

Primjena tiskanih i digitalnih udžbenika te računalnih tehnologija i novih medija u nastavi Prirode i Biologije

mr. sc. Daniela Novoselić

Alfa d.d.

Zagreb, Hrvatska

daniela.novoselic@alfa.hr

Sažetak: Obrazovanje učenika za svijet sutrašnjice podrazumijeva razvijanje sposobnosti komuniciranja na materinjem i stranim jezicima, temeljne kompetencije iz matematike, prirodnih znanosti i tehnologije, digitalne kompetencije, interpersonalne te interkulturalne vještine. Odgoj i obrazovanje u školi ostvaruje se na temelju nacionalnog kurikula, kurikula nastavnih predmeta i školskog kurikula. Kurikuli za sve nastavne predmete, pa tako i nastavne predmete Priroda i Biologija određuju svrhu i ciljeve učenja i poučavanja nastavnog predmeta, odgojno-obrazovne ishode i sadržaje. Slijedom novih predmetnih kurikula, na tržištu se pojavila nova generacija udžbenika koja bi uz sadržajne promjene trebala donijeti nove didaktičko – metodički i likovno – grafičke zahtjeve. Uz novu generaciju udžbenika, učenici, učitelji i nastavnici, a kao dio današnjeg digitalnog društva, imaju priliku upotrebljavati i digitalne udžbenike te druge digitalne obrazovne sadržaje. Ubrzani napredak, tehnologija i suvremeno životno okruženje odražava se na interese, stavove i karakteristike današnjih učenika kao i na zahtjeve koje pred učitelje stavlja suvremeno društvo. Takvim zahtjevima mora pridonijeti kvalitetno oblikovani udžbenici s dobro osmišljenim aktivnostima kako bi se učenik potaknuo na aktivno učenje. Svi nastavni mediji, tehnologija i svi obrazovni sadržaji trebaju biti stavljeni u funkciju istraživačkog učenja.

Ključne riječi: Priroda, Biologija, udžbenici, informacijsko – komunikacijske tehnologije, digitalni obrazovni sadržaji.

I. UVOD

A. Kompetencije kao osnova za sudjelovanje mladih u svijetu sutrašnjice

Obrazovanje za globalno doba je obrazovanje za cjeloživotni kognitivni, bihevioralni i relacijski angažman sa svijetom [1]. Vještine i kompetencije, ali i osjećaji potrebi za identificiranje i rješavanje problema iz višestrukih perspektiva zahtijevaju odgoj i obrazovanje učenika koji su znatiželjni i kognitivno fleksibilni, koji su u stanju tolerirati dvosmislenost te mogu sintetizirati znanje unutar i kroz različite discipline [2].

Kompetencija je priznata stručnost ili sposobnost kojom tko raspolaže [3]. OECD [4] kompetencije definira kao složeni konstrukt različitih sposobnosti iz četiri temeljna područja:

1. kognitivna kompetencija – uporaba teorija i koncepata te informalnog znanja razvijenog kroz praksu;

2. funkcionalna kompetencija – sposobnost obavljanja posla unutar nekog specifičnog područja;

3. osobna kompetencija – sposobnost odabira i modeliranja adekvatnog ponašanja ovisno o situaciji u kojoj se čovjek nalazi te

4. etička kompetencija – sposobnost adekvatnog moralnog postupanja temeljem razvijenih osobnih i stručnih vještina.

Europska je komisija 2005. godine, u okviru inicijative Information Society and Media [5] postavila osam ključnih kompetencija koje svaki europski građanin treba posjedovati kako bi prosperirao u društvu i ekonomiji utemeljenima na znanju. Navedene kompetencije uključuju: sposobnost komuniciranja na materinjem i stranim jezicima, izgrađene temeljne kompetencije iz matematike, prirodnih znanosti i tehnologije, digitalne kompetencije, interpersonalne te interkulturalne vještine [6]. Prema Gehrman [7] kompetencije koje učeniku osiguravaju svladavanje životnih zadaća u društvu koje počiva na znanju i informacijama su: samostalno učenje, problemsko mišljenje, umreženo razmišljanje, timske sposobnosti, medijske kompetencije, interkulturalne komunikacijske sposobnosti, inovativno mišljenje, sposobnost vlastite prezentacije i prepoznavanje budućih poslovnih zahtjeva. Jenkins i suradnici [8] izdvojili su 11 osnovnih vještina za koje smatraju da će biti neophodne kod omogućavanja jednakih prilika za sudjelovanje mladih u svijetu sutrašnjice. To su: igra (sposobnost eksperimentiranja s okruženjem, kao oblikom rješavanja problema), izvedba (sposobnost prihvaćanja alternativnih identiteta u svrhu improvizacije i otkrivanja), simulacija (sposobnost interpretiranja i konstruiranja dinamičnih modela procesa stvarnog svijeta), aproprijacija (sposobnost smislenog uzorkovanja i remiksiranja medijskih sadržaja), multitasking – višezadaćnost (sposobnost skeniranja okruženja i, po potrebi, prebacivanja fokusa na istaknute detalje), distribuirana spoznaja (sposobnost smislenog rukovanja i međudjelovanja s alatima koji proširuju mentalne mogućnosti), prosudba (sposobnost evaluacije pouzdanosti i kredibiliteta različitih izvora informacija), transmedijska navigacija (sposobnost praćenja tjeka priča i informacija preko višestrukih modaliteta), networking – mrežno povezivanje (sposobnost traganja za informacijama, njihovog sintetiziranja i daljnjeg širenja) i pregovaranje (sposobnost prolaženja kroz različite zajednice, razumijevanja i poštivanja višestrukih perspektiva te spoznavanja i praćenja alternativnih normi ponašanja).

U skladu s uvidom u razvoj društva Future of Jobs Survey, World Economic Forum [9] navodi ovih deset kompetencija potrebnih za zapošljavanje od 2022. godine: analitičko razmišljanje i inovacija, strategije učenja i aktivno učenje, kreativnost i inicijativa, tehnologija dizajna i programiranja, kritičko mišljenje i analiza, rješavanje složenih problema, vodstvo i socijalni utjecaj, emocionalna inteligencija, prosuđivanje i rješavanje problema, analiza i evaluacija. Zbog toga, pri pripremi poučavanja i učenja, kao i popratnih materijala između kojih su i udžbenici, bitno se je usmjeriti na razvijanje tih ključnih kompetencija koje će učenicima omogućiti razvoj kompetencija neophodnih za njihov budući život.

II. ODGOJ I OBRAZOVANJE U OSNOVNOJ I SREDNJOJ ŠKOLI U REPUBLICI HRVATSKOJ

Do sredine 2000-ih godina osnovnoškolski i srednjoškolski sustav odgoja i obrazovanja u Republici Hrvatskoj karakterizira isključiva usmjerenost sadržajima propisanim nastavnim planovima i programima [10]. Od početka prošlog desetljeća obrazovna politika postupno pokušava osmisliti i uvesti određene promjene s ciljem osuvremenjavanja sustava u obliku pomaka od usmjerenosti sadržajima prema usmjerenosti odgojno-obrazovnim ishodima te od isključivog prijenosa sadržaja prema razvoju kompetencija. U strateškom dokumentu Hrvatska u 21. stoljeću [11] navodi se potreba provedbe kurikulske reforme koja uključuje promjene sadržaja obrazovanja i načina poučavanja i učenja.

Projektom Hrvatski nacionalni obrazovni standard (HNOS) te donošenjem novoga Nastavnog plana i programa za osnovnu školu 2006. godine [12] započele su kvalitativne promjene na osnovnoškolskoj razini u dijelu koji se odnosi na programske sadržaje. Nastavnim planom i programom za osnovnu školu određena su, između ostaloga, odgojno-obrazovna postignuća učenika na razini pojedinog predmeta te se pokušalo utjecati na načine izvedbe odgojno-obrazovnog procesa [12]. Na srednjoškolskoj razini, osobito u slučaju gimnazijskih programa, nije bilo većih programskih promjena zadnjih 25 godina. od sredine 1990-ih godina [13]. Slijedom gore navedenog jasno je da je u posljednjih petnaestak godina obrazovna politika, bez obzira na političku pripadnost, pokušala usmjeriti strateški razvoj ranog i predškolskog, osnovnoškolskog i srednjoškolskog sustava odgoja i obrazovanja razvoju kompetencija, promjeni načina poučavanja i učenja te jasnom usmjerenju na potrebu definiranja odgojno-obrazovnih ishoda [10].

U sklopu Strategije obrazovanja, znanosti i tehnologije [10] planirana je provedba cjelovite kurikulske reforme i povezivanje sastavnica odgojno-obrazovnog sustava u koherentnu, povezanu, fleksibilnu i učinkovitu cjelinu temeljenu na zajedničkim odgojno-obrazovnim vrijednostima, načelima i ciljevima. Planirano je da cjelovita kurikulska reforma bude usmjerena prema [10]:

a) razvoju temeljnih kompetencija za cjeloživotno učenje

b) jasno definiranim odgojno-obrazovnim ishodima koji nisu isključivo kognitivne prirode (znanja), nego u skladu s određenjem temeljnih kompetencija za cjeloživotno učenje, uključuju i razvoj vještina, stavova kreativnosti, inovativnosti, kritičkog mišljenja, inicijativnosti, poduzetnosti, estetskog vrednovanja,

odgovornosti, odnosa prema sebi, drugima i okolini, vladanja i brojne druge;

c) otvorenim didaktičko-metodičkim sustavima koji omogućuju odgojiteljima, učiteljima, djeci i učenicima slobodu u izboru sadržaja, metoda i oblika rada;

d) jasno određenim standardima/kriterijima razvijenosti i usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda, čime će se osigurati osnova za objektivniju, valjaniju i pouzdaniju procjenu različitim oblicima i vrstama unutarnjeg i vanjskog vrednovanja [10].

U Strategiji obrazovanja, znanosti i tehnologije [10] navodi se da je na svim razinama i u svim vrstama odgoja i obrazovanja potrebno razviti kurikulska rješenja koja su: znanstveno utemeljena; suvremena; djetetu i učeniku usmjerena; primjerena razvojnoj dobi djeteta/učenika; relevantna za sadašnji i budući život djeteta/učenika; otvorena promjenama i stalnom inoviranju u skladu s razvojem društva, gospodarstva, znanosti i tehnologije te odgoja i obrazovanja; koja omogućuju primjerenu razinu autonomije rada odgojno-obrazovnih ustanova te uzimaju u obzir autonomiju odgojitelja, učitelja, ravnatelja i drugih odgojno-obrazovnih djelatnika.

U Republici Hrvatskoj temeljni zakon koji propisuje djelatnost osnovnoškolskog i srednjoškolskog obrazovanja je Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi [14]. U njemu se navodi da djeca imaju pravo na dotok informacija ili sadržaja utemeljenih na suvremenim znanstvenim i obrazovnim standardima važnim za potpun i skladan razvoj njihove osobnosti, a koje se prenose na objektivan, kritički i pluralistički način. Zadaća je javnog školskog sustava da bude neutralan i uravnotežen te da omogućiti djetetu ostvarivanje tog prava. Osnovno školovanje je obvezno za sve učenike u Republici Hrvatskoj, a temelji se na jednakosti obrazovnih šansi za sve učenike prema njihovim sposobnostima kao i na visokoj kvaliteti obrazovanja i usavršavanja svih neposrednih nositelja odgojno-obrazovne djelatnosti – učitelja, stručnih suradnika, ravnatelja te ostalih radnika [14].

U članku 4. Zakona [14] navodi se da su ciljevi odgoja i obrazovanja u školskim ustanovama osigurati sustavan način poučavanja učenika, poticati i unapređivati njihov intelektualni, tjelesni, estetski, društveni, moralni i duhovni razvoj u skladu s njihovim sposobnostima i sklonostima; razvijati učenicima svijest o nacionalnoj pripadnosti, očuvanju povijesno-kulturne baštine i nacionalnog identiteta; odgajati i obrazovati učenike u skladu s općim kulturnim i civilizacijskim vrijednostima, ljudskim pravima i pravima djece, osposobiti ih za življenje u multikulturalnom svijetu, za poštivanje različitosti i toleranciju te za aktivno i odgovorno sudjelovanje u demokratskom razvoju društva. Zakon navodi da je potrebno osigurati učenicima stjecanje temeljnih (općeobrazovnih) i stručnih kompetencija, osposobiti ih za život i rad u promjenjivom društveno-kulturnom kontekstu prema zahtjevima tržišnog gospodarstva, suvremenih informacijsko-komunikacijskih tehnologija i znanstvenih spoznaja i dostignuća te osposobiti učenike za cjeloživotno učenje [15]. Navedeni ciljevi istaknuti su i u Okviru nacionalnog kurikuluma [16], predloženom krovnom nacionalnom kurikulske dokumentu koji na općoj razini određuje elemente kurikulske sustava za sve razine i vrste školskog odgoja i obrazovanja. Ovim se dokumentom određuju cilj odgoja i obrazovanja nakon završetka srednjoškolskoga odgoja i obrazovanja,

vrijednosti nacionalnoga kurikula, generičke kompetencije koje je potrebno razvijati na svim razinama i u svim vrstama odgoja i obrazovanja, struktura sustava odgoja i obrazovanja te načela organizacije odgojno-obrazovnoga procesa, načela učenja i poučavanja te vrednovanja.

Okvir nacionalnog kurikula služio je kao osnova za izradu nacionalnih kurikula za pojedine razine i vrste odgoja i obrazovanja, a njegove postavke utječu i na izradu ostalih nacionalnih kurikulskih dokumenata, kao i dokumenata izrađenih na drugim razinama [16].

Nacionalnim dokumentima područja kurikula određuju se svrha, ciljevi, struktura i odgojno-obrazovna očekivanja povezana s učenjem i poučavanjem u širim odgojno-obrazovnim područjima. Dokumenti područja kurikula izravno usmjeravaju predmetne kurikule. U skladu s Nacionalnim okvirnim kurikulum [16] nastavni predmeti Priroda i Biologija pripadaju prirodoslovnom području.

Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi [17] te njegove izmjene i dopune [18] navode u članku 26. da se odgoj i obrazovanje u školi ostvaruje na temelju nacionalnog kurikula, nastavnih planova i programa i školskog kurikula te da se Nacionalni kurikuli donose za pojedine razine i vrste odgoja i obrazovanja sukladno okvirnom nacionalnom kurikulskom dokumentu koji na općoj razini određuje elemente kurikulskog sustava za sve razine i vrste osnovnoškolskog i srednjoškolskog odgoja i obrazovanja. Članak 27. istog Zakona navodi da se kurikulumom nastavnih predmeta određuju svrha i ciljevi učenja i poučavanja nastavnog predmeta, struktura pojedinog predmeta u cijeloj odgojno-obrazovnoj vertikali, odgojno-obrazovni ishod i/ili sadržaji, pripadajuća razrada i opisi razina usvojenosti ishoda, učenje i poučavanje te vrednovanje u pojedinom nastavnom predmetu, a može se utvrditi i popis potrebnih kvalifikacija učitelja za izvođenje kurikula. Kurikuli za nastavne predmete Priroda i Biologija propisalo je Ministarstvo znanosti i obrazovanja te su odlukom ministrice postali službeni dokument objavom u Narodnim Novinama u siječnju 2019. godine [19].

A. Svrha, opis predmeta, odgojno obrazovni ciljevi te makrokoncepti nastavnog predmeta Priroda

Prema kurikulumu za nastavni predmet Prirode u osnovnoj školi [19] svrha je učenja nastavnoga predmeta Priroda, kao početnoga, integriranog učenja prirodoslovlja, razumijevanje svijeta u kojemu živimo kako bi se u njemu održivo živjelo. Učenjem o prirodi sagledava se njezina cjelovitost, od čestica koje grade tvari, preko živoga i neživoga svijeta na Zemlji, do najvećih struktura u svemiru. Naglasak je na razumijevanju osnovnih koncepata biologije, fizike i kemije te na razumijevanju metoda kojima se u prirodnim znanostima dolazi do spoznaja. Te se metode mogu primijeniti u svakodnevnome životu za stjecanje znanja i donošenje odgovornih odluka. Znanja, vještine i stavovi razvijaju se aktivnim uključivanjem učenika u proces učenja, čime se potiče dublje razumijevanje pojava i procesa u prirodi te razvija osjetljivost i odgovornost prema okolini [19]. Dokument navodi da se učenjem i poučavanjem Prirode potiče, podržava i upotunjava urođena dječja znatiželja o svijetu oko nas, jer primjenom osnovnih znanstvenih metoda u jednostavnim istraživanjima učenici razvijaju vještinu opažanja, prepoznavanja istraživačkog pitanja, oblikovanja pretpostavki koje se mogu potvrditi ili opovrgnuti pokusom, donošenja zaključaka na temelju prikupljenih podataka, izvješćivanja o rezultatima te

predviđanja na njihovoj osnovi [19]. Učenjem Prirode osvješćuje se potreba za racionalnom uporabom prirodnih dobara te pridonosi boljemu razumijevanju i razlikovanju pozitivnih i negativnih utjecaja ljudskoga djelovanja na prirodna staništa te lokalni i globalni okoliš [19]. Stečeno znanje učenicima omogućava donošenje odluka važnih za sigurnost, očuvanje zdravlja, bioraznolikosti i okoliša te djelovanje u skladu s načelima održivoga razvoja [19]. Učenike treba usmjeriti i na učinkovito i sigurno korištenje novim tehnologijama u samostalnome i zajedničkom učenju.

Kurikul nastavnoga predmeta Priroda [19] organiziran je prema prirodoslovnom području kurikula, u četiri makrokoncepta: Organiziranost prirode, Procesi i međudjelovanja, Energija te Prirodnoznanstveni pristup. Priroda se poučava nadovezujući se na znanja, vještine i stavove stečene u nastavnome predmetu Priroda i društvo. Konceptualno i sadržajno predstavlja postupni prijelaz od integriranoga učenja i poučavanja prirodoslovlja prema samostalnim predmetima Biologiji, Fizici i Kemiji. Opći ciljevi nastavnoga predmeta Priroda su poticati znatiželju i zanimanje za znanost i istraživanje prirode, usvajati osnovne prirodoslovne koncepte na primjerima iz svakodnevnog života, razvijati prirodoslovnu pismenost i poticati logičko, kritičko i kreativno mišljenje, razvijati vještine potrebne za izvođenje praktičnih i istraživačkih radova te oblikovati pozitivan stav o sebi i svijetu oko sebe uz razvijanje odgovornosti za vlastite postupke [19].

B. Svrha, opis predmeta, odgojno obrazovni ciljevi te makrokoncepti nastavnog predmeta Biologija

Nastavni predmet Biologija [19] temelji se na spoznajama znanosti koja proučava organizaciju živoga svijeta istraživanjem struktura, funkcija i razvoja različitih oblika života na molekularnoj i staničnoj razini, na razini organizama, populacija, ekosustava i biosfere. Istražuje interakcije i međuovisnosti koje se javljaju na svakoj od tih razina te procese iskorištavanja i pretvorbi energije koji su temelj održivosti života [19]. Za razumijevanje tema vezanih uz najveće izazove današnjice, kao što su: neravnomjerna raspodjela hrane, nedostatak pitke vode, pojava i širenje bolesti, onečišćenje okoliša i prirode te smanjenje bioraznolikosti te za aktivno sudjelovanje u raspravama i rješavanju tih problema u društvu nužna su biološka znanja, kako bi se kod učenika razvila odgovornost prema sebi, prirodi i okolišu te poduzetnost i djelovanje u zajednici s jasno izgrađenim stavovima o općemu dobru [19]. Učenjem i poučavanjem Biologije treba poticati znatiželju učenika, njihovu motivaciju za učenje i otkrivanje svijeta oko sebe te ih osposobljavati za samostalne aktivnosti učenja i istraživanja, primjenu stečenih znanja i vještina te načela etičnosti u svakodnevnome životu [19]. Odgojno – obrazovni ciljevi učenja i poučavanja biologije su shvatiti kompleksnost živoga svijeta na različitim organizacijskim razinama povezujući pojavu novih svojstava s usložnjavanjem građe živih bića te razviti znatiželju za upoznavanje raznolikosti živoga svijeta odgovorno se ponašajući prema njemu uz poštovanje i uvažavanje različitosti, razumjeti osobni rast i razvoj kao fizički, psihološki i socijalni proces u interakciji s drugim ljudima i prirodom te važnost brige za vlastito zdravlje i zdravlje zajednice usvajajući zdrave životne navike, upoznati čimbenike i procese koji su omogućili postanak i razvoj života na Zemlji te razviti svijest o složenoj međuovisnosti svih organizama na Zemlji, uključujući i čovjeka, razviti istraživačke kompetencije

temeljene na znanstvenim principima i odgovornost pri korištenju rezultatima radi donošenja zaključaka i odluka povezanih sa svakodnevnim životom imajući na umu ekonomske, političke, etičke i moralne perspektive, ali i posljedice svojih odluka, razumjeti utjecaj bioloških spoznaja na kvalitetu života i okoliša na lokalnoj i globalnoj razini, osposobiti se za ulogu aktivnoga građanina koji će pridonijeti održivomu razvoju i razviti potrebu za cjeloživotnim učenjem, povezati biološke spoznaje sa spoznajama svih prirodoslovnih predmeta na konceptualnoj razini te s drugim područjima i međupredmetnim temama radi razvoja osobnih potencijala i osposobljavanja za upravljanje obrazovnim i profesionalnim razvojem [19]. U kurikulu nastavnoga predmeta Biologija definirana su četiri makrokoncepta u skladu s makrokonceptima Prirodoslovnog područja kurikula [19]: Organiziranost živoga svijeta, Procesi i međuovisnosti u živome svijetu, Energija u živome svijetu te Prirodoznanstveni pristup [19]. Svaki od navedenih makrokoncepta široko je definiran i u sebi integrira više različitih koncepta nižih razina. Makrokoncepti u primjeni s međupredmetnim temama Zdravlje, Održivi razvoj, Učiti kako učiti, Građanski odgoj i obrazovanje, Poduzetništvo, Osobni i socijalni razvoj te Uporaba informacijske i komunikacijske tehnologije pridonose razvoju biološke pismenosti [19].

C. Eksperimentalni program „Škola za život“

U sklopu eksperimentalnog programa „Škola za život“ čiji je nositelj Ministarstvo znanosti i obrazovanja [20] odabrane su 74 škole iz svih županija u Republici Hrvatskoj u kojima će se kroz eksperimentalne nastavne materijale provjeriti primjenjivost novih kurikula i oblika metoda rada te novih obveznih i dodatnih nastavnih sredstava. U projektu sudjeluje 48 osnovnih škola te 26 srednjih škola. Eksperimentalni program provodi se u 1. i 5. razredu osnovnih škola te u 7. razredu za predmete biologija, kemija i fizika. U srednjim se školama provodi u 1. razredu gimnazije u svim predmetima te u 1. razredu četverogodišnjih strukovnih škola u opće obrazovnim predmetima. Cilj eksperimentalnog programa „Škola za život“ je provjera primjenjivosti kurikula i učenja i poučavanja te novih nastavnih sredstava s obzirom na sljedeće ciljeve:

a) povećanje kompetencija učenika u rješavanju problema

b) povećanje zadovoljstva učenika u školi te motivacija njihovih učitelja [20].

Među ciljevima su istaknuti i primjenjivost novih, tiskanih i digitalnih udžbenika te drugih obrazovnih materijala [20].

III. IMPLEMENTACIJA RAČUNALNIH TEHNOLOGIJA I NOVIH MEDIJA U NASTAVI

Školske reforme [2] koje se odvijaju u zemljama svijeta, a koje su povezane s usklađivanjem odgojno-obrazovnih sustava sa suvremenim društvenim razvojem i izgradnjom društva znanja 21. st., uključuju identificiranje vještina potrebnih za učitelje u informacijskom društvu. UNESCO ključnim smatra identificiranje indikatora informacijske pismenosti koji bi se trebali primjenjivati u nastavničkom obrazovanju [21]. Slijedom promjena predmetnih kurikula, na tržištu se pojavila nova generacija udžbenika koja bi uz sadržajne promjene trebala donijeti

nove didaktičko – metodički i likovno – grafičke zahtjeve [22]. Uz novu generaciju udžbenika, učenici, učitelji i nastavnici, a kao dio današnjeg digitalnog društva u kojem informacijsko-komunikacijske tehnologije – IKT (engl. *Information and Communication Technology* - ICT) omogućuju pristup širokom spektru informacija, imaju priliku upotrebljavati i digitalne obrazovne sadržaje. U školama u kojima se provodi eksperimentalni program „Škola za život“ za svakog učenika uključenog u eksperimentalnu fazu „Škole za život“ osiguran je tiskani i digitalni udžbenik te tablet. U kontekstu društva znanja upravo se nastavničke kompetencije za učinkovitu uporabu informacijsko-komunikacijske tehnologije u procesima učenja i poučavanja ističu kao jedne od najspominjanijih, ali ujedno i najsloženijih [23]. Potrebno ih je razvijati kroz sveučilišne programe za obrazovanje učitelja i uključivati ne samo tehnološke vještine nužne za nastavni rad uz uporabu IKT-a, već i kritički odnos prema tim tehnologijama u nastavnom okruženju. Razvijanje informacijsko-komunikacijskih kompetencija učitelja ima za cilj postizanje obrazovanja za 21. stoljeće, ali i poučavanje koje omogućava razvijanje navedenih kompetencija kod učenika.

Dostupnost tehnologije u učionicama ne odražava automatski kvalitetu njene primjene u učenju i poučavanju [24], [25], [26], [27], [21]. Često se, uslijed nestručnog korištenja informacijsko-komunikacijske tehnologije u nastavi, najveća pozornost pridaje upravo osnovnoj računalnoj pismenosti, umjesto učenju i poučavanju kroz napredne oblike primjene tehnologije u nastavi [2]. IKT te je jedan u nizu čimbenika koji međudjelovanjem mogu pospješiti kvalitetu nastave te podići razinu postizanja određenih ishoda [28], [29]. Ako učitelji na pravilan način, prilikom uporabe IKT-a, koriste suvremena pedagoška i didaktička načela to im omogućuje da utječu na proces učenja, potiču razvoj viših razina mišljenja te omoguće učenicima konstruiraju znanja u informacijskom okruženju.

Suvremeni oblici integracije tehnologije u nastavi temelje se na uključivanju učenika u aktivno korištenje tehnologije prilikom, npr., izvršavanja nastavnih zadataka. Prema Harland [30] sami učitelji moraju modelirati uporabu različitih računalnih alata i tehnologija, npr., baza podataka, on-line diskusija, softvera za prezentaciju, "pametnih" ploča i dr. IKT u nastavnoj praksi podudara se s prihvaćanjem općih načela konstruktivističkog pristupa u poučavanju i učenju, a koji podrazumijeva temeljnu usmjerenost na učenika i omogućuje dublje učenje. Naime u tzv. tradicionalnim didaktičkim nastavnim praksama učitelj predstavlja središnji čimbenik poučavanja i učenja, a često se (svjesno ili nesvjesno) potiče znanje reprodukcije povezano sa zapamćivanjem ili čak učenjem napamet, a ne s razmišljanjem [21]. Stoga je nužno potrebna transformacija procesa učenja i poučavanja radi njihovog unapređivanja i usklađivanja s aktualnim vremenom i zahtjevima suvremenog društva.

U Republici Hrvatskoj jedan od portala s digitalnim obrazovnim sadržajima je i Nacionalni portal za učenje na daljinu „Nikola Tesla“. Na portalu se nalaze sadržaji iz nastavnih predmeta matematike, fizike, biologije, kemije i engleskog jezika za srednje škole, tečajevi programiranja, ECDL moduli sa sadržajima potrebnim za stjecanje diplome osnovne informatičke pismenosti te tečajevi o primjeni i upotrebi Interneta i alata za izradu sadržaja na Internetu [31].

Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNet [32] na svojim je mrežnim stranicama objavila Edutorij koji sadrži repozitorij digitalnih obrazovnih sadržaja, a koji omogućuje objavu, pristup, pohranu i razmjenu digitalnih obrazovnih sadržaja, nastalih prvenstveno od strane učitelja i učenika hrvatskih osnovnih i srednjih škola, ali i od stručnjaka s ostalih obrazovnih ustanova [32]. Korisnici Edutorija primarno su učitelji hrvatskih osnovnih i srednjih škola, no sustav je namijenjen i njihovim učenicima, djelatnicima visokih učilišta i javnih znanstvenih instituta. Edutorij je nastao u sklopu projekta “e-Škole: Uspostava sustava razvoja digitalno zrelih škola (pilot projekt)”. Pilot projekt e-Škole dio je šireg programa e-Škole, koji se provodi kroz više projekata informatizacije školskog sustava, u razdoblju od 2015. do 2022. godine [33]. Trenutno su na Edutoriju dostupni digitalni obrazovni sadržaji za 7. i 8. razred osnovne škole te 1. i 2. razred opće gimnazije za matematiku, kemiju, biologiju i fiziku. Sadržaji pokrivaju cjelovito gradivo za pojedini predmet i razred prema nastavnom planu i programu, a izrađeni su modularno tako da nekoliko modula pokriva program pojedinog razreda. Svaki se modul može preuzeti i koristiti samostalno [33]. Kreirani digitalni obrazovni sadržaji mogu se preuzeti na osobna računala ili mobilne uređaje, ovisno o vrsti mobilne platforme koja se koristi (iOS, Android ili Windows). Uz svaki cjeloviti sadržaj/modul dostupan je i Priručnik za učitelje [33].

American association for the Advancement of Science [34] i National Research Council – USA [35] ukazali su na činjenicu da glavni cilj obrazovanja u 21. stoljeću mora biti usmjeren na prirodoslovno opismenjavanje učenika. Prirodoslovno pismen učenik treba posjedovati vještinu kritičkog mišljenja, interpretacije složenih podataka te sposobnost rješavanja problemskih zadataka [34], [35]. Rezultati istraživanja koje je provela Lukša [36] ukazuju na nisku učeničku usvojenost bioloških makrokoncepta te opadanje uspješnosti učenika od prve prema trećoj kognitivnoj razini u svim ispitivanim makrokonceptima što ukazuje na prevladavanje reproduktivnog znanja. Također Lukša [36] je ukazala na potrebu promjene paradigme poučavanja biologije s naglaskom na istraživačko učenje te druge metode aktivnog poučavanja. Upravo kao podrška u promicanju prirodoslovne pismenosti, motivacije učenika za rad i stjecanje cjelovite kompetencije korisnim se pokazala uporaba digitalnih obrazovnih sadržaja i IKT-a koji se temelji na samostalnom učenju, aktivnom učenju, nezavisnom učenju, a obuhvaća rješavanje problema, simulacije i praktičan rad [37], [38].

Računala i mobilni uređaji su danas sveprisutni u školama te predstavljaju nastavno oruđe koje zahtijeva informatički kompetentne učitelje. Elektroničko učenje ili e-učenje (engl. *Electronic learning* ili *E-learning*) proces je obrazovanja uz pomoć informacijsko komunikacijskih tehnologija korištenjem Interneta [39]. Uz ovu „informatičku“ definiciju gdje je naglasak na tehnologiji, pedagoška definicija stavlja naglasak na obrazovanje (*learning*) ukazujući da se radi o dvosmjernom procesu između učitelja i učenika pomoću elektroničkih medija, pri čemu je naglasak na procesu učenja dok su mediji pomoćno nastavno sredstvo koje upotpunjuje taj proces. M-učenje je svaka vrsta učenja koje se odvija kada se učenik ne nalazi na unaprijed određenom mjestu ili učenje koje se odvija kada učenik koristi prednosti koje mu pružaju mobilni uređaji [40]. Mobilni uređaji uključuju pametne telefone, prijenosna računala i tablete. Slijedom navedene definicije, mobilno učenje može se odvijati na

bilo kojem mjestu, u bilo koje vrijeme, uključujući tradicionalna okruženja za učenje kao što su učionice, radna mjesta, kod kuće, u društvu ili u pokretu. Mobilni uređaji donijeli su jedno novo obrazovno iskustvo i učiteljima i učenicima te je prema [41] budućnost obrazovanja u prelasku e-učenja na m-učenje.

Prema uporabi IKT-a [42], [43] razlikujemo nekoliko oblika učenja:

- klasična nastava (*face-to-face*) - nastava u učionici

- nastava uz pomoć ICT-a (*ICT supported teaching and learning*) - tehnologija u službi poboljšanja klasične nastave, a tehnologije koje se koriste su: prezentacije (PowerPoint i sl.), multimedijски CD-ROM-ovi Web sjedišta za predmete s multimedijским sadržajima za učenje, interaktivni plakati (npr. Glogsteri), kvizovi za samoprovjere i provjere znanja (npr. HotPotatoes), E-mail i mailing liste, forum, Blog, wiki, e-portfolio, Webinar.

- hibridna ili mješovita nastava (*hybrid/blended learning, mixed mode*) - kombinacija nastave u učionici i nastave uz pomoć tehnologija (poput LMS-a i videokonferencija)

- online nastava (*fully online*) - nastava uz pomoć IKT-a u potpunosti organizirana na daljinu, te se sudionici nastave ne susreću uživo, najčešće se koriste tečajevi koji se dostavljaju putem Interneta i videokonferencije. Primjer online nastave su predmetne virtualne učionice u sustavu Loomen [44], kreirane tijekom 2018. godine u cilju pripreme učitelja za eksperimentalni program „Škola za život“ kroz čije sadržaje se učitelji upoznaju s obrazovnom reformom. Svi učitelji te stručni suradnici i ravnatelji koji će provoditi frontalno uvođenje obrazovne reforme priključili su se radu u virtualnim učionicama početkom 2019. godine [45] te na taj način upoznaju mogućnosti korištenja i pripreme online sadržaja i za svoje učenike u sustavu Moodle.

Prvi ozbiljni koraci na području implementacije e-učenja u Hrvatskoj učinjeni su u posljednjih desetak godina [46], [47], [48], [49], [50], [51]. Naime prema Nacionalnom okvirnom kurikulumu [52], informatizacija obrazovnog sustava jedno je od glavnih opredjeljenja razvoja hrvatskoga društva. Primjeri e-učenja iz područja biologije nažalost nisu brojni te su svedeni najčešće na korištenje CARNet-ovog *Nacionalnog portala za udaljeno učenje Nikola Tesla* s već pripremljenim nastavnim sadržajima. Nije poznato koliko često učitelji koriste sadržaje ovog portala u nastavi. Istraživanje učestalosti pristupanja učenika nastavnim sadržajima biologije i usvajanje obrazovnih ishoda pomoću sustava Moodle ukazuje na zadovoljstvo učenika s e-učenjem, a oni učenici koji su češće pristupali nastavnim sadržajima u sustavu Moodle ostvarili su bolji rezultat na ispitu znanja [53]. Vladušić [54] navodi kako velika većina učenika sedmih i osmih razreda, nakon usporedbe učenja putem računala i tradicionalne nastave iz kemije, smatra nastavu kemije uz pomoć računala zanimljivijom od tradicionalne i želi nastaviti učiti kemiju putem računala čak i bez realnog pokusa iz nastave kemije. Đuranić [55] nakon provedbe zamjene udžbenika digitalnim obrazovnim sadržajima „Projekt Moodle u informatičkoj učionici“ navodi zadovoljstvo učenika interaktivnom nastavom, brzom povratnom informacijom o postignutom rezultatu na provjeri znanja, sustavnom i olakšanom praćenju učenika i uvidom u njihov rad. Na početku školske godine 2013./2014. Osnovna škola Dinka Šimunovića te Osnovna

škola Vežica udžbenike su u potpunosti zamijenili tabletima i računalima te njihovi učenici rade s digitalnim obrazovnim sadržajima. Iskustva učitelja Osnovne škole Vežica ukazuju [56] da u školi u kojoj je osiguran pristup IKT-ma učitelji ih češće koriste, redovitije se educiraju, povećava se pozitivan stav prema IKT-ma u nastavi, povećava se motivacija i aktivnost učenika tijekom nastavnog procesa. Rezultati istraživanja koje su proveli Cristia i sur. [57] na 319 škola u Peruu u kojima su uvedena računala, tableti i druge IKT opreme ukazuju da projekt nema nikakvih učinaka na čitalačke i matematičke kompetencije kod učenika, kao ni na rezultate ostvarene na formalnim provjerama znanja iz područja matematike i jezika. Nadalje, autori su utvrdili da projekt nije potaknuo učenike da više vremena provode učeći niti su učenici bili dodatno motivirani za učenje. Autori navode da su ovakvi rezultati posljedica činjenice da su se računala i tableti koristili u aktivnostima koje nisu bile povezane s čitalačkim i matematičkim ishodima kao i nedostatkom digitalnih alata, aplikacija i programa na računalima i tabletima kao i na nedostatku jasnih uputa učiteljima koje aktivnosti koristiti za postizanje određenog ishoda.

Na uspješnost e-učenja svakako utječu IKT kompetencije učitelja i učenika kao i njihova međusobna komunikacija kroz forum, chat, e-mail ili e-poruke [58]. Digitalni sadržaji trebaju biti kreirani na način da potiču učenike na kritičko promišljanje, rješavanje problema, kreiranje znanja te da postanu odgovorni za reguliranje vlastitog procesa učenja [59], [60], [61].

Castells [62] smatra da je školski sustav nespreman za nove oblike učenja jer, usprkos dobroj tehnologiji, nedostaju osposobljeni učitelji i pedagoška saznanja iz tog područja učenja. Suvremeno društvo postavlja brojne izazove školi tražeći promjenu uloge i zadaće učitelja [63] s posebnim naglaskom na razvoj učiteljskih ključnih kompetencija. Današnji učenici, koji žive u digitalnom društvu, gdje im informacijske i komunikacijske tehnologije (IKT) omogućuju pristup brojnim informacijama žele i očekuju uključivanje tih tehnologija u odgojno-obrazovni proces. Kako bi se IKT uspješno implementirale u nastavu potrebno je postojanje infrastrukture i materijalnih uvjeta u školama te IKT kompetentni učitelji [64]. Istraživanja pokazuju kako otprilike polovica učitelja u Europskoj Uniji ne koristi računala za aktivnosti tijekom satova prirodoslovlja [65], a tako niska razina integracije digitalnih sadržaja u procesu poučavanja povezuje se s nedostatkom digitalnih kompetencija učitelja [66]. Stoga trajno stručno usavršavanje učitelja treba biti imperativ. Rezultati istraživanja Mlinarević i Borić [67] govore kako učitelji iskazuju potrebu kontinuiranog stručnog usavršavanja i navode vlastite IKT kompetencije nedostatnima. Isto zaključuju Lukša i suradnici [68] i navode kako samo 27% učitelja razredne nastave u nastavi koristi računalo, a samo u 4% učionica imaju računalo i LCD projektor. Kao razlog nedovoljnog korištenja IKT-a učitelji navode neopremljenost škola (84%) i nepoznavanje suvremene tehnologije. Kostović-Vranješ i sur. [69] ukazuju na nedostatnu računalnu osposobljenost učitelja biologije što dovodi do niske razine primjene IKT u nastavi.

U 2015. godini započeo je projekt Hrvatske akademske i istraživačke mreže CARNet pod nazivom "e-Škole: Cjelovita informatizacija procesa poslovanja škola i nastavnih procesa u svrhu stvaranja digitalno zrelih škola za 21. stoljeće" [33], uz koji je kao jedan od produkata nastao i prije spomenuti Edutorij. Svrha pilot projekta e-

Škole je uspostaviti sustav razvoja digitalno zrelih škola kroz pilotiranje i evaluaciju primjene IKT-a u obrazovnim i poslovnim procesima u 10% škola u Republici Hrvatskoj [33]. Specifični cilj pilot projekta e-Škole [33] jest pilotirati organizacijske, tehnološke i obrazovne koncepte uvođenja IKT-a u obrazovne i poslovne procese u odabranim školama kroz dvije školske godine te na temelju iskustva pilotiranja razviti strategiju za implementaciju sustava digitalno zrelih škola u cijelom sustavu osnovnog i srednjeg obrazovanja u Republici Hrvatskoj, odnosno za primjenu u drugoj fazi projekta (2019.-2022.). Također uvođenjem informacijsko-komunikacijskih rješenja poput e-Dnevnika [70], e-Matice [71] omogućen je pristup većem broju podataka koji su prethodno bili teško dobavljivi i dislocirani. Pristup podacima omogućen je učenicima i roditeljima, učiteljima, razrednicima, ravnateljima i drugim djelatnicima škola, ali i znanstvenicima, agencijama te Ministarstvu znanosti i obrazovanja koji dostupne podatke koriste za provođenje analiza. Informatizacija dijela školske dokumentacije omogućava bolje planiranje odgojno-obrazovne prakse u Republici Hrvatskoj, jer su na jednom mjestu dostupni brojni podaci vezani uz nastavu (poput broja učenika, škola i upisanih programa), ali i njezine rezultate, poput ocjena ostvarenih tijekom školske godine iz svakog pojedinog predmeta, kao i zaključne ocjene na kraju školske godine [70].

Rezultati istraživanja u Sjedinjenim Američkim državama koje je proveo Penuel [72] ukazuju da su učenici najčešće koristili računala za pisanje zadaća, vođenje bilježaka ili izradu prezentacija te da veća zastupljenost računala u nastavnom okruženju ne doprinosi suvremenijim i kreativnijim nastavnim metodama. Rezultati istraživanja koje su proveli Penuel [72], Goodwin [73] te Fairlie i Robinson [74] ukazuju da uvođenje IKT-a nema utjecaja na uspjeh učenika u školi te ističu da je jedan od najvažniji čimbenika koji utječe na implementaciju IKT-a u nastavu kvalitetno osposobljavanje učitelja, prvenstveno poboljšanja spremnosti, stava i dostupnosti kvalitetnih nastavnih sadržaja.

S obzirom na karakteristike svih prirodoslovnih znanosti, a i usmjerenja kurikula Prirodoslovnog područja prema iskustvenom i istraživačkom učenju, ne treba smetnuti s uma da će se nastava Prirode i Biologije uvijek temeljiti na promatranju i u što većoj mjeri korištenju izvorne stvarnosti s kojom će učenik dolaziti u neposredni kontakt kad je god to moguće pri poučavanju i učenju. Zbog raznovrsnosti potrebnih izvora znanja i njihove ponekad ograničene dostupnosti i pristupačnosti za rad učenika, kao i zbog potreba vizualizacije apstraktnih i složenih koncepata te prikaza procesa u živom svijetu neophodno je koristiti i najrazličitija nastavna sredstva i pomagala koja pružaju podršku učenju. Shabiralyani i sur. [75] utvrdili su da upotreba vizualnih pomagala stimulira razmišljanje i poboljšava okruženje za učenje u učionici, a učenici smatraju da su vizualna pomagala korisna i relevantna kada imaju izravan odnos prema sadržaju učenja. Zbog toga je kao potpora u nastavi potrebno osim dobro osmišljenih zadataka istraživačkih aktivnosti i promatranja potrebno pripremiti i pravilno koristiti raznovrsne vizualne i digitalne materijale koji će omogućiti učinkovito učenje.

IV. NASTAVNI PROCES I UDŽBENICI

Nekoliko desetljeća odgojno-obrazovna literatura ističe važnost stavljanja učenika u središte nastavnog procesa [76], [77], [78]. Brojni teoretičari i praktičari odgojno-obrazovnog područja zagovarali su promjenu uloge učenika iz pasivnog promatrača u aktivnog sudionika [79], [80], [81]. Navedene ideje dodatno su potkrijepljene pojavom konstruktivističkih teorija [82], [83], [84], [85], [86], [87], [88]. Učenje se u konstruktivističkoj paradigmi opisuje kao konstruktivni i situacijski proces gdje je nastava promatrana kao pružanje potpore, poticanje i savjetovanje učenika u njihovom procesu učenja [89], [90]. Uloga učitelja je organizirati aktivnost učenja, iskustva učenja i okolinu u kojoj se učenje treba događati [91]. Isti autori ukazuju da je nužna autonomija učitelja u izboru načina rada, koja pruža slobodu za kreativnu organizaciju i vođenje nastavnog procesa, primjenjujući integraciju metoda, socijalnih oblika rada, didaktičkih načela i didaktičkih modela (strategija), s namjerom da je nastava prilagođena učenicima, njihovim interesima, mogućnostima i potrebama. Slobodu nastavnog procesa u svom radu navode i Sučević i sur. [92] te ukazuju na važnost povećanja kompetencija koje su preduvjet takve slobode. Jedna od važnih uloga obrazovnog sustava svakako je pružiti potporu učiteljima u vidu razvoja pedagoških, psiholoških, didaktičkih i metodičkih kompetencija kako bi ih učinkovito mogli primjenjivati u radu s učenicima te nastavnoj svakodnevnici. Na taj način će nastava biti proces u kojem su aktivni i učenici i učitelji.

Dosadašnji programski dokumenti određivali su nastavni sadržaj Prirode i Biologije bez smjernica koliko duboko i široko poučavanjem treba obuhvatiti pojedinu nastavnu temu [93]. U istraživanju koje su proveli Kostović-Vranješ i sur. [69] učitelji su naveli kako su prepušteni sami sebi kada je u pitanju primjena nastavnih sredstava i pomagala te da nemaju odgovarajuću potporu sustava u podršci, smjernicama i relevantnim kompetencijama. Rezultati istraživanja projekta Excellence: Centre of Excellence in ICT [94] upućuju na ozbiljan nedostatak potpore sustava u organiziranju i provođenju nastave koristeći moderne tehnologije i aktualne nastavne metode koje su s njima usko povezane. U tom su istraživanju učitelji prvenstveno istaknuli nedostatak potpore u korištenju novih tehnologija koje su danas sve izraženije i sve prisutnije te nedostatak potpore u području pedagoško-psiholoških i didaktičko-metodičkih kompetencija koje bi im omogućile kvalitetniju primjenu nastavnog materijala u učenju i poučavanju.

Učenje i poučavanje iznimno je složen proces koji traži temeljito planiranje i metodičku i tehničku pripremu za kvalitetniju primjenu izvora učenja i nastavnog materijala [95], [96]. U planiranju nastave učitelj polazi od ciljeva predmetnog i školskog kurikula, što podrazumijeva konkretizaciju sadržaja i aktivnosti te plan njihovog ostvarivanja. U skladu s kurikulumima nastavnih predmeta Prirode i Biologije koje je donijelo Ministarstvo znanosti i obrazovanja [19] učitelj planira što će i u kojem opsegu s učenicima raditi te vremenske intervale i rokove za izvršavanje. Učitelji kreiraju godišnji izvedbeni kurikulum. Slijedom kurikula za nastavni predmet Prirode i Biologije u osnovnoj školi u Republici Hrvatskoj [19] u pripremanju nastavnog hodograma nastavnici trebaju odabrati odgojno – obrazovne ishode te autonomno komponirati tematske cjeline u svom izvedbenom kurikulumu. Redoslijed odgojno – obrazovnih ishoda koji su organizirani prema makrokonceptima u kurikulumu ne određuje redoslijed učenja i poučavanja [19]. Kurikuli nastavnih predmeta Prirode i

Biologije [19] navode kako bi u poučavanju tih predmeta trebalo dominirati iskustveno i istraživačko učenje. Dokument također navodi važnost strategija aktivnog učenja u vidu projektne nastave i raznovrsnih izvanučioničkih i izvannastavnih aktivnosti.

Zakon o udžbenicima i drugim obrazovnim materijalima za osnovnu i srednju školu [97] definira udžbenik kao obvezni obrazovni materijal u svim predmetima, izuzev predmeta s pretežno odgojnom komponentom, koji služi kao cjelovit izvor za ostvarivanje svih odgojno-obrazovnih ishoda utvrđenih predmetnim kurikulumom, kao i očekivanja međupredmetnih tema za pojedini razred i predmet.

Prema Poljaku [98] udžbenik je osnovna školska knjiga za pojedini predmet, pisana na temelju nastavnog plana i programa, posebno didaktički oblikovana, koju učenici svakodnevno upotrebljavaju u svom obrazovanju. Udžbenik je važan izvor znanja u kojem su sadržana najbitnija znanja koja učenici trebaju usvojiti prema propisanom nastavnom programu, zbog čega učitelji pri pripremanju nastave često kao osnovu koriste udžbenike [99], [100]. Iako slijede obvezujuće dokumente pri oblikovanju udžbenika autori koriste svoje sklonosti, znanje, iskustvo u dizajnu udžbenika i pitanja za provjeru znanja [101].

Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi [17] u članku 56. navodi da se u školi se upotrebljavaju udžbenici koje je odobrilo Ministarstvo prema posebnom zakonu. Za učitelje i roditelje odobrenje MZO-a za upotrebu pojedinog udžbenika u nastavi je signal da udžbenik reflektira obvezujuće dokumente i predstavlja njegovu konkretizaciju, a pri tome slijede razmišljanje da ukoliko je udžbenikom predviđena obrada pojedinih sadržaja, onda je i nastava usmjerena na njih, jer će se njihova usvojenost provjeravati i vrednovati [93].

Sadržaj i struktura udžbenika prema Zakonu o udžbenicima i drugim obrazovnim materijalima za osnovnu i srednju školu [97] mora omogućavati učenicima samostalno učenje i stjecanje različitih razina i vrsta kompetencija, kao i vrednovanje usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda i očekivanja međupredmetnih tema. Također tim se Zakonom propisuje da udžbenik može biti tiskani i/ili elektronički, a može se sastojati od tiskanog i elektroničkog dijela. Tiskani oblik udžbenika treba biti oblikovan na način da ne zahtijeva upisivanje rješenja ili odgovora na pitanja i treba omogućiti višegodišnje korištenje, osim za udžbenike u razrednoj nastavi. Zakon o udžbenicima i drugim obrazovnim materijalima za osnovnu i srednju školu [97] po prvi puta jasno se definira elektronički udžbenik ili elektronički dio udžbenika te navodi da elektronički udžbenik mora sadržavati barem jednu od sljedećih triju značajki: dinamičko predočavanje, simulaciju (virtualni pokus) i interakciju (na relacijama učenik – sadržaj, učenik – učitelj i/ili učenik – učenik).

Pravilnikom o udžbeničkom standardu u primjeni članova stručnih povjerenstava za procjenu udžbenika i drugih obrazovnih materijala [22] utvrđuju se znanstveni, pedagoški, psihološki, didaktičko-metodički, etički, jezični, likovno - grafički i tehnički zahtjevi kao i oblik udžbenika za pojedini razred i razinu obrazovanja. Članak 3. navedenog Pravilnika [22] propisuje da je udžbenik temeljen na znanstvenim i općeprihvaćenim teorijama, činjenicama i tumačenjima zakonitosti pojava i procesa, na suvremenim znanstvenim spoznajama iz područja odgoja i obrazovanja, učenja i poučavanja, kao i razvoju struke.

Udžbenik mora biti usklađen s ciljevima, načelima i odgojno-obrazovnim ishodom učenja predmetnoga kurikula i vezanim kurikulskim dokumentima i usmjeren na stjecanje i razvijanje temeljnih kompetencija za cjeloživotno učenje te pridonosi stjecanju funkcionalnoga znanja, razvijanju učenikovih sposobnosti i vještina rješavanja problema i donošenja odluka, potiče kreativnost i inovativnost te razvoj kritičkog mišljenja i metakognicije [22].

Izgled tiskanog i digitalnog udžbenika propisuje članak 7. Pravilnika o udžbeničkom standardu [22]. Navodi se da elementi vizualnog dizajna u udžbeniku trebaju poticati učenika na daljnje korištenje i učenje, pazeći pritom da količina i vrsta primijenjenih statičnih i multimedijalnih elemenata pridonosi razumijevanju sadržaja i ne ometa pažnju te su izrađeni prema standardima struke i primjereni razvijenoj dobi učenika kojima su namijenjeni. Statični (slike, grafički prikazi, ilustracije, fotografije i sl.) i dinamični elementi (multimedija, animacije, simulacije, audio i video zapisi, interaktivni elementi i sl.) moraju biti kvalitetni, jasni, sadržajno povezani, opisani nazivom i prema potrebi, popratnim tekstom. Zvuk koji prati sadržaj treba biti jasan, a odgovarajući zvučni zapisi kvalitetni, jezično i pravogovorno pravilan. Prema Pravilniku o udžbeničkom standardu [22] vizualno sučelje u elektroničkom udžbeniku mora biti strukturalno konzistentno, dati poticajni spoznajni sadržaj i pridonosi kvalitetnom korisničkom iskustvu. Učenik se treba intuitivno i s lakoćom služiti i ulaziti u interakciju sa sadržajem, bez suvišnog proučavanja uputa ili pokušaja i pogrešaka pri izvršavanju jednostavnih akcija. Tehnički zahtjevi elektroničkog udžbenika opisani su u članku 8. Pravilnika o udžbeničkom standardu [22] te se navodi da je elektronički udžbenik u obliku elektroničke knjige predviđen za preuzimanje na uređaj korisnika, dostupan u nekom od prihvaćenih standardnih formata, u inačicama važećima u trenutku izrade i u skladu s trenutno važećim specifikacijama za izradu sadržaja u tim formatima, kako bi se omogućila njihova uporaba na različitim platformama ili aplikacijama za čitanje elektroničkih knjiga.

Postupak uvrštavanja udžbenika u Katalog odobrenih udžbenika pokreće se javnim pozivom koji objavljuje Ministarstvo znanosti i obrazovanja. Prema Zakonu o udžbenicima i drugim obrazovnim materijalima za osnovnu i srednju školu [97] na javni poziv može se javiti svaka pravna osoba registrirana za nakladničku ili izdavačku djelatnost. Nadležno ministarstvo imenuje stručno povjerenstvo, a prema Pravilniku o udžbeničkom standardu te članovima stručnih povjerenstava za procjenu udžbenika i drugih obrazovnih materijala [22] može imati tri člana: u povjerenstvu mogu biti metodičar, znanstvenik, odnosno stručnjak za nastavni predmet ili područje za koje je udžbenik namijenjen te učitelj nastavnog predmeta određenog obrazovnog programa s najmanje pet godina iskustva u nastavi. Zadaće stručnog povjerenstva su utvrđivanje usklađenosti udžbenika za osnovnu i srednju školu s odredbama Zakona o udžbenicima i drugim obrazovnim materijalima za osnovnu i srednju školu [97], predmetnim kurikulumom [19] te Pravilnikom o udžbeničkom standardu te članovima stručnih povjerenstava za procjenu udžbenika i drugih obrazovnih materijala [22]. Na temelju pozitivnog mišljenja stručnog povjerenstva ministar donosi rješenje o odobravanju korištenja udžbenika u školi i uvrštavanju udžbenika u Katalog.

Članak 10. Zakona o udžbenicima i drugim obrazovnim materijalima za osnovnu i srednju školu [97] propisuje da u školi mogu biti u uporabi samo udžbenici koji se nalaze u Katalogu. Ministarstvo znanosti i obrazovanja na svojim mrežnim stranicama objavljuje Katalog obveznih udžbenika [97]. Odabir udžbenika za uporabu u školi provodi se u godini u kojoj se mijenja Katalog za one predmete i razrede za koje je novi udžbenik uvršten u Katalog. Odluku o odabiru udžbenika u višim razredima osnovnih i svim razredima srednjih škola donose stručni aktivni predmeta na razini škole, a u svim paralelnim razrednim odjelima viših razreda osnovne i srednje škole za jedan nastavni predmet u uporabi može biti samo jedan udžbenik.

Važno obilježje udžbenika je njegova sveprisutnost i konzistentnost. Budući da je udžbenik jedan od rijetkih materijala koji se u neizmijenjenom obliku kao službeni i recenzirani materijal može koristiti i kod kuće i u školi, pod vodstvom učitelja i samostalno, Hutchinson i Torres [102] vide udžbenik kao sredstvo kojim se mogu uvesti promjene u nastavnu praksu i obrazovni sustav. O nedostatku potpore i konkretnih smjernica kako primjenjivati udžbenike u sklopu nastave ukazuju i rezultati istraživanja Digisi i Willett [103]. Gottfried i Kyle [104] u svom radu istražuju primjenu udžbenika u nastavi biologije u srednjim školama Sjedinjenih Američkih Država. Prema rezultatima istraživanja nastava se u razredima u kojima se radilo prema udžbeniku podudarala s tradicionalnim poimanjem nastavnog procesa u 95% slučajeva, dok se u razredima u kojima se radilo prema više različitih izvora nastavni proces u 50% slučajeva podudarao s modernim i poželjnim pristupom u nastavi. Isti autori ističu da je u razredima koji svoju nastavu temelje na udžbeniku prevladavala tradicionalna predavačka nastava. Tulip i Cook [105] u svom radu navode da se učitelji u pravilu oslanjaju na udžbenike, posebice kad moraju odrediti što će obraditi na satu, kojim redosljedom i u kojem opsegu. Rezultati njihova istraživanja ukazuju da učenici češće koriste udžbenik kao izvor za pripremu za provjere znanja, dok se učitelji uvelike oslanjaju na udžbenik prilikom obrade gradiva, ali ne u tolikoj mjeri prilikom osmišljavanja i provedbe provjera znanja. Isti autori zaključuju da učitelji ili ne prepoznaju različite odgojno-obrazovne teorije ili ih ne znaju adekvatno primijeniti u nastavnoj praksi. Rezultati njihovog istraživanja ukazuju kako učenici često koriste udžbenike za puko memoriranje činjenica, što je u suprotnosti s aktualnim teorijama u odgoju i obrazovanju, te zaključuju kako bi trebalo istražiti kako učenike potaknuti da udžbeniku pristupaju kao izvoru koji im može poslužiti za bolje razumijevanje gradiva, a ne puko memoriranje činjenica. I Driscoll i sur. [106] u svom su istraživanju ukazali da učitelji udžbenik često koriste kao osnovu za planiranje i provođenje nastavnog sata. Također ističu da udžbenik učitelji koriste kao izvor definicija te za proširenje vokabulara učenika i usvajanje činjeničnog znanja. Rezultati njihova istraživanja pokazali su da učenici u pravilu udžbenik koriste kad im učitelj da direktnu uputu. Ovaj rezultat u skladu je s uobičajenom nastavnom praksom u kojoj učenik prati rad i upute učitelja koji je osmislio nastavni sat te ga vodi usmjeravajući aktivnosti učenika kako bi ostvario planirane nastavne ciljeve. U nastavnoj praksi učenik u pravilu nema slobodu kako bi samostalno mogao birati što želi raditi i koju će aktivnost trenutno izvršavati. U tom aspektu očekivano je da će učenici tijekom samog nastavnog sata udžbenik koristiti više-manje isključivo u

situacijama kada ih na to uputi učitelj. Prema rezultatima istraživanja [106] učenici su najčešće samoinicijativno koristili udžbenik kako bi pronašli definicije određenih pojmova ili pronašli odgovore na pitanja. Isti autori su zaključili da se udžbenik u nastavi ne koristi za poticanje problemske nastave, a koje prvenstveno ovisi o metodičkom oblikovanju udžbenika. Također su istaknuli kako je udžbenik koji je bio primjenjivan u sklopu istraživanja u svojoj koncepciji imao naglasak na činjenično znanje, a nedovoljno sadržaja posvećenih istraživanju, problematiziranju i poticanju učenika da znanje koje usvajaju temelje na više različitih gledišta. Hutchinson i Torres [102] također su istraživali način korištenja udžbenika te ističu da su učiteljima potrebna kvalitetna nastavna sredstva poput dobro osmišljenih udžbenika koji mogu pružiti adekvatnu podršku procesu učenja u školi, ali i kod kuće. Isti autori naglašavaju da su udžbenici učinkoviti pokretači promjena u nastavnom procesu, jer su strukturirani materijal koji učiteljima, ali i učenicima, pruža podršku u procesu učenja i poučavanja, a uz takvu strukturiranost lakše se uvode promjene u sustav jer će i one kroz udžbenik biti strukturirane i organizirane. Prema spomenutim autorima treba istražiti način na koji učitelji i učenici koriste udžbenike. Rezultati koje su proveli Chiappetta i Koballa [107] te Chiappetta i sur. [108] i Weiss, Banilower, McMahan, and Smith [109] ukazuju da se u planiranju nastavnog procesa čak 90% srednjoškolskih učitelja prirodoslovlja oslanja na udžbenik te navode da udžbenici za učitelje zapravo predstavljaju kurikulum. U nastavnoj praksi učitelji često traže konkretne odgovore i potporu sustava vezano uz pitanja usmjerena na planiranje i izvođenje nastavnog sata. Gore navedena istraživanja potvrdila su da učitelji nemaju odgovor na pitanje kako adekvatno koristiti udžbenik u nastavi, niti kako učenike potaknuti na aktivno korištenje udžbenika i usvajanje kompetencija povezanih s tom aktivnošću.

V. ZAKLJUČAK

Ubrzani napredak, tehnologija i suvremeno životno okruženje odražava se na interese, stavove i karakteristike današnjih učenika kao i na zahtjeve koje pred učitelje stavlja suvremeno društvo. Takvim zahtjevima mora pridonijeti kvalitetno oblikovani udžbenici s dobro osmišljenim aktivnostima kako bi se učenik potaknuo na aktivno učenje. Svi nastavni mediji, tehnologija i svi obrazovni sadržaji trebaju biti stavljani u funkciju istraživačkog učenja. Bilo bi potrebno istražiti omogućuje li nova generacija tiskanih i elektroničkih udžbenika, kao i za Prirodu i Biologiju neizostavnih radnih bilježnica, koji prate eksperimentalni program „Škola za život“ ostvarivanje odgojno – obrazovnih ishoda suvremene škole te omogućuju li učenicima razvijati kompetencije učenja kako učiti. Također bilo bi važno provjeriti postoje li u udžbenicima odgovarajući sadržaji kojima se uči istraživanjem i otkrivanjem te rješavanjem problema, a koje će učitelji prepoznati kao potporu za kontinuiranu primjenu udžbenika, radnih bilježnica i digitalnih materijala u kvalitetnom poučavanju za učenje temeljeno na iskustvu i istraživačkim aktivnosti uz promatranje žive prirode.

VI. LITERATURA:

[1] M. Suárez-Orozco, i C. Sattin, „Learning in the Global Era“. u: Suárez-Orozco, M. /edit./: Learning in the Global Era – International Perspectives on Globalization and Education. Los

Angeles: University of California Press. Ross Institute., pp. 1-43, 2007.

- [2] J. Vrkić Dimić, „Kompetencije učenika i nastavnika za 21. stoljeće“. Acta Iadertina, 10. 49 – 60, 2013.
- [3] V. Anić, L. Jojić i R. Matasović, „Hrvatski enciklopedijski rječnik“. Novi Liber, Zagreb, 2002.
- [4] OECD, „Education and Training Policy: Qualifications Systems – Bridges to lifelong learning“. Paris: OECD, 2007.
- [5] Information Society and Media, 2005.
- [6] ISPL Information Society and Education: Linking European Policies. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 15 pp., 2006. <https://www.lu.lv/materijali/biblioteka/es/pilnieteksti/izglitiba/Information%20society%20and%20education%20-%20Linking%20European%20Policies.pdf> (15.09. 2018)
- [7] S. Gehrman, „Novi mediji i ključne sposobnosti – razmišljanja o spornom konceptu“. Zbornik radova: Udžbenik i virtualno okruženje. Školska knjiga, 83-92, Zagreb, 2004.
- [8] A. Jenkins, M. Healey, i R. Zetter, „Linking teaching and research in departments and disciplines“. York: The Higher Education Academy, 2007. www.heacademy.ac.uk/ourwork/research/teaching (2.04.2009.)
- [9] The Future of Jobs Report. World Economic Forum. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf (2.04.2019.)
- [10] Ministarstvo znanosti i obrazovanja, „Strategija obrazovanja, znanosti i tehnologije“, 2015.
- [11] Hrvatska u 21. stoljeću, Ministarstvo znanosti i obrazovanja, „Okvir nacionalnog kurikula“, 2017.
- [12] Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa, „Nastavni plan i program na osnovnu školu“. 2006.
- [13] Ministarstvo prosvjete i športa, „Okvirni nastavni program općeobrazovnih predmeta u srednjim školama“. Zagreb: Glasnik Ministarstva prosvjete i športa br. 11, 1997.
- [14] Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi. Narodne novine 68/2018.
- [15] Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi. Narodne novine 126/2012.
- [16] Nacionalni okvirni kurikulum za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obvezno i srednjoškolsko obrazovanje. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa, 2011.
- [17] Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi. Narodne novine 126/2012.
- [18] Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi. Narodne novine 68/2018.
- [19] Ministarstvo znanosti i obrazovanja, „Odluka o donošenju kurikuluma za nastavni predmet biologije za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj“; Odluka o donošenju kurikuluma za nastavni predmet prirode za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj Narodne novine 7/2019.
- [20] Ministarstvo znanosti i obrazovanja, „Eksperimentalni program „Škola za život“. 2018.
- [21] R. Catts, J. Lau, „Towards Information Literacy Indicators“. Paris: UNESCO. Information for All Programme (IFAP), 2008. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000158723> (15.05. 2018.)
- [22] Pravilnik o udžbeničkom standardu te članovima stručnih povjerenstava za procjenu udžbenika i drugih obrazovnih materijala. Narodne novine 9/2019.
- [23] I. Batarelo, „Obrazovanje nastavnika za obrazovanje temeljeno na kompetencijama“, u: V. Previšić, N. N. Šoljan, N. Hrvatić, N./ur./, Pedagogija – prema cjeloživotnom obrazovanju i društvu znanja. Svezak 1. Zagreb: Hrvatsko pedagoško društvo. str. 16-27, 2007.
- [24] D. Harland, „Educational Technology and Classroom Integration“. Web site created and written by Darci J. Harland, 2001b. <http://www.iloveteaching.com> (2.02.2014.)
- [25] S. Špiranec, „Informacijska pismenost – ključ za cjeloživotno učenje“. Edupoint (elektroničko izdanje), br. 17 (3), 2003. <http://www.carnet.hr/casopis/17> (2.05. 2017)
- [26] I. Batarelo, „Obrazovanje nastavnika za obrazovanje temeljeno na kompetencijama“, u: V. Previšić, N. N. Šoljan, N. Hrvatić, N./ur./, Pedagogija – prema cjeloživotnom obrazovanju i društvu znanja. Svezak 1. Zagreb: Hrvatsko pedagoško društvo. str. 16-27, 2007.
- [27] J. Bindić, „Prema društvima znanja“. Educa, Zagreb, 2007.

- [28] R. M. Tamim, „Effects of technology on students’ achievement: A second-order meta-analysis“, Doktorski rad. Montreal, Quebec: Concordia University, 2009.
- [29] R. M. Tamim, R. M. Bernard, E. Borokhovski, P. C. Abrami, i R.F. Schmid, „What forty years of research says about the impact of technology on learning: A second-order meta-analysis and validation study“. *Review of Educational Research*, 81(1), 4–28, 2011.
- [30] D. Harland, „Educational Technology and Classroom Integration“. Web site created and written by Darci J. Harland, 2001b. <http://www.iloveteaching.com> (2.02.2014.)
- [31] CARNet, „ECDL program“. 2009. <https://loomen.carnet.hr/course/view.php?id=4202>
- [32] CARNet, „Eduatorij“. 2017. <https://edutorij.e-skole.hr/share/page/home-page> (14.04.2018.)
- [33] CARNet, „E-škole: Cjelovita informatizacija procesa poslovanja škola i nastavnih procesa u svrhu stvaranja digitalno zrelih škola za 21. stoljeće“. 2015. <https://www.e-skole.hr/program-e-skole/> (3.12.2017.)
- [34] American association for the Advancement of Science, „Benchmarks for science literacy“. New York, NY: Oxford University Press, 1993.
- [35] National Research Council, “National Science education standards”, Washington, DC, 1996.
- [36] Ž. Lukša, “Učeničko razumijevanje i usvojenost osnovnih koncepta u biologiji”, doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2011.
- [37] M. W. Egan, J. Sebastian i M. Welch, “Effective television teaching: Perceptions of those who count most distance learners”, *Proceedings of the Rural Education Symposium*, Nashville, TN. (ED 342 579), 1991.
- [38] R. L. Martens, J. Gulikersw i T. Bastiaensw, “The impact of intrinsic motivation on e-learning in authentic computer tasks”, *Journal of Computer Assisted learning*, 20, 368–376, 2004.
- [39] C. Fallon, i S. Brown, „e-Learning Standards: A Guide to Purchasing, Developing, and Deploying Standards-Conformant E-Learning“. St. Lucie Press, CRC Press Company, 2003.
- [40] J. Haag, „From eLearning to mLearning“. *The Effectiveness of Mobile Course Delivery*. Interservice/Industry Training, Simulation and Education Conference (I/ITCES), 2011.
- [41] Z. Vučetić, „Mogućnosti primene mobilnih telefona u obrazovanju“. // Tehnika i informatika u obrazovanju, 2008. <http://www.tfc.kg.ac.rs/tio08/PDF/RADOVI/422%20Vucetic%20-%20Mogucnosti%20primene%20mobilnih%20telefona%20u%20obrazovanju.pdf>. (1. 06. 2011).
- [42] G. Reinmann-Rothmeier, „Virtuelles Lernen zwischen Mensch und Technik“. *Personal. Zeitschrift für Human Resource Management*, 54(1), 722-727, 2002.
- [43] R. T. Clark, i R. E. Mayer, „E-Learning and the Science of Instruction“. San Francisco: Pfeiffer, 2003.
- [44] CARNet, „Loomen – virtualne učionice“ 2018. <https://loomen.carnet.hr/> (2.02. 2019.)
- [45] Ministarstvo znanosti i obrazovanja, „Virtualne učionice“, 2018. <https://mzo.hr/hr/prijave-za-nove-virtualne-ucionice> (14.12.2018.)
- [46] D. Dukić i I. Bimbi, “Analiza implementacije e-learninga”. *Ekonomski vjesnik : časopis Ekonomskog fakulteta Osijek*, 22, 2, str. 328-339, 2009.
- [47] K. Mikulan, V. Legac, i D. Siročić, „Pozitivni i negativni aspekti platformi za učenje na daljinu Moodle i WebCT u nastavi hrvatskog jezika“. *Zbornik radova Međimurskog veleučilišta u Čakovcu*, 2(1), 83-94, 2011.
- [48] S. Tomaš, F. Zoranić, i A. Papić, A. „Istraživanje zainteresiranosti učenika šestog razreda za e-učenje. 2010 https://bib.irb.hr/datoteka/581384.zainteresiranost_ucenika.pdf (14.07.2017.)
- [49] Ž. Bjelanović, „Analiza primjene IKT u nastavi matematike u Republici Hrvatskoj“, 2013. http://free-bj-t-com.hr/zbjelanovic/radovi/analiza_IKT_mat_RH (10.08.2013).
- [50] D. Grundler, T. Rolich, i S. Šutalo, „Praktična iskustva primjene e-učenja u srednjoškolskoj i visokoškolskoj nastavi“. *MIPRO*, 2012. http://www.sanda-sutalo.from.hr/sadrzaji/autor/mipro_2012.pdf (3.07.2015)
- [51] M. Bulić, „Sustavi e-učenja u promicanju obrazovanja za zdrav i održiv život“, Doktorski rad, Sveučilište u Splitu, 2018.
- [52] Nacionalni okvirni kurikulum za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obvezno i srednjoškolsko obrazovanje. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa, 2010.
- [53] D. Novoselić, i M. Bulić, „Utjecaj učestalosti pristupanja e-nastavnim sadržajima biologije na usvojenost obrazovnih ishoda“. *Educ. biol.* 3, 1, 127-142, 2017.
- [54] R. Vladušić, „Učenje i poučavanje kemije uz pomoć inteligentnog tutorskog sustava xTex-Sys. 2006. Dostupno na: <https://bib.irb.hr/datoteka/272418.RVladusic.pdf> (1.05. 2010.)
- [55] I. Đuranić, „Moodle 2.0 u učionici Praktični, ekonomični i IT osvještani. Pogled kroz prozor, 2012. <https://pogledkrozprozor.wordpress.com/2012/09/30/moodle-2-0-u-ucionici-prakticni-ekonomicni-i-it-osvijeteni/> (15.09.2018.)
- [56] B. Jelača i D. Kolarić, „Digitalne kompetencije učitelja – iskustva i izazovi Osnovne škole Vežica, Rijeka“. *CUC 2016*. https://radovi2016.cuc.carnet.hr/modules/request.php?module=oc_program&action=summary.php&id=88 (12.06. 2017.)
- [57] J. Cristia, P. Ibararán, S. Cueto, A. Santiago, E. Severín, „Technology and child development: Evidence from the one laptop per child program“. 2012.
- [58] M. B. Soong, H. C. Chan, B. C. Chua, i K. F. Loh, „Critical success factors for on-line course resources“. *Computers & Education*, 36(2), 101-120, 2001.
- [59] T. T. Bastiaens i R. L. Martens, „Conditions for web-based learning with real events. In *Instructional and cognitive impacts of web-based education*“ IGI Global, pp. 1-31, 2000.
- [60] J. Herrington, i R. Oliver, R. „An instructional design framework for authentic learning environments“. *Educational technology research and development*, 48 (3), 23-48, 2000.
- [61] S. Cull, K. Reed, K. Kirk, „Student Motivation and Engagement in Online Courses“. *Teaching Geoscience Online*, 2010.
- [62] M. Castells, “The Internet galaxy : reflections on the Internet, business, and society”, Oxford :Oxford University Press, 2001.
- [63] V. Previšić, „Kurikulum: Teorije, metodologija, sadržaj, struktura“. Školska knjiga, Zagreb, 2007.
- [64] V. Kostović-Vranješ I M. Bulić, “Izobraževanje za zdrav in trajnostni svet” u *Okoljsko izobraževanje za 21. Stoletje*, Duh, M. (ur.). Univerza v Mariboru Pedagoška fakulteta, RIS Dvorec Rakičan, Slovenia, 2013.
- [65] Europska Komisija/EACEA/Eurydice. *Developing Key Competences at School in Europe: Challenges and Opportunities for Policy*. Eurydice Report. Luksemburg: Ured za publikacije Europske unije, 2015.
- [66] R. J. Krumsvik, „Teacher educators’ digital competence“. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 58(3), 269-280, 2014.
- [67] V. Mlinarević, i E. Borić, „Stručni razvoj učitelja kao pretpostavka suvremene škole“ U: *Pedagogija - prema cjeloživotnom obrazovanju*, ur. Previšić, V., Šoljan, N. N., Hrvatić, N., 421-431, Hrvatsko pedagoško društvo, Zagreb, 2007.
- [68] Ž. Lukša, S. Vuk, N. Pongrac, i D. Bendelja, „Tehnologija u nastavi prirode i društva u osnovnoj školi. *Educatio Biologiae EdBi*, Br.1. 2014. (Dostupno na <http://www.hbd-sbc.hr/wordpress/wp-content/uploads/2013/05/3-Luksa-i-sur.pdf> (15. srpnja 2016).
- [69] V. Kostović-Vranješ, M. Bulić i D. Novoselić, „Kompetencije učitelja biologije za primjenu informacijsko – komunikacijskih tehnologija u nastavnom procesu. U: *Zbornik radova Filozofskog fakulteta u Splitu*, ur. M. Brčić Kuljiš, (6-), 15 – 26. Split, Filozofski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2015.
- [70] CARNet, „eDnevnik“. 2014. <http://www.carnet.hr/e-dnevnik> (2.02. 2014.)
- [71] CARNet, „eMatica“. 2013. <http://www.skole.hr/skole/eMatica> (2.04. 2014.)
- [72] W. R. Penuel, „Implementation and Effects Of One-to-One Computing Initiatives: A Research Synthesis“. *Journal of Research on Technology in Education*, 38(3), 2006.
- [73] B. Goodwin, „One-to-one laptop programs are no silver bullet“. 2011. <http://www.educationalleadership-digital.com/educationalleadership/201102?pg=80#pg80> (4.11. 2014.)
- [74] R. W. Fairlie i J. Robinson, „Experimental evidence on the effects of home computers on academic achievement among schoolchildren“. (No. w19060). National Bureau of Economic Research, 2013.

- <http://www.econstor.eu/bitstream/10419/71735/1/738080128.pdf>. 5. 04. 2014.)
- [75] G. Shabiralyani, K. S. Hasan, N. Hamad, i N. Iqbal, „Impact of Visual Aids in Enhancing the Learning Process Case Research: District Dera Ghazi Khan“. *Journal of Education and Practice*, 6(19), 226-233, 2015.
- [76] C. H. Liu, i R. Matthews, „Vygotsky’s philosophy: Constructivism and its criticisms examined“. *International Education Journal*, 6(3), 386-399, 2005.
- [77] C. C. Liu, i I. J. Chen, „Evolution of constructivism“. *Contemporary Issues in Education Research (CIER)*, 3(4), 63-66, 2010.
- [78] S. Rodek, „Novi mediji i nova kultura učenja“. *Napredak*, 152(1), 9-28, 2011.
- [79] E. Murphy, „Constructivism: From Philosophy to Practice“, 1997. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED444966.pdf> (15.06.2017.)
- [80] H. Meyer, „Što je dobra nastava?“. *Erudita*, Zagreb, 2005.
- [81] P. Boghossian, „Behaviorism, constructivism, and socratic pedagogy“. *Educational Philosophy and Theory*, 38 (6), 713 -722, 2006.
- [82] P. Watzlawick, „The invented reality. How do we know what we believe we know? New York: Norton and Co., 1984.
- [83] P. Watzlawick, „Wie wirklich ist die Wirklichkeit? Wahn – Tauschung– Verstehen. Munchen: Piper Verlag, 2003.
- [84] P. Ernst, „Social constructivism as a philosophy of mathematics. Albany: State University of New York Press, 1998.
- [85] P. Ernst, „Constructing mathematical knowledge: Epistemology and mathematics education“. London: Routledge, 2005.
- [86] J. Piaget, „Judgement and the reasoning in the child“. Routledge, London, 2002.
- [87] J. Piaget, „Psychology of the intelligence“. London: Routledge, 2005.
- [88] L. Vygotsky, „Mišljenje i govor“. Nolit. Beograd, 1977.
- [89] M. Palekčić, „Konstruktivizam – nova paradigma u pedagogiji?“. *Napredak*, 143(4), 403–413, 2002.
- [90] N. Babić, „Konstruktivizam i pedagogija“. *Pedagogijska istraživanja*, 4 (2), 217–231, 2007.
- [91] T. Topolovčan, M. Matijević, i M. Dumančić, M. „Some predictors of constructivist teaching in elementary education“ . *Croatian Journal of Education*, 18(1), Sp.Ed., 193–212, 2016.
- [92] V. Sučević, S. Cvjetičanin, M. Sakač, M. „Obrazovanje nastavnika i učitelja u europskom konceptu kvalitete obrazovanja zasnovanom na kompetencijama“. *Život i škola* 25(1), 11-23, 2011.
- [93] D. Garašić, I. Radanović, Ž. Lukša, „Osvrt na aktualne nastavne programe učenja biologije“. *Napredak: časopis za pedagogijsku teoriju i praksu*. 159, 1-2, 179-194, 2018.
- [94] Excellence: Centre of Excellence in ICT. Varaždin, Hogeschool-Universiteit Brussels, Varazdin County, Faculty of Organization and Informatics, First Gymnasium Varaždin, 2012.
- [95] Ch. Kyriacou, „Temeljna nastavna umijeća“. *Educa*, Zagreb, 2001.
- [96] M. Matijević, i D. Radovanović, „Nastava usmjerena na učenika“. *Školske novine*, Zagreb, 2011.
- [97] Zakon o udžbenicima i drugim obrazovnim materijalima za osnovnu i srednju školu. *Narodne novine* 116/2018.
- [98] V. Poljak, „Didaktika“. *Školska knjiga*, Zagreb, 1985.
- [99] E. Borić, A. Škugor, „Uloga udžbenika iz Prirode i društva u poticanju kompetencija učenika“. *Život i škola*, 26 (2), 50-60, 2011.
- [100] D. Glasnović Gracin, V. Domović, „Upotreba matematičkih udžbenika u nastavi viših razreda osnovne škole“. *Odgovorne znanosti* 11(2), 45-65, 2009.
- [101] S. Yaman, „Investigating Consistency of Questions in Primary and Middle School Science Textbooks with Objectives in Science Curriculum“. *Journal of Education and Training Studies*, 5(4) 81-89, 2017. DOI: <https://doi.org/10.11114/jets.v5i4.2020> (18.02.2018.)
- [102] T. Hutchinson i E. Torres, „The textbook as agent of change“. *ELT journal*, 48, 315–328, 1994.
- [103] L. L. DiGisi i J. B. Willett, „What high school biology teachers say about their textbook use: A descriptive study“. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 123–142, 1995.
- [104] S. S. Gottfried, W. C. Kyle Jr, „Textbook use and the biology education desired state“. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 35–49, 1992.
- [105] D. Tulip, i A. Cook, „Teacher and student usage of science textbooks“. *Research in Science Education*, 23, 302–307, 1993.
- [106] P. Driscoll Marcy, M. Mahnaz, D. Walter i K. Elizabeth, „How does the textbook contribute to learning in a middle school science class?“. *Contemporary educational psychology*, 19, 79–100, 1994.
- [107] E. L. Chiappetta, i T. Koballa, „Science instruction in the middle and secondary schools“. (5th ed.). Upper Saddle River, N.J.: Merrill Prentice Hall, 2002.
- [108] E. L. Chiappetta, T. G. Ganesh, Y. H. Lee, i M. C. Phillips, „Examination of science textbook analysis research conducted on textbooks published over the past 100 years in the United States“. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA, 2006.
- [109] I. R. Weiss, E. R. Banilower, K. C. McMahon, i P. S. Smith, „Report of the 2000 national survey of science and mathematics education“. Chapel Hill, NC: Horizon Research, 2001.