirements*, *TimeRequirements* i *MoneyRequirements*, *SocialRequirements* sadrži podklase *CommunicationRequirements*, *ConversationRequirements*, *LanguageUnderstandingRequirements*, *LanguageProductionRequirements*, *Emotions*, *FollowingRules*, *Manipulation*, *OtherPersons*, *RiskySituations*, *SwitchingActivity*, a *PracticalRequirements* sadrži podklase *Dressing*, *Feeding*, *FreeTime*, *GoingToSchool*, *Hygiene*, *Transportation* i *WorkActivities* (slika 13).



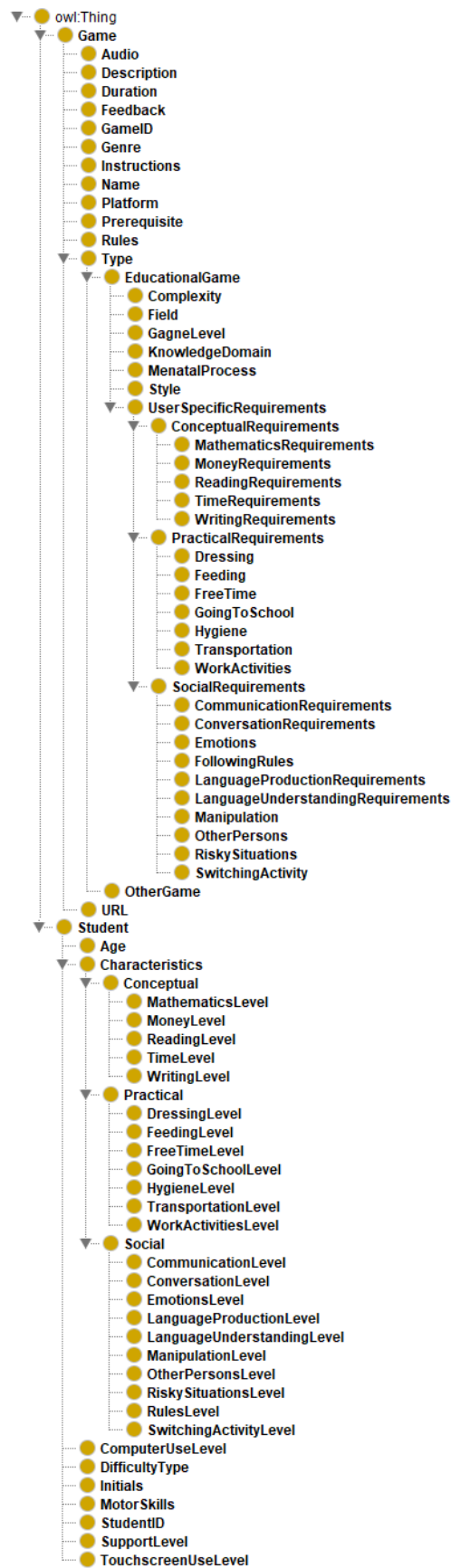
Slika 13. Hijerarhija klase Game

Klasa *Student* sadrži podklase *Age*, *ComputerUseLevel*, *TouchscreenUseLevel*, *DifficultyType*, *Initials*, *MotorSkills*, *StudentID*, *SuppoertLevel* i *Characteristics*. Klasa *Characteristics* sadrži 3 podklase: *Conceptual*, *Social* i *Practical*. *Conceptual* sadrži podklase *ReadingLevel*, *WritingLevel*, *MathematicsLevel*, *TimeLevel* i *MoneyLevel*, klasa *Social* sadrži podklase *CommunicationLevel*, *ConversationLevel*, *LanguageUnderstandingLevel*, *LanguageProductionLevel*, *EmotionsLevel*, *ManipulationLevel*, *OtherPersonsLevel*, *RiskySituationsLevel*, *RulesLevel*, *SwitchingActivityLevel*, dok klasa *Practical* sadrži podklase *DressingLevel*, *FeedingLevel*, *FreeTimeLevel*, *GoingToSchoolLevel*, *HygieneLevel*, *TransportationLevel* te *WorkActivitiesLevel* (slika 14).



Slika 14. Hijerarhija klase Student

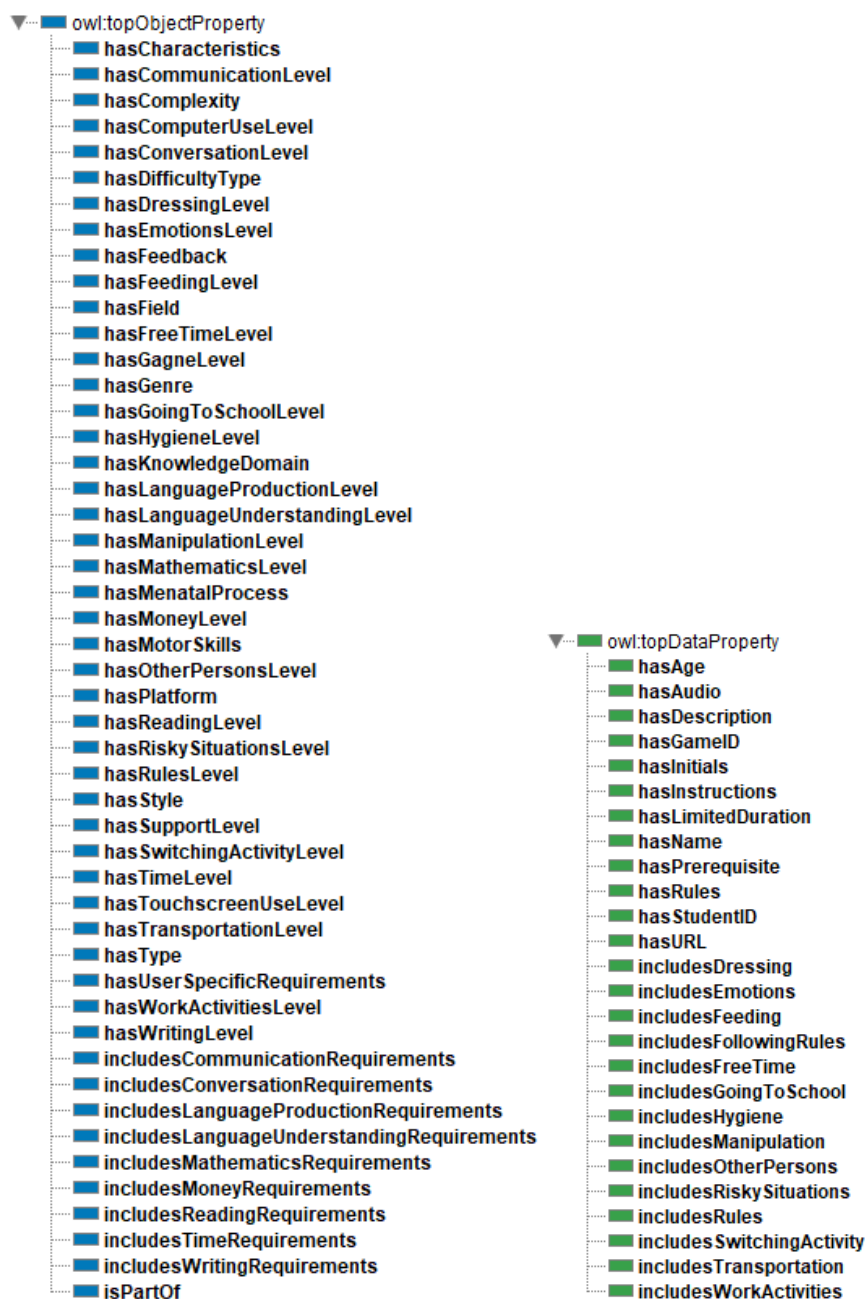
Cjelokupna hijerarhija klasa nalazi se na slici 15.



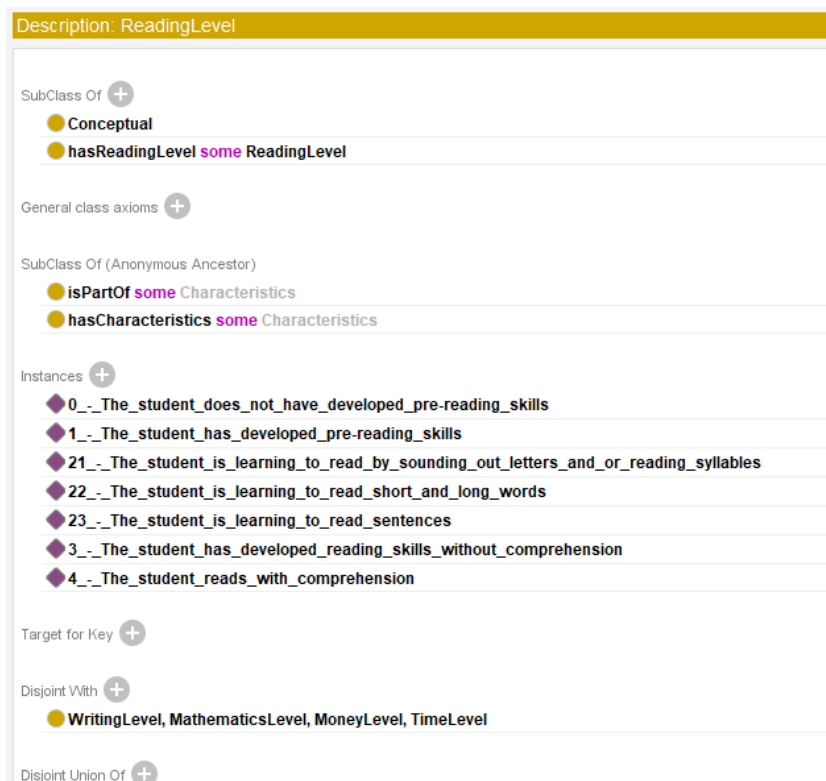
Slika 15. Hijerarhija klasa

5.3.5. Definiranje svojstava klasa

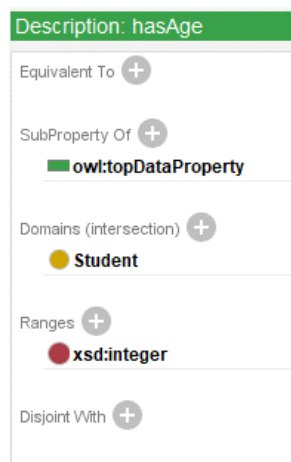
Nakon definiranih klasa i hijerarhije, potrebo je odrediti odnose između objekata, pomoću svojstva objekta (*engl. object property*) i svojstva podataka (*engl. data property*). Svojstva objekta povezuju individuu s drugom individuum (jednu instancu klase s drugom instancom klase), a svojstva podataka povezuju individuu s konkretnim podacima poput niza ili broja. Ontologija sadrži ukupno 50 svojstava objekata i 27 svojstava podataka (slika 16). Tako primjerice klasa *ReadingLevel* ima svojstvo *hasReadingLevel* što znači da konkretan učenik ima određenu konkretnu vrijednost za *ReadingLevel*. Isto tako *ReadingLevel* po hijerarhiji spada u klasu *Characteristics* pa je i opisana svojstvom *isPartOf* (slika 17). Analogno vrijedi i za svojstva podataka, samo što ona označavaju vezu klase s konkretnim podacima. Primjerice, klasa *Age* ima svojstvo podataka *hasAge* uz naznaku da se radi o brojčanoj vrijednosti (slika 18).



Slika 16. Svojstva objekta (lijevo) i svojstva podataka (desno)



Slika 17. Svojstva klase ReadingLevel



Slika 18. Prikaz svojstva podataka hasAge

Iz navedenog se može vidjeti da svojstva mogu imati različite aspekte koji se odnose na tip vrijednosti, dozvoljene vrijednosti, kardinalnost i slično. U skladu s time, u ovoj su ontologiji za svako svojstvo definirani odgovarajući aspekti. Sukladno prethodnim primjerima, za svako je svojstvo podataka definiran tip podataka (boolean, literal ili integer), a svojstva su objekta pridružena klasama (slika 19).



Slika 19. Primjer aspekata svojstava koji su dio logičkih aksioma ontologije

5.3.6. Unos instanci

Zadnji korak u izradi ontologije jest definiranje i unos individua (instanci). U ovoj ontologiji individue predstavljaju razine za pojedine karakteristike u ontologiji i vežu se uz klase i odgovarajuća svojstva objekta, a sve prema kategorizaciji zahtjeva i funkcionalnosti te skali procjene. Primjer unesenih individua (instanci) za klasu MoneyRequirements nalazi se na slici 20. Analogno su unesene individue za sve ostale klase. Primjerice, na slici 21 nalaze se

individue za klasu razine jezične proizvodnje, a individue (instance) predstavljaju konkretne razine od 0 do 3. U ontologiji se ukupno nalazi 213 individua.

Description: MoneyRequirements

Equivalent To +

SubClass Of +

- ConceptualRequirements
- includesMoneyRequirements some MoneyRequirements

General class axioms +

SubClass Of (Anonymous Ancestor)

- hasType some Type
- hasUserSpecificRequirements some UserSpecificRequirements
- isPartOf some UserSpecificRequirements

Instances +

- 0_-The_game_does_not_require_money_management_skills
- 1_-The_game_requires_skills_in_recognizing_money_as_an_object
- 2_-The_game_requires_skills_in_distinguishing_coins_from_bills
- 3_-The_game_requires_skills_in_determining_the_value_of_money_individually
- 4_-The_game_requires_skills_in_understanding_the_practical_value_of_money
- 5_-The_game_requires_skills_in_performing_a_purchase

Target for Key +

Disjoint With +

- WritingRequirements, MathematicsRequirements, TimeRequirements, ReadingRequirements

Disjoint Union Of +

Slika 20. Primjer unesenih instanci za klasu zahtjeva za vještinom upravljanja novcem

Description: LanguageProductionLevel

Equivalent To +

SubClass Of +

- hasLanguageProductionLevel some LanguageProductionLevel
- Social

General class axioms +

SubClass Of (Anonymous Ancestor)

- isPartOf some Characteristics
- hasCharacteristics some Characteristics

Instances +

- 0_-Absence_or_very_limited_language_production
- 1_-Production_of_one-word_or_two-word_statements
- 2_-Production_of_simple_statements_sentences
- 3_-Production_of_complex_sentence_statements

Target for Key +

Disjoint With +

- ManipulationLevel, ConversationLevel, CommunicationLevel, RiskySituationsLevel, EmotionsLevel, SwitchingActivityLevel, RulesLevel, LanguageUnderstandingLevel, OtherPersonsLevel

Slika 21. Primjer unesenih instanci za klasu razine jezične proizvodnje učenika

Kako bi se dobio bolji uvid u povezanost klasa i koncepata definiranih u kategorizaciji zahtjeva i funkcionalnosti digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama, napravljena je tablica 14 koja navodi sve koncepte iz kategorizacije i povezuje ih s konkretnim klasama iz ontologije uz dodatna obilježja klasa. U posljednjem je retku tablice navedena klasa *GameID* koja nije dio kategorizacije, ali je važna radi identifikacije digitalne obrazovne igre.

Tablica 14. Povezanost ontologije s kategorizacijom zahtjeva i funkcionalnosti DOI

Naziv klase u ontologiji	Obilježja	Varijabla iz kategorizacije
Type	Ima dvije podklase: EducationalGame i OtherGame.	vrsta: Vrsta igre
Audio	Poprima xsd:boolean vrijednost.	audio: Igra ima audio zvuk
Instructions	Poprima xsd:boolean vrijednost.	upute: Igra ima upute, naraciju
Rules	Poprima xsd:boolean vrijednost.	pravila: Igra ima pravila
Duration	Poprima xsd:boolean vrijednost.	trajanje: Igra ima ograničeno trajanje
Feedback	Ima instance: ◆ 0_-_No_feedback ◆ 1_-_Throughout_the_game ◆ 2_-_At_the_end	feedback: Igra ima povratnu informaciju
Prerequisite	Poprima xsd:boolean vrijednost.	predznanje: Za igru je potrebno predznanje u određenoj domeni
Genre	Ima instance: ◆ 0_-_Linear ◆ 1_-_Competitive ◆ 2_-_Strategic ◆ 3_-_Role-playing	zanr: Žanr igre
GagneLevel	Ima instance: ◆ 1_-_Motor_skills ◆ 2_-_Verbal_information ◆ 3_-_Intellectual_skills ◆ 4_-_Cognitive_strategies ◆ 5_-_Attitudes	gagne: Gagneova kategorija obrazovnih ciljeva:
MentalProcess	Ima instance: ◆ 1_-_Retrieval ◆ 2_-_Comprehension ◆ 3_-_Analysis ◆ 4_-_Knowledge_utilization ◆ 5_-_Metacognition ◆ 6_-_Self-system_thinking	mentalni_proces: Kategorija/razina mentalnog procesa igre
KnowledgeDomain	Ima instance: ◆ 1_-_Information ◆ 2_-_Mental_procedures ◆ 3_-_Psychomotor_procedures	domena_znanja: Domena znanja igre
Complexity	Ima instance: ◆ 0_-_Learning_without_noticing ◆ 1_-_Learning_by_playing ◆ 2_-_Reality_as_a_game	kompleksnost: Kompleksnost učenja u igri

Style	Ima instance: ◆ 0_-_Competitive ◆ 1_-_Cooperative	stil: Stil igranja
Platform	Ima instance: ◆ 0_-_Web-based ◆ 1_-_iOS ◆ 2_-_Android	platforma: Korištena platforma za igru
Name	Poprima rdfs:Literal vrijednost.	ime: Ime igre
Description	Poprima rdfs:Literal vrijednost.	opis: Opis igre
URL	Poprima rdfs:Literal vrijednost.	URL: URL igre
Field	Ima instance: ◆ 10_-_Music ◆ 11_-_Colors ◆ 12_-_Animals ◆ 1_-_Reading ◆ 2_-_Writing ◆ 3_-_Mathematics ◆ 4_-_Time ◆ 5_-_Money ◆ 6_-_Communication ◆ 7_-_Behavior ◆ 8_-_Everyday_life_activities ◆ 9_-_Motor_skills	podrucje: Dominantno područje igre:
ReadingRequirements	Ima instance: ◆ 0_-_The_game_does_not_require_reading_skills ◆ 1_-_The_game_requires_pre-reading_skills ◆ 2_-_The_game_requires_reading_techniques_-_sou ◆ 3_-_The_game_requires_reading_comprehension_s	citanje: Vještina čitanja
WritingRequirements	Ima instance: ◆ 0_-_The_game_does_not_require_writing_skills ◆ 1_-_The_game_requires_the_technique_of_copying_letters_ac ◆ 2_-_The_game_requires_the_technique_of_writing_in_formal_ ◆ 3_-_The_game_requires_the_technique_of_writing_independen	pisanje: Vještina pisanja
MathematicsRequirements	Ima instance: ◆ 0_-_The_game_does_not_require_mathematical_skills ◆ 1_-_The_game_requires_pre-mathematical_skills ◆ 2_-_The_game_requires_knowledge_of_the_concept_of_numb ◆ 3_-_The_game_requires_knowledge_of_the_concept_of_numb ◆ 4_-_The_game_requires_knowledge_of_the_concept_of_numb ◆ 5_-_The_game_requires_knowledge_of_the_concept_of_numb ◆ 6_-_The_game_requires_knowledge_of_the_concept_of_numb ◆ 7_-_The_game_requires_skills_in_performing_addition_and_s ◆ 8_-_The_game_requires_skills_in_performing_addition_and_s ◆ 9_-_The_game_requires_abstract_calculation_skills	matematika: Matematičke vještine
TimeRequirements	Ima instance: ◆ 0_-_The_game_does_not_require_time_management_skills ◆ 1_-_The_game_requires_skills_in_determining_and_understan ◆ 2_-_The_game_requires_skills_in_naming_and_understanding ◆ 3_-_The_game_requires_skills_in_naming_and_understanding ◆ 4_-_The_game_requires_skills_in_determining_and_understan ◆ 5_-_The_game_requires_skills_in_naming_and_understanding ◆ 6_-_The_game_requires_skills_in_reading_time_on_an_analog ◆ 7_-_The_game_requires_skills_in_determining_and_knowing_	vrijeme: Vještina snalaženja u vremenu (priroda i društvo)
MoneyRequirements	Ima instance:	novac: Vještina upravljanja novcem

	◆ 0_-The_game_does_not_require_money_management_skills ◆ 1_-The_game_requires_skills_in_recognizing_money_as_a_currency ◆ 2_-The_game_requires_skills_in_distinguishing_coins_from_bills ◆ 3_-The_game_requires_skills_in_determining_the_value_of_money ◆ 4_-The_game_requires_skills_in_understanding_the_purpose_of_money ◆ 5_-The_game_requires_skills_in_performing_a_purchase	
Communication Requirements	Ima instance: ◆ 0_-The_game_does_not_require_expressive_communication_skills ◆ 1_-The_game_requires_skills_in_nonverbal_communication ◆ 2_-The_game_requires_skills_in_communicating_verbally ◆ 3_-The_game_requires_skills_in_optimal_verbal_communication	komunikacija: Vještine ekspresivne komunikacije
Conversation Requirements	Ima instance: ◆ 0_-The_game_does_not_require_conversational_skills_with_others ◆ 1_-The_game_develops_conversational_skills_mainly_on_a_one-to-one_basis ◆ 2_-The_game_develops_more_complex_conversational_skills	konverzacija: Konverzacija (sporazumijevanje) - vještine receptivne komunikacije
Language Understanding Requirements	Ima instance: ◆ 0_-The_game_does_not_require_the_student's_linguistic_understanding ◆ 1_-The_game_requires_skills_in_understanding_grammatically_correct_sentences ◆ 2_-The_game_requires_skills_in_understanding_grammatically_incorrect_sentences	jezik_razumijevanje: Jezično razumijevanje
Language Production Requirements	Ima instance: ◆ 0_-The_game_does_not_require_the_learner's_linguistic_production_skills ◆ 1_-The_game_requires_skills_in_producing_simple_statements ◆ 2_-The_game_requires_skills_in_producing_complex_statements	jezik_proizvodnja: Jezična proizvodnja
Emotions	Poprima xsd:boolean vrijednost.	emocije: igra razvija vještine reguliranja emocija
Following Rules	Poprima xsd:boolean vrijednost.	pravila: igra razvija vještine slijeđenja pravila
Switching Activity	Poprima xsd:boolean vrijednost.	prelazak_aktivnost: igra razvija vještine prelaženja s aktivnosti na aktivnost
Other Persons	Poprima xsd:boolean vrijednost.	druge_osobe: igra razvija vještine ponašanja kad su prisutne druge osobe u okruženju
Risky Situations	Poprima xsd:boolean vrijednost.	rizicne_soc_sit: igra razvija vještine razumijevanja rizičnih socijalnih situacija
Manipulation	Poprima xsd:boolean vrijednost.	rizik_manipulacija: igra razvija vještine prepoznavanja rizika za manipulaciju od drugih
Feeding	Poprima xsd:boolean vrijednost.	hranjenje: igra razvija vještine Hranjenja
Dressing	Poprima xsd:boolean vrijednost.	oblačenje: igra razvija vještine Oblačenja
Hygiene	Poprima xsd:boolean vrijednost.	higijena: igra razvija vještine Osobne higijene
Going To School	Poprima xsd:boolean vrijednost.	škola: igra razvija vještine odlaska u školu
Transportation	Poprima xsd:boolean vrijednost.	javni_prijevoz: igra razvija vještine korištenja sredstva javnog prijevoza
Free Time	Poprima xsd:boolean vrijednost.	slobodno_vrijeme: igra razvija vještine smislenog provođenja slobodnog vremena
Work Activities	Poprima xsd:boolean vrijednost.	radne_akt: igra razvija vještine svakodnevnih radnih aktivnosti

		(čišćenje, priprema jela, postavljanje stola...)
Dodatne klase koje nisu dio klasifikacije		
GameID	Poprima xsd:integer vrijednost.	-

izvor: istraživanje

Na isti je način u tablici 15 definirana povezanost klasa i koncepata iz skale procjene vještina u primjeni digitalnih obrazovnih igara učenika s intelektualnim teškoćama. Tablica navodi sve koncepte iz skale procjene i povezuje ih s konkretnim klasama iz ontologije uz dodatna obilježja klase. U drugom su djelu tablice navedene klase koje nisu dio skale procjene, ali su važne radi definiranja dodatnih obilježja učenika. To su klase: *Age*, *ComputerUseLevel*, *DifficultyType*, *Initials*, *MotorSkills*, *StudentID*, *SupportLevel* i *TouchscreenUseLevel*.

Tablica 15. Povezanost ontologije sa skalom procjene

Naziv klase u ontologiji	Obilježja	Varijabla iz skale procjene
ReadingLevel	Ima instance: 0_-The_student_does_not_have_developed_pre-reading_skills 1_-The_student_has_developed_pre-reading_skills 21_-The_student_is_learning_to_read_by_sounding_out_letters_and_or_reading_ 22_-The_student_is_learning_to_read_short_and_long_words 23_-The_student_is_learning_to_read_sentences 3_-The_student_has_developed_reading_skills_without_comprehension 4_-The_student_reads_with_comprehension	Vještina čitanja
WritingLevel	0_-The_student_does_not_have_developed_writing_skills 1_-The_student_copies_letters_according_to_a_template 21_-The_student_has_learned_or_is_learning_dictation_writing_techniques:_writ 22_-The_student_has_learned_or_is_learning_dictation_writing_techniques:_writ 23_-The_student_has_learned_or_is_learning_dictation_writing_techniques:_writ 3_-The_student_writes_independently_in_formal_lettering_-_printed_letters 4_-The_student_writes_independently_in_handwriting_-_cursive_letters 9_-The_student_writes_on_a_device	Vještina pisanja
MathematicsLevel	Ima instance: 0_-The_student_does_not_have_developed_pre-mathematical_skills 1_-The_student_has_developed_pre-mathematical_skills 21_-The_student_has_acquired_or_is_acquiring_basic_mathematical_competenci 22_-The_student_has_acquired_or_is_acquiring_basic_mathematical_competenci 23_-The_student_has_acquired_or_is_acquiring_basic_mathematical_competenci 24_-The_student_has_acquired_or_is_acquiring_basic_mathematical_competenci 25_-The_student_has_acquired_or_is_acquiring_basic_mathematical_competenci 31_-The_student_understands_the_arithmetic_operations_of_addition_and_subtra 32_-The_student_understands_the_arithmetic_operations_of_addition_and_subtra 4_-The_student_calculates_abstractly_-_solves_simple_mathematical_problems	Matematičke vještine
TimeLevel	Ima instance: 0_-The_student_does_not_have_developed_skills_of_time_management 1_-The_student_independently_or_with_help_determines_and_understands_the_ti 2_-The_student_independently_or_with_help_names_and_understands_the_seasc 3_-The_student_independently_or_with_help_names_and_understands_the_days_ 4_-The_student_independently_or_with_help_determines_and_understands_time-i 5_-The_student_independently_or_with_help_names_and_understands_the_mon 6_-The_student_independently_or_with_help_reads_the_time_on_an_analog_cloc 7_-The_student_independently_or_with_help_determines_and_knows_the_date_o 8_-The_student_has_fully_developed_all_the_mentioned_skills_of_time_managem	Vještina snalaženja u vremenu (priroda i društvo)

MoneyLevel	Ima instance: 0_-The_student_does_not_have_developed_skills_of_money_management 1_-The_student_recognizes_money_as_an_object 2_-The_student_distinguishes_between_coins_and_banknotes 3_-The_student_determines_the_value_of_money_individually 4_-The_student_understands_the_utility_value_of_money 5_-The_student_independently_or_with_minimal_help_performs_shopping	Vještina upravljanja novcem
CommunicationLevel	Ima instance: 0_-The_student_does_not_communicate_meaningfully_-neither_non-verbally_nor_v 1_-The_student_communicates_non-verbally_through_facial_expressions_and_gest 2_-The_student_communicates_verbally_sparingly_with_or_without_supported_for 3_-The_student_has_developed_optimal_verbal_communication	Vještine ekspresivne komunikacije učenika
ConversationLevel	Ima instance: 0_-Conversation_with_the_student_is_significantly_hindered 1_-Conversation_with_the_student_is_possible_mainly_on_topics_related_to_their_ 2_-Conversation_with_the_student_is_more_complex_and_includes_topics_outside	Konverzacija (sporazumijevanje) - vještine receptivne komunikacije učenika
LanguageUnderstandingLevel	Ima instance: 0_-Lack_or_very_limited_language_comprehension 1_-Language_comprehension_of_grammatically_and_semantically_simple_senc 2_-Language_comprehension_of_grammatically_and_semantically_more_complex_	Jezično razumijevanje
LanguageProductionLevel	Ima instance: 0_-Absence_or_very_limited_language_production 1_-Production_of_one-word_or_two-word_statements 2_-Production_of_simple_statements_sentences 3_-Production_of_complex_sentence_statements	Jezična proizvodnja
EmotionsLevel	Ima instance: 0_-Frequent_difficulties_in_regulating_emotions 1_-Moderate_difficulties_in_regulating_emotions 2_-Rarely_present_difficulties_in_regulating_emotions 3_-No_difficulties_in_regulating_emotions	Reguliranje emocija
RulesLevel	Ima instance: 0_-Frequent_difficulties_in_following_agreed-upon_rules 1_-Moderate_difficulties_in_following_agreed-upon_rules 2_-Rare_difficulties_in_following_agreed-upon_rules 3_-No_difficulties_in_following_agreed-upon_rules	Slijeđenje pravila
SwitchingActivityLevel	Ima instance: 0_-Frequent_difficulties_in_transitioning_from_one_activity_to_another 1_-Moderate_difficulties_in_transitioning_from_one_activity_to_another 2_-Rare_difficulties_in_transitioning_from_one_activity_to_another 3_-No_difficulties_in_transitioning_from_one_activity_to_another	Prelazak s aktivnosti na aktivnost
OtherPersonsLevel	Ima instance: 0_-Significant_changes_in_behavior_depending_on_other_people_in_the_environme 1_-Moderate_changes_in_behavior_depending_on_other_people_in_the_environmen 2_-Minor_changes_in_behavior_depending_on_other_people_in_the_environment 3_-There_are_no_changes_in_behavior_depending_on_other_people_in_the_environ	Druge osobe u okruženju
RiskySituationsLevel	Ima instance: 0_-Frequent_difficulties_in_understanding_risky_social_situations 1_-Moderate_difficulties_in_understanding_risky_social_situations 2_-Rare_difficulties_in_understanding_risky_social_situations 3_-No_difficulties_in_understanding_risky_social_situations	Razumijevanje rizičnih socijalnih situacija
ManipulationLevel	Ima instance: 0_-Frequently_tends_to_follow_suggested_behavior_of_peers_without_considering 1_-Moderately_tends_to_follow_suggested_behavior_of_peers_without_considering 2_-Rarely_tends_to_follow_suggested_behavior_of_peers_without_considering_the 3_-Not_at_all_tends_to_follow_suggested_behavior_of_peers_without_considering	Rizik za manipulaciju od drugih
FeedingLevel	Ima instance:	Hranjenje

	◆ 0 - Largely or completely dependent on support while feeding ◆ 1 - Moderately dependent on support while feeding ◆ 2 - Minimally dependent on support while feeding ◆ 3 - Person is independent and does not rely on support while feeding	
DressingLevel	Ima instance: ◆ 0 - Largely or completely dependent on support while dressing ◆ 1 - Moderately dependent on support while dressing ◆ 2 - Minimally dependent on support while dressing ◆ 3 - Person is independent and does not rely on support while dressing	Oblačenje
HygieneLevel	Ima instance: ◆ 0 - Largely or completely dependent on support with hygiene ◆ 1 - Moderately dependent on support with hygiene ◆ 2 - Minimally dependent on support with hygiene ◆ 3 - Person is independent and does not rely on support with hygiene	Osobna higijena
GoingToSchool Level	Ima instance: ◆ 0 - Largely or completely dependent on support while going to school ◆ 1 - Moderately dependent on support while going to school ◆ 2 - Minimally dependent on support while going to school ◆ 3 - Person is independent and does not rely on support while going to school	Dolazak u školu
Transportation Level	Ima instance: ◆ 0 - Largely or completely dependent on support while using transportation ◆ 1 - Moderately dependent on support while using transportation ◆ 2 - Minimally dependent on support while using transportation ◆ 3 - Person is independent and does not rely on support while using transporta	Korištenje javnog prijevoza
FreeTimeLevel	Ima instance: ◆ 0 - Significant difficulties in planning leisure activities ◆ 1 - Often need support in planning leisure activities ◆ 2 - Moderate support needed in planning leisure activities ◆ 3 - Rarely or never need support in planning leisure activities	Slobodno vrijeme
WorkActivitiesLevel	Ima instance: ◆ 0 - Largely or completely dependent on support while doing work activities ◆ 1 - Moderately dependent on support while doing work activities ◆ 2 - Minimally dependent on support while doing work activities ◆ 3 - Person is independent and does not rely on support while doing work acti	Svakodnevne radne aktivnosti (čišćenje, priprema jela, postavljanje stola...)
Dodatne klase koje nisu dio skale		
StudentID	Poprima xsd:integer vrijednost.	-
Initials	Poprima rdfs:Literal vrijednost.	-
Age	Poprima xsd:integer vrijednost.	-
DifficultyType	Ima instance: ◆ 1 - Visual impairment ◆ 2 - Hearing impairment ◆ 3 - Impairment of language-speech-voice communication and specific learning_d ◆ 4 - Impairment of organs and organ systems ◆ 5 - Intellectual difficulties ◆ 6 - Behavioral disorders ◆ 7 - Multiple difficulties	-
SupportLevel	Ima instance: ◆ 1 - Occasional support - minimal support needed only in some situations - mild ◆ 2 - Limited support - consistent but time-limited support needed - moderate ID ◆ 3 - Extended support - daily care assistance and supervision needed - severe ID ◆ 4 - Full support - constant 24hour support in all aspects of life needed - profound	-
MotorSkills	Ima instance: ◆ 0 - Significantly imprecise ◆ 1 - Moderately imprecise ◆ 2 - Reasonably precise ◆ 3 - Completely precise	-

ComputerUseLevel	Ima instance: ◆ 0_- Does_not_use_a_computer ◆ 1_- Uses_a_computer_with_assistance_from_another_person ◆ 2_- Uses_a_computer_independently	-
TouchscreenUseLevel	Ima instance: ◆ 0_- Does_not_use_touchscreen ◆ 1_- Uses_a_touchscreen_with_assistance_from_another_person ◆ 2_- Uses_a_touchscreen_independently	-

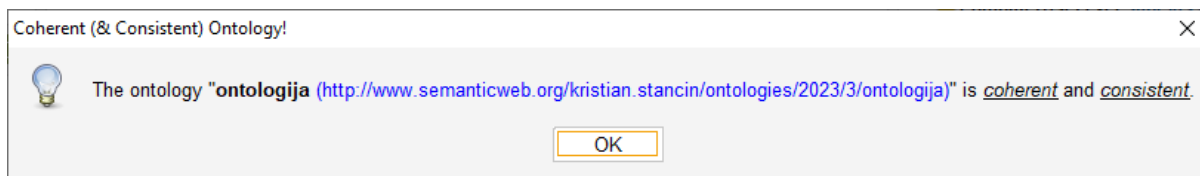
izvor: istraživanje

5.3.7. Validacija ontologije

Nakon unesenih svih podataka u ontologiju, ista sadrži ukupno 885 aksioma (slika 22), koje je potrebno validirati. Za provjeru logičke konzistentnosti ontologije korišteni su Pellet reasoner te OntoDebug. Dodatak alatu Protégé, OntoDebug pomaže u otkrivanju i identifikaciji aksioma koji su odgovorni za nedosljednost ili nekoherentnost u neispravnim ontologijama primjenom interaktivnog ontološkog otklanjanja pogrešaka, a isto se provodi iterativnim postavljanjem upita u obliku aksioma na koje je potrebno odgovoriti. Ovaj iterativni proces sužava skup mogućih pogrešnih aksioma dok se ne identificira konačni skup pogrešnih aksioma (Schekotihin, Rodler, Schmid, & Fleiß, 2023). Pomoću OntoDebug dodatka nije pronađena niti jedna logička nekonzistentnost (slika 23). S druge strane, Pellet predstavlja dodatak za logičko zaključivanje (*engl. Reasoner*) temeljem deskriptivne logike (*engl. OWL-DL – Ontology Web Language – Descriptive Logic*) i podršku za otklanjanje pogrešaka u ontologiji, a temelji se na Tableaux algoritmima koji provjeravaju dosljednost ontologije (Sirin, Parsia, Cuenca Grau, Kalyanpur, & Katz, 2007). Pokretanjem Pellet dodatka, također nisu pronađene logičke greške u zaključivanju ili nekonzistentnosti.

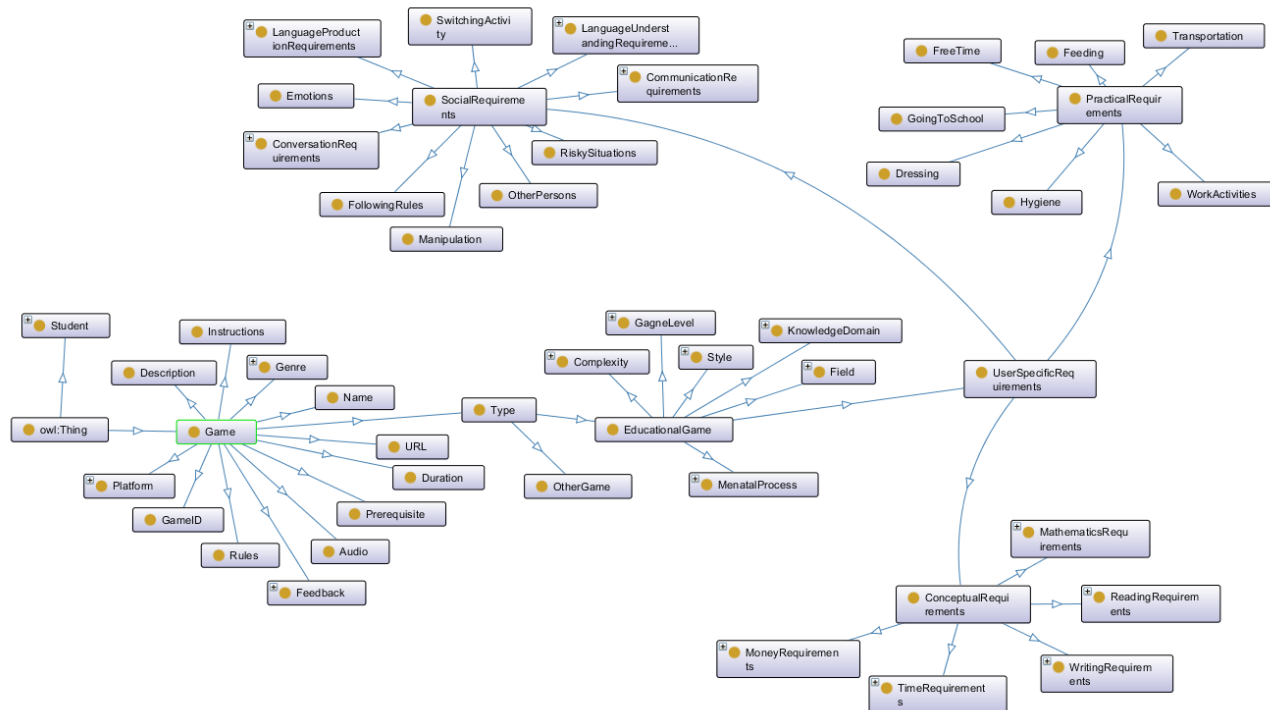
Metrics	
Axiom	885
Logical axiom count	514
Declaration axioms count	371
Class count	83
Object property count	50
Data property count	27
Individual count	213
Annotation Property count	0

Slika 22. Metrike ontologije

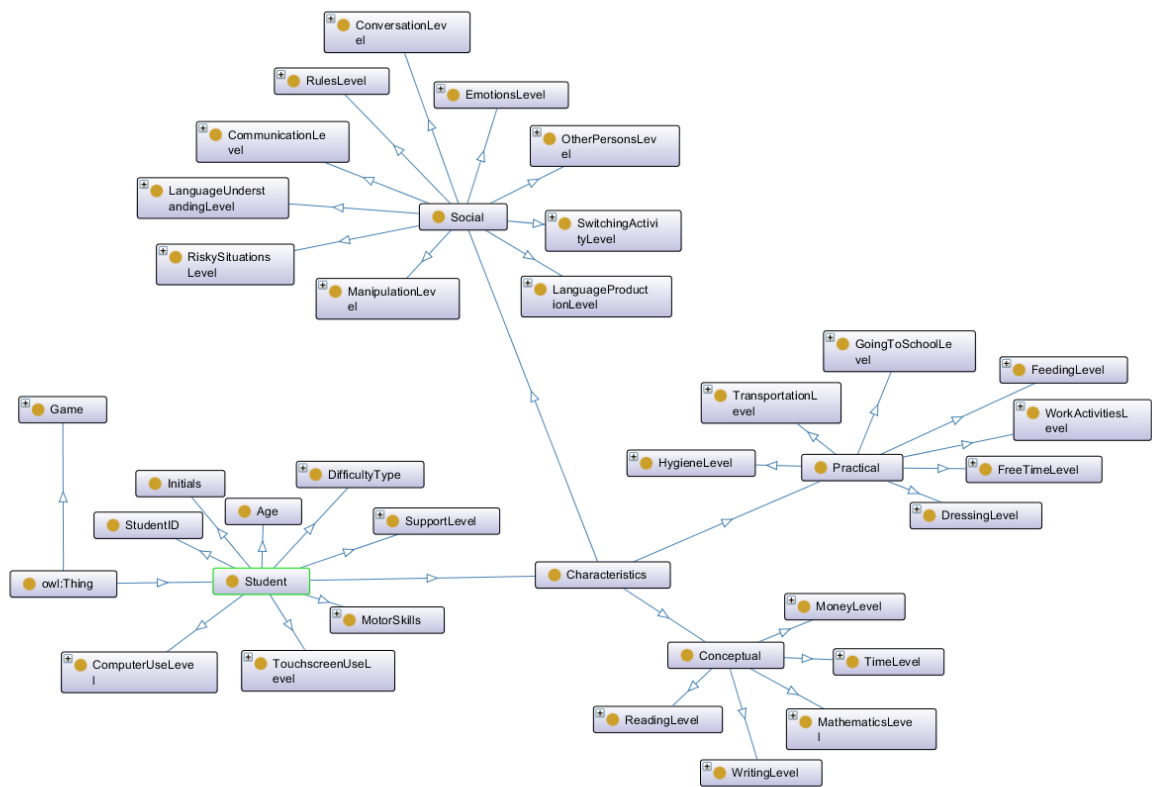


Slika 23. OntoDebug rezultat

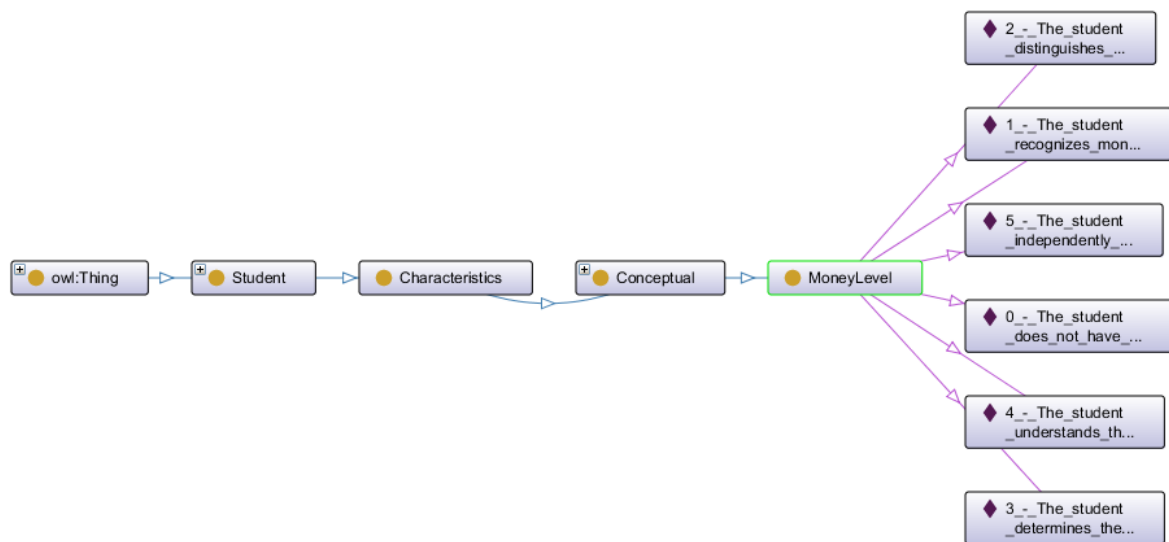
Na kraju, struktura ontologije prikazana je na slikama 24 i 25. Slika 24 prikazuje ontološki model digitalnih obrazovnih igara, a slika 25 ontološki model učenika. Modeli prikazuju cijelu hijerarhijsku strukturu klasa, s time da je moguće prikazati i razinu individua. Radi boljeg pregleda, na slici 26 prikazan je primjer najniže razine hijerarhije za klasu *MoneyLevel*.



Slika 24. Ontološki model digitalnih obrazovnih igara



Slika 25. Ontološki model učenika



Slika 26. Primjer individua za klasu MoneyLevel

5.4. Pravila predlaganja digitalnih obrazovnih igara i pripadajući računalni postupci i algoritmi

Skala procjene vještina u primjeni digitalnih obrazovnih igara učenika s intelektualnim teškoćama i kategorizacija zahtjeva i funkcionalnosti digitalnih obrazovnih igara predstavljaju pedagoške i edukacijsko-rehabilitacijske kriterije jer se temelje na znanstvenoj literaturi iz područja edukacijske rehabilitacije, DSM-V priručniku te ekspertizi stručnjaka. Na temelju navedenog, napravljena su pravila predlaganja digitalnih obrazovnih igara uvažavajući individualne potrebe učenika s intelektualnim teškoćama. Kako bi se uvažile spomenute individualne potrebe učenika s intelektualnim teškoćama, prema definiranom ontološkom modelu izdvojene su vrijednosti podijeljene u 3 kategorije kojima se opisuje učenik prema tablici 16.

U navedenoj tablici sufiks i predstavlja promatranog učenika S_i u kontekstu pravila i algoritama. Valja naglasiti kako vrijednosti kojima se opisuju opće karakteristike učenika (rp_i, m_i, r_i, t_i) nisu dio skale procjene, ali su značajne za detaljniji opis učenika i njegovih sposobnosti kao što je navedeno u poglavlju 5.3.6.

Također, vrijednost g_i uključena je u opće karakteristike učenika i izračunava se prema vrijednostima ekspresivne komunikacije, konverzacije, jezičnog razumijevanja i jezične proizvodnje iz skale procjene u području socijalne domene kao aritmetička sredina jer se svaka od navedenih vještina učenika smatra jednako važnom za određivanje ukupne jezično-govorne karakteristike učenika.

Analogno vrijedi i za vrijednost po_i koja predstavlja ponašajne karakteristike učenika iz skale procjene u području praktične domene, a računa se kao aritmetička sredina utvrđenih razina učenikovih vještina reguliranja emocija, slijeđenja pravila, prelaska s aktivnosti na aktivnost te promjena u ponašanju u odnosu na druge osobe u okruženju.

Tablica 16. Vrijednosti kojima se opisuje učenik u pravilima i algoritmima

Oznaka	Opis
Opće karakteristike učenika	
rp_i	Potrebna podrška u aktivnostima svakodnevnog života koja može poprimiti vrijednosti od 0 – 4: • 1 – povremena podrška (potrebna minimalna podrška samo u nekim situacijama - blage IT),

	• 2 – ograničena podrška (potrebna konzistentna, ali vremenski ograničena podrška - umjerene IT), • 3 – proširena podrška (potrebna svakodnevna briga, asistencija i supervizija - teže IT), • 4 – potpuna podrška (stalna, 24 satna potpora u svim aspektima života - teške IT).
m_i	Motorička sposobnost učenika koja može imati vrijednost od 0 – 3: • 0 – značajno neprecizna, • 1 – osrednje neprecizna, • 2 – u većoj mjeri precizna, • 3 – u potpunosti precizna.
r_i	Razina korištenja računala koja može imati vrijednost od 0 – 2: • 0 – ne koristiti računalo, • 1 – koristi računalo uz pomoć druge osobe, • 2 – samostalno koristi računalo.
t_i	Razina korištenja uređaja s dodirnikom (tablet, pametni mobitel) koja može imati vrijednost od 0 – 2: • 0 – ne koristi uređaje s dodirnikom, • 1 – koristi uređaje s dodirnikom uz pomoć druge osobe, • 2 – samostalno koristi uređaje s dodirnikom.
jg_i	Jezično-govorne karakteristike učenika koje poprimaju jednu vrijednost u intervalu [0,2.5], a dobiva se kao aritmetička sredina utvrđenih, jednako značajnih razina učenikovih vještina: • ekspresivne komunikacije (poprima vrijednosti od 0 – 3 prema skali procjene), • konverzacije (poprima vrijednosti od 0 – 2 prema skali procjene), • jezičnog razumijevanja (poprima vrijednosti od 0 – 2 prema skali procjene), • jezične proizvodnje (poprima vrijednosti od 0 – 3 prema skali procjene).
Obrazovne potrebe učenika	
c_i	Trenutna učenikova razina vještine čitanja koja poprima vrijednosti od 0 – 4 prema utvrđenoj skali procjene.
p_i	Trenutna učenikova razina vještine pisanja koja poprima vrijednosti od 0 – 5 prema utvrđenoj skali procjene.
mat_i	Trenutna učenikova razina matematičkih vještina koje poprimaju vrijednosti od 0 – 4 prema utvrđenoj skali procjene.
v_i	Trenutna učenikova razina vještine snalaženja u vremenu koja poprima vrijednosti od 0 – 8 prema utvrđenoj skali procjene.
n_i	Trenutna učenikova razina vještine upravljanja novcem koja poprima vrijednosti od 0 – 5 prema utvrđenoj skali procjene.
Adaptivne vještine učenika	
po_i	Ponašajna karakteristika učenika koja poprima vrijednost u intervalu [0,3], a dobiva se kao aritmetička sredina utvrđenih, jednako značajnih razina učenikovih vještina: • reguliranja emocija (poprima vrijednosti od 0 – 3 prema skali procjene), • slijeđenja pravila (poprima vrijednosti od 0 – 3 prema skali procjene),

	• prelaska s aktivnosti na aktivnost (poprima vrijednosti od 0 – 3 prema Skali procjene), • promjene u ponašanju u odnosu na druge osobe u okruženju (poprima vrijednosti od 0 – 3 prema skali procjene).
rss_i	Trenutna razina razumijevanja rizičnih socijalnih situacija koja poprima vrijednosti od 0 – 3 prema skali procjene.
$rm d_i$	Trenutna razina rizika za manipulaciju od drugih koja poprima vrijednosti od 0 – 3 prema skali procjene.
hr_i	Trenutna razina samostalnosti u hranjenju koja poprima vrijednosti od 0 – 3 prema skali procjene.
ob_i	Trenutna razina samostalnosti u oblačenju koja poprima vrijednosti od 0 – 3 prema skali procjene.
oh_i	Trenutna razina samostalnosti u osobnoj higijeni koja poprima vrijednosti od 0 – 3 prema skali procjene.
sk_i	Trenutna razina samostalnosti odlaska u školu koja poprima vrijednosti od 0 – 3 prema skali procjene.
jp_i	Trenutna razina samostalnosti korištenja javnog prijevoza koja poprima vrijednosti od 0 – 3 prema skali procjene.
sv_i	Trenutna razina smislenog provođenja slobodnog vremena koja poprima vrijednosti od 0 – 3 prema skali procjene.
ra_i	Trenutna razina samostalnosti u obavljanju svakodnevnih radnih aktivnosti (čišćenje prostora, postavljanje stola i sl.) koja poprima vrijednosti od 0 – 3 prema skali procjene.

Izvor: istraživanje

U tablici 17 nalaze se inicijalna pravila za predlaganje DOI za područje akademskih vještina te za područje komunikacije i svakodnevnog življenja te pripadajući uvjeti koji opisuju u kojim se situacijama primjenjuju pravila.

Tablica 17. Inicijalna pravila za predlaganje DOI

Uvjet	Pravila predlaganja za područje akademskih vještina	Obrazovni ciljevi	Pravila predlaganja za područje komunikacije i svakodnevnog življenja
Učenik ne koristi računalo niti uređaje s dodirnikom. $ri == 0 \wedge ti == 0$	Ne predlažu se digitalne obrazovne igre za područje akademskih vještina.	Ne definiraju se.	Ne predlažu se digitalne obrazovne igre za područje komunikacije i svakodnevnog življenja.
Učeniku je potrebna proširena ili potpuna podrška u aktivnostima svakodnevnog življenja. $rp_i \geq 3$	Ne predlažu se digitalne obrazovne igre za područje akademskih vještina.	Ne definiraju se.	Predlažu se digitalne obrazovne igre prema dodatnim pravilima.

Motoričke sposobnosti učenika značajno su neprecizne. $m_i == 0$	Ne predlažu se digitalne obrazovne igre za područje akademskih vještina.	Ne definiraju se.	Predlažu se digitalne obrazovne igre prema dodatnim pravilima.
Učenik koristi računalo ili uređaje s dodirnikom samostalno ili uz pomoć druge osobe, potrebna mu je povremena ili ograničena podrška u aktivnostima svakodnevnog življenja te su mu motoričke sposobnosti u potpunosti precizne, u većoj mjeri precizne ili barem osrednje neprecizne. $r_i > 0 \wedge t_i > 0 \wedge$ $rp_i < 3 \wedge m_i > 0$	Predlažu se digitalne obrazovne igre prema dodatnim pravilima.	Definiraju se prema dodatnim pravilima.	Predlažu se digitalne obrazovne igre prema dodatnim pravilima.

izvor: istraživanje

Kako se DOI unutar područja akademskih vještina predlažu u kategorijama vještina čitanja, pisanja, matematičkih vještina, vještina snalaženja u vremenu i vještina upravljanja novcem, definirana su pravila predlaganja i pripadajući obrazovni ciljevi za svaku učenikovu razinu. Obrazovni ciljevi služe kao pomoć stručnjacima iz edukacijske rehabilitacije u implementiranju DOI u nastavni proces. Pravila se nalaze redom za prethodno navedene kategorije u tablicama 18 do 22. Uz učenikovu razinu vještina iz određene kategorije te pravila predlaganja, navedeni su i obrazovni ciljevi uz pripadajuće oznake prema skupu obrazovnih ciljeva za područje akademskih vještina (Privitak 4).

Tablica 18. Pravila za predlaganje DOI za područje čitanja

Trenutna učenikova razina vještine čitanja	Pravila predlaganja	Obrazovni cilj
Učenik nema razvijene predčitalačke vještine. $c_i == 0$	Predloži digitalne obrazovne igre u području čitanja koje razvijaju predčitalačke vještine.	Razvijati predčitalačke vještine (C1).
Učenik ima razvijene predčitalačke vještine (razlikuje tekst od slike, prati tekst s lijeva na desno, globalno čita, uočava prvi i zadnji glas u riječi, rastavlja na slogove, svjestan je rime...).	Predloži digitalne obrazovne igre u području čitanja koje razvijaju predčitalačke vještine te tehniku čitanja slovkajući, slogova, riječi ili rečenica.	Razvijati tehniku čitanja slovkajući, slogova ili rečenica te usvajati/utvrditi predčitalačke vještine (C2).

Učenik usvaja tehniku čitanja: učenik čita slovka jući i/ili čita slogove; učenik čita riječi (kraće i duže); učenik čita rečenice. $c_i == 21 \vee c_i == 22 \vee c_i == 23$	Predloži digitalne obrazovne igre u području čitanja koje razvijaju tehniku čitanja slovka jući, slogova, riječi ili rečenica ili čitanje s razumijevanjem.	Usvajati/utvrditi tehniku čitanja i razvijati vještinu čitanja s razumijevanjem (C3).
Učenik ima razvijenu tehniku čitanja bez razumijevanja pročitano g ili čita s razumijevanjem. $c_i == 3 \vee c_i == 4$	Predloži digitalne obrazovne igre u području čitanja koje razvijaju čitanje s razumijevanjem.	Uvježbavati tehniku čitanja s razumijevanjem (C4).

izvor: istraživanje

Tablica 19. Pravila za predlaganje DOI za područje pisanja

Trenutna učenikova razina vještine pisanja	Pravila predlaganja	Obrazovni cilj
Učenik nema razvijenu vještinu pisanja. $p_i == 0$	Predloži digitalne obrazovne igre u području pisanja koje razvijaju tehniku prepisivanja prema predlošku.	Prepisivati slova prema predlošku (P1).
Učenik prepisuje slova prema predlošku. $p_i == 1$	Predloži digitalne obrazovne igre u području pisanja koje razvijaju tehniku prepisivanja prema predlošku ili pisanja po diktatu.	Uvježbavati prepisivanje slova prema predlošku te razvijati tehniku pisanja po diktatu (P2).
Učenik je usvojio ili usvaja tehniku pisanja po diktatu: učenik piše prva slova (samoglasnike, učestala slova); učenik piše riječi; učenik piše rečenice. $p_i == 21 \vee p_i == 22 \vee p_i == 23$	Predloži digitalne obrazovne igre u području pisanja koje razvijaju tehniku pisanja po diktatu i pisanja formalnim pismom.	Uvježbavati tehniku pisanja po diktatu te razvijati samostalno pisanje formalnim pismom (P3).
Učenik piše samostalno formalnim pismom (tiskana slova) ili rukopisom (pisana slova). $p_i == 3 \vee p_i == 4$	Predloži digitalne obrazovne igre u području pisanja koje razvijaju tehniku pisanja formalnim pismom i pisanja rukopisom.	Uvježbavati samostalno pisanje formalnim pismom te razvijati samostalno pisanje rukopisom (P4).
Učenik piše na uređaju (tablet, prijenosno računalo). $p_i == 5$	-	Učenik piše na uređaju pa nema ishoda učenja u ovoj kategoriji (P5).

izvor: istraživanje

Tablica 20. Pravila za predlaganje DOI za područje matematičkih vještina

Trenutna učenikova razina matematičkih vještina	Pravila predlaganja	Obrazovni cilj
Učenik nema razvijene predmatematičke vještine (svojstva predmeta, razvrstavanje, odnosi u prostoru, veze između predmeta, kvalitativni i kvantitativni odnosi, geometrijski oblici, količina, slijed) ili ih razvija. $mat_i == 0 \vee mat_i == 1$	Predloži digitalne obrazovne igre u području matematičkih vještina koje razvijaju predmatematičke vještine.	Razvijati i uvježbavati predmatematičke vještine (M1).
Učenik je usvojio ili usvaja osnovne matematičke kompetencije: usvojio pojam brojeva do 5 (simbol, količina, imenovanje, slijed); usvojio pojam brojeva do 10 (simbol, količina, imenovanje, slijed); usvojio pojam brojeva do 20 (simbol, količina, imenovanje, slijed); usvojio pojam brojeva do 100 (simbol, količina, imenovanje, slijed); usvojio pojam brojeva više od 100 (simbol, količina, imenovanje, slijed). $mat_i == 21 \vee mat_i == 22 \vee$ $mat_i == 23 \vee mat_i == 24 \vee$ $mat_i == 25$	Predloži digitalne obrazovne igre u području matematičkih vještina koje razvijaju: poznavanje pojma brojeva do 5 (simbol, količina, imenovanje, slijed); poznavanje pojma brojeva do 10 (simbol, količina, imenovanje, slijed); poznavanje pojma brojeva do 20 (simbol, količina, imenovanje, slijed); poznavanje pojma brojeva do 100 (simbol, količina, imenovanje, slijed); poznavanje pojma brojeva više od 100 (simbol, količina, imenovanje, slijed).	Usvojiti pojam brojeva do 5, 10, 20 ili 100 što uključuje simbol, količinu, imenovanje i slijed brojeva (ovisno o učenikovoj trenutnoj razini usvojenosti matematičkih kompetencija) (M2).
Učenik razumije računske radnje zbrajanja i oduzimanja: računa uz konkretne/simbole; računa uz pomoć kalkulatora. $mat_i == 31 \vee mat_i == 32$	Predloži digitalne obrazovne igre u području matematičkih vještina koje razvijaju: vještine računske radnje zbrajanja i oduzimanja uz konkretne/simbole; vještine računske radnje zbrajanja i oduzimanja uz pomoć kalkulatora.	Razvijati i uvježbavati računske radnje zbrajanja i oduzimanja uz konkretne ili pomoću kalkulatora (M3).
učenik računa apstraktno (rješava jednostavne matematičke priče). $mat_i == 4$	Predloži digitalne obrazovne igre u području matematičkih vještina koje razvijaju: vještine računske radnje zbrajanja i oduzimanja uz konkretne/simbole; vještine računske radnje zbrajanja i oduzimanja uz pomoć kalkulatora; apstraktno računanje.	Uvježbavati računske radnje zbrajanja i oduzimanja te razvijati vještine rješavanja jednostavnih matematičkih priča (M4).

izvor: istraživanje

Tablica 21. Pravila za predlaganje DOI za područje snalaženja u vremenu

Trenutna učenikova razina vještina snalaženja u vremenu	Pravila predlaganja	Obrazovni cilj
Učenik nema razvijene vještine snalaženja u vremenu ili samostalno ili uz pomoć određuje i razumije doba dana (jutro, prijepodne, podne, poslijepodne, večer, noć). $v_i == 0 \vee v_i == 1$	Predloži digitalne obrazovne igre u području vještina snalaženja u vremenu koje razvijaju vještine određivanja i razumijevanja doba dana (jutro, prijepodne, podne, poslijepodne, večer, noć).	Razvijati i uvježbavati određivanje i razumijevanje doba dana (V1).
Učenik samostalno ili uz pomoć imenuje i razumije godišnja doba. $v_i == 2$	Predloži digitalne obrazovne igre u području vještina snalaženja u vremenu koje razvijaju vještine imenovanja i razumijevanja godišnjih doba.	Razvijati i uvježbavati određivanje i razumijevanje godišnjih doba (V2).
Učenik samostalno ili uz pomoć imenuje i razumije dane u tjednu. $v_i == 3$	Predloži digitalne obrazovne igre u području vještina snalaženja u vremenu koje razvijaju vještine imenovanja i razumijevanja dana u tjednu.	Razvijati i uvježbavati određivanje i razumijevanje dana u tjednu (V3).
Učenik samostalno ili uz pomoć određuje i razumije vremenske pojmove danas, jučer, sutra (prije/poslije). $v_i == 4$	Predloži digitalne obrazovne igre u području vještina snalaženja u vremenu koje razvijaju vještine određivanja i razumijevanja vremenskih pojmova danas, jučer, sutra (prije/poslije).	Razvijati i uvježbavati određivanje i razumijevanje vremenskih pojmova jučer, danas i sutra (V4).
Učenik samostalno ili uz pomoć imenuje i razumije mjesece u godini. $v_i == 5$	Predloži digitalne obrazovne igre u području vještina snalaženja u vremenu koje razvijaju vještine imenovanja i razumijevanja mjeseca u godini.	Razvijati i uvježbavati određivanje i razumijevanje mjeseca u godini (V5).
Učenik samostalno ili uz pomoć očitava vrijeme na analognom satu (satu s kazaljka). $v_i == 6$	Predloži digitalne obrazovne igre u području vještina snalaženja u vremenu koje razvijaju vještine očitavanja vremena na analognom satu (satu s kazaljka).	Razvijati i uvježbavati vještine očitavanja vremena na analognom satu (V6).
Učenik samostalno ili uz pomoć određuje i poznaje datum na kalendaru ili ima razvijene sve navedene vještine snalaženja u vremenu. $v_i == 7 \vee v_i == 8$	Predloži digitalne obrazovne igre u području vještina snalaženja u vremenu koje razvijaju vještine određivanja i poznavanja datuma na kalendaru.	Razvijati i uvježbavati vještine određivanja i poznavanja datuma na kalendaru (V7).

izvor: istraživanje

Tablica 22. Pravila za predlaganje DOI za područje upravljanja novcem

Trenutna učenikova razina vještina upravljanja novcem	Pravila predlaganja	Obrazovni cilj
Učenik nema razvijene vještine upravljanja novcem. $n_i == 0$	Predloži digitalne obrazovne igre u području vještina upravljanja novcem koje razvijaju vještine prepoznavanja novca kao predmeta.	Razvijati vještinu prepoznavanja novca kao predmeta (N1).
Učenik prepoznaje novac kao predmet. $n_i == 1$	Predloži digitalne obrazovne igre u području vještina upravljanja novcem koje razvijaju vještine prepoznavanja novca kao predmeta te razlikovanja kovanica od novčanica.	Uvježbavati prepoznavanje novca kao predmeta te razvijati vještinu razlikovanja kovanica od novčanica (N2).
Učenik razlikuje kovanice od novčanica. $n_i == 2$	Predloži digitalne obrazovne igre u području vještina upravljanja novcem koje razvijaju vještine razlikovanja kovanica od novčanica te određivanja vrijednosti novca pojedinačno.	Uvježbavati vještinu razlikovanja kovanica od novčanica te razvijati vještinu određivanja vrijednosti novca pojedinačno (N3).
Učenik određuje vrijednost novca pojedinačno. $n_i == 3$	Predloži digitalne obrazovne igre u području vještina upravljanja novcem koje razvijaju vještine određivanja vrijednosti novca pojedinačno te razumijevanja uporabne vrijednosti novca.	Uvježbavati vještinu određivanja vrijednosti novca pojedinačno te razvijati vještinu razumijevanja uporabne vrijednosti novca (N4).
Učenik razumije uporabnu vrijednost novca ili samostalno ili uz minimalnu pomoć obavlja kupovinu. $n_i == 4 \vee n_i == 5$	Predloži digitalne obrazovne igre u području vještina upravljanja novcem koje razvijaju vještine razumijevanja uporabne vrijednosti novca te obavljanja kupovine.	Uvježbavati vještinu razumijevanja uporabne vrijednosti novca te razvijati vještine obavljanja kupovine (N5).

izvor: istraživanje

Kako se DOI predlažu i za područje komunikacije i svakodnevnog življenja, napravljena su pravila predlaganja za ovo područje u tablici 23.

Tablica 23. Pravila za predlaganje DOI za područje komunikacije i svakodnevnog življenja

Uvjet	Pravila predlaganja
Aritmetička sredina ponašajnih karakteristika učenika je manja ili jednaka 1. $po_i \leq 1$	Predloži digitalne obrazovne igre koje adresiraju reguliranje emocija, slijeđenje pravila, prelazak s jedne aktivnosti na drugu te ponašanje u ovisnosti o drugim osobama u okruženju.

U učenika su često ili osrednje prisutne teškoće u razumijevanju rizičnih socijalnih situacija. $rss_i \leq 1$	Predloži digitalne obrazovne igre koje adresiraju razumijevanje rizičnih socijalnih situacija.
Učenik je često ili osrednje sklon slijediti sugerirano ponašanje vršnjaka ne vodeći računa o svojoj dobrobiti. $rmd_i \leq 1$	Predloži digitalne obrazovne igre koje adresiraju uočavanje rizika za manipulaciju od drugih.
Učenik je potpuno, u velikoj mjeri ili osrednje ovisan o podršci prilikom hranjenja. $hr_i \leq 1$	Predloži digitalne obrazovne igre koje adresiraju samostalnost u hranjenju.
Učenik je potpuno, u velikoj mjeri ili osrednje ovisan o podršci prilikom oblačenja. $ob_i \leq 1$	Predloži digitalne obrazovne igre koje adresiraju samostalnost u oblačenju.
Učenik je potpuno, u velikoj mjeri ili osrednje ovisan o podršci prilikom obavljanja osobne higijene. $oh_i \leq 1$	Predloži digitalne obrazovne igre koje adresiraju samostalnost u obavljanju osobne higijene.
Učenik je potpuno, u velikoj mjeri ili osrednje ovisan o podršci prilikom odlaska u školu. $sk_i \leq 1$	Predloži digitalne obrazovne igre koje adresiraju samostalnost prilikom odlaska u školu.
Učenik je potpuno, u velikoj mjeri ili osrednje ovisan o podršci prilikom korištenja javnog prijevoza. $jp_i \leq 1$	Predloži digitalne obrazovne igre koje adresiraju samostalnost prilikom korištenja javnog prijevoza.
Učenik ima izrazite teškoće u osmišljavanju aktivnosti slobodnog vremena ili mu je često potrebna podrška u istome. $sv_i \leq 1$	Predloži digitalne obrazovne igre koje pomažu u osmišljavanju aktivnosti slobodnog vremena.
Učenik je potpuno, u velikoj mjeri ili osrednje ovisan o podršci prilikom obavljanja svakodnevnih radnih aktivnosti. $ra_i \leq 1$	Predloži digitalne obrazovne igre koje adresiraju samostalnost u obavljanju svakodnevnih aktivnosti.
Aritmetička sredina utvrđenih razina učenikovih jezično-govornih vještina u rasponu je od 1 do 2,5. $g_i \leq [1,2.5]$	Predloži digitalne obrazovne igre koje adresiraju jezično-govorne vještine.

izvor: istraživanje

Na kraju su definirana i pravila za dodatna filtriranja DOI u posebnim slučajevima kada igra zahtijeva složeniju komunikaciju ili usvojene vještine čitanja, a učenik ne posjeduje navedene vještine. Pravila predlaganja nalaze se u tablici 24.

Tablica 24. Dodatna pravila filtriranja digitalnih obrazovnih igara

Uvjet	Pravila predlaganja za područje akademskih vještina	Pravila predlaganja za područje komunikacije i svakodnevnog življenja
Aritmetička sredina utvrđenih razina učenikovih jezično-govornih vještina manja je od 1. $jg_i < 1$	Iz skupa predloženih igara izbaci igre koje zahtijevaju vještine optimalne verbalne komunikacije, složenije konverzacije o temama izvan učenikove uobičajene socijalne situacije, jezičnog razumijevanja gramatički i sadržajno složenijih rečenica i uputa te jezične proizvodnje složenih rečeničnih iskaza.	Iz skupa predloženih igara izbaci igre koje zahtijevaju vještine optimalne verbalne komunikacije, složenije konverzacije o temama izvan učenikove uobičajene socijalne situacije, jezičnog razumijevanja gramatički i sadržajno složenijih rečenica i uputa te jezične proizvodnje složenih rečeničnih iskaza.
Učenik nema razvijene predčitalačke vještine. $c_i == 0$	-	Iz skupa predloženih igara izbaci igre koje zahtijevaju predčitalačke vještine, tehniku čitanja slovkajući i/ili slogova, riječi, rečenica te čitanja s razumijevanjem.
Učenik ima razvijene predčitalačke vještine. $c_i == 1$	-	Iz skupa predloženih igara izbaci igre koje zahtijevaju tehniku čitanja slovkajući i/ili slogova, riječi, rečenica te čitanja s razumijevanjem.
Učenik usvaja tehniku čitanja slovkajući, čitanja riječi ili rečenica. $c_i == 21 \vee$ $c_i == 22 \vee$ $c_i == 23$	-	Iz skupa predloženih igara izbaci igre koje zahtijevaju vještine čitanja s razumijevanjem.

Izvor: istraživanje

U skladu s definiranim pravilima, osmišljena su dva algoritma, jedan koji predlaže digitalne obrazovne igre i definira pripadajuće obrazovne ciljeve za područje akademskih vještina, te drugi koji predlaže digitalne obrazovne igre za područje vještina svakodnevnog življenja.

Prvi osmišljeni algoritam služi za pronalazak digitalnih obrazovnih igara i definiranje obrazovnih ciljeva za područje akademskih vještina. Ulaz za algoritam prethodno su spomenute vrijednosti (tablica 16): potrebna podrška u aktivnostima svakodnevnog života, motoričke sposobnosti, razina korištenja računala, razina korištenja uređaja s dodirnikom, jezično-govorne karakteristike, trenutna učenikova razina vještine čitanja, trenutna učenikova

razina vještine pisanja, trenutna učenikova razina matematičkih vještina, trenutna učenikova razina vještina snalaženja u vremenu, trenutna učenikova razina vještina upravljanja novcem, skup obrazovnih ciljeva za područje akademskih vještina (Privitak 4) te baza digitalnih obrazovnih igara opisanih varijablama prema kategorizaciji zahtjeva i funkcionalnosti (Privitak 3). Algoritam koji određenom profilu učenika pridružuje obrazovne ciljeve i digitalne obrazovne igre s obzirom na učenikove obrazovne potrebe glasi:

Algoritam 1: Algoritam za pronalazak digitalnih obrazovnih igara i definiranje obrazovnih ciljeva za područje akademskih vještina

INPUT: vrijednosti $jg_i, rp_i, m_i, r_i, t_i, c_i, p_i, mat_i, v_i, n_i$, skup obrazovnih ciljeva za područje akademskih vještina, baza digitalnih obrazovnih igara

OUTPUT: skup digitalnih obrazovnih igara (DOI) i skup obrazovnih ciljeva (OC) za učenika S_i za područje čitanja, pisanja, matematičkih vještina, vještina snalaženja u vremenu i vještina upravljanja novcem.

```

1   ako je  $rp_i \geq 3 \wedge r_i == 0 \wedge t_i == 0 \wedge m_i == 0$ 
2   |   break; //za učenika i ne postoje obrazovni ciljevi u području akademskih vještina
3   inače
4   //čitanje
5   ako je  $c_i == 0$ 
6   |   zapiši obrazovni cilj C1 u skup OC;
7   |   dohvati iz baze DOI gdje je područje == „čitanje“  $\wedge$  razina_citanje == 1;
8   |   zapiši DOI_ID u skup DOI;
9   ako je  $c_i == 1$ 
10  |   zapiši obrazovni cilj C2 u skup OC;
11  |   dohvati iz baze DOI gdje je područje == „čitanje“  $\wedge$  ( $razina\_citanje == 1 \vee$ 
12  |    $razina\_citanje == 2$ );
13  |   zapiši DOI_ID u skup DOI;
14  ako je  $c_i == 21 \vee c_i == 22 \vee c_i == 23$ 
15  |   zapiši obrazovni cilj C3 u skup OC;
16  |   dohvati iz baze DOI gdje je područje == „čitanje“  $\wedge$  ( $razina\_citanje == 2 \vee$ 
17  |    $razina\_citanje == 3$ );
18  |   zapiši DOI_ID u skup DOI;
19  ako je  $c_i == 3 \vee c_i == 4$ 
20  |   zapiši obrazovni cilj C4 u skup OC;
21  |   dohvati iz baze DOI gdje je područje == „čitanje“  $\wedge$  ( $razina\_citanje == 3$ );
22  |   zapiši DOI_ID u skup DOI;
23  //pisanje
24  ako je  $p_i == 0$ 
25  |   zapiši obrazovni cilj P1 u skup OC;
26  |   dohvati iz baze DOI gdje je područje == „pisanje“  $\wedge$  razina_pisanje == 1;
27  |   zapiši DOI_ID u skup DOI;
```

```

24     ako je  $p_i == 1$ 
25         zapiši obrazovni cilj P2 u skup OC;
26         dohvati iz baze DOI gdje je područje == „pisanje“  $\wedge$  (razina_pisanje == 1  $\vee$ 
27             razina_pisanje == 2);
28         zapiši DOI_ID u skup DOI;
29     ako je  $p_i == 21 \vee p_i == 22 \vee p_i == 23$ 
30         zapiši obrazovni cilj P3 u skup OC;
31         dohvati iz baze DOI gdje je područje == „pisanje“  $\wedge$  (razina_pisanje == 2  $\vee$ 
32             razina_pisanje == 3);
33         zapiši DOI_ID u skup DOI;
34     ako je  $p_i == 3 \vee p_i == 4$ 
35         zapiši obrazovni cilj P4 u skup OC;
36         dohvati iz baze DOI gdje je područje == „pisanje“  $\wedge$  (razina_pisanje == 3  $\vee$ 
37             razina_pisanje == 4);
38         zapiši DOI_ID u skup DOI;
39     ako je  $p_i == 5$ 
40         zapiši obrazovni cilj P5 u skup OC;
41
42 //matematika
43     ako je  $mat_i == 0 \vee mat_i == 1$ 
44         zapiši obrazovni cilj M1 u skup OC;
45         dohvati iz baze DOI gdje je područje == „matematika“  $\wedge$  razina_matematika
46             == 1;
47         zapiši DOI_ID u skup DOI;
48     ako je  $mat_i == 21 \vee mat_i == 22 \vee mat_i == 23 \vee mat_i == 24 \vee mat_i == 25$ 
49         zapiši obrazovni cilj M2 u skup OC;
50         dohvati iz baze DOI gdje je područje == „matematika“  $\wedge$  (razina_matematika
51             == 2  $\vee$  razina_matematika == 3  $\vee$  razina_matematika == 4  $\vee$ 
52             razina_matematika == 5  $\vee$  razina_matematika == 6);
53         zapiši DOI_ID u skup DOI;
54     ako je  $mat_i == 31 \vee mat_i == 32$ 
55         zapiši obrazovni cilj M3 u skup OC;
56         dohvati iz baze DOI gdje je područje == „matematika“  $\wedge$  (razina_matematika
57             == 7  $\vee$  razina_matematika == 8);
58         zapiši DOI_ID u skup DOI;
59     ako je  $mat_i == 4$ 
60         zapiši obrazovni cilj M4 u skup OC;
61         dohvati iz baze DOI gdje je područje == „matematika“  $\wedge$  (razina_matematika
62             == 7  $\vee$  razina_matematika == 8  $\vee$  razina_matematika == 9);
63         zapiši DOI_ID u skup DOI;
64
65 //vrijeme
66     ako je  $v_i == 0 \vee v_i == 1$ 
67         zapiši obrazovni cilj V1 u skup OC;
68         dohvati iz baze DOI gdje je područje == „vrijeme“  $\wedge$  razina_vrijeme == 1;
69         zapiši DOI_ID u skup DOI;
70     ako je  $v_i == 2$ 
71         zapiši obrazovni cilj V2 u skup OC;
72         dohvati iz baze DOI gdje je područje == „vrijeme“  $\wedge$  razina_vrijeme == 2;

```

```

61      | zapiši DOI_ID u skup DOI;
62      ako je  $v_i == 3$ 
63      | zapiši obrazovni cilj V3 u skup OC;
64      | dohvati iz baze DOI gdje je podrucje == „vrijeme“  $\wedge$  razina_vrijeme == 3;
65      | zapiši DOI_ID u skup DOI;
66      ako je  $v_i == 4$ 
67      | zapiši obrazovni cilj V4 u skup OC;
68      | dohvati iz baze DOI gdje je podrucje == „vrijeme“  $\wedge$  razina_vrijeme == 4;
69      | zapiši DOI_ID u skup DOI;
70      ako je  $v_i == 5$ 
71      | zapiši obrazovni cilj V5 u skup OC;
72      | dohvati iz baze DOI gdje je podrucje == „vrijeme“  $\wedge$  razina_vrijeme == 5;
73      | zapiši DOI_ID u skup DOI;
74      ako je  $v_i == 6$ 
75      | zapiši obrazovni cilj V6 u skup OC;
76      | dohvati iz baze DOI gdje je podrucje == „vrijeme“  $\wedge$  razina_vrijeme == 6;
77      | zapiši DOI_ID u skup DOI;
78      ako je  $v_i == 7 \vee v_i == 8$ 
79      | zapiši obrazovni cilj V7 u skup OC;
80      | dohvati iz baze DOI gdje je podrucje == „vrijeme“  $\wedge$  razina_vrijeme == 7;
81      | zapiši DOI_ID u skup DOI;

```

//novac

```

82      ako je  $n_i == 0$ 
83      | zapiši obrazovni cilj N1 u skup OC;
84      | dohvati iz baze DOI gdje je podrucje == „novac“  $\wedge$  razina_novac == 1;
85      | zapiši DOI_ID u skup DOI;
86      ako je  $n_i == 1$ 
87      | zapiši obrazovni cilj N2 u skup OC;
88      | dohvati iz baze DOI gdje je podrucje == „novac“  $\wedge$  (razina_novac == 1  $\vee$ 
89      | razina_novac == 2);
90      | zapiši DOI_ID u skup DOI;
91      ako je  $n_i == 2$ 
92      | zapiši obrazovni cilj N3 u skup OC;
93      | dohvati iz baze DOI gdje je podrucje == „novac“  $\wedge$  (razina_novac == 2  $\vee$ 
94      | razina_novac == 3);
95      | zapiši DOI_ID u skup DOI;
96      ako je  $n_i == 3$ 
97      | zapiši obrazovni cilj N4 u skup OC;
98      | dohvati iz baze DOI gdje je podrucje == „novac“  $\wedge$  (razina_novac == 3  $\vee$ 
99      | razina_novac == 4);
100     | zapiši DOI_ID u skup DOI;
101     ako je  $n_i == 4 \vee n_i == 5$ 
102     | zapiši obrazovni cilj N5 u skup OC;
103     | dohvati iz baze DOI gdje je podrucje == „novac“  $\wedge$  (razina_novac == 4  $\vee$ 
104     | razina_novac == 5);
105     | zapiši DOI_ID u skup DOI;

```

//dodatno filtriranje

```

102   $\forall x \in DOI$  provjeri:
103      ako je  $JG_i < 1$ 
104          izbacij iz skupa DOI x gdje je komunikacija == 3  $\wedge$  konverzacija == 2  $\wedge$ 
          jezik_proizvodnja == 2  $\wedge$  jezik_razumijevanje == 2;

```

Prikazani algoritam prvo provjerava kolika je potrebna podrška učeniku u aktivnostima svakodnevnog života, koje su mu motoričke sposobnosti te koristi li se računalom ili uređajima s dodirnikom. U slučaju da učenikovo stanje zahtijeva proširenu ili potpunu podršku u svim aspektima života te se učenik uopće ne koristi računalom niti uređajima s dodirnikom, a motoričke su mu sposobnosti značajno neprecizne, algoritam završava jer se za takvog učenika ne predlažu igre u području akademskih vještina. U suprotnom, algoritam nastavlja s područjem čitanja gdje provjerava učenikovu trenutnu razinu vještine čitanja. Sukladno trenutnoj razini čitanja algoritam zapisuje odgovarajući obrazovni cilj u skup OC i pronalazi igre koje zadovoljavaju učenikovu trenutnu razinu vještine čitanja. Nakon pronalaska, igre se zapisuju u skup DOI. Analogno se algoritam izvodi za područje vještine pisanja, matematičkih vještina, vještina snalaženja u vremenu te vještina upravljanja novcem.

Na kraju se izvršava i dodatno filtriranje u kojem se svaka igra zapisana u skup DOI provjerava s obzirom na jezično-govorne karakteristike učenika. U slučaju da je aritmetička sredina utvrđenih razina učenikovih vještina ekspresivne komunikacije, konverzacije, jezičnog razumijevanja i jezične proizvodnje manja od 1, iz DOI skupa izbacuju se igre sa složenijim jezično-govornim zahtjevima. Time je rezultat algoritma skup digitalnih obrazovnih igara (DOI) i skup obrazovnih ciljeva (OC) za odabranog učenika za područje čitanja, pisanja, matematičkih vještina, vještina snalaženja u vremenu i vještina upravljanja novcem.

Drugi osmišljeni algoritam služi za pronalazak digitalnih obrazovnih igara za područje komunikacije i svakodnevnog življenja. Ulaz za algoritam prethodno su spomenute vrijednosti (tablica 16): razina korištenja računala, razina korištenja uređaja s dodirnikom, ponašajne karakteristike učenika, razina razumijevanja rizičnih socijalnih situacija, razina rizika za manipulaciju od drugih, razina samostalnosti u hranjenju, oblačenju, osobnoj higijeni, prilikom odlaska u školu, korištenja javnog prijevoza, provođenja slobodnog vremena, obavljanju svakodnevnih radnih aktivnosti, jezično-govorne karakteristike i razna vještine čitanja, te baza digitalnih obrazovnih igara opisanih varijablama prema kategorizaciji zahtjeva i funkcionalnosti (Privitak 3). Algoritam koji određenom profilu učenika pridružuje digitalne obrazovne igre s obzirom na učenikove potrebe za razvojem adaptivnih vještina glasi:

Algoritam 2: Algoritam za pronalazak digitalnih obrazovnih igara za područje komunikacije i svakodnevnog življenja

INPUT: vrijednosti r_i , t_i , po_i , rss_i , rm_d_i , hr_i , ob_i , oh_i , sk_i , jp_i , sv_i , ra_i , jg_i , c_i te baza digitalnih obrazovnih igara

OUTPUT: skup digitalnih obrazovnih igara (DOI) za učenika S_i za područje komunikacije i svakodnevnog življenja

```
1  ako je( $r_i == 0 \wedge t_i == 0$ )
2      | break; //učenik se ne služi računalom niti tabletom
3  inače
4      ako je  $po_i \leq 1$ 
5          | dohvati iz baze DOI gdje je emocije == „da“ V pravila == „da“ V
6            | prelazak_aktivnost == „da“ V druge_osobe == „da“;
7            | zapiši DOI_ID u skup DOI;
8      ako je  $rss_i \leq 1$ 
9          | dohvati iz baze DOI gdje je rizicne_soc_sit == „da“;
10         | zapiši DOI_ID u skup DOI;
11     ako je  $rm_d_i \leq 1$ 
12         | dohvati iz baze DOI gdje je rizik_manipulacija == „da“;
13         | zapiši DOI_ID u skup DOI;
14     ako je  $hr_i \leq 1$ 
15         | dohvati iz baze DOI gdje je hranjenje == „da“;
16         | zapiši DOI_ID u skup DOI;
17     ako je  $ob_i \leq 1$ 
18         | dohvati iz baze DOI gdje je oblačenje == „da“;
19         | zapiši DOI_ID u skup DOI;
20     ako je  $oh_i \leq 1$ 
21         | dohvati iz baze DOI gdje je higijena == „da“;
22         | zapiši DOI_ID u skup DOI;
23     ako je  $sk_i \leq 1$ 
24         | dohvati iz baze DOI gdje je skola == „da“;
25         | zapiši DOI_ID u skup DOI;
26     ako je  $jp_i \leq 1$ 
27         | dohvati iz baze DOI gdje je javni_prijevoz == „da“;
28         | zapiši DOI_ID u skup DOI;
29     ako je  $sv_i \leq 1$ 
30         | dohvati iz baze DOI gdje je slobodno_vrijeme == „da“;
31         | zapiši DOI_ID u skup DOI;
32     ako je  $ra_i \leq 1$ 
33         | dohvati iz baze DOI gdje je radne_akt == „da“;
34         | zapiši DOI_ID u skup DOI;
35     ako je  $jg_i \geq 1 \wedge jg_i \leq 2,5$ 
36         | dohvati iz baze DOI gdje je podrucje == „komunikacija“;
37         | zapiši DOI_ID u skup DOI;
38     //dodatno filtiranje
```



```

37   $\forall x \in DOI$  provjeri:
38      ako je  $jg_i < 1$ 
39          izbacij iz skupa DOI igre gdje je komunikacija == 3  $\wedge$  konverzacija == 2  $\wedge$ 
          jezik_proizvodnja == 2  $\wedge$  jezik_razumijevanje == 2;
40      ako je  $c_i == 0$ 
41          izbacij iz skupa DOI igre gdje je razina_citanje == 1  $\vee$  razina_citanje == 2  $\vee$ 
          razina_citanje == 3;
42      ako je  $c_i == 1$ 
43          izbacij iz skupa DOI igre gdje je razina_citanje == 2  $\vee$  razina_citanje == 3;
44      ako je  $c_i == 21 \vee c_i == 22 \vee c_i == 23$ 
45          izbacij iz skupa DOI igre gdje je razina_citanje == 3;

```

U ovom se algoritmu prvo provjerava koristi li učenik računalo ili uređaje s dodirnikom. U slučaju da ne koristiti takve uređaje, algoritam se prekida jer učenik nije u mogućnosti samostalno niti uz pomoć i podršku igrati digitalne obrazovne igre. U suprotnom, algoritam se nastavlja izvoditi na način da se provjeravaju ponašajne karakteristike učenika. Ako je aritmetička sredina ponašajnih karakteristika u intervalu od 0 do 1, učenik treba dodatno razvijati vještine reguliranja emocija, slijeđenja pravila, prelaska s jedne aktivnosti na drugu te ponašanja u ovisnosti o drugim osobama u okruženju pa se u skup DOI pohranjuju igre koje razvijaju upravo te vještine. Nakon toga provjerava se učenikova razina razumijevanja rizičnih socijalnih situacija te ako je ista 0 ili 1, u skup DOI unose se igre koje razvijaju navedene vještine. Analogno se algoritam izvodi za područje rizika za manipulaciju od drugih, hranjenja, oblačenja, osobne higijene, dolaska u školu, korištenja javnog prijevoza, smislenog provođenja slobodnog vremena te svakodnevnih radnih aktivnosti poput čišćenja, pripreme jela, postavljanje stola i slično.

Dodatno, ako je aritmetička sredina jezično-govornih karakteristika učenika u intervalu od 1 do 2,5, u skup DOI pohranjuju se digitalne obrazovne igre iz područja komunikacije. Na kraju se vrši dodatno filtriranje gdje se iz skupa DOI izbacuju igre s višim razinama ekspresivne komunikacije, konverzacije, jezičnog razumijevanja i jezične proizvodnje za učenike sa složenijim jezično-govornim potrebama. Isto tako, neke digitalne obrazovne igre koje razvijaju vještine svakodnevnog življenja mogu biti dizajnirane na način da je upute ili neke druge elemente potrebno pročitati pa se dodatno provjerava učenikova vještina čitanja te se iz skupa DOI izbacuju digitalne obrazovne igre koje učeniku ne odgovaraju s obzirom na njegovu trenutnu razinu vještine čitanja.

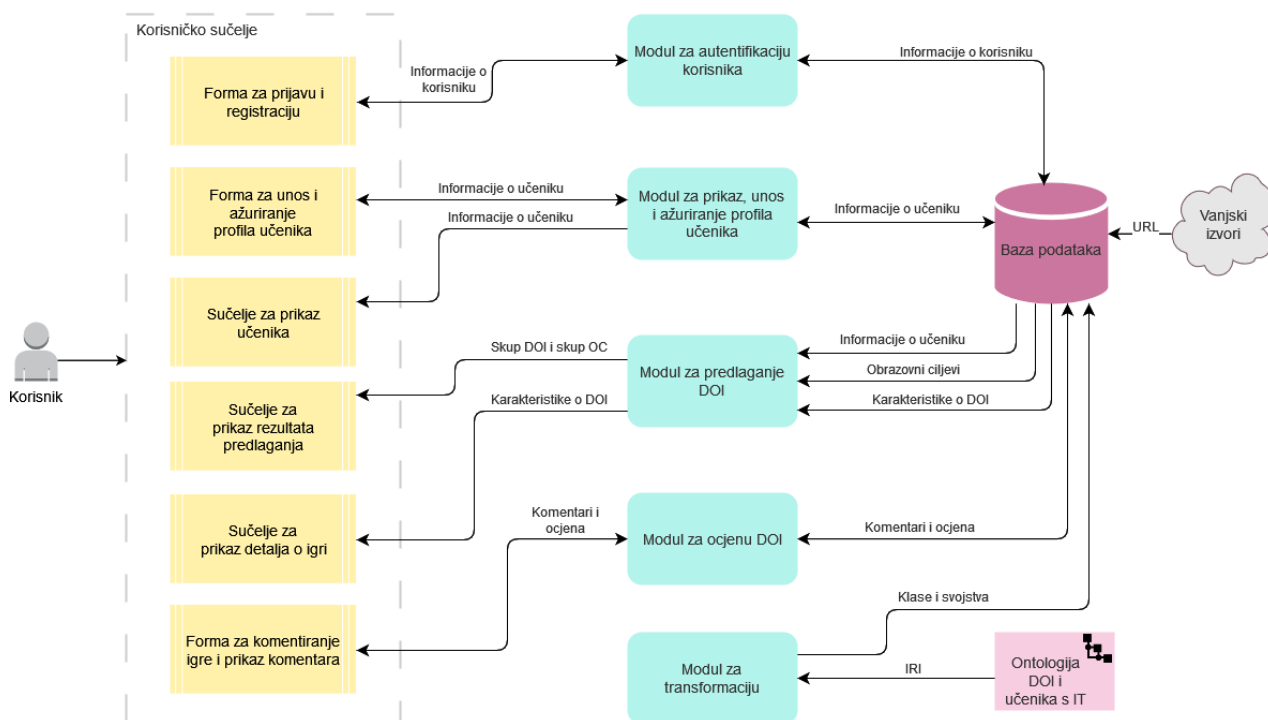
6. PROTOTIP SUSTAVA ZA PREDLAGANJE DIGITALNIH OBRAZOVNIH IGARA ZA UČENIKE S INTELEKTUALNIM TEŠKOĆAMA

U sklopu ove disertacije izrađuje se sustav za predlaganje digitalnih obrazovnih igara kao potpora planiranju odgojno-obrazovnih aktivnosti učenika s intelektualnim teškoćama. Po svojoj vrsti, sustav pripada skupini sustava temeljenih na pravilima (*engl. Rule-based systems*) jer koristi pravila za prikaz znanja to jest oponaša razmišljanje eksperata u rješavanju problema (Talukdar, Singh, & Barman, 2023). Sustav temeljen na pravilima gradi se na temelju tvrdnji i skupa pravila koja se izražavaju kao skup „ako-onda“ (*engl. if-then rules, production rules*) naredbi. Sukladno tome, svaki se sustav temeljen na pravilima sastoji od skupa činjenica koji predstavlja relevantne tvrdnje za početno stanje sustava, skupa pravila koji povezuje činjenicu u IF djelu s nekom radnjom koju je potrebno poduzeti unutar opsega problema u THEN djelu, te kriterija zaustavljanja (*engl. Termination criterion*) koji predstavlja uvjet pronalaska rješenja ili nepostojanja rješenja (Ligeza, 2006; Grosan & Abraham, 2011). Konkretno, izrađeni sustav oponaša znanje eksperata iz područja edukacijske rehabilitacije i digitalnih obrazovnih igara. Kao takav, implementira okvir procjene pogodnih digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama baziran na skali procjene vještina u primjeni digitalnih obrazovnih igara učenika s intelektualnim teškoćama i izvornoj kategorizaciji zahtjeva i funkcionalnosti digitalnih obrazovnih igara što predstavlja skup činjenica sustava. Navedeni okvir sadrži osmišljena pravila predlaganja prema pedagoškim i edukacijsko-rehabilitacijskim kriterijima, a u definiranju istog sudjelovali su eksperti iz područja edukacijske rehabilitacije te je konzultirana recentna literatura iz navedenog područja. Osmišljena su pravila implementirana kao računalni postupci i algoritmi za predlaganje digitalnih obrazovnih igara uvažavajući individualne potrebe učenika s intelektualnim teškoćama što čini skup pravila, ali i kriterije zaustavljanja sustava.

6.1. Model sustava

Model sustava za predlaganje digitalnih obrazovnih igara kao potpora planiranju odgojno-obrazovnih aktivnosti učenika s intelektualnim teškoćama predstavljen je slikom 27. Korisnik sustava u ovom je slučaju edukacijski rehabilitator ili drugi stručnjak koji radi s učenicima s intelektualnim teškoćama. Korisnik sa sustavom komunicira preko korisničkog sučelja koji se

sastoji od forme za prijavu i registraciju korisnika, forme za unos i ažuriranje podataka o učeniku, forme za ocjenjivanje, komentiranje i pregled komentara digitalnih obrazovnih igara, sučelja za prikaz svih učenika te sučelja za prikaz rezultata predlaganja digitalnih obrazovnih igara.



Slika 27. Arhitektura sustava

Logički sloj sustava sastoji se od nekoliko modula:

Modul za autentifikaciju korisnika

Ovaj modul služi za provjeru podataka korisnika sustava na način da se za registriranog korisnika prilikom prijave provjerava jesu li uneseni podatci za prijavu ispravni, a za korisnika koji se želi registrirati provjerava postoje li već u bazi podataka podatci o korisniku. Modul je s korisnikom u interakciji preko forme za prijavu i registraciju te je ujedno i povezan s bazom podataka preko koje dobiva informacije za prijavu i proslijeđuje informacije za registraciju.

Modul za prikaz, unos i ažuriranje profila učenika

Ovaj modul služi za unos i ažuriranje profila učenika te pregled unesenih učenika. S korisnikom komunicira preko forme za unos i ažuriranje podataka o učeniku te sučelja za prikaz učenika. Modul je ujedno povezan s bazom podataka u koju sprema podatke novih učenika i

promijenjene podatke postojećih učenika te dohvaća sve podatke o učenicima koje je unio korisnik.

Modul za predlaganje DOI

Ovaj je modul najznačajniji modul prototipa sustava kojim se implementiraju algoritmi za predlaganje digitalnih obrazovnih igara na temelju osmišljenih pravila predlaganja prema pedagoškim i edukacijsko-rehabilitacijskim kriterijima. Modul služi za generiranje skupa digitalnih obrazovnih igara koji je namijenjen određenom učeniku na temelju njegovog trenutnog znanja, vještina i potreba.

Predlaganje digitalnih obrazovnih igara je proces koji se vrši u dva koraka: prvi je izvođenje algoritama koji su opisani u Poglavlju 5.4, a drugi je dohvaćanje podataka iz baze o obrazovnim ciljevima i digitalnim obrazovnim igrama na osnovu rezultata algoritama. Rezultati modula prosljeđuju se sučelju za prikaz rezultata predlaganja i sučelju za prikaz detalja o igri.

Modul za predlaganje DOI iz baze podataka dohvaća obrazovne ciljeve, karakteristike digitalnih obrazovnih igara i informacije o učeniku te izvodi Algoritam 1 i Algoritam 2. Važno je napomenuti da se oba algoritma izvode slijedno zbog zahtjeva edukacijskih rehabilitatora da sve igre budu predložene u sustavu na jednom mjestu – bilo da se radi o igrama iz područja akademskih vještina ili o igrama iz područja komunikacije i svakodnevnog življenja. Rezultati su algoritama skup digitalnih obrazovnih igara (DOI) i skup obrazovnih ciljeva (OC). Za obrazovne ciljeve čiji se ID-evi nalaze pohranjeni u skupu OC modul u nastavku dohvaća pune nazive ciljeva, a za igre čiji se ID-evi nalaze u skupu DOI dohvaća osnovne podatke o igri (naziv, slikovni prikaz igre i skraćeni opis). Podatci, odnosno rezultati modula za predlaganje DOI, prosljeđuju se sučelju za prikaz rezultata predlaganja.

Dodatno, modul za predlaganje DOI putem sučelja za prikaz detalja o odabranoj digitalnoj obrazovnoj igri omogućuje da se korisniku na njegov zahtjev prikažu i dodatne informacije o digitalnoj obrazovnoj igri poput punog opisa igre, poveznice za preuzimanje, domene znanja, kategorije mentalnih procesa, informacije o tome ima li igra zvuk, pravila, i upute...

Modul za ocjenu DOI

Modul služi za pregled postojećih te unos novih komentara i ocjena za određenu digitalnu obrazovnu igru koja je predložena učeniku. Ovdje je važno napomenuti da korisnik može

ocijeniti i komentirati samo one igre koje je sustav predložio jer su to igre koje je mogao i isprobati u nastavi. Općenito, modul ima funkciju informiranja i izmjene informacija između korisnika sustava što znači da korisnik ocjenjuje adekvatnost igre za pojedinog učenika te unosi dodatne komentare koji se odnose na specifičnu situaciju učenika kojem je igra predložena. Postojeći se komentari dohvaćaju iz baze podataka te prikazuju korisniku kroz formu za komentiranje igre i prikaz komentara, a novi se komentari i ocjene preko iste forme unose u bazu podataka.

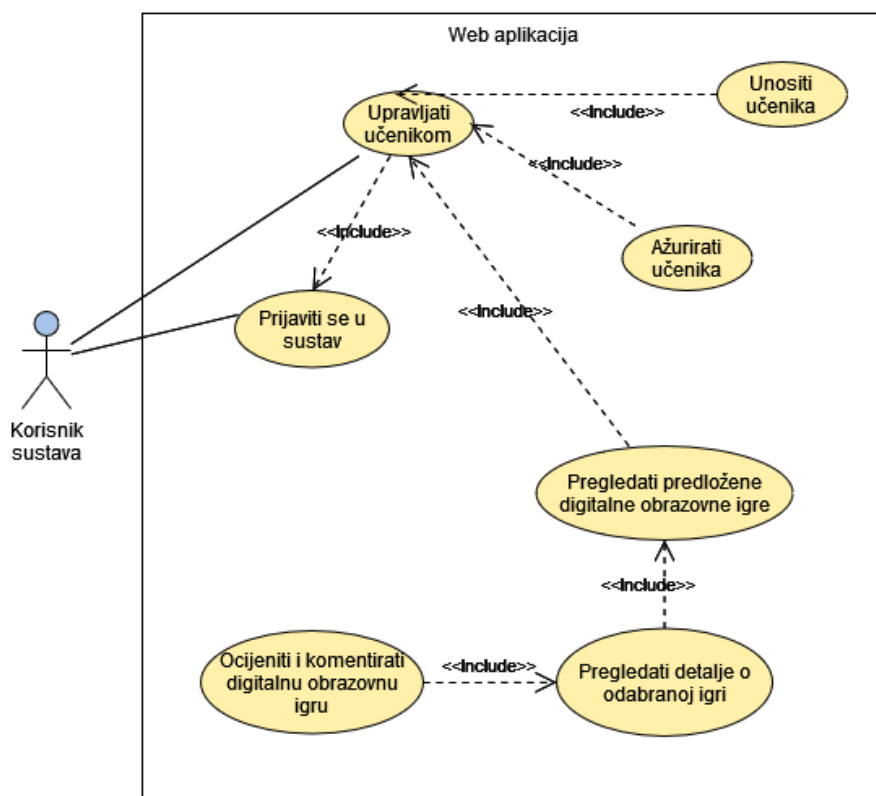
Modul za transformaciju

Ovaj modul služi za inicijalnu pretvorbu podataka definiranih u ontologiji digitalnih obrazovnih igara i ontologiji učenika s intelektualnim teškoćama u oblik pogodan za pohranu podataka u relacijskoj bazi podataka. Modul od ontologija učitava IRI (*engl. Internationalized Resource Identifier*) koji se u RDF-u (*engl. Resource Description Framework*), standardnom modelu za razmjenu podataka na webu, koristi kao ime to jest identifikator za čvorove grafa ontologije. Modul zatim koristi podatke iz ontologije kako bi definirao klase i svojstva vezana uz učenika i digitalne obrazovne igre, a koje koristi relacijska baza podataka. Modul se pokreće samo inicijalno prilikom definiranja baze podataka jer se radi o statičnim ontologijama koje služe za definiciju klasa i svojstva, a u koje se ne unose podatci o učenicima niti podatci o konkretnim igrama. Navedeno se unosi u relacijsku bazu podataka. Detaljni opis izrade ontologije i podataka koji se koriste u sklopu sustava opisano je u poglavlju 5.3.

Kako bi se digitalne obrazovne igre mogle koristiti za igranje, baza podataka sadrži poveznicu u obliku URL-a (*engl. Universal Resource Locator*) pomoću koje se pristupa vanjskom izvoru za instaliranje igre na tabletima ili igranju preko web preglednika. To znači da se u relacijsku bazu podataka ne pohranjuju igre, već samo informacije o pristupu digitalnim obrazovnim igrama koje se nalaze na vanjskim izvorima na internetu.

Model sustava realiziran je kao web aplikacija, a kako bi se bolje predstavila interakcija korisnika i sustava te sustava i baze podataka, napravljeni su UML (*engl. Unified Modeling Language*) dijagrami koji predstavljaju standardni jezik za specificiranje, vizualiziranje, konstruiranje i dokumentiranje informacijskih sustava. Pritom su odabrani UML dijagrami slučajeva korištenja i aktivnosti jer stavljaju fokus na korisnika sustava i njegovo iskustvo rada sa sustavom (Dobing & Parsons, 2008).

Dijagram slučajeve korištenja (*engl. Use-Case Diagram*) objašnjava interakcije korisnika sa sustavom (slika 28). Korisnik sustava s web aplikacijom komunicira preko 7 slučajeva korištenja, a to su *prijaviti se u sustav*, koji je uvjet za sve druge slučajeve korištenja te *upravljati učenicom* kroz koji se dolazi do preostalih slučajeva korištenja – *unositi učenika*, *ažurirati učenika*, *pregledati predložene digitalne obrazovne igre*, *pregledati detalje o odabranoj igri* te *ocijeniti i komentirati digitalnu obrazovnu igru*.



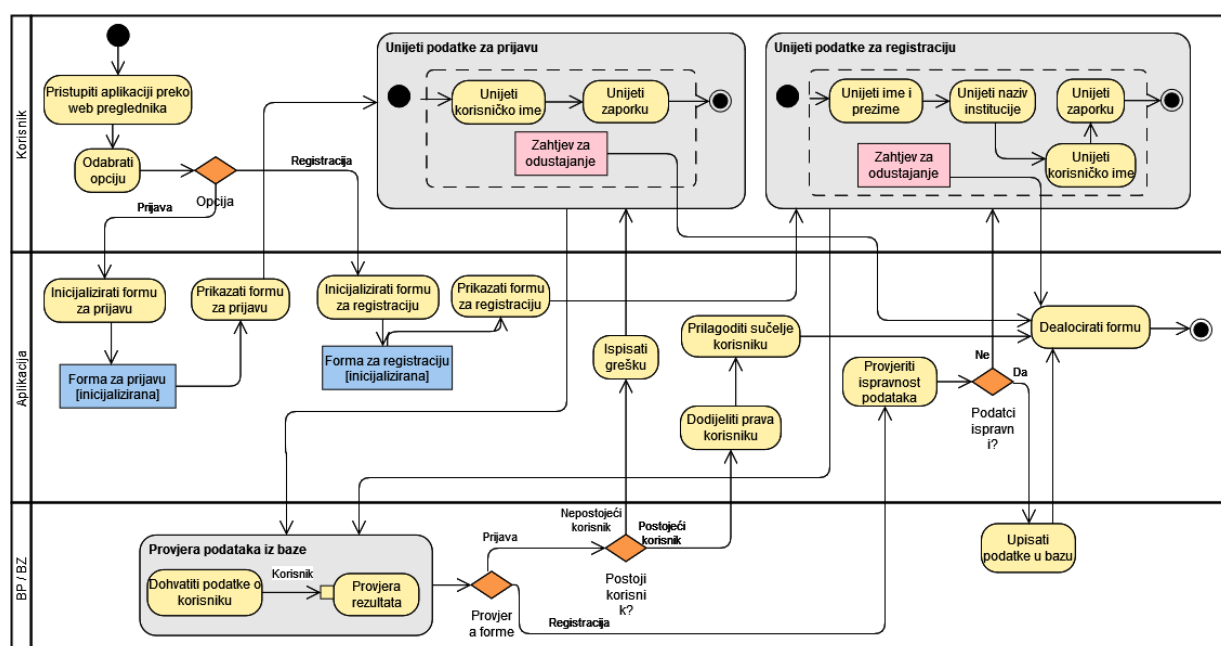
Slika 28. Dijagram slučajeve korištenja

Svaki je slučaj korištenja opisan zasebnim dijagramom aktivnosti kako bi se dobio bolji uvid u računske i organizacijske procese te sam tok aktivnosti. Dijagrami su aktivnosti predstavljeni u kategorijama osnovne aktivnosti sustava i specifične aktivnosti sustava, a svaki je dijagram aktivnosti podijeljen u tri domene odgovornosti: korisnik sustava, aplikacija koja predstavlja module sustava te baza podataka i baza znanja.

6.1.1. Osnovne aktivnosti sustava

Prvi dijagram aktivnosti odnosi se na registraciju i prijavu korisnika u sustav. Nakon pristupanja aplikaciji preko web preglednika korisnik sustava odabire želi li se registrirati ili prijaviti u sustav. Ako se želi registrirati, učitava se odgovarajuća forma te korisnik unosi

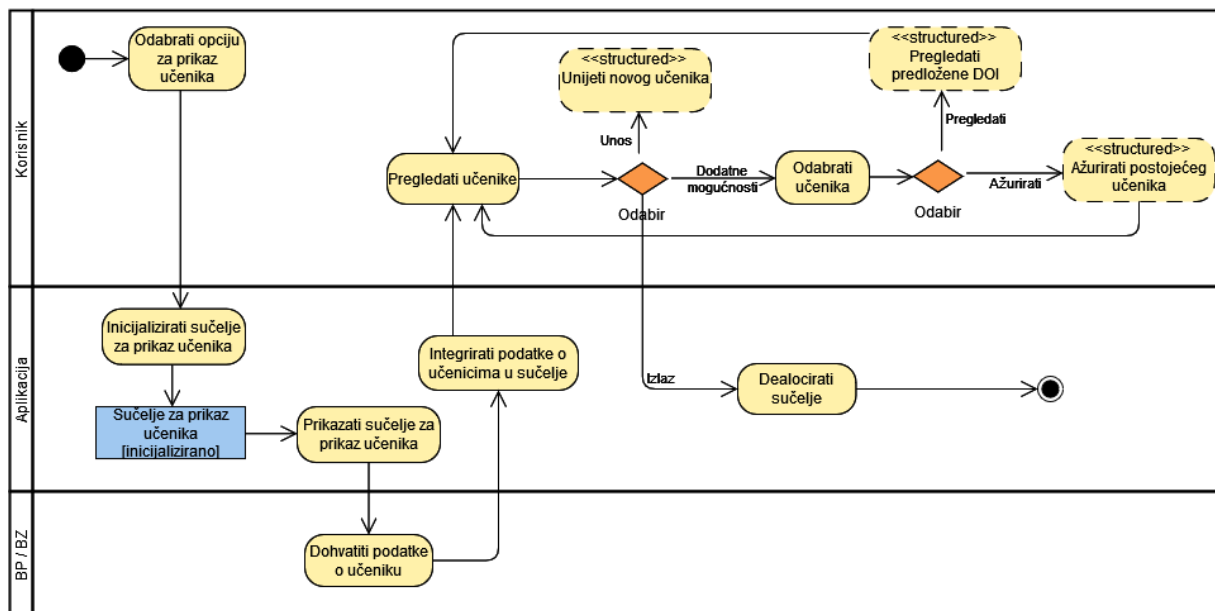
podatke za registraciju. Nakon toga se u sloju baze dohvaćaju postojeći zapisi i aplikacija provjerava jesu li već ti podatci uneseni u bazu. Ako jesu, korisnika se usmjeruje na ispravak podataka, a ako nisu upisuju se podatci u bazu. U slučaju da je korisnik već registriran, odabire opciju za prijavu, učitava mu se odgovarajuća forma, unosi podatke za prijavu, baza podataka provjerava podudaraju li se uneseni podatci s pohranjenim podacima te ako se podudaraju, korisniku se dodjeljuju određena prava i prilagođava mu se sučelje. Ako se podatci ne podudaraju, ispisuje se greška i ponovno se navodi korisnika na unos podataka za prijavu. Aplikativni sloj u ovom je slučaju modul za autentifikaciju korisnika. Detaljan pregled aktivnosti nalazi se na slici 29.



Slika 29. Dijagram aktivnosti „Prijaviti/registrirati se u sustav“

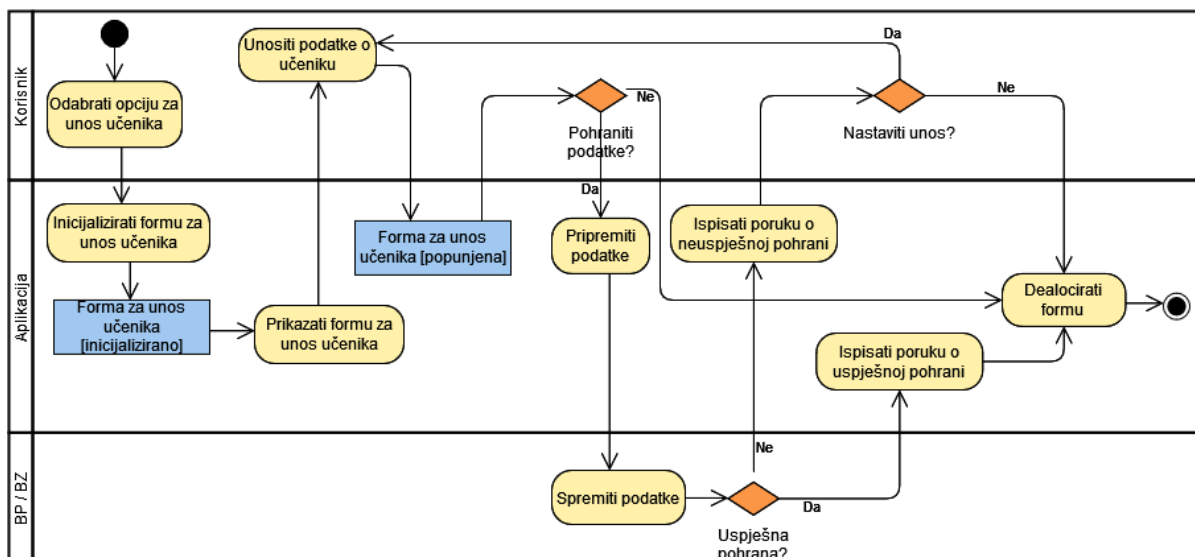
Sljedeći dijagram aktivnosti odnosi se na upravljanje učenicima. Učenicima upravljaju korisnici sustava, a to su edukacijski rehabilitatori i drugi stručnjaci koji rade s učenicima s intelektualnim teškoćama. Svaki korisnik unosi u sustav svoje učenike i ima potpunu i isključivu kontrolu nad podacima o učenicima. U dijagramu se, nakon odabrane opcije za prikaz svih učenika određenog korisnika, inicijalizira odgovarajuća forma, dohvaćaju podatci o učenicima koje je korisnik unio u bazu podataka i prikazuju korisniku. Nakon pregleda učenika korisnik može odabrati 3 opcije – izaći iz pregleda, unijeti novog učenika ili odabrati specifičnog učenika te za njega pregledati predložene digitalne obrazovne igre ili za njega ažurirati postojeće podatke. Aktivnosti *Unijeti novog učenika*, *Pregledati predložene DOI* i

Ažurirati postojećeg učenika predstavljaju strukturirane procese koji će kasnije biti predstavljeni zasebnim dijagramom aktivnosti. Aplikativni sloj u ovom je slučaju modul za prikaz, unos i ažuriranje profila učenika. Dijagram je prikazan na slici 30.



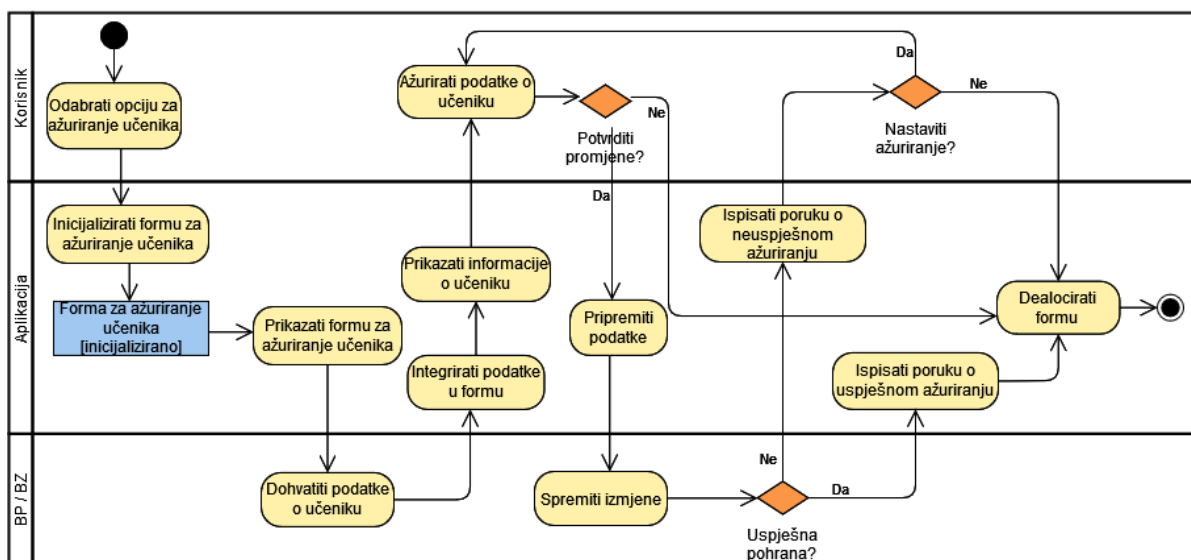
Slika 30. Dijagram aktivnosti „Upravljanje učenicima“

Nadalje, proces *Unijeti novog učenika* započinje odabirom opcije za unos novog učenika, zatim se učitava odgovarajuća forma te korisnik ispunjava formu – unosi podatke o novom učeniku. Forma uključuje unos svih podataka definiranih u ontologiji koja je opisana u prethodnom poglavlju. Nakon toga korisnik odlučuje želi li pohraniti podatke ili ne. Ako ne želi, aktivnost završava, a ako želi priprema se podaci i pohranjuju u bazu podataka. Ako pohrana nije bila uspješna, ispisuje se odgovarajuća poruka te korisnik odlučuje želi li nastaviti s unosom ili ne. Ako želi, ponovno unosi podatke te se ponavlja cijeli slijed unosa i provjere. Ako ne želi, izlazi se iz trenutne forme. Aplikativni sloj u ovom je slučaju modul za prikaz, unos i ažuriranje profila učenika. Dijagram aktivnosti prikazan je slikom 31.



Slika 31. Dijagram aktivnosti „Unijeti novog učenika“

Na sličan se način odvija proces *Ažurirati postojećeg učenika* (slika 32). Nakon odabira opcije, učitava se forma, dohvaćaju podatci o učeniku kojem korisnik želi ažurirati neke vrijednosti te integriraju u formu kako bi ih korisnik vidio. Nakon ažuriranja, korisnik odabire želi li potvrditi promjene ili ne. Ako želi, u bazu se spremaju izmjene, a ako ne želi, proces završava. Ovdje se također provjerava je li pohrana ažuriranih podataka bila uspješna. Ako nije, ispisuje se poruka i korisnik odlučuje želi li nastaviti ažuriranje ili ne, a ako je pohrana bila uspješna, ispisuje se poruka o uspješnom ažuriranju i proces završava. I u ovom je slučaju aplikativni sloj modul za prikaz, unos i ažuriranje profila učenika.



Slika 32. Dijagram aktivnosti „Ažurirati postojećeg učenika“

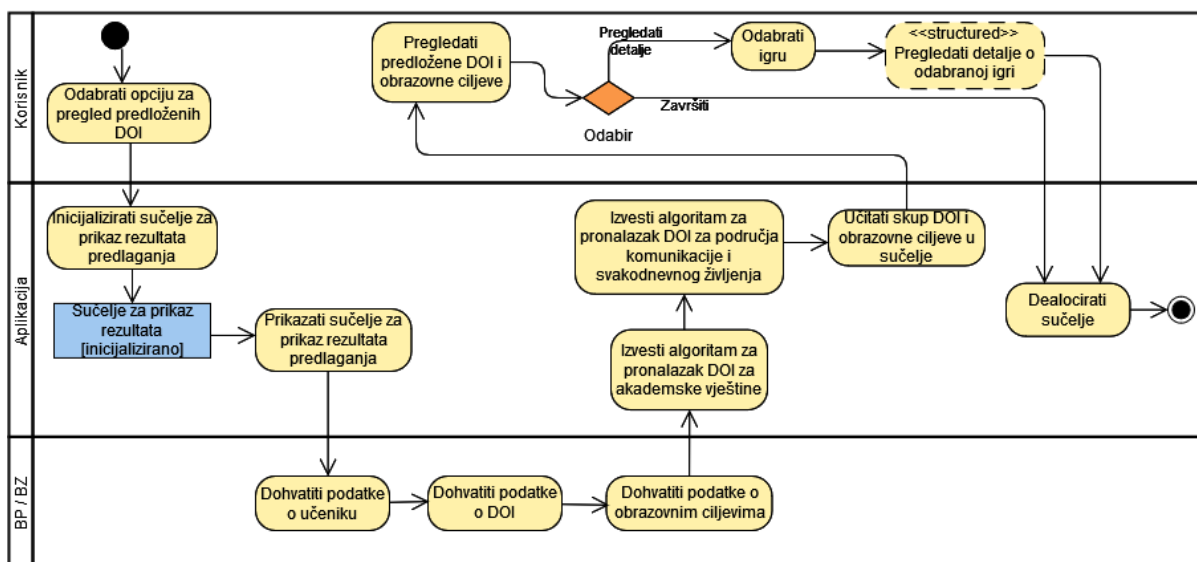
6.1.2. Specifične aktivnosti sustava

Nakon osnovnih aktivnosti sustava, u ovom će se poglavlju predstaviti dijagrami aktivnosti vezani uz specifične aktivnosti sustava.

Proces *Pregledati predložene DOI* (slika 33) nadovezuje se na proces *Upravlјati učenikom* gdje je korisnik već odabrao učenika za kojeg želi pregledati predložene digitalne obrazovne igre pa sada odabire opciju za pregled DOI, nakon čega se otvara odgovarajuća forma i dohvaćaju osnovni identifikacijski podatci o učeniku – ID učenika, njegovi inicijali i dob, podatci o digitalnim obrazovnim igrama koji su potrebni za izvedbu algoritma za pronalazak DOI za akademske vještine te algoritma za područja komunikacije i svakodnevnog življenja te podatci o obrazovnim ciljevima.

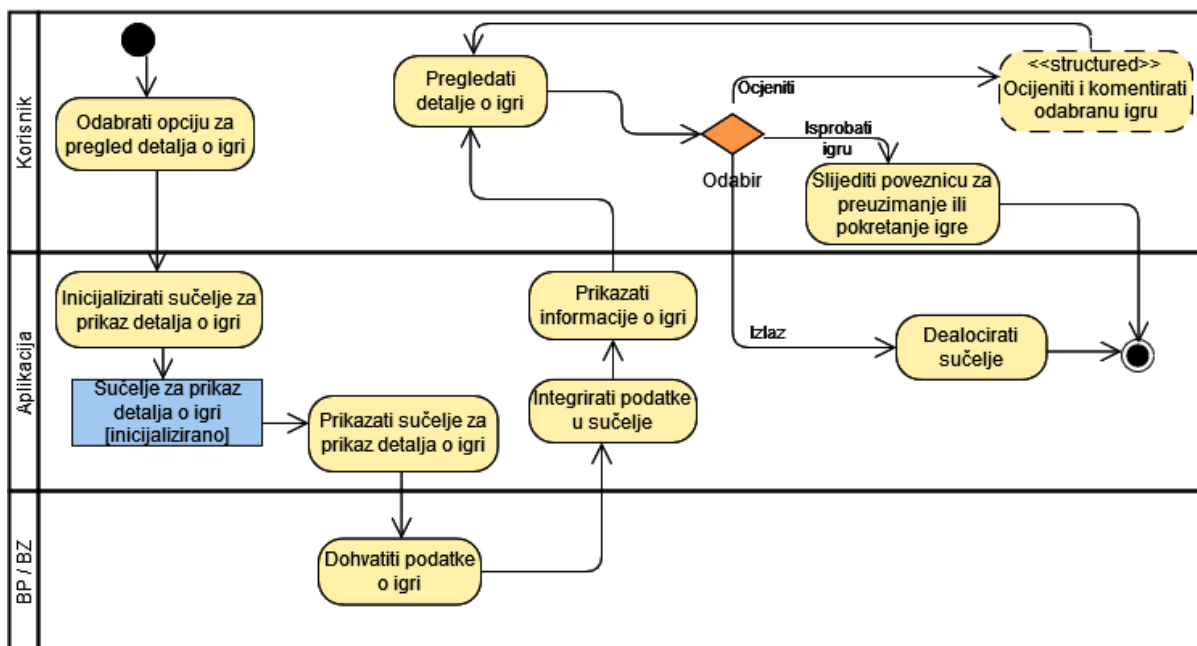
Algoritmi kreiraju skup digitalnih obrazovnih igara i predlažu obrazovne ciljeve koji se onda korisniku prikazuju preko odgovarajućeg sučelja. Korisnik zatim može pregledavati predložene digitalne obrazovne igre i odgovarajuće obrazovne ciljeve, a nakon toga završiti ili pokrenuti strukturirani proces *Pregledati detalje o odabranoj igri*.

Važno je napomenuti da se algoritmi mogu izvoditi neovisno jedan od drugoga. U prototipu sustava izvode se oba algoritma slijedno zbog zahtjeva edukacijskih rehabilitatora da sve igre budu predložene u sustavu na jednom mjestu – bilo da se radi o igrama iz područja akademskih vještina ili o igrama iz područja komunikacije i svakodnevnog življenja. Također, algoritmi se pokreću svaki puta iznova kada se i pokrene proces *Pregledati predložene DOI* zbog mogućih ažuriranja podataka o učeniku. Aplikativni sloj u ovom su slučaju modul za predlaganje DOI.



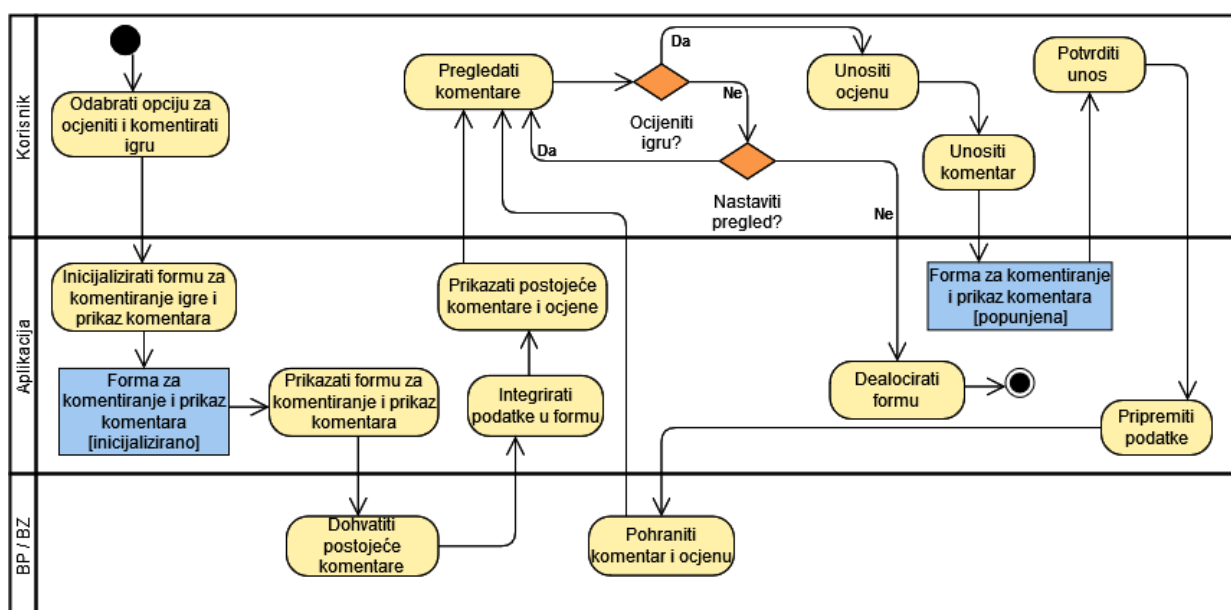
Slika 33. Dijagram aktivnosti „Pregledati predložene DOI“

Ako korisnik prilikom pregleda predloženih DOI želi pregledati detalje o odabranoj igri (slika 34), odabire opciju za to, te mu se prikazuje odgovarajuće sučelje u koje su učitani podatci o igri – ime igre, opis igre i poveznice za preuzimanje igre. Nadalje korisnik ima mogućnost izaći iz sučelja, isprobati igru gdje mora slijediti poveznicu za preuzimanje igre ili ocijeniti i komentirati odabranu igru što opet predstavlja strukturirani proces koji će biti opisan sljedećim dijagramom. Aplikativni sloj u ovom je slučaju modul za predlaganje DOI.



Slika 34. Dijagram aktivnosti „Pregledati detalje o odabranoj igri“

Zadnji dijagram aktivnosti jest *Ocijeniti i komentirati odabranu igru*. Nakon odabira opcije za odabranu se igru, koja je odabrana u procesu *Pregledati predložene DOI*, učitava odgovarajuća forma, dohvaćaju postojeći komentari igre i integriraju u formu te prikazuju korisniku. Korisnik zatim pregledava komentare te odlučuje želi li ocijeniti igru ili ne. Ako ne želi, odlučuje želi li nastaviti pregledati komentare ili izaći. Ako pak želi ocijeniti igru, tada unosi ocjenu i komentar te potvrđuje unos nakon čega aplikativni sloj priprema podatke, a sloj baze podataka pohranjuje ocjenu i komentar. Nakon toga korisnik ponovno pregledava komentare te odlučuje o daljnjoj akciji (slika 35). Aplikativni sloj u ovom je slučaju modul za ocjenu DOI.



Slika 35. Dijagram aktivnosti „Ocijeniti i komentirati igru“

6.1.3. ERA model

Kako je ranije navedeno, modul za transformaciju koristi podatke iz ontologija kako bi definirao klase i svojstva vezana uz učenika i digitalne obrazovne igre, a koja koristi relacijska baza podataka. Nakon što je modul inicijalno pokrenut, kreirana je relacijska baza podataka, a njezina shema prikazana je ER (*engl. Entity-Relationship*) dijagramom. U skladu s ontološkim modelima, dva su glavna entiteta u bazi podataka – učenik i igra. Entitet učenik ima attribute *StudentID*, *Initials* i *Age* te attribute koji predstavljaju vanjske ključeve na druge odgovarajuće entitete to jest relacije:

TeacherID, *DifficultyTypeID*, *ComputerUseLevelID*, *TouchscreenUseLevelID*, *SupportLevelID*, *MotorSkillsID*, *StudentReadingLevelID*, *StudentWritingLevelID*, *StudentMathematicsLevelID*, *StudentTimeLevelID*, *StudentMoneyLevelID*, *StudentCommunicationLevelID*,

StudentConversationLevelID, StudentLanguageUnderstandingLevelID, StudentLanguageProductionLevelID, StudentEmotionsLevelID, StudentRulesLevelID, StudentSwitchingActivitiesLevelID, StudentOtherPersonsLevelID, StudentRiskySituationsLevelID, StudentManipulationLevelID, StudentFeedingLevelID, StudentDressingLevelID, StudentHygieneLevelID, StudentGoingToSchoolLevelID, StudentTransportationLevelID, StudentFreeTimeLevelID, StudentWorkActivitiesLevelID, StudentLearningOutcomeID.

Zbog agregacije između entiteta *Student* i *StudentLearningOutcome*, kako bi se izbjegla veza više-više, kreiran je slabi tip entiteta *Has* sa složenim primarnim ključem koji se sastoji od *StudentLearningOutcomeID* i *StudentID*.

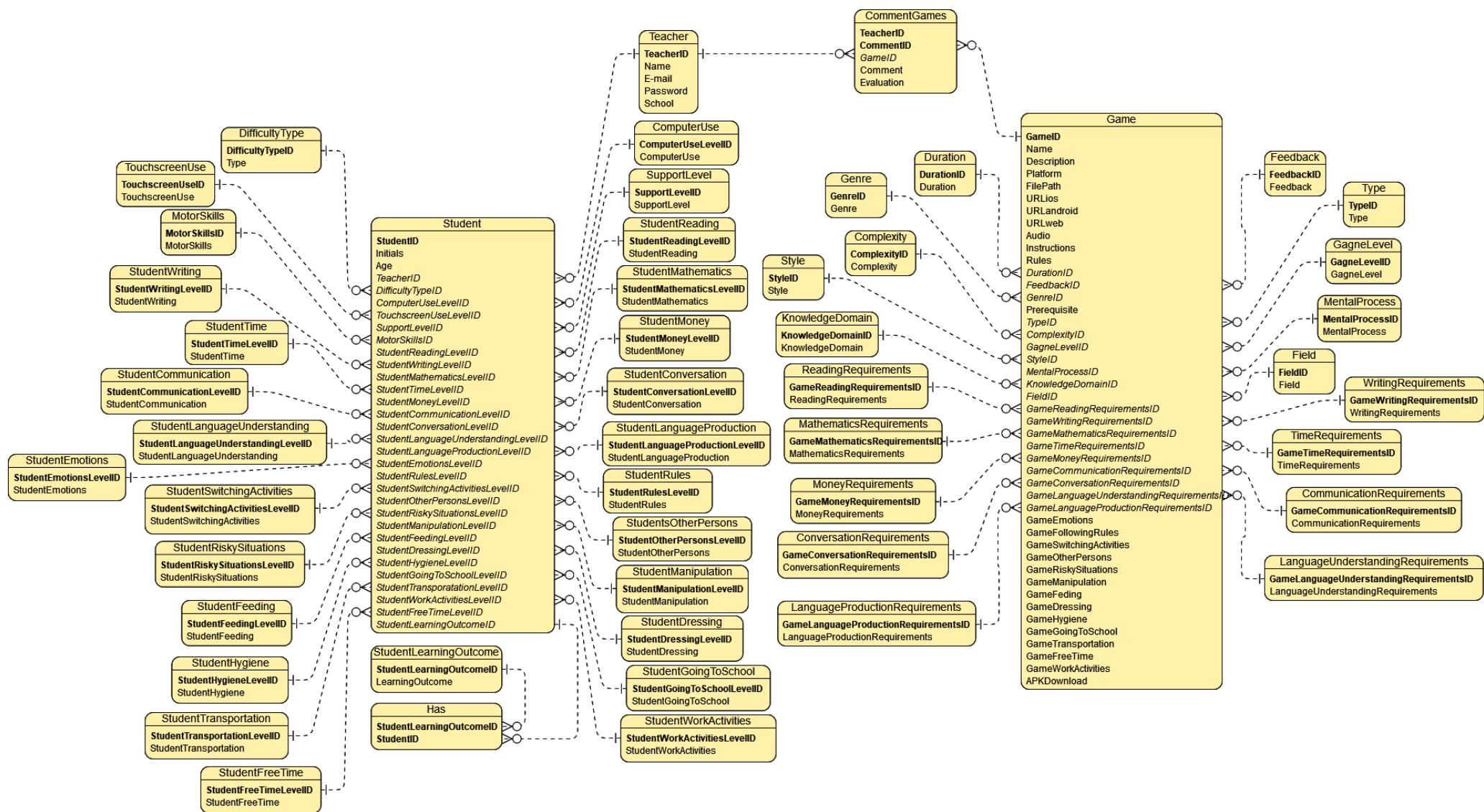
Slično, entitet *igra* ima attribute:

GameID, Name, Description, Platform, FilePath, URLios, URLandroid, URLweb, Audio, Instructions, Rules, Prerequisite, GameEmotions, GameFollowingRules, GameSwitchingActivities, GameOtherPersons, GameRiskySituations, GameManipulation, GameFeeding, GameDressing, GameHygiene, GameGoingToSchool, GameTransportation, GameFreeTime, GameWorkActivities, APKDownload

te attribute koji predstavljaju vanjske ključeve na odgovarajuće relacije:

DurationID, FeedbackID, GenreID, TypeID, ComplexityID, GagneLevelID, StyleID, MentalProcessID, KnowledgeDomainID, FieldID, GameReadingRequirementsID, GameWritingRequirementsID, GameMathematicsRequirementsID, GameTimeRequirementsID, GameMoneyRequirementsID, GameCommunicationRequirementsID, GameConversationRequirementsID, GameLanguageUnderstandingRequirementsID i GameLanguageProductionRequirementsID.

Entiteti *učenik* i *igra* međusobno su povezani preko entiteta *Teacher* koji unosi podatke o učeniku i može komentirati digitalne obrazovne igre. Budući da relacija *CommentGames* ovisi o učitelju i njezino postojanje ovisi o relaciji *Teacher*, kreiran je složeni primarni ključ koji se sastoji od *TeacherID* i *CommentID*, a u relaciji je prisutan i vanjski ključ *GameID* kako bi se komentar igre vezao uz određenu digitalnu obrazovnu igru. Cijeli ER dijagram nalazi se na slici 36.



Slika 36. ERA model

6.2. Razvoj sustava

Sustav je implementiran kao mrežna aplikacija kojoj je moguće pristupiti preko uobičajenog web preglednika. Također, radi se o responzivnoj aplikaciji te joj se može pristupiti s različitih uređaja – osobnog računala, prijenosnog računala, tablet računala i pametnih mobilnih uređaja. Pozadina (*engl. backend*) aplikacije kreirana je pomoću ASP.NET Core web okvira s programskim jezikom C#, a programski je kod organiziran u slojeve prema postavljenim funkcionalnostima aplikacije. Sučelje web aplikacije (*engl. frontend*) razvijeno je pomoću React JS okvira s programskim jezikom Javascript, te jezikom za obilježavanje (*engl. markup language*) HTML i jezikom za stiliziranje (*engl. style sheet*) CSS za statični dio aplikacije. Ovdje je programski kod organiziran na način da se omogući ponovno korištenje istih dijelova programskog kôda na više mjesta. Općenito za razvoj mrežne aplikacije korišten je okvir Microsoft .NET Framework verzija 4.8, a razvijena mrežna aplikacija ima 3 sloja: podatkovni sloj, sloj poslovne logike i prezentacijski sloj. Svi se slojevi nalaze na poslužitelju, a korisnik mrežnoj aplikaciji pristupa preko web preglednika. Kako su algoritmi implementirani u pozadini aplikacije, pomoću tzv. tehnologije kontrolora (*engl. controller*) i pripadajućih metoda: [HttpGet], [HttpPost] te [HttpPatch] podaci o učenicima i igrama preneseni su na sučelje web aplikacije gdje je razvijeno grafičko sučelje za prikaz rezultata algoritama.

Aplikacija je dostupna na poveznici: <http://apdoi.inf.uniri.hr:3000/> te je na početnoj stranici moguće odabrati opciju registracije ili prijave (slika 37).



DIGITALNE IGRE U KONTEKSTU UČENJA, POUČAVANJA I PROMICANJA INKLUZIVNOG OBRAZOVANJA

Sustav za predlaganje digitalnih obrazovnih igara kao potpora planiranju odgojno-obrazovnih aktivnosti učenika s intelektualnim teškoćama

CILJ

Cilj je sustava predlaganje digitalnih obrazovnih igara uzimajući u obzir individualne odgojno-

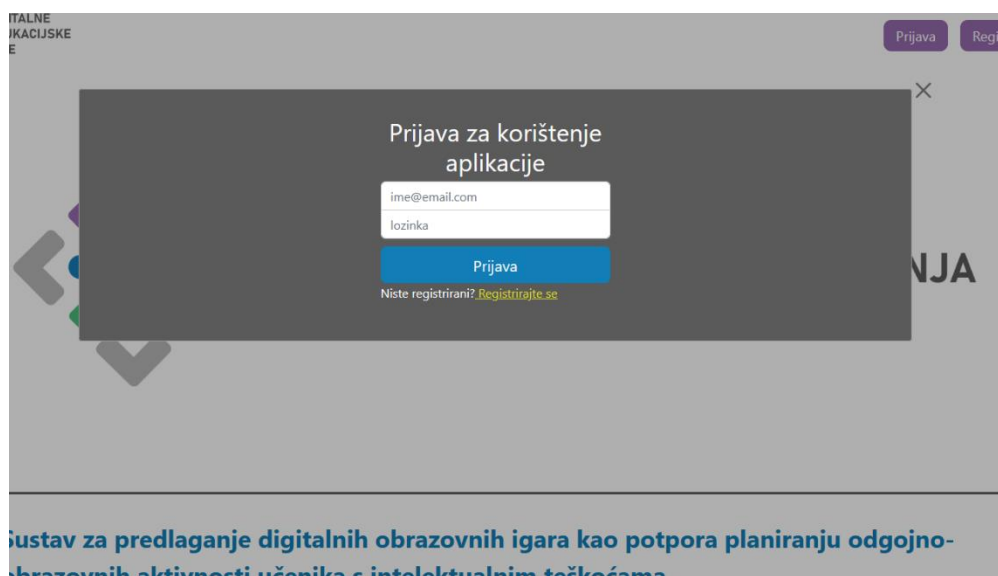
SVRHA

Edukacijskim rehabilitatorima olakšati proces odabira prikladnih digitalnih obrazovnih igara za

Slika 37. Početna stranica web aplikacije

Ako se u gornjem desnom uglu odabere opcija registracije otvara se forma za registraciju novog korisnika (slika 38), a ako se odabere forma za prijavu, otvara se forma za prijavu postojećih korisnika (slika 39).

Slika 38. Forma za registraciju



Slika 39. Forma za prijavu

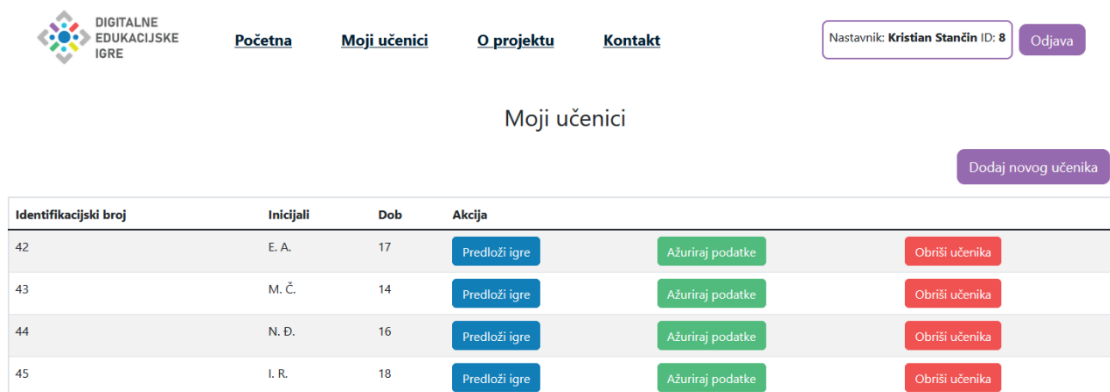
Nakon uspješne prijave, prikazuje se ponovno početna stranica aplikacije, ali s dodatnim mogućnostima (slika 40). Prikazuje se navigacijska traka gdje korisnik odabirom na opciju *moji učenici* otvara novo sučelje za pregled učenika i odabir dodatnih opcija.



Slika 40. Korisničko sučelje nakon prijave

Sučelje za prikaz učenika (slika 41) omogućuje pregled svih učenika koje je korisnik, to jest edukacijski rehabilitator unio u sustav. Ako se korisnik prvi puta prijavljuje u sustav, u sučelju neće biti prikazan niti jedan učenik tako dugo dok korisnik samostalno ne unese svoje učenike.

Kako se radi o prototipu sustava, pohranjuju se samo inicijali učenika kako nikome drugome ne bi bili poznati osobni podatci učenika. Iz ovog se sučelja može dohvatiti forma za unos i ažuriranje učenika te sučelje za prikaz rezultata predlaganja.



Identifikacijski broj	Inicijali	Dob	Akcija
42	E. A.	17	Predloži igre Ažuriraj podatke Obriši učenika
43	M. Č.	14	Predloži igre Ažuriraj podatke Obriši učenika
44	N. Đ.	16	Predloži igre Ažuriraj podatke Obriši učenika
45	I. R.	18	Predloži igre Ažuriraj podatke Obriši učenika

Slika 41. Sučelje za prikaz učenika

Ako se u gornjem desnom uglu odabere opcija dodavanja novog učenika, otvara se nova forma za unos učenika. Tada se u formu unose svi podatci o učeniku prema definiranoj skali procjene vještina u primjeni digitalnih obrazovnih igara učenika s intelektualnim teškoćama te na kraju odabire opcija pohrane podataka. Analogno se otvara ista forma za ažuriranje podataka o učeniku, samo što se ne otvara prazna forma, već popunjena postojećim podacima učenika koje je moguće ažurirati (slika 42 – 44).

Opće informacije

Inicijali učenika/ce	E. A.
Dob	17
Vrsta teškoće	višestruke teškoće
Razina korištenja računala	ne koristi računalo
Razina korištenja uređaja s dodirnikom (touchscreen uređaja - tablet, smartphone)	koristi uređaje s dodirnikom uz pomoć
Potreba podrška u aktivnostima svakodnevnog života:	proširena podrška (potrebna svakodne
Fina motorika	osrednje neprecizna

Konceptualna domena

Stupanj vještine čitanja	učenik/ca nema razvijene predčitalačke vještine
Stupanj vještine pisanja	učenik/ca nema razvijenu vještinu pisanja
Stupanj matematičkih vještina	učenik/ca ima razvijene predmatematičke vještine (svojstva predmeta,
Stupanj vještina snalaženja u vremenu (priroda i društvo)	učenik/ca nema razvijene vještine snalaženja u vremenu
Stupanj vještine upravljanja novcem	učenik/ca nema razvijene vještine upravljanja novcem

Slika 42. Forma za ažuriranje postojećeg učenika – opće informacije i konceptualna domena

Socijalna domena

Stupanj ekspresivne komunikacije	učenik/ca komunicira neverbalno putem mimike i gest ▾
Stupanj konverzacije (sporazumijevanja)	konverzacija s učenikom/com značajno otežana ▾
Stupanj jezičkog razumijevanja	jezično razumijevanje gramatički i sadr ▾
Stupanj jezične proizvodnje	izostanak ili vrlo ograničena jezična pr ▾
Stupanj reguliranja emocija	rijetko prisutne teškoće u regulaciji em ▾
Mogućnost slijeđenja pravila	rijetko prisutne teškoće u slijeđenju do ▾
Mogućnost prelaska s aktivnosti na aktivnost	nisu prisutne teškoće u prelasku s aktiv ▾
Ponašanje u ovisnosti o drugim osobama u okruženju	osrednje promjene u ponašanju u ovis ▾
Razumijevanje rizičnih socijalnih situacija	često prisutne teškoće u razumijevanju ▾
Rizik za manipulaciju od drugih	često je sklon/a slijediti sugerirano por ▾

Slika 43. Forma za ažuriranje postojećeg učenika – socijalna domena

Praktična domena - aktivnosti svakodnevnog života

Podrška u hranjenju	osoba je samostalna i ne ovisi o podršci ▾
Podrška u oblačenju	minimalno ovisna o podršci ▾
Podrška u obavljanju osobne higijene	osrednje ovisna o podršci ▾
Podrška pri odlasku u školu	u velikoj mjeri ili potpuno ovisna o podršci ▾
Podrška prilikom korištenja sredstva javnog prijevoza	u velikoj mjeri ili potpuno ovisna o podršci ▾
Podrška pri obavljanju svakodnevnih radnih aktivnosti kao npr. čišćenje, priprema jela, postavljanje stola...	osrednje ovisna o podršci ▾
Podrška pri provođenju slobodnog vremena	često potrebna podrška u osmišljavanju ▾

Pohrani

Odustani

Slika 44. Forma za ažuriranje postojećeg učenika – praktična domena

Odabirom opcije *Predloži igre*, pokreću se računalni postupci i algoritmi definirani ranije te se korisniku predlažu igre i obrazovni ciljevi iz područja čitanja, pisanja, matematičkih vještina, vještina upravljanja novcem i vještina upravljanja vremenom te igre u području komunikacije i svakodnevnog življenja koje su namijenjene odabranom učeniku s obzirom na njegove trenutne sposobnosti. Slike 45 – 50 prikazuju rezultate algoritama za učenika E.A. koji s obzirom na svoje mogućnosti (vidljivo iz slika 42 – 44) treba razvijati predčitalačke vještine, uvježbavati prepisivanje slova prema predlošku, razvijati i uvježbavati predmatematičke vještine, uvježbavati određivanje i razumijevanje doba dana te razvijati vještinu prepoznavanja novca kao predmeta.

Prilikom prikaza rezultata vodilo se računa o tome da se igre pregledno prikažu, naročito ako postoji veći broj igara za odabranog učenika, prema kategorijama: čitanje, pisanje, matematičke vještine, vještine snalaženja u vremenu, vještine upravljanja novcem te komunikacija i svakodnevno življenje. Za svaku je kategoriju naveden odgovarajući naslov, centriran, nakon čega je istaknut obrazovni cilj za određeno područje pomoću trake u kontrastnoj plavoj boji koja dodatno služi za vizualno razdvajanje predloženih igara u kategorije. Uz navedeno, svaka je igra dodatno vizualizirana slikom te popraćena kratkim opisom što pridonosi preglednosti, atraktivnosti dizajna, a korisniku sustava dodatno olakšava pregled.

Dodatno, na slici 49. prikazana je i situacija kada za odabranog učenika ne postoji u bazi igra iz područja upravljanja novcem. Korisniku se prikazuje odgovarajuća poruka, a analogno se javlja i za druga područja u situacijama kada za učenika ne postoji igra u bazi.

Osnovne informacije o učeniku

Identifikacijski broj učenika: 42 Inicijali učenika: E. A. Dob učenika: 17

Predložene igre za područje čitanja

Obrazovni cilj za područje čitanja: **Razvijati predčitalačke vještine.**



Pamtilica

Aplikacija je namijenjena poticanju predvještina čitanja na zabavan i atraktivan način. Vrlo često se pogrešno smatra da je za uspješno ovladavanje čitanjem jedino važno svladati imenovanje slova.

[Više](#)



Slovarica

Aplikacija olakšava uspostavu veze između vizualnog simbola i novog fonološkog oblika. Upravo takvi upareni vizualni i auditivni simboli potiču, održavaju i unapređuju vještine rane pismenosti neophodne

[Više](#)



Čiribu Čiriglas

Aplikacija Čiribu Čiriglas namijenjena je djeci svih uzrasta za poticanje fonoloških sposobnosti, slušne diskriminacije, (pred)vještina čitanja i pisanja te uvježbavanje pravilne artikulacije pojedinih glasova.

[Više](#)

Slika 45. Sučelje za prikaz rezultata predlaganja za učenika E.A – područje čitanja

Predložene igre za područje pisanja

Obrazovni cilj za područje pisanja: **Prepisivati slova prema predlošku.**



Pisalica

Poznato je da je poznavanje i imenovanje slova, uz fonološku svjesnost, jedan od najznačajnijih pretkazatelja spremnosti za poduku čitanja pa ova aplikacija olakšava učenje pravilnog pisanja velikih

[Više](#)

Slika 46. Sučelje za prikaz rezultata predlaganja za učenika E.A – područje pisanja

Predložene igre za područje matematičkih vještina

Obrazovni cilj za područje matematičkih vještina: **Razvijati i uvježbavati predmatematičke vještine.**



Preschool Games

U aplikaciji je potrebno pomoći Bimi Boo i njegovim prijateljima ploviti od otoka do otoka i istraživati egipatske piramide i duboku, mračnu džunglu. Time se vježba usklađivanje boja i uzoraka te

[Više](#)



Logic games

Rješavajući logičke zagonetke namijenjene zabavi, uvježbavaju se vještine poput pozornosti, koordinacija, vizualna percepcija i fine motoričke vještine. Na početku igre potrebno je obojati životinjske

[Više](#)



Toddler games

U ovoj aplikaciji Bimi Boo putuje balonom na čaroban otok gdje će mu mu je potrebna pomoć u sortiranju svih vrsta geometrijskih oblika. Potrebno je odabrati predmete koji će se dodati gusarskom

[Više](#)



Mysteries

Aplikacija pomaže u razvoju koordinacije ruku i očiju, finih motoričkih sposobnosti, logičkog razmišljanja i vizualne percepcije. Kroz igru potrebno je rješavati misterije u džungli gdje se boje voća stapaju s

[Više](#)



Car Games for Kids

Kroz aplikaciju se istražuju različite lokacije i skupljaju fragmenti slagalice. Kombiniranjem fragmenata slagalice dolazi se do čarobne komponente koja se upotrebljava za rješavanje logičnog zadatka

[Više](#)



Shapes & Colors

Edukativna igra koja omogućuje razvoj logike, pamćenja, pažnje, vizualne percepcije, finih motoričkih sposobnosti i kreativnosti na zabavan način. Kroz aplikaciju potrebno se suočiti s različitim

[Više](#)

Slika 47. Sučelje za prikaz rezultata predlaganja za učenika E.A – područje matematičkih vještina

Predložene igre za područje snalaženja u vremenu

Obrazovni cilj za područje snalaženja u vremenu: **Razvijati i uvježbavati određivanje i razumijevanje doba dana.**



Slika 48. Sučelje za prikaz rezultata predlaganja za učenika E.A – područje snalaženja u vremenu

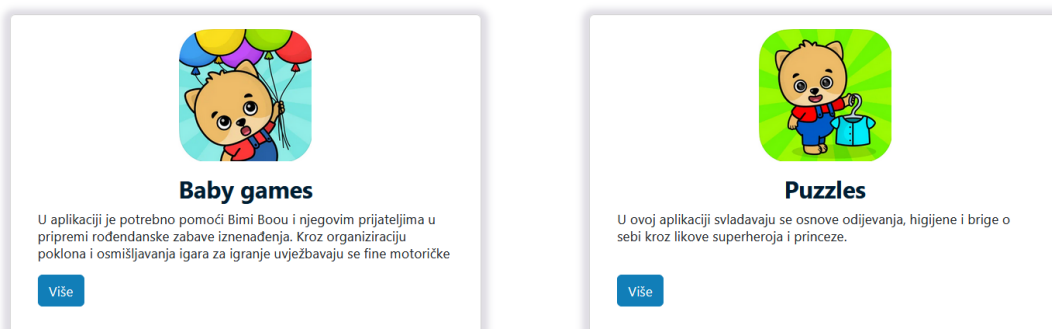
Predložene igre za područje upravljanja novcem

Obrazovni cilj za područje upravljanja novcem: **Razvijati vještinu prepoznavanja novca kao predmeta.**

Trenutačno u bazi ne postoje igre za ovog učenika koje bi pomogle u ostvarivanju zadanog obrazovnog cilja.

Slika 49. Sučelje za prikaz rezultata predlaganja za učenika E.A - područje upravljanja novcem

Predložene igre za područje svakodnevnog življenja



Slika 50. Sučelje za prikaz rezultata predlaganja za učenika E.A – područje svakodnevnog življenja

Kako bi se ilustrirao primjer učenika s drugim mogućnostima, na slici 51 prikazani su rezultati za učenika B.C. za područje čitanja koji treba utvrditi tehniku čitanja i razvijati vještinu čitanja s razumijevanjem, a na slici 52 prikazani su rezultati predlaganja za učenika L.C. za područje matematičkih vještina koji usvaja pojam brojeva do 5, 10, 20 ili 100 što uključuje simbol, količinu, imenovanje i slijed brojeva. Ovdje je potrebno napomenuti da učenik ne usvaja odmah brojeve do 100, ali digitalne obrazovne igre većinom nisu koncipirane na način da

ograničavaju igranje s obzirom na složenost brojeva, već je moguće unutar igre, u postavkama, prilagoditi težinu igre s obzirom na to usvaja li učenik pojam brojeva do 5, 10, 20 ili 100.

Predložene igre za područje čitanja

Obrazovni cilj za područje čitanja: **Usvajati/utvrditi tehniku čitanja i razvijati vještinu čitanja s razumijevanjem.**



Mala Glaskalica

Aplikacija pomaže pri savladavanju fonološke svjesnosti koja predstavlja jednu od osnovnih predvještina čitanja. U tom smislu uključuje prepoznavanje prvog, zadnjeg ili svih glasova riječi. Kako

[Više](#)



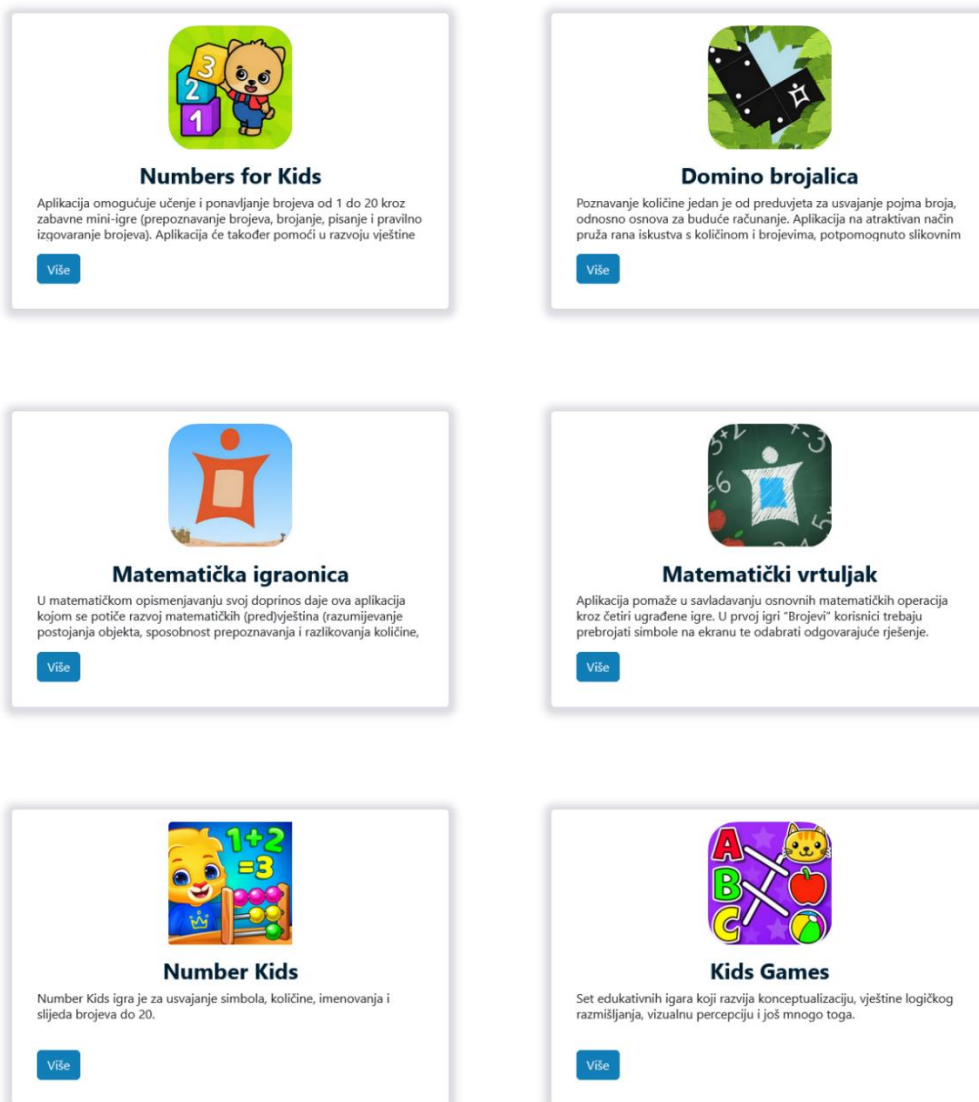
Glaskalica

Aplikacija pomaže pri savladavanju fonološke svjesnosti koja predstavlja jednu od osnovnih predvještina čitanja. U tom smislu uključuje prepoznavanje prvog, zadnjeg ili svih glasova riječi. Kako

[Više](#)

Slika 51. Parcijalno sučelje za prikaz rezultata predlaganja za učenika B.C.

Obrazovni cilj za područje matematičkih vještina: **Usvojiti pojam brojeva do 5, 10, 20 ili 100 što uključuje simbol, količinu, imenovanje i slijed brojeva (ovisno o učenikovoj trenutnoj razini usvojenosti matematičkih kompetencija).**



Slika 52. Parcijalno sučelje za prikaz rezultata predlaganja za učenika L.C.

Odabirom opcije *Više* uz svaku igru moguće je doći do pojedinosti o igri (slika 53) kao što je opis igre, poveznica za preuzimanje igre te dodatne informacije o igrama (zvuk, upute, pravila, povratna informacija, kategorija mentalnih procesa te domena znanja). Također na istom se ekranu učitava i forma za komentiranje igre i prikaz komentara gdje korisnici sustava (edukacijski rehabilitatori) mogu ocijeniti igru i navesti svoje komentare ili komentare učenika koje su imali tijekom igranja određene digitalne obrazovne igre.



Puzzles

Opis igre

U ovoj aplikaciji svladavaju se osnove odijevanja, higijene i brige o sebi kroz likove superheroja i princeze.

Poveznice za preuzimanje igre

Platforma iOS: [Poveznica za preuzimanje igre za platformu iOS](#)

Platforma Android: [Poveznica za preuzimanje igre za platformu Android](#)

Android APK:

[Poveznica za preuzimanje APK verzije za instalaciju na Android tabletu](#)

Dodatne informacije o igrama

Igra ima zvuk: da

Igra ima upute: da

Igra ima pravila: da

Povratna informacija u igri: U igri je implementirana povratna informacija.

Kategorija mentalnih procesa igre: Analiza – uparivanje, klasificiranje, analiza pogrešaka, generaliziranje, specifikiranje

Domena znanja igre: Mentalni postupci (proceduralno znanje) – postupci koji se mogu automatski izvršiti poput taktika, algoritama, pojedinačnih pravila i oni koje se moraju kontrolirati poput makro procedura.

Komentari nastavnika

Oznaka nastavnika: 32

Ocjena: 5

Komentar: Zanimljiva, edukativna igrice za učenje boja, razvrstavanja u kategorije, jednostavnih zadataka brige o sebi. U nekim dijelovima primjerena mom učeniku, ostale dijelove treba rješavati uz podršku.

Prosječna ocjena igre

5.00

Dodajte svoj komentar

Ocjena:



Komentar:

komentar

Objavi

Slika 53. Forma za komentiranje igre i prikaz komentara

Kao što je iz prethodnih slika ekrana uočljivo, prilikom razvoja sustava korišten je jednostavan i intuitivan dizajn kako bi se korisnicima omogućilo što lakše snalaženje u web aplikaciji. Nakon opisanog prototipa sustava slijedi poglavlje o validaciji sustava gdje će biti opisano na koji je način sustav testiran u stvarnom okruženju.

7. VALIDACIJA SUSTAVA

U ovom će poglavlju biti opisan način na koji je prototip sustava testiran u stvarnom okruženju. Prvo će biti prikazana metodologija istraživanja, opisan uzorak i mjerni instrumenti, nakon toga će biti prikazani rezultati istraživanja kroz validaciju algoritama i samog sustava te će na kraju biti navedena i ograničenja istraživanja.

7.1. Metodologija istraživanja

Istraživanje o učinkovitosti sustava za predlaganje digitalnih obrazovnih igara kao potpora planiranju odgojno-obrazovnih aktivnosti učenika s intelektualnim teškoćama podijeljeno je u dva dijela:

- validacija osmišljenih pravila predlaganja te na njima temeljenih računalnih postupaka i algoritama za predlaganje digitalnih obrazovnih igara kojim se testira hipoteza H1, te
- ispitivanje učestalosti i zadovoljstva korištenja prototipa sustava kojim se testira hipoteza H2.

Za prvi dio istraživanja kreirana je ekspertna skupina kojoj su dane inicijalne procjene učenika (Privitak 5). Inicijalne procjene učenika predstavljaju stvarne procjene učenika dobivene od jednog Centra za odgoj i obrazovanje. Uz to, ekspertna je skupina dobila i popis digitalnih obrazovnih igara uz odgovarajuće kratke opise (Privitak 6) te video isječke koji demonstriraju uporabu igre s popisa. Kratki su opisi igara korišteni kako bi se smanjio utjecaj na ispitanike kroz opis igara prema vlastitoj kategorizaciji zahtjeva i funkcionalnosti te stavio fokus na opažanje igre kroz demonstraciju čime se osiguravaju objektivniji i neovisniji odgovori sudionika. Zadatak ekspertne skupine bio je pročitati inicijalne procjene učenika te pomoću popisa, opisa i demonstracija digitalnih obrazovnih igara predložiti digitalne obrazovne igre s popisa na način da za svakog učenika na temelju inicijalne procjene odrede koje su mu igre, prema njihovom stručnom mišljenju, namijenjene. Rezultati eksperata služe za usporedbu rezultata koji su dobiveni izvršavanjem algoritama za iste učenike za koje su dobivene inicijalne procjene. Ovaj je dio istraživanja proveden u ožujku 2023. godine.

U drugom su djelu istraživanja sudjelovali edukacijski rehabilitatori i drugi stručnjaci iz navedenog područja koji rade s učenicima s intelektualnim teškoćama kojima je kroz *online* predavanje u travnju 2023. godine predstavljen prototip sustava, njegove funkcionalnosti i

upute za korištenje sustava. Nakon toga edukacijski rehabilitatori dobili su sustav na korištenje u periodu od mjesec dana (travanj i svibanj 2023. godine) u kojem su mogli pristupiti sustavu u trenutcima kada im je to odgovaralo, najčešće kada su radili pripreme za odgojno-obrazovni proces kako bi ih se dodatno potaknulo na korištenje suvremenih, inovativnih metoda poučavanja. Nakon faze testiranja, ispitanici su ispunili anketni upitnik kojim se procjenjuje uspjeh izrađenog sustava.

7.2. Uzorak

Budući da je istraživanje podijeljeno u 2 dijela, u istom su formirana dva različita uzorka.

U prvom je djelu istraživanja sudjelovalo 6 eksperata koji rade u domeni intelektualnih teškoća te koriste informacijsko-komunikacijske tehnologije u radu s osobama s intelektualnim teškoćama. Eksperti su zaposleni u pet različitih institucija koje rade s osobama s intelektualnim teškoćama, a i uključeni su u promicanje primjene IKT u edukacijsko rehabilitacijskom procesu osoba s teškoćama. Institucije sa kojih dolaze eksperti su: Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Centar za rehabilitaciju Rijeka, Dnevni centar za rehabilitaciju Verdura Pula, Centar za odgoj i obrazovanje Velika Gorica te Obrtnička škola Koprivnica. Eksperti do sada nisu sudjelovali u prethodnim fazama istraživanja, a izabrani su nasumično prema referencama dostupnim na web stranicama vezanim uz njihovo sudjelovanje na različitim radionicama i predavanjima ili na projektu koji promiče uporabu IKT za učenike s intelektualnim teškoćama. Na taj su način u ekspertnoj skupini uvažena mišljenja stručnjaka koji u svakodnevnom radu istražuju područje intelektualnih teškoća, ali i onih stručnjaka koji imaju bogato, praktično iskustvo rada s osobama s intelektualnim teškoćama.

U drugom je djelu istraživanja sudjelovalo 38 stručnjaka edukacijsko rehabilitacijskog profila. Od ukupnog broja stručnjaka, njih 17 već je sudjelovalo u prethodnoj fazi istraživanja – Delfi metodi za kreiranje skale procjene vještina u primjeni digitalnih obrazovnih igara učenika s intelektualnim teškoćama, a u ovoj je fazi istraživanja uzorak proširen na dodatne institucije. Od ukupno 38 stručnjaka koji su sudjelovali u ovom djelu istraživanja, njih 29 aktivno je testiralo sustav i ispunilo završni anketni upitnik.

Ukupno je u fazi testiranja prototipa sudjelovalo 8 institucija:

- Centar za odgoj i obrazovanje Čakovec,
- Centar za odgoj, obrazovanje i rehabilitaciju „Podravsko sunce“ Koprivnica,
- Centar za odgoj, obrazovanje i rehabilitaciju Križevci,
- Centar za odgoj i obrazovanje „Ivan Štark“ Osijek,
- Centar za odgoj i obrazovanje Rijeka,
- Centar za odgoj i obrazovanje „Juraj Bonači“ Split,
- Centar za odgoj i obrazovanje „Tomislav Špoljar“ Varaždin,
- Srednja škola – Centar za odgoj i obrazovanje Zagreb.

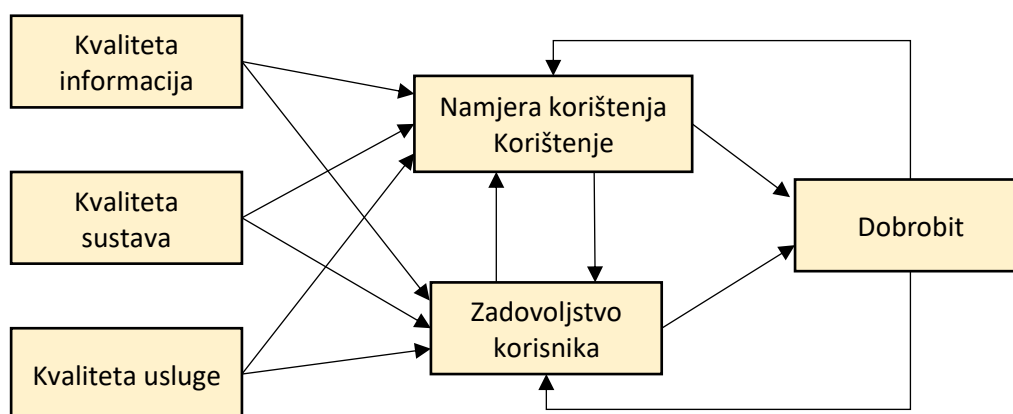
7.3. Mjerni instrumenti

Sukladno metodologiji istraživanja, kreirana su dva instrumenta. Za prvi se dio istraživanja koristio mjerni instrument za validaciju osmišljenih pravila predlaganja te na njima temeljenih računalnih postupaka i algoritama za predlaganje digitalnih obrazovnih igara (Privitak 7) kojeg je ispunjavala ekspertna skupina. Instrumentu su pridružene i inicijalne procjene učenika (Privitak 5) te opisi digitalnih obrazovnih igara (Privitak 6).

Za drugi je dio istraživanja, koji se odnosi na ispitivanje učestalosti i zadovoljstva korištenja prototipa sustava, korišten model uspješnosti informacijskog sustava prema DeLone i McLean, tzv. D&M model (DeLone & McLean, 2003). Modelom se nastoji izmjeriti uspješnost odnosno učinkovitost informacijskog sustava. Ažurirani D&M model sastoji se od 6 konstrukata kojima se mjeri uspješnost informacijskog sustava (DeLone & McLean, 2003): kvaliteta informacija, kvaliteta sustava, kvaliteta usluge, namjera korištenja/korištenje, zadovoljstvo korisnika, dobrobit.

Prema navedenom se modelu sustav može vrednovati na temelju kvalitete informacija, kvalitete sustava i kvalitete usluge, a navedeni konstrukti posljedično utječu na korištenje ili namjeru korištenja te zadovoljstvo korisnika sustavom. Kao rezultat korištenja sustava i zadovoljstva korisnika postići će se određena dobrobit (*engl. net benefit*) koja pozitivno ili negativno utječe na zadovoljstvo korisnika i daljnje korištenje sustava. Konstrukti namjera korištenja i zadovoljstvo korisnika također međusobno utječu jedan na drugog jer korištenje sustava prethodi zadovoljstvu korisnika, no pozitivno iskustvo u korištenju dovodi do daljnjeg korištenja sustava (prvo namjere, a onda i korištenja sustava). Konstruktom dobrobiti nije

specificirano tko ostvaruje koristi od korištenja sustava jer navedeni konstrukt ovisi o kontekstu u kojem se utvrđuje učinak informacijskog sustava, ali isto tako i o vrsti informacijskog sustava (DeLone & McLean, 2003; Balaban, Stančin, & Sobodić, 2018). Upravo iz navedenog razloga ovaj je model primjeren u ovom kontekstu jer ne omogućuje samo ispitivanje korištenja sustava kroz kvalitetu informacija, usluge i samog sustava, već i posljedice korištenja sustava kroz sve dobrobiti koje proizlaze iz sustava. Slika 54 grafički prikazuje odnose konstrukata u D&M modelu.



Slika 54. D&M model uspješnosti informacijskog sustava (DeLone & McLean, 2003)

Kako je D&M model uspješnosti informacijskog sustava korišten u mnogim istraživanjima koja su ispitivala uspješnost obrazovnih informacijskih sustava, a u prilog tome ide i istraživanje od Sabeh i sur. (Sabeh, Husin, Kee, Baharudin, & Abdullah, 2021) koji su sustavnim pregledom literature pronašli 92 istraživanja koja koriste navedeni model za ispitivanje uspješnosti obrazovnog informacijskog sustava u periodu od 2010. do 2020. godine, za ovu je fazu istraživanja napravljen pregled literature kako bi se pronašle čestice iz postojećih istraživanja. Sve pronađene čestice pažljivo su prilagođene i modificirane kako bi se odnosile specifično na kontekst sustava za predlaganje digitalnih obrazovnih igara. S obzirom na prethodno spomenuti kontekst, neke su čestice u potpunosti novo kreirane s obzirom da konstrukt dobrobiti u potpunosti ovisi o kontekstu za koji se radi informacijski sustav. Na taj način moći će se direktno provjeriti jesu li ispitanici na temelju kvalitete informacija, usluge i samog sustava zadovoljni sustavom, imaju li ga namjeru nastaviti koristiti te je li im sustav pomogao u integraciji digitalnih obrazovnih igara u odgojno-obrazovni proces učenika što čini dobrobit sustava.

7.3.1. Operacionalizacija istraživačkih konstrukata

Prvi konstrukt u D&M modelu odnosi se na kvalitetu informacija (*engl. Information quality*), a služi opisivanju kvalitete sadržaja informacijskih sustava (Suliman & Faryadi, 2013) i često je ključna dimenzija instrumenata zadovoljstva krajnjih korisnika (Petter, DeLone, & McLean, 2008). Gorla i sur. (Gorla, Somers, & Wong, 2010) tvrde da Huh i sur. (Huh, Keller, Redman, & Watkins, 1990) definiraju četiri dimenzije kvalitete informacija koje se mogu mjeriti: točnost, potpunost, dosljednost i aktualnost. U skladu s time, za ispitivanje kvalitete informacija u kreiranom sustavu pronađene su tri postojeće čestice koje ispituju potpunost, relevantnost i konciznost, jedna je čestica modificirana tako da ispituje oblikovanost informacija te je dodana jedna nova čestica koja se odnosi na informacije o obrazovnim ciljevima i informacijama o digitalnim obrazovnim igrama. Popis svih čestica za navedeni konstrukt nalazi se u tablici 25.

Tablica 25. Čestice konstrukta „Kvaliteta informacija“

ID	Čestica	Izvor
IQ1	Informacije koje pruža sustav su potpune.	Postojeće: (Fraser & Salter, 1997)
IQ2	Informacije koje pruža sustav su relevantne.	Postojeće: (Barnes & Vidgen, 2005)
IQ3	Informacije koje pruža sustav su koncizne (sadrže samo potrebne podatke).	Postojeće: (Gable, Sedera, & Chan, 2008)
IQ4	Informacije koje pruža sustav su dobro oblikovane (čitljive i lako razumljive).	Modificirano: (Gable, Sedera, & Chan, 2008)
IQ5	Informacije koje pruža sustav (obrazovni ciljevi, predložene igre) u skladu su s potrebama i mogućnostima pojedinog učenika.	Novo

Izvor: istraživanje

Sljedeći konstrukt predstavlja kvalitetu sustava (*engl. System quality*), a mjeri poželjne karakteristike informacijskog sustava orijentirane na tehničke specifikacije kao što je obrada podataka, jednostavnost korištenja, pouzdanost i vrijeme odaziva (Balaban, Mu, & Divjak, 2013). U kontekstu sustava za predlaganje digitalnih obrazovnih igara korišteno je 4 postojećih čestica koje ispituju jednostavnost korištenja, pouzdanost i vrijeme odaziva te je jedna modificirana, a ispituje tehničke funkcionalnosti. Popis čestica za ovaj konstrukt naveden je u tablici 26.

Tablica 26. Čestice konstrukta „Kvaliteta sustava“

ID	Čestica	Izvor
SQ1	Lako je naučiti koristiti se sustavom.	Postojeće: (Gable, Sedera, & Chan, 2008)
SQ2	Sustav sadrži potrebne značajke i funkcije za predlaganje digitalnih obrazovnih igara.	Modificirano: (Balaban, Mu, & Divjak, 2013)
SQ3	Sustav je uvijek dostupan i radi na zahtjev.	Postojeće: (Gable, Sedera, & Chan, 2008)
SQ4	Sustavu se može pristupiti uobičajenim web preglednikom bez puno pripreme.	Postojeće: (Balaban, Mu, & Divjak, 2013)

Izvor: istraživanje

Podrška krajnjem korisniku u radu sa sustavom od velikog je značaja za uspješnost informacijskog sustava pa je konstrukt kvalitete usluge (*engl. Service quality*) dodan u ažurirani D&M model (DeLone & McLean, 2003), a ispituje kvalitetu popratne usluge koja dolazi uz razvijeni informacijski sustav. Sukladno tome, za razvijeni su sustav korištene dvije postojeće čestice koje ispituju podršku u radu sa sustavom te je jedna čestica modificirana, a ispituje kvalitetu održanog predavanja i dostupne upute za rad sa sustavom. Čestice su prikazane u tablici 27.

Tablica 27. Čestice konstrukta „Kvaliteta usluge“

ID	Čestica	Izvor
SEQ1	E-mail i drugi oblici on-line pomoći dostupni su u slučaju problema s korištenjem sustava.	Postojeće: (Kim, Kim, & Lennon, 2006)
SEQ2	Upravitelji sustavom brzo odgovaraju na upite (unutar 24h).	Postojeće: (Parasuraman, Berry, & Zeithaml, 1988)
SEQ3	Korištenje sustava dobro je opisano kroz upute i predavanje (primjerice unos i ažuriranje podataka o učeniku, pregled digitalnih obrazovnih igara...).	Modificirano: (Balaban, Mu, & Divjak, 2013)

Izvor: istraživanje

Sljedeći se konstrukt odnosi na korištenje sustava i namjeru korištenja sustava (*engl. Use/Intention to use*). U većini slučajeva korištenje sustava odgovarajuća je mjera uspjeha jer se radi o složenoj varijabli gdje je potrebno uzeti u obzir prirodu, opseg, kvalitetu i prikladnost

korištenja sustava (DeLone & McLean, 2003). Već i sama namjera korištenja sustava može biti dobar pokazatelj korištenja sustava jer su Venkatesh i sur. (Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003) otkrili da postoji značajan odnos između namjere korištenja i stvarnog korištenja. U kontekstu razvijenog sustava korištene su 3 postojeće čestice koje provjeravaju samo korištenje sustava, s time da je čestica SU3 u anketnom upitniku preoblikovana tako da odgovara periodu testiranja prototipa sustava i glasi „*U periodu testiranja prototipa, više od jednom sam pristupio/la web aplikaciji.*“. Uz postojeće čestice dodane su još i dvije nove koje ispituju je li unos podataka o učenicima jednostavan te koja je namjera korištenja sustava. Detalji o česticama nalaze se u tablici 28.

Tablica 28. Čestice konstrukta „Namjera korištena/Korištenje“

ID	Čestica	Izvor
SU1	Posjedujem potrebno znanje za korištenje sustava.	Postojeće: (Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003)
SU2	Uspio/uspjela sam dovršiti zadatak u sustavu čak i ako nije bilo nikoga u blizini tko bi mi rekao što da radim.	Postojeće: (Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003)
SU3	Često koristim sustav.	Postojeće: (Freeze, Alshare, Lane, & Wen, 2010)
SU4	Sustav koristim da bih dobio/dobila informacije o digitalnim obrazovnim igrama koje moji učenici mogu igrati.	Novo
SU5	Podatke o učeniku unio/unijela sam bez većih poteškoća.	Novo

Izvor: istraživanje

Konstrukat zadovoljstva korisnika (*engl. User satisfaction*) snažno je povezan s prethodnim konstruktom – Namjera korištena/Korištenje. Kako DeLone i McLean tvrde (2003, str. 23), „*upotreba mora prethoditi zadovoljstvu korisnika u procesnom smislu*“ što znači da se prvo mora koristiti sustav i na temelju iskustva procijeniti zadovoljstvo. Sukladno tome, pozitivno iskustvo će dovesti do većeg zadovoljstva, a negativno iskustvo dovest će do manjeg zadovoljstva. Za izrađeni su sustav korištene dvije postojeće čestice, a dvije su modificirane tako da odgovaraju kontekstu odgojno-obrazovnog i rehabilitacijskog procesa. Čestice se nalaze u tablici 29.

Tablica 29. Čestice konstrukta „Zadovoljstvo korisnika“

ID	Čestica	Izvor
US1	Volim raditi sa sustavom.	Postojeće: (Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003)
US2	Sustav čini odgojno-obrazovni i rehabilitacijski proces zanimljivijim.	Modificirano: (Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003)
US3	Korištenje sustava dobra je ideja.	Postojeće: (Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003)
US4	Smatram da je sustav koristan u odgojno-obrazovnom i rehabilitacijskom procesu mojih učenika.	Modificirano: (Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003)

Izvor: istraživanje

Zadnji konstrukt predstavlja dobrobit od sustava (*engl. Net benefits*), a proizlazi iz konstrukata Namjera korištenja/Korištenje i Zadovoljstvo korisnika. Ovaj je konstrukt vrlo specifičan za svaki slučaj, što znači da u potpunosti ovisi o vrsti informacijskog sustava pa postoje mnoge metode za mjerenje dobrobiti sustava od kojih su percipirana korisnost i učinak na posao najčešće mjere (Balaban, Stančin, & Sobodić, 2018). Sukladno tome, za razvijeni su sustav definirane 6 čestice koje ispituju percipiranu korist korisnika sustava na njihov svakodnevni rad i rad učenika s intelektualnim teškoćama. Dobrobiti su usmjerene na samog korisnika gdje se ispituje je li ih sustav potaknuo na učestaliju uporabu digitalnih obrazovnih igara u nastavnom procesu, je li im pružao nove informacije, olakšao traženje novih digitalnih obrazovnih igara te olakšao integraciju igara u nastavni proces, ali i na učenike s intelektualnim teškoćama gdje se ispituje jesu li igre bile korisne te omogućuju li učenje i usvajanje vještina na zabavniji način. Popis svih čestica nalazi se u tablici 30.

Tablica 30. Čestice konstrukta „Dobrobit“

ID	Čestica	Izvor
NB1	Sustav me potaknuo da koristim ili dodatno koristim digitalne obrazovne igre u odgojno-obrazovnom i rehabilitacijskom procesu.	Novo
NB2	Sustav mi je olakšao traženje digitalnih obrazovnih igara za moje učenike.	Novo
NB3	Sustav mi je pružio nove informacije (igre s kojima do sada nisam bio/bila upoznat/a).	Novo
NB4	Učenicima su predložene igre bile korisne u učenju i usvajanju vještina.	Novo
NB5	Sustav omogućuje mojim učenicima učenje i usvajanje vještina na zabavniji način.	Novo
NB6	Sustav mi omogućuje da uspješno integriram digitalne obrazovne igre u odgojno-obrazovni proces mojih učenika.	Novo

Izvor: istraživanje

Od navedenih je čestica kreiran mjerni instrument (Privitak 8), s time da su u anketnom upitniku čestice prilagođene uzorku na način da su neke riječi zamijenjene kako bi ispitanici bolje razumjeli tvrdnju. Tako je primjerice riječ sustav zamijenjena izrazom web aplikacija. Sve čestice koriste inačicu skale Likertova tipa od 5 ocjena gdje 1 označava „*Uopće se ne slažem*“, a 5 označava „*U potpunosti se slažem*“.

7.4. Rezultati istraživanja o učinkovitosti sustava

U ovom će poglavlju biti prikazani prikupljeni podatci i analizirani rezultati dobiveni ovim istraživanjem. Prvo će biti prikazana validacija osmišljenih pravila predlaganja te na njima temeljenih računalnih postupaka i algoritama za predlaganje digitalnih obrazovnih igara kojim se testira hipoteza H1, a onda i ispitivanje učestalosti i zadovoljstva korištenja prototipa sustava kojim se testira hipoteza H2.

7.4.1. Validacija osmišljenih pravila predlaganja

Kao što je već navedeno, u procesu validacije algoritama sudjelovalo je 6 eksperata iz različitih institucija koje obrazuju edukacijske rehabilitatore ili rade s osobama s intelektualnim teškoćama.

Hipoteza H1 glasi: **Digitalne obrazovne igre koje predlaže sustav odgovaraju individualnim obrazovnim potrebama učenika s intelektualnim teškoćama.**

Navedena će se hipoteza testirati korištenjem Jaccardovog indeksa koji predstavlja koeficijent sličnosti to jest mjeru za utvrđivanje sličnosti između dva skupa, a njegova formula za izračunavanje glasi:

$$J(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

gdje su A i B bilo koja dva skupa, a $|A|$ i $|B|$ predstavljaju njihovu odgovarajuću kardinalnost (Costa, 2021). Vrijednost se ovog indeksa kreće u rasponu od 0 do 1, gdje 0 označava da nema sličnosti između skupova, a 1 označava jednakost skupova (Falk, 2019).

Dakle, kako bi se dokazalo da digitalne obrazovne igre koje predlaže sustav odgovaraju individualnim obrazovnim potrebama učenika s intelektualnim teškoćama, potrebno je pitati eksperte koje igre odgovaraju individualnim obrazovnim potrebama određenog učenika s intelektualnim teškoćama. Kao što je u metodologiji istraživanja postavljeno, eksperti su na temelju inicijalnih procjena i dobivenog skupa digitalnih obrazovnih igara odredili koje su igre namijenjene za pojedine učenike, a paralelno su izvršeni i algoritmi nad istim skupom digitalnih obrazovnih igara za iste učenike kako bi se mogli usporediti rezultati. Ako se preporuke eksperata podudaraju s prijedlozima sustava, onda će se moći prihvatiti hipoteza H1.

Ako prijedloge digitalnih obrazovnih igara koje je predložio sustav, to jest algoritmi i preporuke eksperata promatramo u kontekstu teorije skupova na način da ID igre predstavlja jedan element skupa, možemo izračunati Jaccardov indeks.

Skup digitalnih obrazovnih igara koji je dan ekspertima i nad kojim su izvršeni algoritmi možemo prikazati kao konačni skup prirodnih brojeva N :

$$N = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}.$$

Skup digitalnih obrazovnih igara koje je predložio ekspert je skup $A_{i,j}$, gdje i označava određenog eksperta kojih je u istraživanju bilo 6, a j označava određenog učenika, s time da je u istraživanju bilo ukupno dostupno tri ista učenika svakom ekspertu. Analogno, skup digitalnih obrazovnih igara koje je predložio sustav je skup B_j , gdje j označava određenog učenika, a to su ista tri učenika koja su dodijeljena i ekspertima. Također, za oba skupa $A_{i,j}$ i B_j vrijedi: $A_{i,j}, B_j \subseteq N$.

Prema provedenom istraživanju, skupovi digitalnih obrazovnih igara koje su predložili eksperti su:

$$A_{1,1} = \{1, 3, 4, 5, 6\},$$

$$A_{4,1} = \{1, 3, 4, 6, 8\},$$

$$A_{1,2} = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10\},$$

$$A_{4,2} = \{2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10\},$$

$$A_{1,3} = \{2, 3, 5, 6, 8, 10\},$$

$$A_{4,3} = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10\},$$

$$A_{2,1} = \{1, 4, 5, 6, 8, 10\},$$

$$A_{5,1} = \{1, 2, 3, 5, 6, 9\},$$

$$A_{2,2} = \{2, 4, 6, 8, 9, 10\},$$

$$A_{5,2} = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 9\},$$

$$A_{2,3} = \{2, 3, 4, 6, 8, 10\},$$

$$A_{5,3} = \{1, 2, 3, 4, 5, 7, 9\},$$

$$A_{3,1} = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\},$$

$$A_{6,1} = \{3, 4, 5, 6, 8, 9\},$$

$$A_{3,2} = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\},$$

$$A_{6,2} = \{1, 7, 8, 9, 10\},$$

$$A_{3,3} = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\},$$

$$A_{6,3} = \{1, 7, 8, 10\}.$$

Skupovi digitalnih obrazovnih igara koje je predložio sustav su:

$$B_1 = \{1, 3, 4, 5, 6, 8\},$$

$$B_2 = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10\},$$

$$B_3 = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10\}.$$

Kako bi se utvrdila ukupna sličnost skupova za svakog učenika, prvo je potrebno odrediti Jaccardov indeks $J_{i,j}$ za sve skupove eksperata i skupove koje je predložio sustav. Slijedi prvo Jaccardov indeks za prvog učenika:

$$J_{1,1}(A_{1,1}, B_1) = \frac{|A_{1,1} \cap B_1|}{|A_{1,1} \cup B_1|} = \frac{5}{6} = 0.83,$$

$$J_{2,1}(A_{2,1}, B_1) = \frac{|A_{2,1} \cap B_1|}{|A_{2,1} \cup B_1|} = \frac{5}{7} = 0.71,$$

$$J_{3,1}(A_{3,1}, B_1) = \frac{|A_{3,1} \cap B_1|}{|A_{3,1} \cup B_1|} = \frac{6}{8} = 0.75,$$

$$J_{4,1}(A_{4,1}, B_1) = \frac{|A_{4,1} \cap B_1|}{|A_{4,1} \cup B_1|} = \frac{5}{6} = 0.83,$$

$$J_{5,1}(A_{5,1}, B_1) = \frac{|A_{5,1} \cap B_1|}{|A_{5,1} \cup B_1|} = \frac{4}{8} = 0.50,$$

$$J_{6,1}(A_{6,1}, B_1) = \frac{|A_{6,1} \cap B_1|}{|A_{6,1} \cup B_1|} = \frac{5}{7} = 0.71.$$

Iz rezultata je vidljivo da je Jaccardov indeks za 5 eksperata veći od 0,7, a samo za jednog je eksperta Jaccardov indeks 0.5 (ekspert 5, $J_{5,1} = 0.50$).

Za učenika 2 dobiveni su sljedeći rezultati:

$$J_{1,2}(A_{1,2}, B_2) = \frac{|A_{1,2} \cap B_2|}{|A_{1,2} \cup B_2|} = \frac{9}{9} = 1,$$

$$J_{2,2}(A_{2,2}, B_2) = \frac{|A_{2,2} \cap B_2|}{|A_{2,2} \cup B_2|} = \frac{6}{9} = 0.67,$$

$$J_{3,2}(A_{3,2}, B_2) = \frac{|A_{3,2} \cap B_2|}{|A_{3,2} \cup B_2|} = \frac{8}{10} = 0.80,$$

$$J_{4,2}(A_{4,2}, B_2) = \frac{|A_{4,2} \cap B_2|}{|A_{4,2} \cup B_2|} = \frac{7}{10} = 0.70,$$

$$J_{5,2}(A_{5,2}, B_2) = \frac{|A_{5,2} \cap B_2|}{|A_{5,2} \cup B_2|} = \frac{7}{10} = 0.70,$$

$$J_{6,2}(A_{6,2}, B_2) = \frac{|A_{6,2} \cap B_2|}{|A_{6,2} \cup B_2|} = \frac{4}{10} = 0.40.$$

Za učenika 2 postoji 100% podudarnosti prijedloga eksperta 1 i prijedloga sustava, ali postoji i najniža podudarnost kod eksperta 6, $J_{6,2} = 0.40$.

Nadalje, kod učenika 3 uočeni su sljedeći rezultati:

$$J_{1,3}(A_{1,3}, B_3) = \frac{|A_{1,3} \cap B_3|}{|A_{1,3} \cup B_3|} = \frac{6}{8} = 0.75,$$

$$J_{2,3}(A_{2,3}, B_3) = \frac{|A_{2,3} \cap B_3|}{|A_{2,3} \cup B_3|} = \frac{6}{8} = 0.75,$$

$$J_{3,3}(A_{3,3}, B_3) = \frac{|A_{3,3} \cap B_3|}{|A_{3,3} \cup B_3|} = \frac{8}{10} = 0.80,$$

$$J_{4,3}(A_{4,3}, B_3) = \frac{|A_{4,3} \cap B_3|}{|A_{4,3} \cup B_3|} = \frac{8}{9} = 0.89,$$

$$J_{5,3}(A_{5,3}, B_3) = \frac{|A_{5,3} \cap B_3|}{|A_{5,3} \cup B_3|} = \frac{5}{9} = 0.56,$$

$$J_{6,3}(A_{6,3}, B_3) = \frac{|A_{6,3} \cap B_3|}{|A_{6,3} \cup B_3|} = \frac{4}{9} = 0.44.$$

Kod ovog je učenika najveća podudarnost kod eksperta 4, $J_{4,3} = 0.89$, a najniža kod eksperta 6, $J_{6,3} = 0.44$.

Veća vrijednost Jaccardovog indeksa označava veću sličnost između dva skupa (Verma & Aggarwal, 2020). Također, snažno ovisi o kontekstu i broju ispitanika, a istraživanje od Abd-Allah, Khalaf, Gharieb i Hassanin (2023) kroz komparativnu analizu različitih algoritama utvrdilo je zadovoljavajuću razinu podudarnosti prema Jaccardovom indeksu od 70%. S obzirom na manji broj ispitanika u ekspertnoj skupini, u ovom se istraživanju smatra podudarnost $P \geq 70\%$ zadovoljavajućom za potvrđivanje hipoteze H1.

Kako bi se dobila ukupna podudarnost P , to jest srednja vrijednost Jaccardovog indeksa po učeniku iskazana u postotku, potrebno je zbrojiti sve Jaccardove indekse za jednog učenika, podijeliti s brojem eksperata u skupini te pomnožiti s brojem 100 kako bi se dobio postotak podudarnosti (Lee, 2017). Sukladno tome, postotak podudarnosti za prvog učenika je:

$$P = \frac{J_{1,1} + J_{2,1} + J_{3,1} + J_{4,1} + J_{5,1} + J_{6,1}}{6} \cdot 100$$

$$P = \frac{0.8333 + 0.7143 + 0.75 + 0.8333 + 0.5 + 0.7143}{6} \cdot 100 = \mathbf{72\%}$$

Nadalje podudarnost za drugog učenika je:

$$P = \frac{J_{1,2} + J_{2,2} + J_{3,2} + J_{4,2} + J_{5,2} + J_{6,2}}{6} \cdot 100$$

$$P = \frac{1 + 0.6667 + 0.8 + 0.7 + 0.7 + 0.4}{6} \cdot 100 = \mathbf{71\%}$$

Analogno tome, podudarnost za zadnjeg učenika je:

$$P = \frac{J_{1,3} + J_{2,3} + J_{3,3} + J_{4,3} + J_{5,3} + J_{6,3}}{6} \cdot 100$$

$$P = \frac{0.75 + 0.75 + 0.8 + 0.8889 + 0.5556 + 0.4444}{6} \cdot 100 = \mathbf{70\%}$$

Iz navedenoga se može vidjeti da je za sva 3 učenika podudarnost 70 i više posto čime se može potvrditi hipoteza H1, to jest digitalne obrazovne igre koje je predložio sustav odgovaraju individualnim obrazovnim potrebama učenika s intelektualnim teškoćama.

7.4.2. Validacija sustava

Kako bi se dokazalo da edukacijski rehabilitatori mogu uspješno integrirati digitalne obrazovne igre u odgojno-obrazovni proces učenika s intelektualnim teškoćama (hipoteza H2), potrebno je ispitati uspješnost samog sustava. Kao što je već navedeno, u tu svrhu koristi se model uspješnosti informacijskog sustava prema DeLone i McLean, tzv. D&M model (DeLone & McLean, 2003). Budući da se model sastoji od 6 konstrukata, potrebno je svaki zasebno ispitati kako bi se utvrdila uspješnost sustava.

Hipoteza H2 glasi: **Korištenjem sustava edukacijski rehabilitatori mogu uspješno integrirati digitalne obrazovne igre u odgojno-obrazovni proces učenika s intelektualnim teškoćama.**

U svrhu ispitivanja ove hipoteze, a uzimajući u obzir D&M model, kreirano je 9 podhipoteza koje ispituju uspješnost sustava (slika 55):

H2.1: Kvaliteta informacija pozitivno utječe na korištenje (ili namjeru korištenja) sustava.

H2.2: Kvaliteta informacija pozitivno utječe na zadovoljstvo korisnika.

H2.3: Kvaliteta sustava pozitivno utječe na korištenje (ili namjeru korištenja) sustava.

H2.4: Kvaliteta sustava pozitivno utječe na zadovoljstvo korisnika.

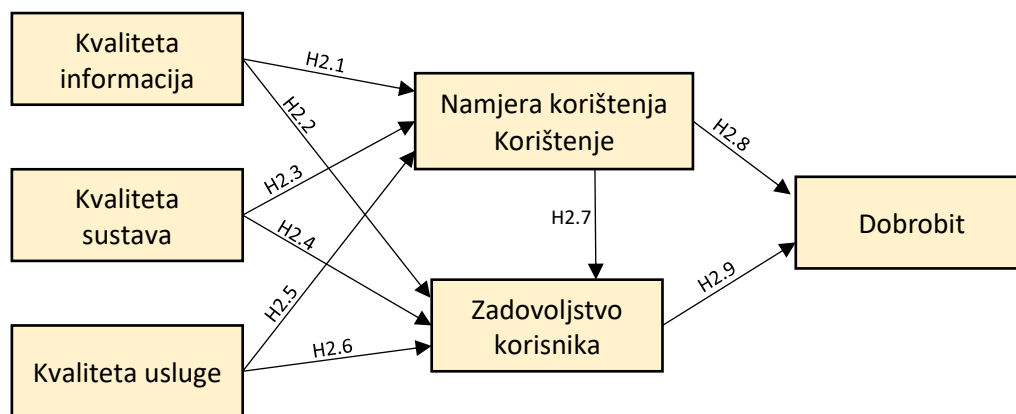
H2.5: Kvaliteta usluge pozitivno utječe na korištenje (ili namjeru korištenja) sustava.

H2.6: Kvaliteta usluge pozitivno utječe na zadovoljstvo korisnika.

H2.7: Korištenje (ili namjera korištenja) sustava pozitivno utječe na zadovoljstvo korisnika.

H2.8: Korištenje (ili namjera korištenja) sustava pozitivno utječe na dobrobiti sustava.

H2.9: Zadovoljstvo korisnika pozitivno utječe na dobrobiti sustava.



Slika 55. Predloženi model istraživanja

Kao što je već navedeno, za potrebe prikupljanja podataka nužnih za analizu i potvrdu hipoteze H2 i njenih podhipoteza, izrađen je upitnik (Privitak 8). Upitnik je u potpunosti ispunilo ukupno 29 ispitanika koji su testirali sustav. Ispitanici u prosjeku imaju 21 godinu radnog staža, s time da 4 ispitanika ima do 4 godine radnog staža, a 7 ispitanika ima 30 i više godina radnog staža. Također u prosjeku imaju 6 učenika u razredu ili odgojno obrazovnoj skupini s time da jedan ispitanik radi kao logoped te ima 27 učenika koji su uključeni u individualan rad logopeda.

Kako bi se osigurala valjanost prethodno spomenutog instrumenta, pitanja koja procjenjuju svaki zasebni konstrukt prilagođena su iz prethodnih istraživanja s potvrđenim ljestvicama. Dodatno, provedena je provjera kreiranog instrumenta kako bi se ustanovilo je li instrument validan i odgovara li zaista postavkama D&M modela. U tu je svrhu korištena tehnika strukturnog modeliranja (*engl. Structural Equation Modeling – SEM*) koja omogućuje simultano stvaranje veza između više nezavisnih i zavisnih konstrukata (Haenlein & Kaplan, 2004). Analiza je napravljena pomoću alata *IBM SPSS Statistics 29* i *IBM SPSS Amos 26* koji je specijaliziran za izradu i izračun SEM modela.

U sklopu strukturnog modeliranja provedeni su razni statistički pokazatelji koji ispituju odnos između konstrukata postavljenog modela, kao što je faktorska analiza (*engl. Confirmatory Factor Analysis – CFA*) kako bi se odredila prikladnost modela (*engl. Model's goodness-of-fit*) te procjena psihometrijskih svojstava modela što uključuje ispitivanje kompozitne pouzdanosti (*engl. Composite reliability*) i konvergentne valjanosti (*engl. Convergent validity*).

Iako je ustanovljeno da faktorska analiza daje bolje rezultate na većem broju ispitanika (Haszard, Williams, Dawson, Skidmore, & Taylor, 2013), moguće je dobiti pouzdane rezultate

i na uzorku manjem od 50 (Jung, 2013), ako su podatci pouzdani i ako postoje vrijednosti zajednice indikatora (*engl. Communalities*) > 0,7 (Jung, 2013; Schreiber, Malesios, & Psarakis, 2012; Mapar, i dr., 2020). Isto tako, svaka čestica sa zajednicom indikatora manjom od 0,4 govori o nepovezanosti s drugim česticama i kao takvu potrebno ju je eliminirati iz rezultata (Costello & Osborne, 2005). Na slici 56 vidljivo je da su sve vrijednosti zajednice indikatora veće od 0,7 što znači da je opravdano provesti faktorsku analizu te pritom nije potrebno izbacivati čestice iz skupa jer sve čestice imaju vrijednost veću od 0,4.

Communalities		
	Initial	Extraction
SQ1	1.000	.914
SQ2	1.000	.883
SQ3	1.000	.870
SQ4	1.000	.809
IQ1	1.000	.938
IQ2	1.000	.799
IQ3	1.000	.889
IQ4	1.000	.797
IQ5	1.000	.857
SEQ1	1.000	.957
SEQ2	1.000	.967
SEQ3	1.000	.735
SU1	1.000	.830
SU2	1.000	.767
SU3	1.000	.770
SU4	1.000	.767
SU5	1.000	.897
US1	1.000	.806
US2	1.000	.792
US3	1.000	.872
US4	1.000	.789
NB1	1.000	.912
NB2	1.000	.791
NB3	1.000	.721
NB6	1.000	.938
NB4	1.000	.934
NB5	1.000	.935

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Slika 56. Vrijednosti zajednice indikatora

Rezultati faktorske analize ukazuju na zadovoljavajuću razinu unutarnje konzistentnosti unutar konstrukata s koeficijentom Cronbachove alfe višim od 0,7 (tablica 31) što se tumači

kao prihvatljiva razina koeficijenta pouzdanosti Cronbachove alfe (Horvat & Mijoč, 2019; George & Mallery, 2003). Kompozitna pouzdanost modela mjerena je s ciljem provjere unutarnje konzistencije i valjanosti konstrukta. U tu je svrhu izračunat indeks kompozitne pouzdanosti (*engl. Composite reliability – CR*), koji se računa prema formuli (Hair, Black, Babin, & Andersen, 2010):

$$CR = \frac{(\sum_{i=1}^n \lambda_i)^2}{(\sum_{i=1}^n \lambda_i)^2 + (\sum_{i=1}^n \delta_i)}$$

gdje λ predstavlja opterećenja faktora (*engl. Factor loadings*) za svaku česticu i , a δ predstavlja standardnu pogrešku za svaku česticu i . Sve vrijednosti kompozitne pouzdanosti veće su od 0,7 (tablica 31) što se smatra prihvatljivom razinom vrijednosti kompozitne pouzdanosti (Hair, Black, Babin, & Andersen, 2010). Slične zaključke donijela je i provjera konvergentne valjanosti koja se mjeri indeksom ekstrahirane prosječne varijance (*engl. Average Variance Extracted – AVE*) koji mjeri razinu varijance koju je obuhvatio konstrukt u odnosu na razinu koja je rezultat standardne pogreške, a izračunava se formulom (Hair, Black, Babin, & Andersen, 2010):

$$AVE = \frac{(\sum_{i=1}^n \lambda_i)^2}{n}$$

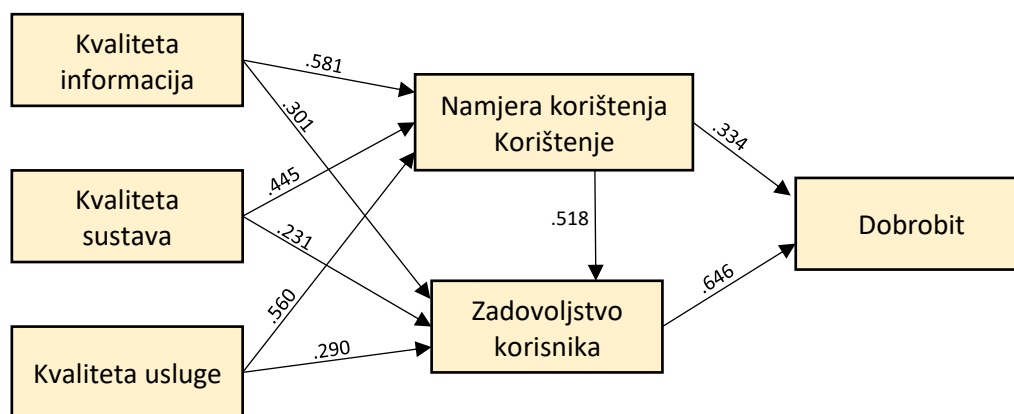
Sve su vrijednosti AVE veće od 0,5 i manje od vrijednosti CR (tablica 31) što upućuje na prihvatljivu razinu konvergentne valjanosti.

Tablica 31. Vrijednosti Cronbachove alfe, CR i AVE

Konstrukt	Cronbachova alfa	CR	AVE
Referentni okvir	> 0,7	> 0,7; > AVE	> 0,5; < CR
Kvaliteta informacija – IQ	0,881	0,921	0,701
Kvaliteta sustava – SQ	0,701	0,815	0,534
Kvaliteta usluge – SEQ	0,751	0,825	0,668
Korištenje/Namjera korištenja – SU	0,728	0,823	0,501
Zadovoljstvo korisnika – US	0,771	0,867	0,623
Dobrobit – NB	0,771	0,803	0,502

Izvor: istraživanje

Koristeći SEM analizu dobivene su i β vrijednosti – standardizirani koeficijenti puta (*engl. Standardized Path Coefficients*) koji određuju veličinu učinka puta između dva konstrukta (Alfaki, 2021) te p-vrijednosti. Rezultati su prikazani u strukturnom modelu na slici 57 i tablici 32, a pokazuju da se sve podhipoteze (H2.1 – H2.9) mogu potvrditi jer je p-vrijednost za svaki put $<0,001$. Također, veća apsolutna β vrijednost odražava jači učinak pa se može reći da kvaliteta informacija i kvaliteta usluge u sustavu imaju najveći učinak na korištenje ili namjeru korištenja sustava ($\beta = 0,581$; $\beta = 0,560, p < 0,001$) te zadovoljstvo korisnika sustavom ima najveći učinak na dobrobit sustava $\beta = 0,646, p < 0,001$). Sukladno tome, može se prihvatiti hipoteza H2 što znači da korištenjem sustava edukacijski rehabilitatori mogu uspješno integrirati digitalne obrazovne igre u odgojno-obrazovni proces učenika s intelektualnim teškoćama.



Slika 57. Strukturni model

Tablica 32. Standardizirani koeficijenti puta

Put	β	p-vrijednost	Rezultat
H2.1: Kvaliteta informacija → korištenje (namjera korištenja)	0,581	<0,001	Podržano
H2.2: Kvaliteta informacija → zadovoljstvo korisnika	0,301	<0,001	Podržano
H2.3: Kvaliteta sustava → korištenje (namjera korištenja)	0,445	<0,001	Podržano
H2.4: Kvaliteta sustava → zadovoljstvo korisnika	0,231	<0,001	Podržano
H2.5: Kvaliteta usluge → korištenje (namjera korištenja)	0,560	<0,001	Podržano
H2.6: Kvaliteta usluge → zadovoljstvo korisnika	0,290	<0,001	Podržano
H2.7: Korištenje (namjera korištenja) → zadovoljstvo korisnika	0,518	<0,001	Podržano

H2.8: Korištenje (namjera korištenja) → dobrobiti sustava	0,334	<0,001	Podržano
H2.9: Zadovoljstvo korisnika → dobrobiti sustava	0,646	<0,001	Podržano

Izvor: istraživanje

Kako je svrha ovog istraživanja edukacijskim rehabilitatorima olakšati proces odabira prikladnih digitalnih obrazovnih igara za svoje učenike te ih na taj način dodatno potaknuti na korištenje suvremenih, inovativnih metoda poučavanja, detaljnije će biti razrađen konstrukt dobrobiti sustava kako bi se stekao bolji uvid o tome kako je sustav utjecao na ispitanike, jesu li pomoću sustava uspješno integrirali DOI u odgojno-obrazovni proces, a posljedično tome i kako je sustav utjecao na učenike s kojima ispitanici svakodnevno rade. U tablici 33 može se uočiti da se sve srednje vrijednosti pojedinačnih tvrdnji kreću oko 4. Konkretno, najnižu, ali i dalje visoku ocjenu od 3,97 ima tvrdnja koja ispituje je li sustav pružio igre s kojima se ispitanici nisu do sada susretali. Nešto niža ocjena može se objasniti zadnjim pitanjem otvorenog tipa iz instrumenta gdje su neki ispitanici naveli da su s nekim igrama već ranije radili i bile su im poznate. Najvišu srednju ocjenu, 4,59 u navedenom konstruktu ima tvrdnja koja ispituje omogućuje li sustav učenicima učenje i usvajanje vještina na zabavniji način. Također, srednja ocjena od 4,0 za posljednju tvrdnju govori u prilog rezultatu faktorske analize, a u njoj ispitanici tvrde da im je sustav omogućio uspješno integriranje digitalnih obrazovnih igara u odgojno-obrazovni proces njihovih učenika. Ostale srednje vrijednosti navedene su u tablici niže.

Tablica 33. Srednje vrijednosti za konstrukt dobrobit

Tvrdnja	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
Sustav me potaknuo da koristim ili dodatno koristim digitalne obrazovne igre u odgojno-obrazovnom i rehabilitacijskom procesu.	4,17	0,85
Sustav mi je olakšao traženje digitalnih obrazovnih igara za moje učenike.	4,31	0,81
Sustav mi je pružio nove informacije (igre s kojima do sada nisam bio/bila upoznat/a).	3,97	0,98
Učenicima su predložene igre bile korisne u učenju i usvajanju vještina.	4,21	0,90

Sustav omogućuje mojim učenicima učenje i usvajanje vještina na zabavniji način.	4,59	0,57
Sustav mi omogućuje da uspješno integriram digitalne obrazovne igre u odgojno-obrazovni proces mojih učenika.	4,00	0,76
Ukupna srednja vrijednost:	4,21	

izvor: istraživanje

U prilog ovim rezultatima idu i rezultati pitanja otvorenog tipa gdje su ispitanici unosili dodatne komentare i primjedbe na sustav. Ispitanici navode vrijednost sustava i pozitivan utjecaj na korištenje novih metoda poučavanja u odgojno-obrazovnom procesu. Neki od komentara navode se u nastavku:

„Vrlo vrijedna aplikacija koja će svakako olakšati kolegama koji nisu baš vični u pronalaženju aplikacija prilagođenih učenicima s teškoćama...”

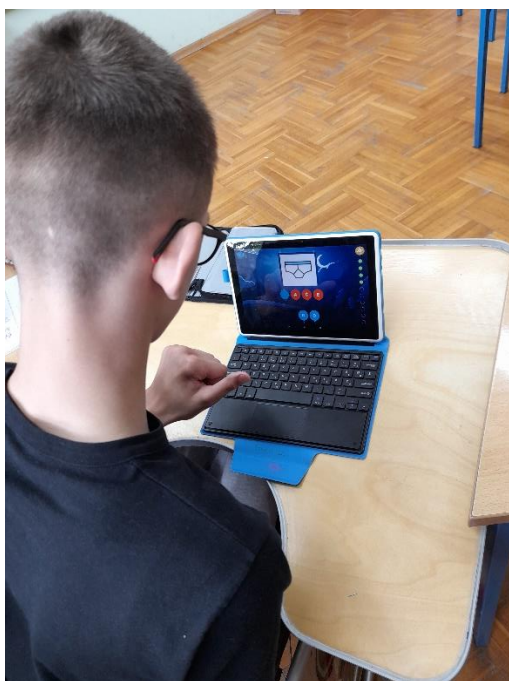
„Ideja da na jednom mjestu budu igre koje su prilagođene potrebama učenika je odlična i svakako podržavam njeno daljnje razvijanje i primjenu...”

„Vaš cjelokupni rad je potaknuo da više koristim igrice u odgojno- obrazovnom procesu. Hvala na suradnji!”

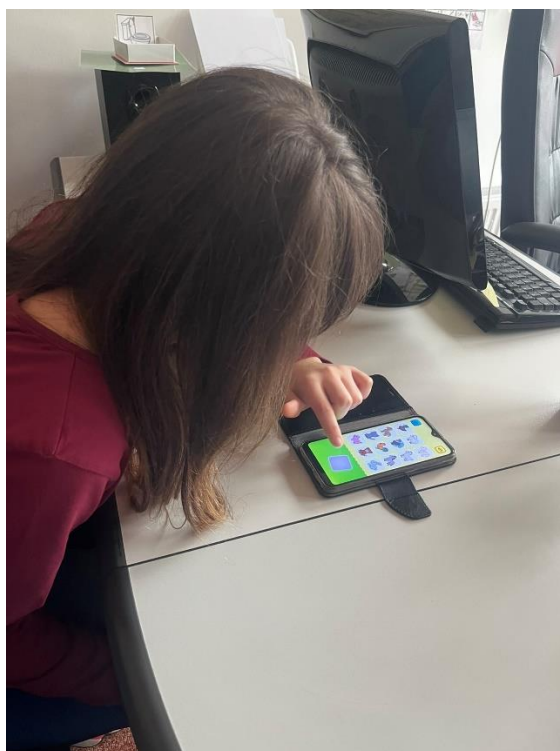
Također iz komentara ispitanika, ali i povratnih informacija koje su ispitanici unosili u sustav o određenoj digitalnoj obrazovnoj igri, moguće je vidjeti da su i učenici bili motivirani usvajati nove vještine koristeći digitalne obrazovne igre (slike 58 – 60).



Slika 58. Učenici tijekom igranja igara na prijenosnom računalu



Slika 59. Učenici tijekom igranja igara na tabletu



Slika 60. Učenica tijekom igranja igara na mobilnom uređaju

7.5. Ograničenja istraživanja

Iako su sve aktivnosti u sklopu istraživanja bile usmjerene smanjenju ograničenja istraživanja, kao i u većini istraživanja, i ovdje postoje određena ograničenja koja se nisu mogla izbjeći. U tom smislu svakako je prvo potrebno spomenuti uzorak ispitanika u fazi validacije prototipa koji je bio prigodan i namjeran, jer uključuje ispitanike koji su istraživaču u danom trenutku bili dostupni i s kojima je uspostavljena suradnja preko čelnika ustanove. Sukladno tome, testiranje sustava tijekom duljeg vremenskog razdoblja i na većem uzorku doprinijelo bi većoj pouzdanosti rezultata. Također, u fazi validacije algoritama, sudjelovalo je 6 eksperata koji su u danom trenutku bili dostupni te su dobivene 3 inicijalne procjene učenika s obzirom da je udio učenika s intelektualnim teškoćama u ukupnoj populaciji djece s invaliditetom relativno malen (11%, kao što je to navedeno u poglavlju 2.1.). U tom kontekstu, veći broj eksperata koji su predlagali DOI, ali i veći broj učenika za koje su se predlagale DOI dao bi preciznije rezultate.

Nadalje, u prototip je uključeno 40 digitalnih obrazovnih igara koje su pronađene pregledom baza digitalnih obrazovnih igara. Gledajući igre po zadanim kategorijama u algoritmima, radi se o manjem broju igara po kategoriji što znači da za neke učenike nije bilo predloženih

digitalnih obrazovnih igara u određenoj kategoriji. Veća baza digitalnih obrazovnih igara rezultirala bi većom pouzdanošću rezultata, a pretpostavlja se i većem zadovoljstvu ispitanika sustavom.

Dodatno, iako je uzorak ispitanika u fazi validacije prototipa homogen po kriteriju rada s učenicima s intelektualnim teškoćama, učenici s kojima svaki ispitanik radi znatno su različiti u pogledu intelektualnog funkcioniranja i individualnih potreba pa bi se za dodatno ispitivanje utjecaja sustava i digitalnih obrazovnih igara na učenike trebao koristiti uzorak ispitanika čiji učenici imaju podjednake razine intelektualnog funkcioniranja i individualnih potreba.

8. ZAKLJUČAK I BUDUĆA ISTRAŽIVANJA

Kroz ovo se istraživanje dao doprinos u području digitalnih obrazovnih igara u svrhu pospješivanja odgojno-obrazovnog procesa učenika s intelektualnim teškoćama. U tom je smislu cilj istraživanja bio razviti sustav za predlaganje digitalnih obrazovnih igara koji uvažava individualne odgojno-obrazovne potrebe učenika s intelektualnim teškoćama kao potporu edukacijskim rehabilitatorima u unapređenju odgojno-obrazovnog procesa. Na taj se način, kroz uporabu tehnologije, edukacijskim rehabilitatorima olakšao proces odabira prikladnih digitalnih obrazovnih igara za svoje učenike te ih dodatno potaknulo na korištenje suvremenih, inovativnih metoda poučavanja.

Kako bi se ostvario glavni cilj, provedeno je nekoliko predistraživanja za potrebe izrade sustava za predlaganje digitalnih obrazovnih igara. Prvo je proveden sustavni pregled literature o korištenju digitalnih obrazovnih igara kroz koji je ustanovljeno koje se tehnologije i igre koriste za postizanje učenja temeljenog na digitalnim obrazovnim igrama za učenike s intelektualnim teškoćama te za koje se sposobnosti, vještine i nastavne predmete razvijaju igre. Predistraživanje je ukazalo na relativno oskudni znanstveni interes za istraživanja ovakvog tipa i neiskorišten potencijal digitalnih obrazovnih igara u odgoju i obrazovanju učenika s intelektualnim teškoćama. Nakon toga proveden je sustavni pregled literature o korištenju ontologija u obrazovanju čime su utvrđeni različiti tipovi ontologija, pristupi razvoju istih te trend rasta popularnosti višestrukih ontologija što je koristilo prilikom razvoja sustava jer isti uključuje višestruku ontologiju – za opisivanje domene učenja, konkretnije područja digitalnih obrazovnih igara te za opisivanje podataka o učeniku. Svrha korištenja ontologija u sustavu bio je razvoj formalizma čime cijela domena digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama postaje sveobuhvatna te razumljiva korisnicima sustava – stručnjacima iz područja edukacijske rehabilitacije, ali i računalu, zbog formalnog zapisa.

Prvi doprinos rada ostvario se oblikovanjem okvira procjene pogodnih digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama. Za izradu okvira bilo je potrebno identificirati karakteristike učenika s intelektualnim teškoćama koje služe za uvid u učenikove mogućnosti. U tu je svrhu provedeno istraživanje Delfi metodom u 3 kruga koje je rezultiralo skalom procjene vještina u primjeni DOI učenika s intelektualnim teškoćama s prihvaćanjem 16 čestica gdje je slaganje bilo veće od 80%. Osim karakteristika učenika, za okvir je bilo ključno i identificirati skup karakteristika digitalnih obrazovnih igara kojim se opisuju zahtjevi i

funkcionalnosti igara s ciljem utvrđivanja pogodnosti korištenja igre u odgojno-obrazovnom procesu individualnog učenika. U tu je svrhu napravljen pregled literature kojim je izdvojeno 13 karakteristika te je korištenjem DSM-V izdvojeno još 22 karakteristike igara koje su specifične za učenike s intelektualnim teškoćama.

Rezultat ove faze istraživanja bili su skala procjene i kategorizacija zahtjeva i funkcionalnosti koji predstavljaju pedagoške i edukacijsko-rehabilitacijske kriterije jer se temelje na znanstvenoj literaturi iz područja edukacijske rehabilitacije, DSM-V priručniku te ekspertizi stručnjaka. Oblikovan okvir koristio se za potrebe izrade ontologije, ali i sustava. Zbog samog pristupa istraživanju i sveobuhvatnog načina izrade vlastite skale procjene i kategorizacije zahtjeva i funkcionalnosti, kreirani je okvir vrlo skalabilan i kao takav predstavlja značajan doprinos u području jer kroz provedena istraživanja nije pronađen sličan okvir. Okvir je implementiran pomoću ontologije kako bi se zadržala spomenuta skalabilnost koja omogućuje korištenje istog okvira u različitim situacijama pa i drugim aplikacijama sličnog tipa.

Drugi doprinos rada ostvaren je kroz osmišljena pravila predlaganja digitalnih obrazovnih igara uvažavajući individualne potrebe učenika s intelektualnim teškoćama, a na temelju prethodno definiranog okvira. U skladu s definiranim pravilima, osmišljena su dva algoritma, jedan koji predlaže digitalne obrazovne igre i definira pripadajuće obrazovne ciljeve za područje akademskih vještina, te drugi koji predlaže digitalne obrazovne igre za područje vještina svakodnevnog življenja. Na taj je način omogućeno da se svakom učeniku predlažu igre iz ključnih odgojno-obrazovnih područja s naglaskom na individualne učenikove potrebe i mogućnosti. Filtriranje DOI unutar algoritama predstavlja dodatnu kontrolu igara i prigodnost za odabranog učenika čime se u obzir uzimaju učenikove mogućnosti, a isto čini algoritme dodatno personaliziranim.

Treći je doprinos obuhvaćao izgradnju prototipa sustava kako bi se okvir, pravila te računalni postupci i algoritmi testirali u stvarnom okruženju te potvrdile postavljene hipoteze. U tu je svrhu istraživanje bilo podijeljeno u dva dijela – prvi se dio bavio validacijom osmišljenih pravila predlaganja te računalnih postupaka i algoritama za predlaganje digitalnih obrazovnih igara kojim se testirala hipoteza H1, a drugi se dio bavio ispitivanjem učestalosti i zadovoljstva korištenja prototipa sustava kojim se testirala hipoteza H2. U prvom je djelu 6 eksperata određivalo pogodne DOI za 3 učenika što se kasnije usporedilo s rezultatima DOI koje je

predložio sustav. Utvrđeno je da je za sva 3 učenika podudarnost eksperata i sustava 70 i više posto čime se potvrdila hipoteza H1. U drugom je djelu kreiran D&M model za testiranje uspješnosti informacijskog sustava te tehnika strukturnog modeliranja kako bi se provjerio odnos između konstrukata postavljenog modela, odredila prikladnost modela te procijenila psihometrijska svojstva modela što je uključivalo ispitivanje kompozitne pouzdanosti i konvergentne valjanosti. U sklopu modela kreirane su podhipoteze (H2.1 – H2.9) koje su se kroz β vrijednosti – standardiziranih koeficijenata puta potvrdile je p-vrijednost za svaki put $<0,001$. Sukladno tome, prihvatila se i hipoteza H2 te ostvario i treći, zadnji doprinos ovog rada. Kroz izradu prototipa informatiziran je proces odabira prikladnih DOI za učenike s intelektualnim teškoćama te je kroz rezultate istraživanja utvrđeno da edukacijski rehabilitatori mogu uspješno integrirati digitalne obrazovne igre u odgojno-obrazovni proces učenika s intelektualnim teškoćama. Dosadašnjim se istraživanjem uspostavilo da nema postojećih sustava koji predlažu digitalne obrazovne igre za učenike s intelektualnim teškoćama, što čini ovaj prototip jedinstvenim. Dodatno je implementirana i personalizacija što je od velike važnosti za učenike s intelektualnim teškoćama kojima edukacijski rehabilitatori, korištenjem prototipa, mogu ponuditi digitalne obrazovne igre sukladno njihovim potrebama i mogućnostima.

Što se daljnjeg rada sa sustavom tiče, bilo bi potrebno ponoviti ovo istraživanje s većim brojem DOI i na većem uzorku što bi rezultiralo pouzdanijim rezultatima i boljim uvidom u mogućnosti unapređenja sustava. Prije ponavljanja istraživanja, potrebno je napraviti određene modifikacije prema prijedlozima sudionika u istraživanju na način da se određene kategorije učenika kao što je vještina snalaženja u vremenu ne određuju kao razine gdje jedna isključuje drugu. Iako je prema redovnom sustavu školovanja jasno definiran redoslijed usvajanja vještina snalaženja u vremenu, zbog diskontinuiteta u razvoju učenika s intelektualnim teškoćama često se javlja situacija da se navedeni redoslijed ne usvaja na takav način to jest razine se preskaču. Budući da se sustav temelji na ontološkom modelu, izmjene je lako implementirati pa se tako model može proširiti dodatnim karakteristikama ili izmijeniti tako da sustav bude namijenjen edukacijskim rehabilitatorima koji rade s učenicima s drugim vrstama teškoća. Upravo iz tog je razloga u ontologiji već uključeno i nekoliko karakteristika igara iz kategorizacije zahtjeva i funkcionalnosti koje u ovoj fazi istraživanja nisu iskorištene zbog manjeg broja dostupnih DOI – trajanje igre, potrebno predznanje u domeni, žanr igre,

Gagneove kategorije obrazovnih ciljeva, kompleksnost učenja te stil igranja. Navedene karakteristike mogu biti od koristi edukacijskim rehabilitatorima kada se u bazu uključe i igre za učenike s drugim vrstama teškoća kao što su poremećaji u ponašanju i oštećenja mentalnog zdravlja, oštećenja organa i organskih sustava, oštećenja jezično-govorne-glasovne komunikacije i specifične teškoće u učenju, oštećenje vida ili sluha.

U idućem je ciklusu svakako u planu proširiti i modul za ocjenjivanje koji sada ima funkciju informiranja i razmjene informacija između edukacijskih rehabilitatora. U planu je izraditi sustav vrednovanja DOI kroz modul za ocjenjivanje tako da edukacijski rehabilitatori procjenjuju adekvatnost predloženih DOI u nekoliko kategorija kao što su prikladnost u odnosu na dob učenika, njegovih motoričkih vještina, kognitivnih sposobnosti i drugo.

Jedno od opcija jest i prevesti sustav na engleski jezik te dodatno klasificirati digitalne obrazovne igre s obzirom na jezik, opisati i DOI na stranim jezicima prema definiranoj kategorizaciji te testirati u drugim zemljama.

LITERATURA

- AAIDD. (2023). *American Association of Intellectual disabilities and Developmental Disabilities (AAIDD)*. Preuzeto 28. June 2019 iz Defining Criteria for Intellectual Disability: <https://aaidd.org/intellectual-disability/definition>
- Abd-Allah, M. K., Khalaf, A. A., Gharieb, R. R., & Hassanin, D. A. (2023). Automatic diagnosis of common carotid artery disease using different machine learning techniques. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 113-129.
- Adam, T., & Tatnall, A. (2008). Using ICT to improve the education of students with learning disabilities. *Learning to Live in the Knowledge Society*, 281, 63-70.
- Akharraz, L., Mezouary, A. E., & Mahani, Z. (2018, 4). To context-aware learner modeling based on ontology. *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, (pp. 1326-1334). doi:10.1109/EDUCON.2018.8363383
- Alaswad, Z., & Nadolny, L. (2015). Designing for Game-Based Learning: The Effective Integration of Technology to Support Learning. *Journal of Educational Technology Systems*, 43(4), 389-402.
- Alfaki, I. A. (2021). DeLone and McLean Information Systems Success Model in a Blended-Learning Context. *International Journal of Information and Communication Technology Education*, 17(4), 1-17.
- Al-Hammadi, F., Aldarwish, A., A.H., A., & Zemerly, M. (2018). Augmented reality in educational games: City of Life (COL) emirati sustainability-edutainment interactive game. *Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)*. Dubai, Sharjah, Abu Dhabi, United Arab Emirates.
- Alja'am, J., Jaoua, A., AlHazbi, S., Hasnah, A., Karime, A., & Elsaddik, A. (2011). An Assistive Computerized System with Tangible User Interfaces for Children with Moderate Intellectual and Learning Disabilities. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 6, 11-19.
- Alja'am, J., Jaoua, A., Alhazbi, S., Hassan, M., & Elsaddik, A. (2011). An assistive computerized system for children with moderate intellectual and learning disabilities. *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. Amman.
- Allert, H., Markkanen, H., & Richter, C. (2006). Rethinking the Use of Ontologies in Learning. *EC-TEL'06 First European Conference on Technology Enhanced Learning*, (pp. 115-125). Crete, Greece.
- Alsanad, A., Chikh, A., & Mirza, A. (2019). A Domain Ontology for Software Requirements Change Management in Global Software Development Environment. *IEEE Access*, 7, 49352-49361.
- Alwell, M., & Cobb, B. (2009). Functional Life Skills Curricular Interventions for Youth With Disabilities: A Systematic Review. *Career Development for Exceptional Individuals*, 32(2), 82-93.

- Al-Yahya, M., George, R., & Alfaries, A. (2015). Ontologies in E-Learning: Review of the Literature. *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, 9(2), 67-84.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5™ (5th ed.)*. Arlington, VA, US: American Psychiatric Publishing, Inc.
- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-4*. Washington, US: American Psychiatric Publishing, Inc.
- Amory, A. (2007). Game object model version II: a theoretical framework for educational game development. *Educational Technology Research and Development*, 55, 51-77.
- An, Y., & Cao, L. (2017). Examining the Characteristics of Digital Learning Games Designed by In-service Teachers. *International Journal of Game-Based Learning*, 7(4), 73-85.
- Anderson, K. J. (1986). Computer-assisted instruction. *Journal of Medical Systems*, 10(2), 163-171.
- Anderson, L., Krathwohl, D., Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., . . . Wiltrock, M. (Ur.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Arthi, C. I., Priya, R. L., & Rautela, R. (2018, 1). Analysis and Prediction of health issues for teaching profession using Semantic Techniques. *2018 International Conference on Smart City and Emerging Technology (ICSCET)*, (pp. 1-5). doi:10.1109/ICSCET.2018.8537368
- Bailey, R., Willner, P., & S., D. (2011). A visual aid to decision-making for people with intellectual disabilities. *Research In Developmental Disabilities*, 32, 37-46.
- Balaban, I., Mu, E., & Divjak, B. (2013). Development of an electronic Portfolio system success model: An information systems approach. *Computers & Education*, 60, 396-411.
- Balaban, I., Stančin, K., & Sobodić, A. (2018). Analysis of correlations between indicators influencing successful deployment of ePortfolios. *41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)* (str. 788-793). Opatija: IEEE.
- Barnes, S., & Vidgen, R. (2005). Data triangulation in action: using comment analysis to refine web quality metrics. *Proceedings of the 13th European conference on information systems*. Regensburg, Germany.
- Bartoli, L., Corradi, C., & Garzotto, F. (2013). Exploring motion-based touchless games for autistic children's learning. *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 102-111). ACM.
- Benjak, T. (2017). *Izvešće o osobama s invaliditetom u Republici Hrvatskoj*. Zagreb: Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Služba za javno zdravstvo. Dohvaćeno iz https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2022/10/Izvesce_o_osobama_s_invaliditetom_2022.pdf

- Biesta, G. (2014). Pragmatising the curriculum: Bringing knowledge back into the curriculum conversation, but via pragmatism. *Curriculum Journal*, 25(1), 29-49.
- Bloom, B., & Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The classification of educational goals, by a committee of college and university examiners*. New York: Longmans, Green.
- Bogdanova, D., & Snoeck, M. (2019, 9). Use of Personalized Feedback Reports in a Blended Conceptual Modelling Course. *2019 ACM/IEEE 22nd International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems Companion (MODELS-C)*, (pp. 672-679). doi:10.1109/MODELS-C.2019.00103
- Bonet-Codina, N., von Barnekow, A., & Tost Pardell, D. (2015). IntegraGame: a real-life inspired serious game for social and professional training of people with intellectual disability. *REHAB2015 : proceedings of the 3rd 2015 workshop on ICTs for improving patients rehabilitation research techniques*. Lisbon, Portugal: Association for Computing Machinery (ACM).
- Bonk, C. (2016). Keynote: What is the State of E-Learning? Reflections on 30 Ways Learning is Changing. *Journal of Open, Flexible, and Distance Learning*, 20(2), 6-20.
- Bouillet, D. (2010). *Izazovi integriranog odgoja i obrazovanja*. Zagreb: Školska knjiga.
- Bouillet, D., & Bukvić, Z. (2015). Razlike u mišljenjima studenata i zaposlenih učitelja o obrazovnoj inkluziji učenika s teškoćama. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*, 51(1), 9-23.
- Brandio, A., Brandio, L., Nascimento, G., Moreira, B., Vasconcelos, C. N., & Clua, E. (2010). Jecripe: stimulating cognitive abilities of children with down syndrome in pre-scholar age using a game approach. *Proceedings of the 7th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology* (str. 15-18). Taipei Taiwan: Association for Computing Machinery, New York, United States.
- Bravo, C., Ojeda-Castelo, J., & Piedra-Fernandez, J. (2017). Art activities with Kinect to Students with Cognitive Disabilities: Improving all Motor Skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 237, 1148 - 1151.
- Brereton, A., Tonge, B., & Einfeld, S. (2006). Psychopathology in Children and Adolescents with Autism Compared to Young People with Intellectual Disability. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 863-870.
- Brown, D. J., Ley, J., Evett, L., & Standen, P. (2011). Can participating in games based learning improve mathematic skills in students with intellectual disabilities? *IEEE 1st International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*, (pp. 1-9).
- Busse, J., Humm, B., Lubbert, C., Moelter, F., Reibold, A., Rewald, M., . . . Zeh, T. (2015). Actually, What Does "Ontology" Mean? A Term Coined by Philosophy in the Light of Different Scientific Disciplines. *Journal of Computing and Information Technology*, 29-41.

- Bylieva, D., & Sastre, M. (2018). Classification Of Educational Games According To Their Complexity And The Player's Skills. *The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS*, 438-446.
- C. Chalco, G., A. Moreira, D., I. Bittencourt, I., Mizoguchi, R., & Isotani, S. (2015). Personalization of Gamification in Collaborative Learning Contexts using Ontologies. *IEEE Latin America Transactions*, 13(6), 1995-2002.
- Cano, A. R., García-Tejedor, Á. J., & Fernández-Manjón, B. (2015a). A Literature Review of Serious Games for Intellectual Disabilities. *Design for Teaching and Learning in a Networked World* (pp. 560-563). Cham: Springer.
- Cano, A. R., García-Tejedor, Á. J., & Fernández-Manjón, B. (2015b). Highlights in the Literature Available in Serious Games for Intellectual Disabilities. *Advances in Web-Based Learning-ICWL* (pp. 95-108). Springer.
- Cao, L., & Hill, S. (2009). Bloom's Taxonomy vs. Game-Based Learning: towards a preliminary theory on games and learning. 38-41.
- Chandrasekaran, B., Josephson, J. R., & Benjamins, V. R. (1999). What are ontologies and why do we need them? *IEEE Intelligent Systems and their Applications*, 14(1), 20-26.
- Cheng, B., Zhang, Y., & Shi, D. (2018, 10). Ontology-Based Personalized Learning Path Recommendation for Course Learning. *2018 9th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME)*, (pp. 531-535). doi:10.1109/ITME.2018.00123
- Cheniti-Belcadhi, L., El Khayat, G., & Said, B. (2019). Knowledge Engineering for Competence Assessment on Serious Games based on Semantic Web. *IEEE Second International Conference on Artificial Intelligence and Knowledge Engineering (AIKE)* (pp. 163-166). California, US: IEEE.
- Choi, K., Wong, P., & Chung, W. (2012). Using computer-assisted method to teach children with intellectual disabilities handwashing skills. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 7(6), 507-516.
- Colpani, R., & Homem, M. (2015). An innovative augmented reality educational framework with gamification to assist the learning process of children with intellectual disabilities. *International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA)*. Corfu.
- Conde, A., Larrañaga, M., Arruarte, A., & Elorriaga, J. A. (2019). A Combined Approach for Eliciting Relationships for Educational Ontologies Using General-Purpose Knowledge Bases. *IEEE Access*, 7, 48339-48355. doi:10.1109/ACCESS.2019.2910079
- Conde, A., López de Ipiña, K., Larrañaga, M., Elorriaga, J. A., López, J. M., Irigoyen, E., . . . Rubio, J. (2010). An Intelligent Tutoring System Oriented to the Integration of People with Intellectual Disabilities. *Trends in Practical Applications of Agents and Multiagent Systems, AINSC(71)*, 639-647.
- Corcho, O., Fernández-López, M., & Gómez-Pérez, A. (2003). Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point? *Data & Knowledge Engineering*, 46, 41-64.

- Core Game Ontology. (2020, July 15). *Auto Semantic Game*. Retrieved from Institute Digital Games: <http://autosemanticgame.institutedigitalgames.com/ontologies/core-game-ontology/>
- Costa, L. D. (2021). Further Generalizations of the Jaccard Index. *ArXiv, abs/2110.09619*.
- Costello, A., & Osborne, J. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most From your analysis. *Practical Assessment, Research, and Evaluation, 10*, 1-9.
- Czarkowski, M., & Kay, J. (2003). How to give the user a sense of control over the personalization of AH? *Workshop on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, Twelfth International World Wide Web Conference (AH2003)*. Budapest.
- Dandashi, A., Karkar, A., Saad, S., Barhoumi, Z., Al-Jaam, J., & El Saddik, A. (2015). Enhancing the cognitive and learning skills of children with intellectual disability through physical activity and edutainment games. *International Journal of Distributed Sensor Networks, 2015*, 1-11.
- Dang, F., Tang, J., & Li, S. (2019, 7). MOOC-KG: A MOOC Knowledge Graph for Cross-Platform Online Learning Resources. *2019 IEEE 9th International Conference on Electronics Information and Emergency Communication (ICEIEC)*, (pp. 1-8). doi:10.1109/ICEIEC.2019.8784572
- De Oliveira Malaquias, F., Malaquias, R., Lamounier Jr., E., & Cardoso, A. (2013). VirtualMat: A serious game to teach logical-mathematical concepts for students with intellectual disability. *Technology and Disability, 25*(2), 107-116.
- DeLone, W., & McLean, E. (2003). The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. *Journal of Management Information Systems, 19*(4), 9-30.
- Demaidi, M. N., Gaber, M. M., & Filer, N. (2018). OntoPeFeGe: Ontology-Based Personalized Feedback Generator. *IEEE Access, 6*, 31644-31664. doi:10.1109/ACCESS.2018.2846398
- Deng, Z., & Luke, A. (2008). Subject matter: Defining and theorizing school subjects. In *The SAGE handbook of curriculum and instruction* (pp. 66-87). Los Angeles, California: Sage Publications.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, (pp. 9-15).
- Diatta, B., Basse, A., & Ouya, S. (2019, 4). Bilingual Ontology-Based Automatic Question Generation. *2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, (pp. 679-684). doi:10.1109/EDUCON.2019.8725090
- Diatta, B., Basse, A., & Ouya, S. (2019, 4). PasOnto: Ontology for Learning Pascal Programming Language. *2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, (pp. 749-754). doi:10.1109/EDUCON.2019.8725092

- Dobing, B., & Parsons, J. (2008). Dimensions of UML Diagram Use: A Survey of Practitioners. *Journal of Database Management*, 19(1), 1-18.
- Došen, A. (2005). Mentalno zdravlje djece s mentalnom retardacijom. *Medicina*, 42(41), 101-106.
- Drigas, A., & Mitsea, E. (2021). 8 Pillars X 8 Layers Model of Metacognition: Educational Strategies, Exercises & Trainings. *International Journal of Online & Biomedical Engineering*, 17(8), 115-134.
- Duval, E., Sharples, M., & Sutherland, R. (2017). *Technology Enhanced Learning: Research Themes*. Springer International Publishing AG.
- Einfeld, S. L., Tonge, B. J., Gray, K. M., Brereton, A. V., Dekker, M. C., & Koot, H. M. (2002). *Manual for the Developmental Behaviour Checklist: Primary Carer Version (DBC-P) and Teacher Version (DBC-T) (2nd ed.)*. Clayton, Melbourne Australia: Monash University Centre for Developm. Psychiatry & Psychol.
- Elfotouh, A., Nasr, E., & Gheith, M. (2017). Towards A Comprehensive Serious Educational Games' Ontology. *3rd Africa and Middle East Conference on Software Engineering* (pp. 25–30). Cairo, Egypt: Association for Computing Machinery.
- Erazo-Garzón, L., Patiño, A., Cedillo, P., & Bermeo, A. (2019, 4). CALMS: A Context-Aware Learning Mobile System Based on Ontologies. *2019 Sixth International Conference on eDemocracy eGovernment (ICEDEG)*, (pp. 84-91). doi:10.1109/ICEDEG.2019.8734423
- Eret, L. (2017). Neka razmatranja o primjeni delfi metode u kvalitativnim istraživanjima odgoja i obrazovanja. *Školski vjesnik*, 66(1), 77-93.
- ERF. (2016). *Socijalna inkluzija i dobrobit obitelji djece s teškoćama - Izvješće transnacionalnog istraživanja*. Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet.
- Falk, K. (2019). *Practical recommender systems*. Shelter Island, NY: Manning Publications Co.
- Fernández-López, M., & Gómez-Pérez, A. (2002). Overview and analysis of methodologies for building ontologies. *The Knowledge Engineering Review*, 17(2), 129–156.
- Ferreras, A., Poveda, R., Quílez, M., & Poll, N. (2017). Improving the Quality of Life of Persons with Intellectual Disabilities Through ICTs. U *Harnessing the Power of Technology to Improve Lives* (str. 257-264). Amsterdam: IOS Press BV.
- Fink-Hafner, D., Dagen, T., Doušak, M., Novak, M., & Hafner-Fink, M. (2019). Delphi Method: Strengths and Weaknesses. *Metodološki zvezki - Advances in Methodology and Statistics*, 2, 1-19.
- Florian, L., & Hegarty, J. (2004). *ICT and special educational needs: A tool for inclusion*. Bergshire: Open University Press.
- Fraser, S., & Salter, G. (1997). A motivational view of information systems success: a reinterpretation of DeLone & McLean's model. *Proceedings of the sixth Australasian conference on information systems* (str. 119–140). Australia: Curtin University of Technology.

- Freeze, R. D., Alshare, K. A., Lane, P. L., & Wen, H. J. (2010). IS Success Model in E-Learning Context Based on Students' Perceptions. *Journal of Information Systems Education*, 21(2), 173–184.
- Freina, L., Bottino, R., Ott, M., & Costa, F. (2015). Social empowerment of intellectually impaired through a cloud mobile system. *Future Internet*, 7(4), 429-444.
- Friedman, M. G., & Bryen, D. (2007). Web accessibility design recommendations for people with cognitive disabilities. *Technology & Disability*, 19(4), 205-212.
- Fu, Y., Wu, J., Wu, S., Chai, H., & Xu, Y. (2015). Game System for Rehabilitation Based on Kinect is Effective for Mental Retardation. *MATEC Web of Conferences*. EDP Sciences.
- Fuchs, K., & Henning, P. A. (2018, 6). Cognitive Space Time: A Model for Human-Centered Adaptivity in E-Learning. *2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*, (pp. 1-9). doi:10.1109/ICE.2018.8436283
- Furst, E. (1994). Bloom's taxonomy: Philosophical and educational issues. In L. Anderson, & L. Sosniak (Eds.), *Bloom's taxonomy: A forty-year retro-spective: Ninety-third yearbook of the National Society for the Study of Education* (pp. 28-40). Chicago: University of Chicago Press.
- Gable, G., Sedera, D., & Chan, T. (2008). Re-conceptualizing information system success: the IS-impact measurement model. *Journal of the Association for Information Systems*, 9(7), 377–408.
- Gagne, R., & Briggs, L. (1974). *Principles of Instructional Design*. New York: Holt, Rinehart nad Winston, Inc.
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Sim. Gaming*, 33(4), 441-467.
- Gasmi, H., & Bouras, A. (2018). Ontology-Based Education/Industry Collaboration System. *IEEE Access*, 6, 1362-1371. doi:10.1109/ACCESS.2017.2778879
- Gee, J. P. (2003). *What Video Games Have to Teach Us about Learning and Literacy*. New York: Palgrave Macmillan.
- Gee, J. P. (2008). Video Games and Embodiment. *Games and Culture*, 3(3-4), 253-263.
- Gelsomini, M., Garzotto, F., Montesano, D., & Occhiuto, D. (2016). Wildcard: A wearable virtual reality storytelling tool for children with intellectual developmental disability. *2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, (pp. 5188--5191).
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference 11.0*. Boston: Allyn & Bacon.
- Ghannem, A. (2014). Characterization of Serious Games Guided by the Educational Objectives. *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 227–233). Salamanca, Spain: Association for Computing Machinery.

- Girard, C., Ecalle, J., & Magnan, A. (2013). Serious games as new educational tools: How effective are they? A meta-analysis of recent studies. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(3), 207-219.
- Glover, I. (2013). Play as you learn: Gamification as a technique for motivating learners. *World conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*. Chesapeake, VA.
- Gómez-Pérez, A., Fernández-López, M., & Corcho, O. (2004). *Ontological engineering: with examples from the areas of knowledge management, e-Commerce and the Semantic Web*. London: Springer.
- Goncharow, A., Boekelheide, A., McQuaigue, M., Burlinson, D., Saule, E., Subramanian, K., & Payton, J. (2019). Classifying Pedagogical Material to Improve Adoption of Parallel and Distributed Computing Topics. *IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium Workshops (IPDPSW)* (pp. 312-319). Rio de Janeiro: IEEE.
- Gorla, N., Somers, T., & Wong, B. (2010). Organizational impact of system quality, information quality, and service quality. *Journal of Strategic Information Systems*, 19, 207–228.
- Grivokostopoulou, F., Perikos, I., Paraskevas, M., & Hatzilygeroudis, I. (2019, 6). An Ontology-based Approach for User Modelling and Personalization in E-Learning Systems. *2019 IEEE/ACIS 18th International Conference on Computer and Information Science (ICIS)*, (pp. 1-6). doi:10.1109/ICIS46139.2019.8940269
- Grosan, C., & Abraham, A. (2011). Rule-Based Expert Systems. *Intelligent Systems: Intelligent Systems Reference Library*, 14, 149-185.
- Gruber, T. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2), 199-220.
- Guarino, N. (1998). *Formal Ontology in Information Systems*. Amsterdam, Netherlands: IOS Press.
- Guarino, N., Uniti, S., & Giaretta, P. (1995). Ontologies and Knowledge Bases. Towards a Terminological Clarification. In N. Mars, *Towards Very Large Knowledge Bases* (pp. 25-32). Amsterdam: IOS Press.
- Guarnieri, R., Crocetta, T., Massetti, T., Barbosa, R., De Lima Antão, J., Antunes, T., . . . De Abreu, L. (2019). Test-retest reliability and clinical feasibility of a motion-controlled game to enhance the literacy and numeracy skills of young individuals with intellectual disability. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(2), 111-121.
- Gutierrez, P., & Martorell, A. (2011). People with Intellectual Disability and ICTs. *Scientific Journal of Media Literacy*, 18(36), 173-180.
- Gutterman, B., Rahman, S., Supelano, J., Thies, L., & Yang, M. (2009). *Information Communication & Technology (ICT) in Education for Development*. New York: GAID.
- Haenlein, M., & Kaplan, A. (2004). A Beginner's Guide to Partial Least Squares Analysis. *Understanding Statistics*, 3(4), 283–297.

- Hafidh, R., Sharif, M., & Alsallal, M. (2019). Smart Holistic Model for Children and Youth with Special Educational Needs and Disabilities. *International Conference on Computing, Electronics & Communications Engineering (iCCECE)* (str. 130-135). London, UK: IEEE.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Andersen, R. E. (2010). *Multivariate data analysis (7th ed.)*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Han, L. (2018, 8). An Interdisciplinary Intelligent Teaching System Model Based on College Students' Cognitive Ability. *2018 International Conference on Virtual Reality and Intelligent Systems (ICVRIS)*, (pp. 259-262). doi:10.1109/ICVRIS.2018.00070
- Haszard, J., Williams, S., Dawson, A., Skidmore, P., & Taylor, R. (2013). Factor analysis of the comprehensive feeding practices questionnaire in a large sample of children. *Appetite*, 62, 110-118.
- Heiyanthuduwege, S. R., Schwitter, R., & Orgun, M. (2014). Towards an OWL 2 Profile for Defining Learning Ontologies. *IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 553-555). Athens: IEEE.
- Hernandez-Lara, M., Martinez-Garcia, A., & Caro, K. (2023). Using Emotion4Down: Evaluating the Design of a Serious Video Game for Supporting Emotional Awareness with People with Intellectual Disabilities . *Interacting with Computers*.
- Herre, H., Heller, B., Burek, P., Hoehndorf, R., Loebe, F., & Michalek, H. (2006). *General Formal Ontology (GFO): A Foundational Ontology Integrating Objects and Processes*. Leipzig: University of Leipzig.
- Hnida, M., Idrissi, M. K., & Bennani, S. (2018, 4). Overview of CALEP: a Competency Based Learning Path Generation System. *2018 17th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, (pp. 1-6). doi:10.1109/ITHET.2018.8424772
- Horvat, J., & Mijoč, J. (2019). *Istraživački SPaSS*. Zagreb: Naklada Ljevak.
- Huh, Y., Keller, F., Redman, T., & Watkins, A. (1990). Data quality. *Information and Software Technology*, 32, 559–565.
- Hussaan, A., Sehaba, K., & Mille, A. (2011). Tailoring Serious Games with Adaptive Pedagogical Scenarios - A serious game for persons with cognitive disabilities. *11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, (pp. 486-490).
- Ibrahim, M. E., Yang, Y., Ndzi, D. L., Yang, G., & Al-Maliki, M. (2019). Ontology-Based Personalized Course Recommendation Framework. *IEEE Access*, 7, 5180-5199. doi:10.1109/ACCESS.2018.2889635
- IEEE. (1996). *Standard for Developing Software Life Cycle Processes*. IEEE Computer Society.
- IEEE. (20. December 2013). *Computer Science Curricula 2013 - ACM*. Preuzeto 17. January 2020 iz https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/cs2013_web_final.pdf ACM:
- Ingavélez-Guerra, P., Robles-Bykbaev, V., Otón, S., Vera-Rea, P., Galán-Men, J., Ulloa-Amaya, M., & Hilera, J. R. (2018, 11). A proposal based on knowledge modeling and ontologies

- to support the accessibility evaluation process of learning objects. *2018 Congreso Argentino de Ciencias de la Informática y Desarrollos de Investigación (CACIDI)*, (pp. 1-5). doi:10.1109/CACIDI.2018.8584355
- Irvine, J. (2017). A Comparison of Revised Bloom and Marzano's New Taxonomy of Learning. *Research in Higher Education Journal*, 33, 1-16.
- Isasi, A., Basterretxea, A., Zorrilla, A., & Zapirain, B. (2013). Helping children with Intellectual Disability to understand healthy eating habits with an iPad based serious game. *Proceedings of CGAMES'2013*, (pp. 169-173). Louisville, KY.
- Ishak, S. A., Hasran, U. A., & Din, R. (2023). Media Education through Digital Games: A Review on Design and Factors Influencing Learning Performance. *Education Sciences*, 13(2), 102.
- Issa, L., & Jusoh, S. (2019, 10). Applying Ontology in Computational Creativity Approach for Generating a Story. *2019 2nd International Conference on new Trends in Computing Sciences (ICTCS)*, (pp. 1-6). doi:10.1109/ICTCS.2019.8923095
- Jabar, M. A., Khalefa, M. S., Abdullah, R. H., & Abdullah, S. (2013). Overview of types of Ontology in the software development process. *IEEE Conference on Open Systems (ICOS)* (pp. 83-88). Kuching: IEEE.
- Jensen, J. (2017). A systematic literature review of the use of Semantic Web technologies in formal education. *British Journal of Educational Technology*, 1-13.
- Jiang, H. (2019, 4). An Efficient Semantic Retrieval Method for Network Education Information Resources. *2019 11th International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA)*, (pp. 522-526). doi:10.1109/ICMTMA.2019.00121
- Jiménez, M. R., Pulina, F., & Lanfranchi, S. (2015). Video games and intellectual disabilities: A literature review. *Life Span and Disability*, 18(2), 147-165.
- Johny, K., & Harish, G. (2016). ICT enabled tool for vocational training and evaluation of persons with mental retardation. *International Symposium on Technology and Society (ISTAS)*. Kollam.
- Johny, K., Harish, G., & Anoop, A. (2012). Evaluation and assessment tool for mentally challenged children. *International Conference on Information Technology based Higher Education and Training (ITHET)*. Istanbul.
- Jonassen, D. (2004). *Learning to solve problems: An Instructional Design Guide*. San Francisco: Pfeiffer.
- Jounaidi, A., & Bahaj, M. (2017). Designing and implementing XML schema inside OWL ontology. *International Conference on Wireless Networks and Mobile Communications (WINCOM)*, (pp. 1-7). Rabat.
- Jukić, V., Arbanas, G., & (Ur.). (2014). *DSM-5 Dijagnostički i statistički priručnik za duševne poremećaje*. Jastrebarsko: Naklada Slap. Preuzeto 3. Ožujak 2017 iz <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-za-pacijente/zdravlje-djece/mentalna-retardacija>

- Jung, S. (2013). Exploratory factor analysis with small sample sizes: A comparison of three approaches. *Behav.*, 97, 90-95.
- Kapp, K. (2012). *The gamification of Learning and Instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco: John Wiley and Sons.
- Karagianni, E., & Drigas, A. (2022). Digital Games for down Syndrome Children's Language and Cognitive Development. *Technium Social Sciences Journal*, 35, 162-185.
- Karal, H., Kokoç, M., & Ayyıldız, U. (2010). Educational computer games for developing psychomotor ability in children with mild mental impairment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 9, 996-1000.
- Karamatić Brčić, M. (2011). Svrha i cilj inkluzivnog obrazovanja. *Acta Iadertina*, 8(1), 39-47.
- Keet, M. (2018). *An Introduction to Ontology Engineering*. Cape Town: Maria Keet.
- Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and Higher Education*, 8(1), 13-24.
- Kim, M., Kim, J. H., & Lennon, S. (2006). Online service attributes available on apparel retail web sites: an E-S-QUAL approach. *Managing Service Quality*, 16(1), 51-77.
- Kim, S., Ahn, K., & Kim, S. (2019). A Method of Educational Quality Administration based on Hyper Meta Ontology. *IEEE International Conference on Computational Science and Engineering (CSE) and IEEE International* (pp. 237-242). New York, NY, USA, USA : IEEE.
- Kiner, C., & Kiner, T. (2011). Development of an Interactive Artifact for Cognitive Rehabilitation based on Augmented Reality. *International Conference on Virtual Rehabilitation*. Zurich.
- Kirinić, V., Vidaček-Hainš, V., & Kovačić, A. (2010). Computers in Education of Children with Intellectual and Related Developmental Disorders. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 5(2), 12-16.
- Kizilkaya, G., Torunand, E., & Askar, P. (2007). Restructuring E-learning With Ontologies. *International Conference on Computational Science and its Applications* (pp. 161-164). Kuala Lumpur: Springer.
- Klarin, K., Nazor, I., & Celar, S. (2019). Ontology literature review as guidelines for improving Croatian Qualification Framework . *42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, (pp. 1402-1407). Opatija.
- Kubekov, B., Zhaksybaeva, N., Naumenko, V., & Utegenova, A. (2018, 10). Methodology of formation of educational resources On the basis of ontology. *2018 IEEE 12th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT)*, (pp. 1-6). doi:10.1109/ICAICT.2018.8747069
- Kuswardhana, D., Hasegawa, S., & Juhanaini. (2017). The instructional thematic game for children with mild mental retardation: For enhancement of left-right recognition skill. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 7(1), 469-478.

- La Berge, D. (1995). *Attentional processing: The brain's art of mindfulness*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Lassila, O., & McGuinness, D. (2001). The Role of Frame-Based Representation on the Semantic Web. *Computer Science*.
- Lee, S. (2017). Improving Jaccard Index for Measuring Similarity in Collaborative Filtering. *Information Science and Applications* (str. 799-806). Singapore: Springer.
- Lendyuk, T., Rippa, S., Bodnar, O., & Sachenko, A. (2018, 9). Ontology Application in Context of Mastering the Knowledge for Students. *2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, 2, pp. 123-126. doi:10.1109/STC-CSIT.2018.8526710
- Liao, S. (2005). Expert system methodologies and applications—a decade review from 1995 to 2004. *Expert Systems with Applications*, 28(1), 93-103.
- Ligeza, A. (2006). *Logical Foundations for Rule-Based Systems*. Berlin: Springer.
- Liou, W., & Chang, C. (2018). Virtual reality classroom applied to science education. *23rd International Scientific-Professional Conference on Information Technology (IT)*. Zabljak.
- Liu, Y., Ren, Y., Hu, L., & Liu, Z. (2012). Study on highway geological disasters knowledge base for remote sensing images interpretation. *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium* (pp. 6126-6129). Munich: IEEE.
- Lopez-Basterretxea, A., Mendez-Zorrilla, A., Garcia-Zapirain, B., Madariaga-Ortuzar, A., & Lazcano-Quintana, I. (2014). Serious games to promote independent living for intellectually disabled people: Starting with shopping. *2014 Computer Games: AI, Animation, Mobile, Multimedia, Educational and Serious Games (CGAMES)*, (pp. 1-4). Louisville, KY.
- Maffei, A., Giudici, M., & Samir, K. (2019, 3). An ontological framework to support the creation and use of phenomenographical knowledge. *2019 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE)*, (pp. 1-5). doi:10.1109/EDUNINE.2019.8875801
- Mandula, K., Parupalli, R., Vullamparthi, A., Murti, C., Magesh, E., & Nelaturu, S. (2016). ICT based special education assessment framework for inclusive education in India. *3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)*. New Delhi, India.
- Mapar, M., Jafari, M., Mansouri, N., Arjmandi, R., Azizinezhad, R., & Ramos, T. (2020). A composite index for sustainability assessment of health, safety and environmental performance in municipalities of megacities. *Sustainable Cities and Society*, 1-38.
- Martínez-Ramírez, Y., Ramírez-Noriega, A., Zayas-Esquer, M., Miranda-Mondaca, S., Armenta-Bojorquez, J., Quintero-Fonseca, M., . . . Cortes-Velázquez, C. (2018, 9). Architecture of Mathematical Knowledge Management System in Education: ontology-based and case-based. *2018 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, (pp. 1-5). doi:10.1109/SIIE.2018.8586771

- Marzano, R., & Kendall, J. (2007). *The new taxonomy of educational objectives* (2nd izd.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Matson, J., Rivet, T., Fodstad, J., Dempsey, T., & Boisjoli, J. (2009). Examination of adaptive behavior differences in adults with autism spectrum disorders and intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 30, 1317-1325.
- Maulik, P. K., Mascarenhas, M. N., Mathers, C., Dua, T., & Saxena, S. (2011). Prevalence of intellectual disability: a meta-analysis of population-based studies. *Research in Developmental Disabilities*, 32(2), 419-436.
- Mayer, R., & Alexander, P. (2011). *Handbook of research on learning and instruction*. New York: NY: Routledge.
- Means, B. (1994). *Technology and education reform: The reality behind the promise*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Mengue-Topio, H., Courbois, Y., Farran, E. K., & P., S. (2011). Route learning and shortcut performance in adults with intellectual disability: a study with virtual environment. *Research In Developmental Disabilities*, 32, 345-352.
- Mitsis, K., Zarkogianni, K., Bountouni, N., Athanasiou, M., & Nikita, K. S. (7 2019). An Ontology-Based Serious Game Design for the Development of Nutrition and Food Literacy Skills. *2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, (str. 1405-1408). doi:10.1109/EMBC.2019.8856604
- Mizoguchi, R., Welkenhuysen, J., & Ikeda, M. (1995). Task Ontology for reuse of problem solving knowledge. *Towards Very Large Knowledge Bases*, 46-59.
- Moljord, G. (2018). Curriculum research for students with intellectual disabilities: a content-analytic review. *European Journal of Special Needs Education*, 3(55), 646-659.
- Mosharraf, M., & Taghiyareh, F. (2019). Automatic Syllabus-Oriented Remixing of Open Educational Resources Using Agent-Based Modeling. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 1-1.
- MZO. (2017). *Okvir za poticanje i prilagodbu iskustava učenja te vrednovanje postignuća djece i učenika s teškoćama*. Preuzeto 12. srpanj 2018 iz https://mzo.hr/sites/default/files/migrated/prijedlog_okvir_teskoce_nakon_strucne_rasprave.pdf
- MZO. (2021). Smjernice za rad s učenicima s teškoćama u razvoju. Zagreb.
- Nahhas, S., Bamasag, O., Khemakhem, M., & Bajnaid, N. (2019). Bridging Education and Labor Skills by a Novel Competency-Based Course Linked-Data Model. *IEEE Access*, 7, 119087-119098. doi:10.1109/ACCESS.2019.2937233
- Nahhas, S., Bamasag, O., Khemakhem, M., & Bajnaid, N. (2019, 5). Leveraging Linked Data to Propel Competency-Based Education Based on Labour Skills. *2019 2nd International Conference on Computer Applications Information Security (ICCAIS)*, (pp. 1-6). doi:10.1109/CAIS.2019.8769503

- Narodne novine 151/22. (2022). *Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi*. Preuzeto 20. lipanj 2018. iz <https://www.zakon.hr/z/317/Zakon-o-odgoju-i-obrazovanju-u-osnovnoj-i-srednjoj-%C5%A1koli>
- Narodne novine 24/2015. (2015). *Pravilnik o osnovnoškolskom i srednjoškolskom odgoju i obrazovanju učenika s teškoćama u razvoju*. Preuzeto 30. kolovoz 2018 iz https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_03_24_510.html
- Narodne novine 42/2017. (2017). Nacionalna strategija izjednačavanja mogućnosti za osobe s invaliditetom od 2017. do 2020. godine. Zagreb. Preuzeto 20. srpanj 2018 iz https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_04_42_967.html
- NCREL. (2004). *NCREL - North Central Regional Educational Laboratory*. Preuzeto 3. Veljače 2017 iz <http://www.ncrel.org/sdrs/areas/issues/methods/tehcnlgy/te7assist.html>
- NLESD. (2014). *Training for Guidance Counsellors and Educational Psychologists*. Retrieved July 29, 2019, from Official website of the Government of Newfoundland and Labrador:
https://www.gov.nl.ca/eedcd/files/k12_studentsupportservices_prolearn_pdf_pl_guidance_counsellor_ed_psych.pdf
- Noonan Walsh, P., Keer, M., Van Schroyensteen, H., & De Valk, L. (2003). Health indicators for people with intellectual disabilities: A European perspective. *European Journal of Public Health, 13*(3), 47-50.
- Not, T. (2008). Mentalna retardacija: definicija, klasifikacija i suvremena podrška osobama s intelektualnim teškoćama. *Nova prisutnost, 6*(3), 339-351.
- Noy, N., & McGuinness, D. (2001). *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. Stanford, CA: Stanford knowledge systems laboratory technical report KSL-01-05.
- NSF/IEEE-TCPP Curriculum Working Group. (2012, December 27). *Curriculum Initiative on Parallel and Distributed Computing*. Retrieved from NSF/IEEE-TCPP: <https://tcpp.cs.gsu.edu/curriculum/>
- Nurjanah, D. (2018, 4). LifeOn, a ubiquitous lifelong learner model ontology supporting adaptive learning. *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, (pp. 866-871). doi:10.1109/EDUCON.2018.8363321
- O'Brien, D., Lawless, K., & Schrader, P. (2010). A Taxonomy of Educational Games. In Y. Baek, *Gaming for Classroom-Based Learning: Digital Role Playing as a Motivator of Study* (pp. 1-23). Hershey, PA: IGI Global.
- Okoli, C., & Schabram, K. (2010). A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research. *SSRN Electronic Journal, 10*-26.
- O'Leary, D. E. (1998). Using AI in knowledge management: knowledge bases and ontologies. *IEEE Intelligent Systems and their Applications, 13*(3), 34-39.
- Oliveira Malaquias, F., Malaquias, R., Lamounier Jr., E., & Cardoso, A. (2013). VirtualMat: A serious game to teach logical-mathematical concepts for students with intellectual disability. *Technology and Disability, 25*(2), 107-116.

- Panerai, S., Catania, V., Rundo, F., & Ferri, R. (2018). Remote home-based virtual training of functional living skills for adolescents and young adults with intellectual disability: Feasibility and preliminary results. *Frontiers in Psychology*, 9, 1-6.
- Parasuraman, A., Berry, L., & Zeithaml, V. (1988). SERVQUAL: a multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*, 64(1), 12-40.
- Parette, H. (1997). Assistive technology devices and services. *Education and Training in Mental Retardation and Developmental Disabilities*, 32, 267-280.
- Pensieri, C., & Pennacchini, M. (2014). Overview: Virtual Reality in Medicine. *Journal of Virtual Worlds and Research*, 7(1), 1-34.
- Petter, S., DeLone, W. H., & McLean, E. (2008). Measuring information system success: models, dimensions, measures, and interrelationships. *European Journal of Information*, 17, 236–263.
- Piaget, J. (1962). *Play Dreams & Imitation in Childhood*. New York: W. W. Norton & Company.
- Piedra, N., & Caro, E. T. (4 2018). LOD-CS2013: Multilearning through a semantic representation of IEEE computer science curricula. *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, (str. 1939-1948). doi:10.1109/EDUCON.2018.8363473
- Piki, A., Markou, M., & Vasiliou, A. (2016). Learning through Play: The Role of Learning and Engagement Theory in the Development of Educational Games for Intellectually Challenged Children. *International Conference on Interactive Technologies and Games (ITAG)*, (pp. 1-6).
- Plass, J., Homer, B., & Kinzer, C. (2015). Foundations of Game-Based Learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258-283.
- Poredoš Lavor, D., & Radišić, N. (2011). Otežana životna prilagodba osobe s intelektualnim teškoćama i poremećajem u ponašanju. *Policija i sigurnost*, 20(4), 609-615.
- Prayaga, L., & Rasmussen, K. L. (2008). Ontology of serious games. *i-manager's Journal of Educational Technology*, 5(2), 10-21.
- Prensky, M. (2001). The Games Generations: How Learners Have Changed. U M. Prensky, *Digital Game-based Learning* (str. 2-26). California: McGraw-Hill.
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *ACM Computers in Entertainment*, 1(1).
- Raies, K., Rebhi, K., & Khemaja, M. (2014). Towards ontology of gameplay: application to game based learning systems. *AIM SG*, 26-37.
- Rami, S., Bennani, S., & Idrissi, M. K. (2018, 4). A Novel ontology-based automatic method to predict learning style using Felder-silverman model. *2018 17th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, (pp. 1-5). doi:10.1109/ITHET.2018.8424774
- Raud, Z., Vodovozov, V., Petlenkov, E., & Serbin, A. (2018, 11). Ontology-Based Design of Educational Trajectories. *2018 IEEE 59th International Scientific Conference on Power*

- and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON)*, (pp. 1-4). doi:10.1109/RTUCON.2018.8659893
- Ribeiro, J., Moreira, A., & Almeida, A. (2009). An approach to Inclusion through Information and Communication Technology. *Actas do i Congresso Internacional Familia, escola e sociedade - Educação Especial Educare*. Oporto.
- Robles-Bykbaev, V., Arévalo-Illescas, C., Carrera-Hidalgo, P., Robles-Bykbaev, Y., Tigre-Andrade, G., Ochoa-Fajardo, D., . . . Martínez-Gutiérrez, J. (2019, 6). e-Ucumari: A multimedia device based on ontologies and embedded systems for pedagogical support of children with multi-disabilities. *2019 IEEE Colombian Conference on Communications and Computing (COLCOM)*, (pp. 1-6). doi:10.1109/ColComCon.2019.8809182
- Rocha, T., Bessa, M., Gonçalves, M., Cabral, L., Godinho, F., & Peres, E. (2012). The Recognition of Web Pages' Hyperlinks by People with Intellectual Disabilities: An Evaluation Study. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 25(6), 542-552.
- Rocha, T., Bessa, M., Melo, M., Barroso, J., & Cabral, L. (2016). Evaluating Selection, Manipulation and Navigation Tasks by People with Intellectual Disabilities. *Encontro Português de Computação Gráfica e Interação*. Guimarães.
- Roussey, C., Pinet, F., Kang, M., & Corcho, O. (2011). An Introduction to Ontologies and Ontology Engineering. In G. Falquet, C. Métral, J. Teller, & C. Tweed, *Ontologies in Urban Development Projects* (pp. 9-38). London: Springer-Verlag .
- Rugelj, J. (2016). Serious Computer Games Design for Active Learning in Teacher Education. *Serious Games, Interaction, and Simulation: 5th International Conference, SGAMES 2015*, (str. 94-102). Novedrate, Italy.
- Saad, S., Dandashi, A., Aljaam, J., & Saleh, M. (2015). The Multimedia-Based Learning System Improved Cognitive Skills and Motivation of Disabled Children with a Very High Rate. *Educational Technology & Society*, 18(2), 366-379.
- Sabeh, H. N., Husin, M. H., Kee, D. M., Baharudin, A. S., & Abdullah, R. (2021). A Systematic Review of the DeLone and McLean Model of Information Systems Success in an E-Learning Context (2010-2020). *IEEE Access*, 9, 81210-81235.
- Saleh, M. S., Aljaam, J. M., Karime, A., & Saddik, A. E. (2013). An edutainment system for assisting qatari children with moderate intellectual and learning disability through exerting physical activities. *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, (pp. 886-892).
- Salem, A., & Nikitaeva, A. (2019). Knowledge Engineering Paradigms for Smart Education and Learning Systems. *42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)* (pp. 1571-1574). Opatija: IEEE.
- Samia, Z., Khaled, R., & Warda, Z. (2018, 10). Multi-Agent Systems and Ontology for Supporting Management System in Smart School. *2018 3rd International Conference on Pattern Analysis and Intelligent Systems (PAIS)*, (pp. 1-8). doi:10.1109/PAIS.2018.8598505

- Šarić, I., & Šerić, L. (2018, 9). Time Spent Online as an Online Learning Behavior Variable in a Blended Learning Environment with an Ontology-Based Intelligent Tutoring System. *2018 26th International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM)*, (pp. 1-6). doi:10.23919/SOFTCOM.2018.8555854
- Saridaki, M., Gouscos, D., & Meimaris, M. (2008). Digital Game-based learning for students with mild intellectual disability: The EPINOISI project. *EUTIC*. Lisbon.
- Schekotihin, K., Rodler, P., Schmid, W., & Fleiß, P. (9. 5 2023). *OntoDebug*. Dohvaćeno iz Interactive Ontology Debugging in Protégé : <http://isbi.aau.at/ontodebug/>
- Schreiber, M., Malesios, C., & Psarakis, S. (2012). Exploratory factor analysis for the Hirsch index, 17 h-type variants, and some traditional bibliometric indicators. *J. Informetr*, 6, 347-358.
- Seon-Chil, K., & Hyun-suk, L. (2021). Effect of Game-Based Cognitive Training Programs on. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(18), 1-13.
- Sereti, M., Mavropoulou, A., Stylianidis, P., Politopoulos, N., Tsiatsos, T., & Douka, S. (2020). Design, Creation and Evaluation of TEAM, A Serious Game for Teamwork Development. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, (str. 743-754).
- Shaffer, D., Halverson, R., Squire, K., & Gee, J. (2005). Video games and the future of learning. *WCER*, (str. 2005-). Madison.
- Sharma, D., & Swadia, H. (2016). Efficacy of Computer Assisted Instructions on Academic Achievement of Intellectually Disabled Children. *The International Journal of Indian Psychology*, 4(1), 6-16.
- Shih, C., Shih, C., & Wang, S. (2010). Assisting people with disabilities improves their collaborative pointing efficiency with a Multiple Cursor Dynamic Pointing Assistive Program. *Research In Developmental Disabilities*, 31, 1251-1257.
- Shurr, J., & Bouck, E. (2013). Research on Curriculum for Students with Moderate and Severe Intellectual Disability: A Systematic Review. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 48(1), 76-81.
- Sigh, Y., & Agarwal, A. (2013). Teaching mathematics to children with mental retardation using computer games. *Educatoria Confab*, 2(1), 44-58.
- Silva, V. J., & Dorça, F. A. (2019, 7). An Automatic and Intelligent Approach for Supporting Teaching and Learning of Software Engineering Considering Design Smells in Object-Oriented Programming. *2019 IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 2161-377X, pp. 321-323. doi:10.1109/ICALT.2019.00100
- Sirin, E., Parsia, B., Cuenca Grau, B., Kalyanpur, A., & Katz, Y. (2007). Pellet: A practical OWL-DL reasoner. *Journal of Web Semantics*, 5(2), 51-53.
- Skočić Mihić, S. (2023). *Inkluzivni odgoj i obrazovanje - priručnik za odgajatelje*. Rijeka: Učiteljski fakultet.

- Smith, B. (2004). Ontology. U L. Floridi, *The Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information* (str. 153-166). Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Smith, P. (2008). *Serious Games 101*. S&T Organization.
- Somadasa, K., Karunadhipathi, M., Wickramasinghe, N., Subasingha, S., Kodagoda, N., & Suriyawansa, K. (2018, 12). Online Learning Resources Finder Based on Computer Programming Domain. *2018 IEEE International Conference on Information and Automation for Sustainability (ICIAFS)*, (pp. 1-5). doi:10.1109/ICIAFS.2018.8913365
- Soomro, S., Hafeez, A., Shaikh, A., & Musavi, S. (2014). Ontology Based Requirement Interdependency Representation and Visualization. *Communication Technologies, Information Security and Sustainable Development* (pp. 259-270). Springer.
- Sparrow, S., Balla, D., & Cicchetti, D. V. (1984). *The Vineland adaptive behavior scales (survey form)*. Circle Pines: MN: American Cambridge University Press.
- Staddon, J., & Cerutti, D. (2003). Operant conditioning. *Annual Review of Psihology*, 54, 115-144.
- Stančin, K., & Hoić-Božić, N. (2019). The use of information and communication technology in upbringing and education of students with intellectual disabilities . *13th International Technology, Education and Development Conference (INTED)* (pp. 2902-2910). Valencia, Spain: IATED.
- Stančin, K., Hoić-Božić, N., & Skočić Mihić, S. (2020). Using Digital Game-Based Learning for Students with Intellectual Disabilities – A Systematic Literature Review. *Informatics in education*, 19(2), 323–341.
- Stančin, K., Hoić-Božić, N., & Skočić Mihić, S. (2022). Key Characteristics of Digital Educational Games for Students with Intellectual Disabilities. *International Journal of Game-Based Learning*, 12, 1-15.
- Stančin, K., Pošćić, P., & Jakšić, D. (2020). Ontologies in education - state of the art. *Education and Information Technologies*, 25, 5301–5320.
- Strmečki, D., Bernik, A., & Radošević, D. (2015). Gamification in E-Learning: Introducing Gamified Design Elements into E-Learning Systems. *Journal of Computer Sciences*, 11(12), 1108-1117.
- Suliman, M. M., & Faryadi, Q. (2013). he effect of information quality in e-learning system. *International Journal of Applied Science and Technology*, 6(3), 24–33.
- Talukdar, J., Singh, T. P., & Barman, B. (2023). Rule-Based Expert systems. *Artificial Intelligence in Helthcare Industry*, 145-158.
- Tang, S., Hanneghan, M., & El Rhalibi, A. (2007). Describing Games for Learning: Terms, Scope and Learning Approaches. *The Fifth Annual International Conference in Computer Game Design and technology*, (pp. 98-102). Liverpool, UK.
- Tarabić, B., & Tomac, P. (travanj 2014). Intelektualne teškoće - dijagnostika i klasifikacija. *Gyrus*, str. 130-133.

- Tassé, M. J., Luckasson, R., & Schalock, R. L. (2016). The Relation between intellectual functioning and adaptive behavior in the diagnosis of intellectual disability. *Intellectual Developmental Disabilities*, 54, 381-390.
- Taylor, R., Richards, S., & Brady, M. (2005). *Mental retardation: Historical perspective, current practices, and future directions*. Boston: Allyn&Bacon.
- Tsai, C., & Fan, Y. (2013). Research trends in game-based learning research in online learning environments: A review of studies published in SSCI-indexed journals from 2003 to 2012. *British Journal of Educational Technology*, 44(5), E115-E119.
- Tsikinas, S., & Xinogalos, S. (2018). Designing Effective Serious Games for People with Intellectual Disabilities. *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, (pp. 1896-1903). Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain.
- Tsikinas, S., & Xinogalos, S. (2018). Studying the effects of computer serious games on people with intellectual disabilities or autism spectrum disorder: A systematic literature review. *Journal of Computer Assisted Learning*, 1-13.
- Uschold, M., & Gruninger, M. (1996). Ontologies: Principles, Methods and Applications. *Knowledge Engineering Review*, 11(2), 1-63.
- van Heijst, G., van der Spek, R., & Kruizinga, E. (1996). Organizing Corporate Memories. *Tenth Knowledge Acquisition for Knowledge-* (pp. 42.1–42.17). Banff, Canada: Gaines BR.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478.
- Verma, V., & Aggarwal, R. K. (2020). A comparative analysis of similarity measures akin to the Jaccard index in collaborative recommendations: empirical and theoretical perspective. *Social Network Analysis and Mining*, 10(43).
- Vuijk, P. J., Hartman, E., Scherder, E., & Visscher, C. (2010). Motor performance of children with mild intellectual disability and borderline intellectual functioning. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(2), 955–965.
- W3C. (2013, 12 11). OWL. Retrieved from W3C Semantic Web: <https://www.w3.org/OWL/>
- Wang, Y., & Zatarain, O. A. (2018). Design and Implementation of a Knowledge Base for Machine Knowledge Learning. *17th International Conference on Cognitive Informatics & Cognitive Computing* (pp. 70-77). Berkeley, CA: IEEE.
- Wang, Y., Wang, Z., Hu, X., Bai, T., Yang, S., & Huang, L. (2019, 8). A Courses Ontology System for Computer Science Education. *2019 IEEE International Conference on Computer Science and Educational Informatization (CSEI)*, (pp. 251-254). doi:10.1109/CSEI47661.2019.8938930
- Wassenberg-Severijn, J., Custers, J. W., Hox, J., Vermeer, A., & Helders, P. J. (2003). Reliability of the Dutch Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI). *Clinical Rehabilitation*, 17, 457-462.
- Wehmeyer, M., Argan, M., & Hughes, C. (1998). *Teaching self-determination to students with disabilities: Basic skills for successful transition*. Baltimore: MD:Brookes.

- Whitton, N. (2009). *Learning with Digital Games: A Practical Guide to Engaging Students in Higher Education*. New York: Routledge.
- Williams, P., Jamali, H., & Nicholas, D. (2006). Using ICT with people with special education needs: what the literature tells us. *Aslib Proceedings*, 58(4), 330-345.
- Woo, J. (2014). Digital Game-Based Learning Supports Student Motivation, Cognitive Success, and Performance Outcomes. *Educational Technology & Society*, 17(3), 291-307.
- Woolfork, A. (2016.). *Edukacijska psihologija*. Jastrebarsko: Naklada SLAP.
- Yakkundi, A., Dillenburger, K., & Goodman, L. (2017). An inclusive programme for individuals with autism and intellectual disability using multi-media. *23rd International Conference on Virtual System & Multimedia (VSMM)*, (pp. 1-5). Dublin.
- Yasir, T. (2018). Smart Phone Based Early Intervention Framework for Intellectually Disable Children of Pakistan. *International Conference on Frontiers of Information Technology (FIT)*, (pp. 146-151).
- Yessenova, K., Parker, J., Sadvakasova, Z., Syrgakbaeva, A., & Tazhina, G. (2020). Kazakhstani E-Learning Practice in Higher Education: The Key Trends and Challenges. *International Journal of Adult Education and Technology (IJAET)*, 11(1), 24-44.
- Yue, W., & Mat Zin, N. (2009). Usability evaluation for history educational games. *ACM International Conference Proceeding Series*, (pp. 1019-1025).
- Zagal, J., & Bruckman, A. (2008). The Game Ontology Project: Supporting Learning While Contributing Authentically to Game Studies. *Cre8ing a learning world: Proceedings of the 8th International Conference for the Learning Sciences, ICLS* (pp. 499–506). Utrecht, The Netherlands: International Society of the Learning Sciences.
- Zapušek, M., Cerar, Š., & Rugelj, J. (2011). Serious computer games as instructional technology. *Proceedings of the 34th International Convention MIPRO*, (pp. 1056-1058). Opatija.
- Zhao, J., & Guo, J. (2019, 4). Online Distance Learning Precision Service Technology Based on Big Data Analysis. *2019 IEEE 4th International Conference on Cloud Computing and Big Data Analysis (ICCCBDA)*, (pp. 39-43). doi:10.1109/ICCCBDA.2019.8725711
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25-32.

POPIS SLIKA

Slika 1. Okvir procjene za učenike s intelektualnim teškoćama (Mandula, i dr., 2016)	16
Slika 2. Tijek procesa odabira znanstvenih radova za analizu (Stančin, Hoić-Božić, & Skočić Mihić, 2020)	29
Slika 3. Broj znanstvenih radova po godini (Stančin, Hoić-Božić, & Skočić Mihić, 2020)	29
Slika 4. Broj radova po državama (Stančin, Hoić-Božić, & Skočić Mihić, 2020)	30
Slika 5. Broj radova prema području razvoja (Stančin, Hoić-Božić, & Skočić Mihić, 2020)	33
Slika 6. Metoda evaluacije provedenih istraživanja (Stančin, Hoić-Božić, & Skočić Mihić, 2020)	34
Slika 7. Tijek procesa odabira znanstvenih radova za analizu	45
Slika 8. Broj znanstvenih radova prema vrsti publikacije (Stančin, Pošćić, & Jakšić, 2020)	45
Slika 9. Broj istraživanja prema godini i kategoriji korištenja ontologije (Stančin, Pošćić, & Jakšić, 2020)	46
Slika 10. Tijek provedbe Delfi istraživanja	60
Slika 11. Marzanova i Kendalova nova taksonomija (Marzano & Kendall, 2007)	69
Slika 12. Glavne klase u ontologiji.....	74
Slika 13. Hijerarhija klase Game.....	75
Slika 14. Hijerarhija klase Student	76
Slika 15. Hijerarhija klasa	77
Slika 16. Svojstva objekta (lijevo) i svojstva podataka (desno).....	79
Slika 17. Svojstva klase ReadingLevel	80
Slika 18. Prikaz svojstva podataka hasAge.....	80
Slika 19. Primjer aspekata svojstava koji su dio logičkih aksioma ontologije.....	81
Slika 20. Primjer unesenih instanci za klasu zahtjeva za vještinom upravljanja novcem	82
Slika 21. Primjer unesenih instanci za klasu razine jezične proizvodnje učenika	82
Slika 22. Metrike ontologije	89
Slika 23. OntoDebug rezultat	90
Slika 24. Ontološki model digitalnih obrazovnih igara	90
Slika 25. Ontološki model učenika	91
Slika 26. Primjer individua za klasu MoneyLevel	91
Slika 27. Arhitektura sustava	109

Slika 28. Dijagram slučajeve korištenja	112
Slika 29. Dijagram aktivnosti „Prijaviti/registirati se u sustav“	113
Slika 30. Dijagram aktivnosti „Upravlјati učenikom“	114
Slika 31. Dijagram aktivnosti „Unijeti novog učenika“	115
Slika 32. Dijagram aktivnosti „Ažurirati postojećeg učenika“	115
Slika 33. Dijagram aktivnosti „Pregledati predložene DOI“	117
Slika 34. Dijagram aktivnosti „Pregledati detalje o odabranoj igri“	117
Slika 35. Dijagram aktivnosti „Ocijeniti i komentirati igru“	118
Slika 36. ERA model.....	120
Slika 37. Početna stranica web aplikacije	122
Slika 38. Forma za registraciju	122
Slika 39. Forma za prijavu	123
Slika 40. Korisničko sučelje nakon prijave	123
Slika 41. Sučelje za prikaz učenika	124
Slika 42. Forma za ažuriranje postojećeg učenika – opće informacije i konceptualna domena	125
Slika 43. Forma za ažuriranje postojećeg učenika – socijalna domena	126
Slika 44. Forma za ažuriranje postojećeg učenika – praktična domena.....	126
Slika 45. Sučelje za prikaz rezultata predlaganja za učenika E.A – područje čitanja	128
Slika 46. Sučelje za prikaz rezultata predlaganja za učenika E.A – područje pisanja.....	128
Slika 47. Sučelje za prikaz rezultata predlaganja za učenika E.A – područje matematičkih vještina.....	129
Slika 48. Sučelje za prikaz rezultata predlaganja za učenika E.A – područje snalaženja u vremenu	130
Slika 49. Sučelje za prikaz rezultata predlaganja za učenika E.A - područje upravljanja novcem	130
Slika 50. Sučelje za prikaz rezultata predlaganja za učenika E.A – područje svakodnevnog življenja	130
Slika 51. Parcijalno sučelje za prikaz rezultata predlaganja za učenika B.C.....	131
Slika 52. Parcijalno sučelje za prikaz rezultata predlaganja za učenika L.C.	132
Slika 53. Forma za komentiranje igre i prikaz komentara	133
Slika 54. D&M model uspješnosti informacijskog sustava (DeLone & McLean, 2003)	137

Slika 55. Predloženi model istraživanja.....	148
Slika 56. Vrijednosti zajednice indikatora	149
Slika 57. Strukturni model.....	151
Slika 58. Učenici tijekom igranja igara na prijenosnom računalu	154
Slika 59. Učenici tijekom igranja igara na tabletu.....	154
Slika 60. Učenica tijekom igranja igara na mobilnom uređaju	155

POPIS TABLICA

Tablica 1. Pregled postojećih sustava	18
Tablica 2. Kriteriji uključivanja i isključivanja za sustavni pregled literature	28
Tablica 3. Klasifikacija igara.....	31
Tablica 4. Tipovi ontologija	40
Tablica 5. Kriteriji uključivanja i isključivanja za pregled literature	44
Tablica 6. Opisi istraživanja koja koriste ontologije za modeliranje i upravljanje kurikulumom	47
Tablica 7. Opisi istraživanja koja koriste ontologije za opis domena učenja	49
Tablica 8. Opisi istraživanja koja koriste ontologije za opis podataka o učeniku	52
Tablica 9. Opisi istraživanja koja koriste ontologije za opis usluga e-učenja.....	54
Tablica 10. Opisi istraživanja koja koriste višestruke ontologije	56
Tablica 11. Broj karakteristika po kategoriji	63
Tablica 12. Skup karakteristika digitalnih obrazovnih igara pronađen u literaturi	64
Tablica 13. Usporedba revidirane Bloomove taksonomije te Marzanove i Kendalove taksonomije	70
Tablica 14. Povezanost ontologije s kategorizacijom zahtjeva i funkcionalnosti DOI	83
Tablica 15. Povezanost ontologije sa skalom procjene	86
Tablica 16. Vrijednosti kojima se opisuje učenik u pravilima i algoritmima.....	92
Tablica 17. Inicijalna pravila za predlaganje DOI	94
Tablica 18. Pravila za predlaganje DOI za područje čitanja	95
Tablica 19. Pravila za predlaganje DOI za područje pisanja.....	96
Tablica 20. Pravila za predlaganje DOI za područje matematičkih vještina	97
Tablica 21. Pravila za predlaganje DOI za područje snalaženja u vremenu.....	98
Tablica 22. Pravila za predlaganje DOI za područje upravljanja novcem	99
Tablica 23. Pravila za predlaganje DOI za područje komunikacije i svakodnevnog življenja ..	99
Tablica 24. Dodatna pravila filtriranja digitalnih obrazovnih igara	101
Tablica 25. Čestice konstrukta „Kvaliteta informacija“	138
Tablica 26. Čestice konstrukta „Kvaliteta sustava“	139
Tablica 27. Čestice konstrukta „Kvaliteta usluge“	139
Tablica 28. Čestice konstrukta „Namjera korištena/Korištenje“	140

Tablica 29. Čestice konstrukta „Zadovoljstvo korisnika“	141
Tablica 30. Čestice konstrukta „Dobrobit“	142
Tablica 31. Vrijednosti Cronbachove alfe, CR i AVE.....	150
Tablica 32. Standardizirani koeficijenti puta.....	151
Tablica 33. Srednje vrijednosti za konstrukt dobrobit.....	152

POPIS POKRATA

CP – Cerebralna paraliza

D&M model – DeLone i McLean model uspješnosti informacijskih sustava

DGBL – učenje temeljeno na digitalnim igrama (*engl. Digital Game-Based Learning*)

DOI – digitalne obrazovne igre

DS – Downov sindrom

DSM – Dijagnostički i statistički priručnik za duševne poremećaje (*engl. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*)

GBL – učenje temeljeno na igri (*engl. Game-Based Learning*)

IKT – informacijsko-komunikacijske tehnologije

IQ – kvocijent inteligencije

IT – intelektualne teškoće

PAS – poremećaj iz autističkog spektra

SEM – tehnika strukturnog modeliranja (*engl. Structural Equation Modeling*)

POPIS PRIVITAKA

Privitak 1: Ispitivanje sadržajne valjanosti Skale procjene vještina u primjeni digitalnih obrazovnih igara učenika s intelektualnim teškoćama

Poštovani,

moje je ime Kristian Stančin i obraćam Vam se kao stručnjacima u odgojno-obrazovnom radu s učenicima s intelektualnim teškoćama. U okviru doktorske disertacije provodim istraživanje kojim se želi utvrditi reprezentativnost kriterijskih varijabli *Skale procjene vještina u primjeni digitalnih obrazovnih igara učenika s intelektualnim teškoćama* u izboru edukacijskih igara primjenom Delfi metode kroz 2 kruga ispitivanja.

Doktorsku disertaciju izrađujem pod mentorstvom prof. dr. sc. Nataše Hoić-Božić s Odjela za informatiku Sveučilišta u Rijeci i izv. prof. dr. sc. Sanje Skočić Mihić s Učiteljskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, a cilj mi je izraditi prototip sustava (web aplikaciju) u koji se unose informacije o učeniku relevantne za područje učenja temeljenog na igri te na temelju pohranjenih informacija o učeniku sustav bi prikazivao koje vještine učenik treba dodatno razvijati i preporučio nastavniku digitalne obrazovne igre koje adresiraju razvoj potrebnih vještina.

Pri samom definiranju relevantnih informacija koje je potrebno unijeti u aplikaciju, koristit će se prethodno navedena skala koju je potrebno validirati. Skala navodi informacije o učeniku podijeljene u 3 područja prema DSM-V dijagnostičkom i statističkom priručniku za duševne poremećaje: konceptualna, socijalna i praktična domena. Za svaku su domenu navedena područja i odgovarajući raspon razina sposobnosti i vještina s obzirom na učenikovo stanje. Primjerice, za područje komunikacije postoji prijedlog stupnjevanja: učenik komunicira neverbalno; učenik koristi potpomognutu komunikaciju; učenik komunicira verbalno, ali oskudno; učenik komunicira verbalno u rečenicama.

Najsrdanije bih Vas zamolio da pregledate postojeći raspon razina i u slučaju neslaganja ponudite vlastito stupnjevanje uzimajući u obzir kontekst digitalnih obrazovnih igara što znači da stupnjevanja ne smiju biti predetaljnja jer praksa digitalnih obrazovnih igara ne može razlikovati manje pomake u stjecanju vještina - primjerice: ne postoji igra koja razlikuje stjecanje vještine čitanja slovkajući i stjecanje vještina čitanja slogova.

Za ovaj prvi krug Delfi metode potrebno je 15-ak minuta za pregledavanje i komentiranje relevantnosti kriterija i razina sposobnosti i funkcionalnih vještina učenika s intelektualnim teškoćama.

Osigurana je međusobna anonimnost sudionika, kao i anonimnost vaših procjena.

Za sve upite i dodatne informacije možete me kontaktirati na e-mail:

kristian.stancin@inf.uniri.hr

Unaprijed srdačno zahvaljujem na uloženom trudu i vremenu.

Kristian Stančin, mag. inf.

Odjel za informatiku, Sveučilište u Rijeci

Radmile Matejčić 2

51000 Rijeka

Konceptualna domena

1. Područja relevantna za konceptualnu domenu su: *čitanje, pisanje, matematika, vrijeme, novac.*

☐ Da

☐ Ne

Ako je u prethodnom pitanju Vaš odgovor NE, u prazno polje ispod upišite što nedostaje ili po Vama nije relevantno za područje digitalnih obrazovnih igara.

Molimo unesite svoj odgovor ovdje:

2. Je li sljedeće stupnjevanje za područje vještina ČITANJA po Vama ispravno?

1 učenik nema razvijene predčitalačke vještine;

2 učenik ima razvijene predčitalačke vještine (razlikuje tekst od slike, prati tekst s lijeva na desno, globalno čita, uočava prvi i zadnji glas u riječi, rastavlja na slogove, svjestan je rime...);

3 učenik usvaja ili je usvojio tehniku čitanja:

3.1 čita slovkajući i/ili čita slogove;

3.2 čita riječi (kraće i duže);

3.3 čita rečenice;

4 učenik ima razvijenu tehniku čitanja bez razumijevanja pročitano;

5 učenik čita s razumijevanjem.

☐ Da

☐ Ne

Ako je u prethodnom pitanju Vaš odgovor NE, u prazno polje ispod upišite Vaš prijedlog stupnjevanja za područje ČITANJE uzimajući u obzir kontekst digitalnih obrazovnih igara.

Molimo unesite svoj odgovor ovdje:

3. Je li sljedeće stupnjevanje za područje vještina PISANJA po Vama ispravno?

1 učenik nema razvijenu vještinu pisanja;

2 učenik prepisuje slova prema predlošku;

3 učenik je usvojio ili usvaja tehniku pisanja po diktatu:

3.1 učenik piše prva slova (samoglasnike, učestala slova);

3.2 učenik piše riječi;

3.3 učenik piše rečenice;

4 učenik piše samostalno formalnim pismom;

5 učenik piše samostalno rukopisom;

0 učenik piše na uređaju (tablet, prijenosno računalo);

☐ Da

☐ Ne

Ako je u prethodnom pitanju Vaš odgovor NE, u prazno polje ispod upišite Vaš prijedlog stupnjevanja za područje PISANJE uzimajući u obzir kontekst digitalnih obrazovnih igara.

Molimo unesite svoj odgovor ovdje:

4. Je li sljedeće stupnjevanje za područje MATEMATIČKIH VJEŠTINA po Vama ispravno?

1 učenik nema razvijene matematičke vještine;

2 učenik ima razvijene predmatematičke vještine (odnosi u prostoru, veze između predmeta, svojstva predmeta, geometrijski oblici, količina);

3 učenik je usvojio ili usvaja osnovne matematičke kompetencije:

3.1 povezuje broj i količinu do 5;

3.2 povezuje broj i količinu do 10;

3.3 imenuje jednoznamenkaste brojeve;

3.4 imenuje dvoznamenkaste brojeve;

3.5 imenuje troznamenkaste brojeve;

4 Učenik broji:

4.1 broji pravilnim redoslijedom do 5;

4.2 broji pravilnim redoslijedom do 10;

5 Učenik zbraja i oduzima:

5.1 do 5;

5.2 do 10;

5.3 do 20;

5.4 do 100;

6 učenik množi uz pomoć kalkulatora;

☐ Da

☐ Ne

Ako je u prethodnom pitanju Vaš odgovor NE, u prazno polje ispod upišite Vaš prijedlog stupnjevanja za područje MATEMATIKA uzimajući u obzir kontekst digitalnih obrazovnih igara.

Molimo unesite svoj odgovor ovdje:

5. Je li sljedeće stupnjevanje za područje VJEŠTINA SNALAŽENJA U VREMENU po Vama ispravno?

1. učenik nema razvijene vještine snalaženja u vremenu;

2. učenik samostalno ili uz pomoć imenuje dane u tjednu i godišnja doba;

3. *učenik određuje doba dana (jutro, prijepodne, podne, poslijepodne, večer, noć);*
4. *učenik samostalno ili uz pomoć određuje vremenske pojmove danas, jučer, sutra;*
5. *učenik samostalno ili uz pomoć imenuje mjesec u godini ;*
6. *učenik samostalno ili uz pomoć očitava vrijeme na satu.*

☐ Da

☐ Ne

Ako je u prethodnom pitanju Vaš odgovor NE, u prazno polje ispod upišite Vaš prijedlog stupnjevanja za područje VRIJEME uzimajući u obzir kontekst digitalnih obrazovnih igara.

Molimo unesite svoj odgovor ovdje:

6. Je li sljedeće stupnjevanje za područje VJEŠINA UPRAVLJANJA NOVCEM po Vama ispravno?

1. *Učenik prepoznavanje novca kao predmet;*
2. *učenik razlikuje kovanice od novčanica;*
3. *učenik određuje vrijednost novca pojedinačno;*
4. *učenik razumije uporabnu vrijednost novca;*
5. *učenik samostalno ili uz minimalnu pomoć obavlja kupovinu.*

☐ Da

☐ Ne

Ako je u prethodnom pitanju Vaš odgovor NE, u prazno polje ispod upišite Vaš prijedlog stupnjevanja za područje NOVAC uzimajući u obzir kontekst digitalnih obrazovnih igara.

Molimo unesite svoj odgovor ovdje:

Socijalna domena

7. Područja relevantna za socijalnu domenu su: *komunikacija, konverzacija, jezik, emocije, ponašanje, razumijevanje rizičnih socijalnih situacija, socijalna prosudba, rizik za manipulaciju od drugih.*

Molim izaberite samo jedan od ponuđenih odgovora.

☐ Da

☐ Ne

Ako je u prethodnom pitanju Vaš odgovor NE, u prazno polje ispod upišite što nedostaje ili po Vama nije relevantno za područje digitalnih obrazovnih igara.

Molimo unesite svoj odgovor ovdje:

8. Je li sljedeće stupnjevanje vještina u području KOMUNIKACIJE po Vama ispravno?

- 1. Učenik komunicira neverbalno;*
- 2. učenik koristi potpomognutu komunikaciju (PECS, komunikatori...);*
- 3. učenik komunicira verbalno, ali oskudno;*
- 4. učenik komunicira verbalno u rečenicama.*

☐ Da

☐ Ne

Ako je u prethodnom pitanju Vaš odgovor NE, u prazno polje ispod upišite Vaš prijedlog stupnjevanja za područje KOMUNIKACIJA uzimajući u obzir kontekst digitalnih obrazovnih igara.

Molimo unesite svoj odgovor ovdje:

9. Je li sljedeće stupnjevanje vještina u području KONVERZACIJE po Vama ispravno?

- 1. Konverzacija s učenikom značajno otežana;*
- 2. konverzacija s učenikom moguća je uglavnom o temama iz njegove uobičajene socijalne situacije;*
- 3. konverzacija s učenikom je složenija i uključuje teme izvan njegove uobičajene socijalne situacije.*

☐ Da

☐Ne

Ako je u prethodnom pitanju Vaš odgovor NE, u prazno polje ispod upišite Vaš prijedlog stupnjevanja za područje KONVERZACIJA uzimajući u obzir kontekst digitalnih obrazovnih igara.

Molimo unesite svoj odgovor ovdje:

10. Je li sljedeća kategorizacija i stupnjevanje za područje JEZIK po Vama ispravno?

(1) JEZIČNO RAZUMIJEVANJE

Izostanak ili vrlo ograničeno jezično razumijevanje;

jezično razumijevanje gramatički i sadržajno jednostavnih rečenica/uputa;

jezično razumijevanje gramatički i sadržajno složenijih rečenica/uputa.

(2) JEZIČNA PROIZVODNJA

Izostanak ili vrlo ograničena jezična proizvodnja;

jednočlani ili dvočlani iskaz; jednostavni iskaz (jednostavne rečenice);

složeni rečenični iskazi.

☐Da

☐Ne

Ako je u prethodnom pitanju Vaš odgovor NE, u prazno polje ispod upišite Vaš prijedlog stupnjevanja za područje JEZIK uzimajući u obzir kontekst digitalnih obrazovnih igara.

Molimo unesite svoj odgovor ovdje:

11. Je li sljedeća kategorizacija i stupnjevanje za područje PONAŠANJE po Vama ispravno?

(1) REGULIRANJE EMOCIJA

često prisutne teškoće reguliranja emocija;

osrednje prisutne teškoće u regulaciji emocija;

rijetko prisutne teškoće u regulaciji emocija;

nisu prisutne teškoće u regulaciji emocija.

(2) SLIJEĐENJE PRAVILA

često prisutne teškoće u slijeđenju dogovorenih pravila;

osrednje prisutne teškoće u slijeđenju dogovorenih pravila;

rijetko prisutne teškoće u slijeđenju dogovorenih pravila;

nisu prisutne teškoće u slijeđenju dogovorenih pravila.

(3) PRELAZAK S AKTIVNOSTI NA AKTIVNOST

često prisutne teškoće u prelasku s aktivnosti na aktivnost;

osrednje prisutne teškoće u prelasku s aktivnosti na aktivnost;

rijetko prisutne teškoće u prelasku s aktivnosti na aktivnost;

nisu prisutne teškoće u prelasku s aktivnosti na aktivnost.

(4) REAGIRANJE NA DRUGE OSOBE U OKRUŽENJU

veće promjene u ponašanju u ovisnosti o drugim osobama u okruženju;

osrednje promjene u ponašanju u ovisnosti o drugim osobama u okruženju;

manje promjene u ponašanju u ovisnosti o drugim osobama u okruženju;

ne postoji promjena u ponašanju u ovisnosti o drugim osobama u okruženju.

☐ Da

☐ Ne

Ako je u prethodnom pitanju Vaš odgovor NE, u prazno polje ispod upišite Vaš prijedlog stupnjevanja za područje PONAŠANJE uzimajući u obzir kontekst digitalnih obrazovnih igara.

Molimo unesite svoj odgovor ovdje:

12. Je li sljedeće stupnjevanje vještina RAZUMIJEVANJA RIZIČNIH SOCIJALNIH SITUACIJA po Vama ispravno?

1. Često prisutne teškoće u razumijevanju rizičnih socijalnih situacija;
2. osrednje prisutne teškoće u razumijevanju rizičnih socijalnih situacija;
3. rijetko prisutne teškoće u razumijevanju rizičnih socijalnih situacija;
4. nisu prisutne teškoće u razumijevanju rizičnih socijalnih situacija.

☐ Da

☐ Ne

Ako je u prethodnom pitanju Vaš odgovor NE, u prazno polje ispod upišite Vaš prijedlog stupnjevanja za područje RAZUMIJEVANJE RIZIČNIH SOCIJALNIH SITUACIJA uzimajući u obzir kontekst digitalnih obrazovnih igara.

Molimo unesite svoj odgovor ovdje:

13. Je li sljedeće stupnjevanje vještina razumijevanja RIZIKA ZA MANIPULACIJU OD DRUGIH po Vama ispravno?

1. Često je sklon/a slijediti sugerirano ponašanje vršnjaka ne vodeći računa o svojoj dobrobiti;
2. osrednje je sklon/a slijediti sugerirano ponašanje vršnjaka ne vodeći računa o svojoj dobrobiti;
3. rijetko je sklon/a slijediti sugerirano ponašanje vršnjaka ne vodeći računa o svojoj dobrobiti;
4. uopće nije sklon/a slijediti sugerirano ponašanje vršnjaka ne vodeći računa o svojoj dobrobiti.

☐ Da

☐ Ne

Ako je u prethodnom pitanju Vaš odgovor NE, u prazno polje ispod upišite Vaš prijedlog stupnjevanja za područje RIZIK ZA MANIPULACIJU OD DRUGIH uzimajući u obzir kontekst digitalnih obrazovnih igara.

Molimo unesite svoj odgovor ovdje:

Praktična domena

14. Područja relevantna za praktičnu domenu su: korištenje sredstva javnog prijevoza, dolazak do škole, hranjenje, oblačenje, osobna higijena, slobodno vrijeme.

☐ Da

☐ Ne

Ako je u prethodnom pitanju Vaš odgovor NE, u prazno polje ispod upišite što nedostaje ili po Vama nije relevantno za područje digitalnih obrazovnih igara.

Molimo unesite svoj odgovor ovdje:

15. Je li sljedeće stupnjevanje za područje HRANJENJE, OBLAČENJE, OSOBNA HIGIJENA po Vama ispravno?

1. *U velikoj mjeri ovisan o podršci;*
2. *osrednje ovisan o podršci;*
3. *minimalno ovisan o podršci;*
4. *ne ovisi o podršci (osoba je samostalna).*

Molim izaberite samo jedan od ponuđenih odgovora.

☐ Da

☐ Ne

Ako je u prethodnom pitanju Vaš odgovor NE, u prazno polje ispod upišite Vaš prijedlog stupnjevanja za područje HRANJENJE, OBLAČENJE, OSOBNA HIGIJENA uzimajući u obzir kontekst digitalnih obrazovnih igara.

Molimo unesite svoj odgovor ovdje:

16. Je li sljedeće stupnjevanje za područje SLOBODNO VRIJEME po Vama ispravno?

1. *Izrazite teškoće u osmišljavanju aktivnosti slobodnog vremena;*
2. *često potrebna podrška u osmišljavanju aktivnosti slobodnog vremena;*
3. *osrednje potrebna podrška u osmišljavanju aktivnosti slobodnog vremena;*
4. *rijetko potrebna podrška u osmišljavanju aktivnosti slobodnog vremena. **

☐ Da

☐ Ne

Ako je u prethodnom pitanju Vaš odgovor NE, u prazno polje ispod upišite Vaš prijedlog stupnjevanja za područje SLOBODNO VRIJEME uzimajući u obzir kontekst digitalnih obrazovnih igara.

Molimo unesite svoj odgovor ovdje:

Demografska obilježja

17. Ime i prezime:

18. E-mail adresa:

19. Naziv i mjesto institucije u kojoj radite:

20. Godine radnog staža na trenutnom poslu (upisati broj godina):

21. Jeste li u zvanju mentora, savjetnika ili izvrsnog savjetnika?

☐ Mentor

☐ Savjetnik

☐ Izvrsni savjetnik

☐ Ništa od navedenog

22. Koristite li digitalne obrazovne igre u nastavi? Ako da, navedite i koje.

23. Jeste li profesionalno angažirani u aktivnostima izvan radnog mjesta, primjerice sudjelovanja na stručnim skupovima, pisanje stručnih radova, mentoriranje, držanje predavanja, savjetovanje... Molimo navedite koji oblik:

24. Želite li sudjelovati u nadolazećim aktivnostima projekta (2022. i 2023. godine) koje uključuju validaciju i testiranje sustava predlaganja digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama?

☐ Da

☐ Ne

25. Ako imate dodatne komentare na upitnik ili istraživanje, slobodno ih navedite u polje ispod:

Zahvaljujemo Vam se na popunjavanju ovog upitnika.

Privitak 2: Skala procjene vještina u primjeni digitalnih obrazovnih igara učenika s intelektualnim teškoćama

Konceptualna domena

a) Vještina čitanja

0. Učenik nema razvijene predčitalačke vještine;
1. učenik ima razvijene predčitalačke vještine (razlikuje tekst od slike, prati tekst s lijeva na desno, globalno čita, uočava prvi i zadnji glas u riječi, rastavlja na slogove, svjestan je rime...);
2. učenik usvaja tehniku čitanja:
 - 1) učenik čita slovkajući i/ili čita slogove;
 - 2) učenik čita riječi (kraće i duže);
 - 3) učenik čita rečenice;
3. učenik ima razvijenu tehniku čitanja bez razumijevanja pročitanog;
4. učenik čita s razumijevanjem.

b) Vještina pisanja

0. Učenik nema razvijenu vještinu pisanja;
1. Učenik prepisuje slova prema predlošku;
2. Učenik je usvojio ili usvaja tehniku pisanja po diktatu:
 - 1) učenik piše prva slova (samoglasnike, učestala slova);
 - 2) učenik piše riječi;
 - 3) učenik piše rečenice;
3. učenik piše samostalno formalnim pismom (tiskana slova);
4. učenik piše samostalno rukopisom (pisana slova);
5. Učenik piše na uređaju (tablet, prijenosno računalo);

c) Matematičke vještine

0. Učenik nema razvijene predmatematičke vještine (svojstva predmeta, razvrstavanje, odnosi u prostoru, veze između predmeta, kvalitativni i kvantitativni odnosi, geometrijski oblici, količina, slijed);
1. učenik ima razvijene predmatematičke vještine (svojstva predmeta, razvrstavanje, odnosi u prostoru, veze između predmeta, kvalitativni i kvantitativni odnosi, geometrijski oblici, količina, slijed);
2. učenik je usvojio ili usvaja osnovne matematičke kompetencije:
 - 1) usvojio pojam brojeva do 5 (simbol, količina, imenovanje, slijed);
 - 2) usvojio pojam brojeva do 10 (simbol, količina, imenovanje, slijed);
 - 3) usvojio pojam brojeva do 20 (simbol, količina, imenovanje, slijed);
 - 4) usvojio pojam brojeva do 100 (simbol, količina, imenovanje, slijed);
 - 5) usvojio pojam brojeva više od 100 (simbol, količina, imenovanje, slijed);
3. učenik razumije računske radnje zbrajanja i oduzimanja:
 - 1) računa uz konkretne/simbole;
 - 2) računa uz pomoć kalkulatora;
4. učenik računa apstraktno (rješava jednostavne matematičke priče).

d) Vještina snalaženja u vremenu (priroda i društvo)

0. Učenik nema razvijene vještine snalaženja u vremenu;

1. učenik samostalno ili uz pomoć određuje i razumije doba dana (jutro, prijepodne, podne, poslijepodne, večer, noć);
2. učenik samostalno ili uz pomoć imenuje i razumije godišnja doba;
3. učenik samostalno ili uz pomoć imenuje i razumije dane u tjednu;
4. učenik samostalno ili uz pomoć određuje i razumije vremenske pojmove danas, jučer, sutra (prije/poslije);
5. učenik samostalno ili uz pomoć imenuje i razumije mjesece u godini;
6. učenik samostalno ili uz pomoć očitava vrijeme na analognom satu (satu s kazaljka);
7. učenik samostalno ili uz pomoć određuje i poznaje datum na kalendaru;
8. učenik u potpunosti ima razvijene sve navedene vještine snalaženja u vremenu.

e) Vještina upravljanja novcem

0. učenik nema razvijene vještine upravljanja novcem;
1. učenik prepoznaje novac kao predmet;
2. učenik razlikuje kovanice od novčanica;
3. učenik određuje vrijednost novca pojedinačno;
4. učenik razumije uporabnu vrijednost novca;
5. učenik samostalno ili uz minimalnu pomoć obavlja kupovinu.

Socijalna domena

f) Vještine ekspresivne komunikacije učenika

0. Učenik ne komunicira smisleno (ni neverbalno ni verbalno);
1. Učenik komunicira neverbalno putem mimike i geste ili putem potpomognutih oblika komunikacije (PECS, komunikatori...);
2. Učenik komunicira verbalno oskudno s ili bez potpomognutih oblika komunikacije (PECS, komunikatori...);
3. učenik ima razvijenu optimalnu verbalnu komunikaciju.

g) Konverzacija (sporazumijevanje) - vještine receptivne komunikacije učenika

0. Konverzacija s učenikom značajno otežana;
1. konverzacija s učenikom moguća je uglavnom o temama iz njegove uobičajene socijalne situacije;
2. konverzacija s učenikom je složenija i uključuje teme izvan njegove uobičajene socijalne situacije.

h) Jezik

1. Jezično razumijevanje

0. Izostanak ili vrlo ograničeno jezično razumijevanje;
1. Jezično razumijevanje gramatički i sadržajno jednostavnih rečenica/uputa;
2. Jezično razumijevanje gramatički i sadržajno složenijih rečenica/uputa;

2. Jezična proizvodnja

0. Izostanak ili vrlo ograničena jezična proizvodnja;
1. Jednočlani ili dvočlani iskaz;
2. Jednostavni iskaz (jednostavne rečenice);
3. Složeni rečenični iskazi.

i) Ponašanje

1. Reguliranje emocija

- 0. često prisutne teškoće reguliranja emocija;
 - 1. osrednje prisutne teškoće u regulaciji emocija;
 - 2. rijetko prisutne teškoće u regulaciji emocija;
 - 3. nisu prisutne teškoće u regulaciji emocija;
- 2. Slijeđenje pravila
 - 0. često prisutne teškoće u slijeđenju dogovorenih pravila;
 - 1. osrednje prisutne teškoće u slijeđenju dogovorenih pravila;
 - 2. rijetko prisutne teškoće u slijeđenju dogovorenih pravila;
 - 3. nisu prisutne teškoće u slijeđenju dogovorenih pravila;
- 3. Prelazak s aktivnosti na aktivnost
 - 0. često prisutne teškoće u prelasku s aktivnosti na aktivnost;
 - 1. osrednje prisutne teškoće u prelasku s aktivnosti na aktivnost;
 - 2. rijetko prisutne teškoće u prelasku s aktivnosti na aktivnost;
 - 3. nisu prisutne teškoće u prelasku s aktivnosti na aktivnost;
- 4. Druge osobe u okruženju
 - 0. veće promjene u ponašanju u ovisnosti o drugim osobama u okruženju;
 - 1. osrednje promjene u ponašanju u ovisnosti o drugim osobama u okruženju;
 - 2. manje promjene u ponašanju u ovisnosti o drugim osobama u okruženju;
 - 3. ne postoji promjena u ponašanju u ovisnosti o drugim osobama u okruženju.
- j) Razumijevanje rizičnih socijalnih situacija
 - 0. Često prisutne teškoće u razumijevanju rizičnih socijalnih situacija;
 - 1. osrednje prisutne teškoće u razumijevanju rizičnih socijalnih situacija;
 - 2. rijetko prisutne teškoće u razumijevanju rizičnih socijalnih situacija;
 - 3. nisu prisutne teškoće u razumijevanju rizičnih socijalnih situacija
- k) Rizik za manipulaciju od drugih
 - 0. Često je sklon/a slijediti sugerirano ponašanje vršnjaka ne vodeći računa o svojoj dobrobiti;
 - 1. osrednje je sklon/a slijediti sugerirano ponašanje vršnjaka ne vodeći računa o svojoj dobrobiti;
 - 2. rijetko je sklon/a slijediti sugerirano ponašanje vršnjaka ne vodeći računa o svojoj dobrobiti;
 - 3. uopće nije sklon slijediti sugerirano ponašanje vršnjaka ne vodeći računa o svojoj dobrobiti.

Praktična domena (Aktivnosti svakodnevnog života)

- l) Hranjenje
 - 0. U velikoj mjeri ili potpuno ovisan o podršci;
 - 1. osrednje ovisan o podršci;
 - 2. minimalno ovisan o podršci;
 - 3. osoba je samostalna i ne ovisi o podršci.
- m) Oblačenje
 - 0. U velikoj mjeri ili potpuno ovisan o podršci;
 - 1. osrednje ovisan o podršci;
 - 2. minimalno ovisan o podršci;

- 3. osoba je samostalna i ne ovisi o podršci.
- n) Osobna higijena
 - 0. U velikoj mjeri ili potpuno ovisan o podršci;
 - 1. osrednje ovisan o podršci;
 - 2. minimalno ovisan o podršci;
 - 3. osoba je samostalna i ne ovisi o podršci.
- o) Dolazak u školu
 - 0. U velikoj mjeri ili potpuno ovisan o podršci;
 - 1. osrednje ovisan o podršci;
 - 2. minimalno ovisan o podršci;
 - 3. osoba je samostalna i ne ovisi o podršci.
- p) Korištenje javnog prijevoza
 - 0. U velikoj mjeri ili potpuno ovisan o podršci;
 - 1. osrednje ovisan o podršci;
 - 2. minimalno ovisan o podršci;
 - 3. osoba je samostalna i ne ovisi o podršci.
- q) Slobodno vrijeme
 - 0. Izrazite teškoće u osmišljavanju aktivnosti slobodnog vremena;
 - 1. često potrebna podrška u osmišljavanju aktivnosti slobodnog vremena;
 - 2. osrednje potrebna podrška u osmišljavanju aktivnosti slobodnog vremena;
 - 3. rijetko ili nikad potrebna podrška u osmišljavanju aktivnosti slobodnog vremena.
- r) Svakodnevne radne aktivnosti (čišćenje, priprema jela, postavljanje stola...)
 - 0. u velikoj mjeri ili potpuno ovisan o podršci;
 - 1. osrednje ovisan o podršci;
 - 2. minimalno ovisan o podršci;
 - 3. osoba je samostalna i ne ovisi o podršci.

Privitak 3: Kategorizacija zahtjeva i funkcionalnosti digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama

Osnovne informacije o igri

1. **vrsta:** Vrsta igre
obrazovna druga vrsta
2. **audio:** Igra ima audio zvuk (pjesme, govor...)
da ne
3. **upute:** Igra ima upute, naraciju (pisane, govorne)
da ne
4. **pravila:** Igra ima pravila
da ne
5. **trajanje:** Igra ima ograničeno trajanje
0 vremenski ograničeno trajanje aktivnosti
1 slobodno igranje
6. **feedback:** Igra ima povratnu informaciju
0 bez
1 tijekom igre
2 na kraju igre
7. **predznanje:** Za igru je potrebno predznanje u određenoj domeni
da ne
8. **zanr:** Žanr igre
linearni kompetitivni strateški igranje uloga
9. **gagne:** Gagneova kategorija obrazovnih ciljeva:
 - 1 motoričke vještine – kontrola tijela i izražavanje tijelom
 - 2 verbalne informacije – sposobnost pamćenja, prisjećanja i priopćavanja činjenica
 - 3 intelektualne sposobnosti – sposobnost manipuliranja znanjem putem kognitivnih operacija
 - 4 kognitivne strategije – srodne meta kognitivnim sposobnostima, praćenje ponašanja učenika
 - 5 stavovi – učenikova sposobnost odabira između skupine opcija na temelju osobnih preferencija, a ne logike
10. **mentalni_proces:** Kategorija/razina mentalnog procesa igre (Marzano i Kendall)
 - 1 dohvaćanje – prepoznavanje, prisjećanje, izvršavanje
 - 2 razumijevanje – integriranje, simboliziranje
 - 3 analiza – uparivanje, klasificiranje, analiza pogrešaka, generaliziranje, specificiranje
 - 4 korištenje znanja – donošenje odluka, rješavanje problema, eksperimentiranje, istraživanje
 - 5 metakognicija – određivanje ciljeva, praćenje procesa, jasnoća praćenja, točnost praćenja
 - 6 samosustavno razmišljanje – ispitivanje važnosti, ispitivanje učinkovitosti, ispitivanje emocionalne reakcije, ispitivanje motivacije
11. **domena_znanja:** Domena znanja igre (Marzano i Kendall)

- 1 informacija – (deklarativno znanje) vokabular pojmovi, činjenice, vremenski nizovi, principi i generalizacije
 - 2 mentalni postupci – (proceduralno znanje) oni koji se mogu izvršavati automatski kao taktike, algoritmi, pojedinačna pravila i oni koji se moraju kontrolirati poput makro procedura
 - 3 psihomotorički postupci – temeljni postupci, jednostavni kombinirani postupci, složeni kombinirani postupci
12. **kompleksnost:** Kompleksnost učenja u igri
- 1 učenje bez primjećivanja
 - 2 učenje kroz igru
 - 3 stvarnost ako igra
13. **stil:** Stil igranja
- 0 kompetitivni
 - 1 kooperativni
14. **platforma:** Korištena platforma za igru
- 0 Nije zavisna o platformi (web igra)
 - 1 iOS
 - 2 Android
15. **ime:** Ime igre
16. **opis:** Opis igre
17. **URL:** URL igre
18. **područje:** Dominantno područje igre:
- 1 čitanje
 - 2 pisanje
 - 3 matematika
 - 4 vrijeme
 - 5 novac
 - 6 komunikacija
 - 7 ponašanje
 - 8 aktivnosti svakodnevnog života
 - 9 fina motorika
 - 10 glazba
 - 11 boje
 - 12 životinje

Specifične karakteristike igre

19. **čitanje:** Vještina čitanja
- 0 igra ne zahtijeva vještine čitanja;
 - 1 igra zahtijeva predčitalačke vještine;
 - 2 igra zahtijeva tehniku čitanja: slovajući i/ili slogova, riječi, rečenica;
 - 3 igra zahtijeva vještinu čitanja s razumijevanjem.
20. **pisanje:** Vještina pisanja
- 0 igra ne zahtijeva vještine pisanja;
 - 1 igra zahtijeva tehniku prepisivanja slova prema predlošku;
 - 2 igra zahtijeva tehniku pisanja po diktatu;
 - 3 igra zahtijeva tehniku pisanja formalnim pismom (tiskana slova);
 - 4 igra zahtijeva tehniku samostalnog pisanja rukopisom (pisana slova);

21. matematika: Matematičke vještine

- 0 igra ne zahtijeva matematičke vještine;
- 1 igra zahtijeva predmatematičke vještine;
- 2 igra zahtijeva poznavanje pojma brojeva do 5 (simbol, količina, imenovanje, slijed);
- 3 igra zahtijeva poznavanje pojma brojeva do 10 (simbol, količina, imenovanje, slijed);
- 4 igra zahtijeva poznavanje pojma brojeva do 20 (simbol, količina, imenovanje, slijed);
- 5 igra zahtijeva poznavanje pojma brojeva do 100 (simbol, količina, imenovanje, slijed);
- 6 igra zahtijeva poznavanje pojma brojeva više od 100 (simbol, količina, imenovanje, slijed);
- 7 igra zahtijeva vještine računske radnje zbrajanja i oduzimanja uz /simbole;
- 8 igra zahtijeva vještine računske radnje zbrajanja i oduzimanja uz pomoć kalkulatora;
- 9 igra zahtijeva apstraktno računanje

22. vrijeme: Vještina snalaženja u vremenu (priroda i društvo)

- 0 igra ne zahtijeva vještine snalaženja u vremenu;
- 1 igra zahtijeva vještine određivanja i razumijevanja doba dana (jutro, prijepodne, podne, poslijepodne, večer, noć);
- 2 igra zahtijeva vještine imenovanja i razumijevanja godišnjih doba;
- 3 igra zahtijeva vještine imenovanja i razumijevanja dana u tjednu;
- 4 igra zahtijeva vještine određivanja i razumijevanja vremenskih pojmova danas, jučer, sutra (prije/poslije);
- 5 igra zahtijeva vještine imenovanja i razumijevanja mjeseca u godini;
- 6 igra zahtijeva vještine očitavanja vremena na analognom satu (satu s kazaljkom);
- 7 igra zahtijeva vještine određivanja i poznavanja datuma na kalendaru;

23. novac: Vještina upravljanja novcem

- 0 Igra ne zahtijeva vještine upravljanja novcem;
- 1 igra zahtijeva vještine prepoznavanja novca kao predmeta;
- 2 igra zahtijeva vještine razlikovanja kovanica od novčanica;
- 3 igra zahtijeva vještine određivanja vrijednosti novca pojedinačno;
- 4 igra zahtijeva vještine razumijevanja uporabne vrijednosti novca;
- 5 igra zahtijeva vještine obavljanja kupovine.

24. komunikacija: Vještine ekspresivne komunikacije

- 0 igra ne zahtijeva vještine ekspresivne komunikacije (ni neverbalne ni verbalne);
- 1 igra zahtijeva vještine komuniciranja neverbalno putem mimike i geste ili putem potpomognutih oblika komunikacije (PECS, komunikatori...);
- 2 igra zahtijeva vještine komuniciranja verbalno oskudno s ili bez potpomognutih oblika komunikacije;
- 3 igra zahtijeva vještine optimalne verbalne komunikacije.

25. konverzacija: Konverzacija (sporazumijevanje) - vještine receptivne komunikacije

- 0 igra ne zahtijeva mogućnost konverzacije s učnikom;
- 1 igra razvija vještine konverzacije uglavnom o temama iz učenikove uobičajene socijalne situacije;

- 2 igra razvija vještine složenije konverzacije o temama izvan učenikove uobičajene socijalne situacije.
- 26. **jezik_razumijevanje:** Jezično razumijevanje
 - 0 igra ne zahtijeva učenikovo jezično razumijevanje;
 - 1 igra zahtijeva vještine jezičnog razumijevanja gramatički i sadržajno jednostavnih rečenica/uputa;
 - 2 igra zahtijeva vještine jezičnog razumijevanja gramatički i sadržajno složenijih rečenica/uputa;
- 27. **jezik_proizvodnja:** Jezična proizvodnja
 - 0 igra ne zahtijeva učenikovu jezičnu proizvodnju;
 - 1 igra zahtijeva vještine jezične proizvodnje jednostavnih iskaza (jednostavne rečenice);
 - 2 igra zahtijeva vještine jezične proizvodnje složenih rečeničnih iskaza.
- 28. **emocije:** igra razvija vještine reguliranja emocija
 - da ne
- 29. **pravila:** igra razvija vještine slijeđenja pravila
 - da ne
- 30. **prelazak_aktivnost:** igra razvija vještine prelaženja s aktivnosti na aktivnost
 - da ne
- 31. **druge_osobe:** igra razvija vještine ponašanja kad su prisutne druge osobe u okruženju
 - da ne
- 32. **rizicne_soc_sit:** igra razvija vještine razumijevanja rizičnih socijalnih situacija
 - da ne
- 33. **rizik_manipulacija:** igra razvija vještine prepoznavanja rizika za manipulaciju od drugih
 - da ne
- 34. **hranjenje:** igra razvija vještine Hranjenja
 - da ne
- 35. **oblačenje:** igra razvija vještine Oblačenja
 - da ne
- 36. **higijena:** igra razvija vještine Osobne higijene
 - da ne
- 37. **škola:** igra razvija vještine odlaska u školu
 - da ne
- 38. **javni_prijevoz:** igra razvija vještine korištenja sredstva javnog prijevoza
 - da ne
- 39. **slobodno_vrijeme:** igra razvija vještine smislenog provođenja slobodnog vremena
 - da ne
- 40. **radne_akt:** igra razvija vještine svakodnevnih radnih aktivnosti (čišćenje, priprema jela, postavljanje stola...)
 - da ne

Privitak 4: Skup obrazovnih ciljeva za područje akademskih vještina

OBRAZOVNI CILJEVI – ČITANJE

- C1. Razvijati predčitalačke vještine.
- C2. Razvijati tehniku čitanja slovkajući, slogova ili rečenica te usvajati/utvrditi predčitalačke vještine.
- C3. Usvajati/utvrditi tehniku čitanja i razvijati vještinu čitanja s razumijevanjem.
- C4. Uvježbavati tehniku čitanja s razumijevanjem.

OBRAZOVNI CILJEVI – PISANJE

- P1. Prepisivati slova prema predlošku.
- P2. Uvježbavati prepisivanje slova prema predlošku te razvijati tehniku pisanja po diktatu.
- P3. Uvježbavati tehniku pisanja po diktatu te razvijati samostalno pisanje formalnim pismom.
- P4. Uvježbavati samostalno pisanje formalnim pismom te razvijati samostalno pisanje rukopisom.
- P5. Učenik piše na uređaju pa nema obrazovnih ciljeva u ovoj kategoriji.

OBRAZOVNI CILJEVI – MATEMATIKA

- M1. Razvijati i uvježbavati predmatematičke vještine.
- M2. Usvojiti pojam brojeva do 5, 10, 20 ili 100 što uključuje simbol, količinu, imenovanje i slijed brojeva (ovisno o učenikovoj trenutnoj razini usvojenosti matematičkih kompetencija).
- M3. Razvijati i uvježbavati računske radnje zbrajanja i oduzimanja uz konkretne ili pomoću kalkulatora.
- M4. Uvježbavati računske radnje zbrajanja i oduzimanja te razvijati vještine rješavanja jednostavnih matematičkih priča.

OBRAZOVNI CILJEVI – VRIJEME

- V1. Razvijati i uvježbavati određivanje i razumijevanje doba dana.
- V2. Razvijati i uvježbavati određivanje i razumijevanje godišnjih doba.
- V3. Razvijati i uvježbavati određivanje i razumijevanje dana u tjednu.
- V4. Razvijati i uvježbavati određivanje i razumijevanje vremenskih pojmova jučer, danas i sutra.
- V5. Razvijati i uvježbavati određivanje i razumijevanje mjeseca u godini.
- V6. Razvijati i uvježbavati vještine očitavanja vremena na analognom satu.
- V7. Razvijati i uvježbavati vještine određivanja i poznavanja datuma na kalendaru.

OBRAZOVNI CILJEVI – NOVAC

- N1. Razvijati vještinu prepoznavanja novca kao predmeta.
- N2. Uvježbavati prepoznavanje novca kao predmeta te razvijati vještinu razlikovanja kovanica od novčanica.
- N3. Uvježbavati vještinu razlikovanja kovanica od novčanica te razvijati vještinu određivanja vrijednosti novca pojedinačno.

- N4. Uvježbavati vještinu određivanja vrijednosti novca pojedinačno te razvijati vještinu razumijevanja uporabne vrijednosti novca.
- N5. Uvježbavati vještinu razumijevanja uporabne vrijednosti novca te razvijati vještine obavljanja kupovine.

Privitak 5: Inicijalne procjene učenika

UČENIK 1

E.A. (17 godina) pohađa Centar za odgoj i obrazovanje. Učenik/ca se samostalno kreće, uspinje se izmjeničnim korakom uz stepenice. Samostalno silazi niz stepenice izmjeničnim korakom (ponekad potreban blaži poticaj). Učenik/ca je samostalniji/a u kretanju te je sve manje potrebno fizičko vođenje. Stabilniji/a je prilikom kretanja. Učenik/ca ne koristi računalo, ali koristi bazične funkcionalnosti mobitela/tableta/pametne ploče. Prilikom manipulacije predmeta koristi desnu ruku. Samostalno drži olovku ili kist te kratkotrajno šara po papiru.

Konceptualna domena

Učenik/ca nema razvijene predčitalačke vještine, niti vještinu pisanja. Ne snalazi se u vremenu, niti ima razvijene vještine upravljanja novcem. U učenika/ce postoje razvijene neke predmatematičke vještine kao što su odnosi u prostoru i razvrstavanje.

Socijalna domena

Govor nije razvijen te učenik/ca koristi potpomognuti sustav komunikacije. Učenik/ca jasno uspostavlja vizualni kontakt prilikom obraćanja, pravilno lokalizira zvuk te manipulira predmetima koji proizvode zvuk, ali ne komunicira verbalno. Učenik/ca je usvojio/la nekoliko manualnih znakova kako bi iskazao/la svoje potrebe. Učenik/ca koristi manualne znakove za: *piti, jesti, još, lopta, toalet* te usvaja nove manualne znakove. Pažnja distraktibilna, potrebno je dijete stalno vraćati na zadanu aktivnost. Izrazito reagira na auditivne didaktičke materijale. Rijetko su prisutne teškoće u regulaciji emocija ili slijeđenju dogovorenih pravila. Nema teškoće u prelasku s jedne na drugu aktivnost, ali postoji problem obavljanja jedne aktivnosti od početka do kraja. Učenik/ca ima osrednje promjene u ponašanju kada se u okruženju javi nepoznata osoba. Ne razumije rizične socijalne situacije i često je sklon/a slijediti sugerirano ponašanje ne vodeći računa o svojoj dobrobiti.

Praktična domena

Uz jasnu verbalnu uputu samostalno ustaje, sjeda za stol te izvršava jednostavne radne zadatke. Također na jasnu verbalnu uputu skida jaknu, odlaže torbu na predviđeno mjesto te na upit traži određenu aktivnost. Samostalan je prilikom dolaska u učionicu te prepoznaje vlastito radno mjesto. Na verbalnu uputu, učenik/ca održava vlastito mjesto urednim. Učenik/ca prepoznaje imenovane prostorije na fotografijama, pokazuje ih koristeći se gestom. Povezuje školske prostorije s funkcijom istih. Učenik/ca se samostalno hrani koristeći vilicu i žlicu, samostalno uzima tekućinu. Dolazak u školu i korištenje javnog prijevoza moguće je samo uz potpunu podršku. Učenik/ca je osrednje ovisan/na o podršci prilikom obavljanja osobne higijene. Navike toaleta su usvojene, samostalniji prilikom odlaska u toalet. Često je potrebna podrška u osmišljavanju aktivnosti slobodnog vremena te je potrebna podrška u svakodnevnom radnim aktivnostima (čišćenje, priprema jela...). Potrebno je i dalje provoditi vježbe za razvoj manualne spretnosti i bilateralne koordinacije.

Preporuke: Svakodnevno provođenje vježbi: manualne spretnosti, fine motorike, vježbe za razvoj pincet hvata. Sve radne zadatke potrebno je podijeliti u manje etape te omogućiti učeniku/ci kraći odmor između etapa rada. Davati kratke i jasne verbalne upute, uz povremeno fizičko vođenje u radu. Prilikom rješavanja zadataka potrebno je kontinuirano

pozitivno poticati učenika/cu kroz pohvalu od strane učitelja ali i od ostalih učenika u skupini. Također je potrebno pružiti učeniku/ci dovoljno vremena za rješavanje zadanih etapa zadatka, bez vremenskih ograničenja. Preporuka je u radu koristiti slikovni rječnik i manualne znakove te prilikom usvajanja novih sadržaja obavezno koristiti slikovnu podršku. Kad god je moguće, potrebno je koristiti konkretne.

UČENIK 2

M.Č. (14 godina) pohađa Centar za odgoj i obrazovanje. Učenik/ca je usvojio/la sve motoričke obrasce, vrlo dobar/dobra u izvođenju vježbi za poticaj motoričkog planiranja. Učenik/ca koristi osnovne funkcionalnosti računala te napredne funkcionalnosti mobitela/tableta/pametne ploče. Učenik/ca koristi desnu ruku, elementi bilateralne koordinacije prisutni. Boja unutar zadanih linija, adekvatno se služi škarama i ljepljivom, samostalno lijepi zadani materijal prema unaprijed utvrđenom obrascu. Hvat olovke uredan, izrazito precizan prilikom bojanja. Osnovni elementi prostorne orijentacije su usvojeni.

Konceptualna domena

Učenik/ca ima razvijene predčitalačke vještine (globalno čita) te prepisuje slova prema predlošku. U učenika/ce postoje razvijene neke predmatematičke vještine kao što su odnosi u prostoru i razvrstavanje. Učenik prepoznaje osnovne boje, diskriminira predmete i prema boji i prema obliku. Učenik/ca uz pomoć imenuje i razumije doba dana i godišnja doba te prepoznaje novac kao predmet. Uz podršku prepoznaje vremenska obilježja, aktivnosti ljudi, životinja i biljaka u određenim godišnjim dobima.

Socijalna domena

Učenik/ca komunicira putem potpomognutih oblika komunikacije, konverzacija je znatno otežana. Učenik/ca prati nekoliko kratkih verbalnih uputa za redom te proizvodi jednočlane ili dvočlane iskaze. Učenik pravilno lokalizira zvuk. Povezuje imena s određenim učenikom. Eholalija prisutna. Povezuje fotografiju predmeta s imenom istog kada mu se jasno pročita ime predmeta. Osrednje prisutne teškoće u regulaciji emocija te manje promjene u ponašanju u ovisnosti o drugim osobama u okruženju. Prati i razumije upute te nema teškoće u slijedenju dogovorenih pravila niti u prelasku s aktivnosti na aktivnost. Postoje i teškoće u razumijevanju rizičnih socijalnih situacija te je sklon/a slijediti sugerirano ponašanje ne vodeći računa o svojoj dobrobiti.

Praktična domena

Učenik na verbalnu uputu pravilno identificira osnovni pribor za rad. Prilikom dolaska u učionicu pravilno odlaže torbu, samostalno presvlači obuću te samostalno priprema pribor za rad. Na verbalnu uputu jasno diferencira radne materijale. Učenik na verbalnu uputu prepoznaje predmete na slici, kao i funkciju istih. Učenik prepoznaje prostorije na fotografiji i povezu funkcije prostorija. Dobro se prostorno orijentira školsko dvorište/škola/učionica. Samostalno svladava prepreke. Prepoznaje dijelove tijela. Uz vođenje, aktivno sudjeluje u raznim projektnim aktivnostima. Svi elementi osobne higijene su usvojeni. Učenik je samostalan prilikom odlaska na toalet, samostalno obavlja higijenu ruku, pravilno se služi priborom za jelo i piće te pravilno koristi ubruse. Učenik samostalno jede te samostalno uzima tekućinu. Ovisan/na o podršci prilikom dolaska u školu i korištenja javnog prijevoza. Često je potrebna podrška u osmišljavanju aktivnosti slobodnog vremena.

Preporuke: nastaviti koristiti vizualni raspored u radu i vizualnu podršku. Svakodnevno provođenje vježbi: manualne spretnosti, fine motorike, grafomotoričke vježbe, orijentacija na papiru. Sve radne zadatke potrebno je podijeliti u manje etape te omogućiti učeniku/ci kraći odmor između etapa rada. Davati kratke i jasne verbalne upute. Prilikom rješavanja zadataka potrebno je kontinuirano pozitivno poticati učenika/cu kroz pohvalu od strane učitelja. Također je potrebno pružiti učeniku/ci dovoljno vremena za rješavanje zadanih etapa zadatka, bez jasnih vremenskih ograničenja.

UČENIK 3

N.Đ. (16 godina) pohađa Centar za odgoj i obrazovanje. Učenik/ca se kreće samostalno. Osnovni elementi prostorne orijentacije su usvojeni. Učenik/ca koristi napredne funkcionalnosti računala i mobitela/tableta/pametne ploče. Koristi desnu ruku, elementi bilateralne koordinacije prisutni. Otežano manipulira sitnijim predmetima. Učenik/ca otežano boja unutar zadanih linija, evidentirane poteškoće prilikom prostorne orijentacije na papiru u prošloj školskoj godini znatno smanjene. Adekvatno se služi škarama i ljepljivom, samostalno lijepi zadani materijal prema unaprijed utvrđenom obrascu. Potrebna mu/joj je podrška i vođenje prilikom rezanja prema zadanom obrascu.

Konceptualna domena

Učenik/ca ima razvijene predčitalačke vještine, to jest globalno zahvaća riječi te prepisuje slova prema predlošku. U učenika/ce postoje razvijene neke predmatematičke vještine kao što su odnosi u prostoru i veze između predmeta. Učenik/ca prepoznaje osnovne boje te diskriminira predmete prema boji i osnovnim oblicima. Uz pomoć imenuje i razumije doba dana i godišnja doba te prepoznaje novac kao predmet.

Socijalna domena

Učenik/ca komunicira verbalno vrlo oskudno, trudi se objasniti što želi mimikom, gestom i pokušajem verbalizacije. Znatno je napredovao/la u području komunikacije u smislu da sam/a potiče komunikaciju te da se trudi verbalizirati svoje potrebe i želje. U svakodnevnom radu koristi se *token sustav*. Razumije gramatički i sadržajno jednostavne rečenice/upite, a konverzacija je moguća uglavnom o temama iz uobičajene okoline. Učenik/ca je emocionalno toplo dijete, voli sudjelovati u svim razrednim aktivnostima, trudi se što bolje izvršiti radni zadatak. Nisu prisutne teškoće u sijeđenju dogovorenih pravila niti u prelasku s jedne na drugu aktivnost. Postoji osrednja promjena u ponašanju u ovisnosti o drugim osobama u okruženju i teškoće u razumijevanju rizičnih socijalnih situacija te je sklon/a slijediti sugerirano ponašanje ne vodeći računa o svojoj dobrobiti. Tijekom procjene nisu zabilježeni elementi nepoželjnog ponašanja učenika/ce.

Praktična domena

Svi elementi osobne higijene su usvojeni. Učenik/ca je samostalan/na prilikom odlaska na toalet, samostalno obavlja higijenu ruku, pravilno se služi priborom za jelo i piće te pravilno koristi ubruse. Učenik/ca samostalno jede te samostalno uzima tekućinu. Potrebna je podrška prilikom dolaska u školu i korištenja javnog prijevoza. Učenik/ca na verbalnu uputu prepoznaje predmete na slici, kao i funkciju nekih od njih. Često je potrebna pomoć u osmišljavanju aktivnosti slobodnog vremena.

Preporuke: Svakodnevno koristi *tokene* u radu s djetetom. Potrebno je poticati komunikaciju s učenikom/com postavljajući pitanja otvorenog tipa. Svakodnevno provođenje vježbi: manualne spretnosti, vježbe vizualne percepcije i orijentacija na papiru. Sve radne zadatke potrebno je podijeliti u manje etape te omogućiti učeniku/ci kraći odmor između etapa rada. Davati kratke i jasne verbalne upute, uz traženje povratne informacije o razumijevanju zadatka od strane učenika/ce. Učenika/cu je potrebno kontinuirano usmjeravati na zadatak. Prilikom rješavanja zadataka potrebno je kontinuirano pozitivno poticati učenika/cu kroz pohvalu od strane učitelja, ali i od ostalih učenika u skupini. Također je potrebno pružiti učeniku/ci dovoljno vremena za rješavanje zadanih etapa zadatka, bez vremenskih ograničenja.

Privitak 6: Skup digitalnih obrazovnih igara

ID igre	Naziv	Opis
1	Logic games	Rješavajući logičke zagonetke namijenjene zabavi, uvježbavaju se vještine poput pozornosti, koordinacija, vizualna percepcija i fine motoričke vještine. Na početku igre potrebno je obojati životinjske likove čarobnim kistom prije nego što se slažu dijelovi slagalice. Nakon što je slagalica sastavljena, slijedi slatki, animirani lik koji će zabaviti igrače.
2	Shapes & Colors	Edukativna igra koja omogućuje razvoj logike, pamćenja, pažnje, vizualne percepcije, finih motoričkih sposobnosti i kreativnosti na zabavan način. Kroz aplikaciju potrebno se suočiti s različitim aktivnostima učenja u obliku zabavnih zagonetki i izazova.
3	Jezično-govorna vježbalica	Rješavajući zadatke iz područja orijentacije u prostoru i vremenu, jezičnog razumijevanja i čitanja, moguće je jačati pojedine aspekte kognitivnih te jezično-govornih vještina. Aplikaciju je moguće koristiti u različitim kontekstima (primjerice s logopedom u sklopu logopedске terapije ili individualno u kućnom okruženju). Aplikacija je podijeljena u 3 kategorije: orijentacija, razumijevanje i čitanje. Aplikacija ima tekstualne upute koje se mogu klikom na gumb i poslušati.
4	Pisalice	Poznato je da je poznavanje i imenovanje slova, uz fonološku svjesnost, jedan od najznačajnijih pretkazatelja spremnosti za poduku čitanja pa ova aplikacija olakšava učenje pravilnog pisanja velikih tiskanih slova (grafema).
5	Koliko je sati	Aplikacija je namijenjena osobama s teškoćama u razvoju, ali i djeci urednog razvoja za poticanje snalaženja u vremenu pomoću iskazivanja trajanja događaja u vremenskim jedinicama. Također, uporabom aplikacije učvršćuje se veza brojke i količine te općenito pojma količine, a poboljšava se i razumijevanje slijeda događaja u vremenu.
6	Mala Glaskalica	Aplikacija pomaže pri savladavanju fonološke svjesnosti koja predstavlja jednu od osnovnih predvještina čitanja. U tom smislu uključuje prepoznavanje prvog, zadnjeg ili svih glasova riječi. Kako bi se omogućilo postepeno učenje, aplikacija zadatke razlikuje prema složenosti riječi. Ukupno, korisnici imaju na raspolaganju šest mogućih „težina” igre u okviru

		kojih pogađaju glasove na više od 165 odabranih riječi. Uz svaku zadanu riječ korisnicima se prikazuje sličica koja predstavlja pojam koji odgovara zadanoj riječi. Omogućeno je i izgovaranje cijele riječi kao i slovanje riječi glas po glas.
7	Pamtilica	Aplikacija je namijenjena poticanju predvještina čitanja na zabavan i atraktivan način. Vrlo često se pogrešno smatra da je za uspješno ovladavanje čitanjem jedino važno svladati imenovanje slova. Koncept fonološke svjesnosti jedna je od ključnih predvještina čitanja jer prije formalne poduke čitanja prethodi prepoznavanje i izdvajanje dijelova manjih od riječi. Aplikacija je namijenjena svima koji pokazuju interes za predvještine čitanja, ali i za one koji se još uvijek nalaze u fazi prepoznavanja i izdvajanja prvoga glasa. Aplikacija je zasnovana na prikazu simbola na korisničkom sučelju u formi mreže simbola te njihovo uparivanje temeljem početnog glasa te svojom strukturom podsjeća na igru memory. Uz svaki simbol pridružen je odgovarajući tekst, a odabirom simbola reproducira se zvučni zapis. Osim poticanja izdvajanja prvoga glasa, Pamtilica može potaknuti usvajanje novih riječi te utvrđivanje veze slovo-glas. Ovisno o individualnim potrebama i mogućnostima korisnika, u aplikaciji su implementirane različite mogućnosti podešavanja (od odabira boje pozadine, odabira broja parova do uključivanja/zaključavanja teksta s nazivom simbola).
8	Matematička igraonica	U matematičkom opismenjavanju svoj doprinos daje ova aplikacija kojom se potiče razvoj matematičkih (pred)vještina (razumijevanje postojanja objekta, sposobnost prepoznavanja i razlikovanja količine, manipulacija brojevima, razumijevanje redoslijeda brojeva te općenito razumijevanje brojevnog sustava).
9	Matematički vrtuljak	Aplikacija pomaže u savladavanju osnovnih matematičkih operacija kroz četiri ugrađene igre. U prvoj igri "Brojevi" korisnici trebaju prebrojati simbole na ekranu te odabrati odgovarajuće rješenje. Druga igra "Različiti skupovi" bavi se jednakostima skupova pri čemu korisnici moraju utvrditi sadrže li skupovi na lijevoj i desnoj strani ekrana isti broj simbola. Treća i

		četvrta igra "Operacije" objedinjuju osnovne matematičke operacije: zbrajanje, oduzimanje, množenje i dijeljenje. Pri tome se u trećoj igri "Operacije do 10" navedene operacije izvode samo do broja 10 dok je u četvrtoj igri moguće vježbati sve do broja 99. Kroz postavke aplikacije moguće je odabrati trebaju li se za operacije koristiti brojevi ili simboli (jabuke i kvadratići) , do kojeg broja će se provoditi vježbe osnovnih operacija te koliko će biti ponuđeno odgovora za odabir. Također, moguće je izolirati samo određene matematičke operacije.
10	Slovarica	Aplikacija olakšava uspostavu veze između vizualnog simbola i novog fonološkog oblika. Upravo takvi upareni vizualni i auditivni simboli potiču, održavaju i unaprjeđuju vještine rane pismenosti neophodne za čitanje, a kasnije i za pisanje. Kroz aplikaciju, upoznaju se i druge važne predvještine čitanja kao što su imenovanje i izdvajanje slova/glasa na početku riječi, organizacija slova i riječi (smjer s lijeva na desno), vizualne oznake slova i riječi, pravila o riječima te vještine predviđanja.

Privitak 7: Validacija računalnih postupaka i algoritama za predlaganje digitalnih obrazovnih igara

Poštovani,

moje je ime Kristian Stančin i obraćam Vam se kao stručnjacima u odgojno-obrazovnom i rehabilitacijskom radu s osobama s intelektualnim teškoćama. U okviru doktorske disertacije razvijam prototip sustava za predlaganje digitalnih obrazovnih igara koji uvažava individualne odgojno-obrazovne potrebe učenika s intelektualnim teškoćama kao potporu edukacijskim rehabilitatorima u unapređenju odgojno-obrazovnog procesa.

Doktorsku disertaciju izrađujem pod mentorstvom prof. dr. sc. Nataše Hoić-Božić s Fakulteta informatike i digitalnih tehnologija Sveučilišta u Rijeci i izv. prof. dr. sc. Sanje Skočić Mihić s Učiteljskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci. Cilj je prototipa sustava prikazati edukacijskom rehabilitatoru obrazovne ciljeve za pojedinog učenika na temelju njegove inicijalne procjene te predložiti digitalne obrazovne igre koje će učeniku pomoći u stjecanju i uvježbavanju određenih vještina.

Kako bih validirao osmišljena pravila predlaganja te na njima temeljene računalne postupke i algoritme za predlaganje digitalnih obrazovnih igara, potrebna mi je Vaša stručnost i pomoć.

U prilogu ovog maila nalaze se inicijalne procjene učenika prema Skali procjene vještina u primjeni digitalnih obrazovnih igara učenika s intelektualnim teškoćama koja je prethodno validirana od strane stručnjaka. Uz to, kao zaseban dokument, možete pronaći i popis digitalnih obrazovnih igara uz opise. Također, na [poveznici](#) se nalaze i kratki video isječki koji demonstriraju navedene igre s popisa.

Vaš je zadatak pročitati inicijalne procjene učenika te proći kroz popis i opise digitalnih obrazovnih igara te za svakog učenika predložiti digitalne obrazovne igre s popisa na način da za svakog učenika na temelju inicijalne procjene odredite koje su mu igre namijenjene.

Prijedloge digitalnih obrazovnih igara za učenike unosite u anketni upitnik dostupan na [poveznici](#).

Za sudjelovanje u ovom istraživanju potrebno je 40-ak minuta za čitanje inicijalnih procjena i te predlaganje igara s popisa igara.

Osigurana je međusobna anonimnost sudionika, kao i anonimnost vaših prijedloga.

Za sve upite i dodatne informacije možete me kontaktirati na e-mail: kristian.stancin@inf.uniri.hr

Unaprijed srdačno zahvaljujem na uloženom trudu i vremenu.

Kristian Stančin, univ. mag. inf.
Fakultet informatike i digitalnih tehnologija, Sveučilište u Rijeci
Radmile Matejčić 2
51000 Rijeka

Ime i prezime: _____

Institucija na kojoj ste zaposleni: _____

Koliko se godina bavite područjem intelektualnih teškoća? (navesti samo broj godina)

Navedite dodatne aktivnosti na kojima ste sudjelovali, a tiču se intelektualnih teškoća i korištenja informacijsko komunikacijske tehnologije (projekti, radionice - održane, odslušane, radovi i sl.).

Odaberite igre koje su po Vašem mišljenju prigodne za navedene učenike (unesite znak X). Možete odabrati 0 ili više igara. U slučaju da niste pronašli odgovarajuće igre za pojedinog učenika, molim Vas ostavite prazan redak/stupac.

	Učenik 1	Učenik 2	Učenik 3
Igra 1			
Igra 2			
Igra 3			
Igra 4			
Igra 5			
Igra 6			
Igra 7			
Igra 8			
Igra 9			
Igra 10			

Dodatni komentari:

Privitak 8: Ispitivanje učestalosti i zadovoljstva korištenja prototipa sustava za predlaganje digitalnih obrazovnih igara za učenike s intelektualnim teškoćama

Poštovani,

prije svega, hvala još jednom na testiranju prototipa sustava.

Kao što već znate, cilj je spomenutog sustava, uvažavajući individualne odgojno-obrazovne potrebe učenika s intelektualnim teškoćama, predložiti digitalne obrazovne igre koje možete ponuditi svojim učenicima u nastavnom i izvannastavnom procesu.

Svrha sustava i samog istraživanja jest stručnjake u području edukacijske rehabilitacije dodatno potaknuti na korištenje suvremenih, inovativnih metoda poučavanja koristeći digitalne obrazovne igre kroz olakšavanje procesa odabira digitalnih obrazovnih igara za svoje učenike to jest skraćivanja vremena traženja, procjene i odabira prikladnih digitalnih obrazovnih igara za svakog učenika.

Kao što je na uvodnom predavanju rečeno, nakon testiranja sustava slijedi anketni upitnik o učestalosti i zadovoljstvu korištenja prototipa sustava.

Za ispunjavanje ovog upitnika potrebno je okvirno 15 minuta. Odgovori u upitniku bit će poznati samo istraživaču, a rezultati će biti objavljeni isključivo zbirno. U upitniku se prikupljaju imena i prezimena ispitanika isključivo u svrhu izdavanja potvrde o sudjelovanju u fazi testiranja prototipa.

Za sva pitanja, stojim na raspolaganju: kristian.stancin@inf.uniri.hr

Srdačno zahvaljujem na uloženom trudu i vremenu.

Kristian Stančin, univ. mag. inf.

Fakultet informatike i digitalnih tehnologija, Sveučilište u Rijeci

Radmile Matejčić 2

51000 Rijeka

Ime i prezime: _____

E-mail: _____

Zanimanje: _____

Naziv trenutnog radnog mjesta: _____

Naziv institucije u kojoj radite: _____

Godine radnog staža: _____

Broj učenika u Vašem razredu/odgojno-obrazovnoj skupini: _____

U periodu testiranja sustava, koliko ste puta pristupili web aplikaciji?

1. Niti jednom
2. Jednom do dva puta u periodu testiranja sustava
3. Tri do četiri puta u periodu testiranja sustava
4. Pet do šest puta u periodu testiranja sustava
5. Više od 6 puta u periodu testiranja sustava

Na ljestvici od 1 do 5, pri čemu „1“ znači da se uopće ne slažete, a „5“ da se u potpunosti slažete, izrazite vaše slaganje/neslaganje sa sljedećim tvrdnjama vezanim uz kvalitetu prototipa sustava.

	1 - Uopće se ne slažem	2 - Ne slažem se	3 - Osrednje se slažem	4 - Slažem se	5 - U potpunosti se slažem
Lako je naučiti koristiti se web aplikacijom.					
Web aplikacija sadrži potrebne opcije za predlaganje digitalnih obrazovnih igara.					
Web aplikacija dostupna mi je kada imam potrebu za korištenjem.					
Web aplikaciji mogu pristupiti web preglednikom (Mozilla, Chrome, Edge...) bez instaliranja dodatnih aplikacija i programa.					

Na ljestvici od 1 do 5, pri čemu „1“ znači da se uopće ne slažete, a „5“ da se u potpunosti slažete, izrazite vaše slaganje/neslaganje sa sljedećim tvrdnjama vezanim uz kvalitetu informacija dostupnih u prototipu sustava.

	1 - Uopće se ne slažem	2 - Ne slažem se	3 - Osrednje se slažem	4 - Slažem se	5 - U potpunosti se slažem
Informacije koje mi pruža web aplikacija su potpune.					
Informacije koje mi pruža web aplikacija su relevantne.					
Informacije koje mi pruža web aplikacija su koncizne					

(sadrže samo potrebne podatke).					
Informacije koje mi pruža web aplikacija su dobro oblikovane (čitljive i lako razumljive).					
Informacije o obrazovnim ciljevima i predloženim igrama koje mi nudi web aplikacija u skladu su s potrebama i mogućnostima pojedinog učenika.					

Na ljestvici od 1 do 5, pri čemu „1“ znači da se uopće ne slažete, a „5“ da se u potpunosti slažete, izrazite vaše slaganje/neslaganje sa sljedećim tvrdnjama vezanim uz kvalitetu usluga vezanih uz prototip sustava. Opciju "Ne odnosi se na mene" koristite samo ako niste bili u situaciji testiranja ovih usluga.

	1 - Uopće se ne slažem	2 - Ne slažem se	3 - Osrednje se slažem	4 - Slažem se	5 - U potpunosti se slažem	Ne odnosi se na mene
U slučaju problema u radu s web aplikacijom, mogu se obratiti e-mailom ili koristiti druge oblike pomoći.						
Uvijek brzo dobijem odgovor (unutar 24h) na postavljeni upit o radu web aplikacije.						
Upute i predavanje za korištenje web aplikacije pomogle su mi prilikom rada web aplikacije (primjerice unosa i ažuriranja podataka o učeniku, pregleda digitalnih obrazovnih igara i ostalih mogućnosti).						

Na ljestvici od 1 do 5, pri čemu „1“ znači da se uopće ne slažete, a „5“ da se u potpunosti slažete, izrazite vaše slaganje/neslaganje sa sljedećim tvrdnjama vezanim uz korištenje i namjeru korištenja prototipa sustava.

	1 - Uopće se ne slažem	2 - Ne slažem se	3 - Osrednje se slažem	4 - Slažem se	5 - U potpunosti se slažem
Imam potrebno predznanje za korištenje web aplikacije.					
Uspio/uspjela sam dovršiti zadatak u web aplikaciji čak i ako nije bilo nikoga u blizini tko bi mi rekao što da radim.					
U periodu testiranja prototipa, više od jednom sam pristupio/la web aplikaciji.					
Web aplikaciju koristim da bih dobio/dobila informacije o digitalnim obrazovnim igrama koje moji učenici mogu igrati.					
Podatke o učeniku unio/unijela sam bez većih poteškoća.					

Na ljestvici od 1 do 5, pri čemu „1“ znači da se uopće ne slažete, a „5“ da se u potpunosti slažete, izrazite vaše slaganje/neslaganje sa sljedećim tvrdnjama vezanim uz zadovoljstvo korištenja prototipa sustava.

	1 - Uopće se ne slažem	2 - Ne slažem se	3 - Osrednje se slažem	4 - Slažem se	5 - U potpunosti se slažem
Volim raditi na web aplikaciji.					
Web aplikacija je zanimljiva.					
Korištenje web aplikacije dobra je ideja.					
Smatram da je web aplikacija korisna u odgojno-obrazovnom i rehabilitacijskom procesu mojih učenika.					

Na ljestvici od 1 do 5, pri čemu „1“ znači da se uopće ne slažete, a „5“ da se u potpunosti slažete, izrazite vaše slaganje/neslaganje sa sljedećim tvrdnjama vezanim uz koristi koje proizlaze iz prototipa sustava. Opciju "Ne odnosi se na mene" koristite samo ako predložene igre niste bili u mogućnosti testirati s učenicima.

	1 - Uopće se ne slažem	2 - Ne slažem se	3 - Osrednje se slažem	4 - Slažem se	5 - U potpunosti se slažem	Ne odnosi se na mene
Učenicima su predložene igre bile korisne u učenju i usvajanju vještina.						
Web aplikacija omogućuje mojim učenicima učenje i usvajanje vještina na zabavniji način.						
Web aplikacija me potaknula da dodatno koristim digitalne obrazovne igre u odgojno-obrazovnom i rehabilitacijskom procesu.						
Web aplikacija mi je olakšala traženje digitalnih obrazovnih igara za moje učenike.						
Web aplikacija mi je pružila nove informacije (igre s kojima do sada nisam bio/bila upoznat/a).						
Web aplikacija omogućila mi je uspješno integrirati digitalne obrazovne igre u odgojno-obrazovni/rehabilitacijski proces mojih učenika.						

Dodatni komentari:

ŽIVOTOPIS

Kristian Stančin rođen je 14. listopada 1992. godine u Berlinu, Reinickendorf, SR Njemačka. Nakon završetka srednje škole (Srednja škola Koprivnica, Koprivnica smjer ekonomist), 2011. godine upisuje preddiplomski studij informacijski i poslovni sustavi, smjer: poslovni sustavi na Sveučilištu u Zagrebu, Fakultetu organizacije i informatike u Varaždinu. Po završetku, 2014. upisuje i diplomski studij informatike na istoj instituciji, smjer: organizacija poslovnih sustava. Oba studija završio je s pohvalom *cum laude* čime je spadao u 10% najbolje rangiranih studenata na godini. Također, 2015. godine, paralelno sa zadnjom godinom diplomskog studija, upisuje i završava program Pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičke izobrazbe na Filozofskom fakultetu Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku čime stiče dodatnih 60 ECTS-a pedagoških kompetencija. Doktorski studij informatike upisuje 2017. godine na Fakultetu informatike i digitalnih tehnologija, Sveučilišta u Rijeci (naziv pri upisu: Odjel za informatiku, Sveučilište u Rijeci).

Po završetku diplomskog studija radi kao nastavnik informatičke skupine predmeta u Obrtničkoj školi Koprivnica u Koprivnici, a potom kao stručni suradnik za informatičke poslove na Učiteljskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci. Nakon toga zapošljava se kao asistent na Katedri za informatičke tehnologije i računarstvo na H2020 projektu CRISS na Fakultetu organizacije i informatike, Varaždin, Sveučilišta u Zagrebu. U srpnju 2017. godine prelazi na radno mjesto asistenta na Fakultet informatike i digitalnih tehnologija, Sveučilišta u Rijeci (naziv pri zapošljavanju: Odjel za informatiku, Sveučilište u Rijeci) gdje trenutno sudjeluje u izvođenju vježbi iz nekoliko kolegija: Baze podataka, Administriranje i sigurnost baza podataka, Nerelacijske i distribuirane baze podataka, Poslovna komunikacija i komunikacijske tehnologije, Strateško planiranje informacijskih sustava te Upravljanje digitalnom transformacijom.

Sudjelovao je na UNIRI projektu: Digitalne igre u kontekstu učenja, poučavanja i promicanja inkluzivnog obrazovanja (Degames), šifra projekta: uniri-drustv-18-130, financiranim od Sveučilišta u Rijeci te na nekoliko međunarodnih znanstvenih konferencija te u koautorstvu objavio više znanstvenih radova. Njegovi znanstveni interesi obuhvaćaju područja primjene informacijsko-komunikacijske tehnologije u procesu učenja i poučavanja, posebno za osobe s teškoćama što je vidljivo iz dosad objavljenih radova.

U nastavku slijedi popis relevantnih objavljenih radova.

Stančin, K.; Hoić-Božić, N.; Skočić Mihić, S. (2022). Key Characteristics of Digital Educational Games for Students With Intellectual Disabilities. *International Journal of Game-Based Learning*, 12(1), 1-15.

Stančin, K.; Hoić-Božić, N.; Holenko Dlab, M. (2021). Digital games for acquiring everyday life skills for students with intellectual disabilities. *Proceedings of the 15th European Conference on Game Based Learning ECGBL 2021*, Fotaris, P. (ur.). 927-930. Brighton, UK.

Stančin, K.; Hoić-Božić, N. (2020). The Importance of Using Digital Games for Educational Purposes for Students with Intellectual Disabilities. *Proceedings of the International Scientific Conference on Innovative Approaches to the Application of Digital Technologies in Education (SLET 2020)*, Rugelj, J.; Lapina, M. (ur.). 8-15. Stavropolj, Russia.

Stančin, K.; Hoić-Božić, N.; Skočić Mihić, S. (2020). Using Digital Game-Based Learning for students with intellectual disabilities – A systematic literature review. *Informatics in education*, 19(2), 323-341.

Stančin, K.; Pošćić P.; Jakšić D. (2020). Ontologies in education – state of the art. *Education and information technologies*, 25, 5301-5320.

Stančin, K.; Hoić-Božić, N. (2019). The use of information and communication technology in upbringing and education of students with intellectual disabilities. *INTED2019 Proceedings Valencia: International Academy of Technology, Education and Development (IATED)*. 2902-2910. Valencia, Spain.

Balaban, I.; Stančin, K.; Sobodić, A. (2018). Analysis of correlations between indicators influencing successful deployment of ePortfolios. *Proceedings of the 41st MIPRO International Convention on Computers in Education*. 864-869. Opatija, Croatia.