

Razvoj kurikuluma izborne nastave robotike u osnovnoškolskoj nastavi tehničke kulture

Lapov-Padovan, Zvonimir

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:186:277431>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-26**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Humanities and Social Sciences - FHSSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
FILOZOFSKI FAKULTET U RIJECI
ODSJEK ZA POLITEHNIKU

DIPLOMSKI RAD

**RAZVOJ KURIKULUMA IZBORNE NASTAVE ROBOTIKE U
OSNOVNOŠKOLSKOJ NASTAVI TEHNIČKE KULTURE**

Zvonimir Lapov-Padovan

0319000258

RIJEKA, 2017.

Sveučilište u Rijeci
Filozofski fakultet u Rijeci
Odsjek za politehniku

Studij: Sveučilišni diplomski studij politehnike i informatike

Student: Zvonimir Lapov-Padovan

**Razvoj kurikuluma izborne nastave robotike u osnovnoškolskoj
nastavi tehničke kulture**
(diplomski rad)

Mentor: Doc. dr. sc. Stjepan Kovačević

Komentor: Dr. sc. Damir Purković

Rijeka, 2017.

Sveučilište u Rijeci
Filozofski fakultet u Rijeci
ODSJEK ZA POLITEHNIKU
Povjerenstvo za završne i diplomske radove

U Rijeci, 30. ožujka 2017. godine

ZADATAK DIPLOMSKOG RADA

Pristupnik: Zvonimir Lapov-Padovan

Naziv zadatka: Razvoj kurikulumu izborne nastave robotike u osnovnoškolskoj nastavi tehničke kulture

Rješenjem zadatka potrebno je obuhvatiti sljedeće:

Pristupnik se pri realizaciji zadatka treba upoznati s teorijskim osnovama i paradigmama na kojima počiva nastava općeg tehničkog odgoja i obrazovanja te s glavnim pristupima konceptualizacije tehnike. Posebno se treba osvrnuti na pregled razvoja osnovnoškolske nastave tehničke kulture i teorijskim zasadama na kojima se zasniva. Potom treba obraditi teorijske osnove razvoja kurikulumu nastave te razloge, primjere i teorijske osnove nastave robotike, kao izborne nastave tehničke kulture u kurikulumu osnovne škole. Zatim treba razviti prijedlog vlastitog kurikulumu izborne nastave robotike i obrazložiti prednosti i mogućnosti implementacije istog u kurikulumu osnovnoškolske nastave. U konačnici, treba razraditi operativni nastavni plan i program nastave robotike za jedan razred te jednu metodičku jedinicu iz takve nastave.

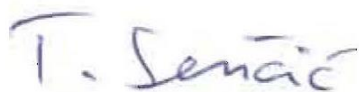
U diplomskom se radu obavezno treba pridržavati **Uputa o izradi diplomskog rada.**

Zadatak uručen pristupniku: 30. ožujka 2017.

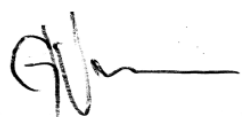
Rok predaje diplomskog rada: 30. lipnja 2017.

Datum predaje diplomskog rada:

Predsjednik povjerenstva:
Doc. dr. sc. Tomislav Senčić, dipl. ing.



Mentor:
Doc. dr. sc. Stjepan Kovačević



I. AUTOR

Ime i prezime: **Zvonimir Lapov-Padovan**

Mjesto i datum rođenja: **15.10.1990., Rijeka**

Adresa: **Rukavac 55a, Matulji**

FILOZOFSKI FAKULTET ODSJEK ZA POLITEHNIKU

II. DIPLOMSKI RAD

Naslov: **Razvoj kurikuluma izborne nastave robotike u osnovnoškolskoj nastavi tehničke kulture**

Title: **Developing curriculum for elective class "Robotics" in elementary school technology education**

Ustanova i mjesto gdje je rad izrađen: **FILOZOFSKI FAKULTET, ODSJEK ZA POLITEHNIKU**

Stečen akademski naziv: **Magistar edukacije politehnike i informatike**

Mentor: **Doc. dr. sc. Stjepan Kovačević**

Komentor: **Dr. sc. Damir Purković**

Obranjeno na **Filozofskom fakultetu, odsjek za politehniku u Rijeci**

dana _____

Oznaka i redni broj rada _____

IZJAVA

Izjavljujem da sam diplomski rad „**Razvoj kurikuluma izborne nastave robotike u osnovnoškolskoj nastavi tehničke kulture**“ izradio samostalno koristeći se vlastitim znanjem i navedenom literaturom.

U radu mi je savjetima i uputama pomogao voditelj i mentor diplomskog rada, doc. dr. sc. Stjepan Kovačević, te mu se na tome iskreno zahvaljujem.

Posebno sam zahvalan dr. sc. Damir Purkoviću, profesoru od kojeg sam stegao najviše stručnog znanja. U ovom radu mi je pomogao savjetima i vodio me u pisanju kurikuluma.

Zvonimir Lapov-Padovan

SAŽETAK

Robotika je u posljednjih nekoliko godina postala predmet koji budi interes djece različite dobi. Pristupačniji osnovni setovi, razni natječaji, ljetne škole, radionice županijskih centara Tehničke kulture, donacije opreme školama omogućile su djeci upoznavanje i stjecanje znanja o osnovama automatike i robotike. Sve je više učitelja Tehničke kulture koji uvode robotiku u svoju nastavu, a upravo je ovaj diplomski rad dobro polazište za organizaciju takve nastave. Teorijski dio rada govori o značaju i nepovoljnom položaju tehnike u osnovnoškolskom obrazovanju te se iznose koncepti i pristupi razvoju nastave tehnike općenito, a konkretno i nastave automatike i robotike. Drugi dio rada obuhvaća razradu kurikuluma „Robotike“ u osnovnoškolskom obrazovanju u kojem autor iznosi vlastiti prijedlog kurikuluma navodeći ciljeve učenja i poučavanja, ishode učenja, organizaciju, korelaciju s ostalim predmetima te vrednovanje ishoda učenja. Nadalje, predstavljen je i operativni nastavni plan i program, kao i detaljne pripreme za nastavu u vidu metodičkoga dijela rada.

Ključne riječi: kurikulum, robotika, automatika, izborna nastava

SUMMARY

In recent couple of years robotics has become a subject of interest for children of different age. Children have an opportunity to encounter with and acquire knowledge about automatics and robotics basics through affordable basic sets, various competitions, summer schools, technology education workshops, and equipment donations for schools. The number of technology education teachers who have decided to include robotics in their teaching is growing, and this thesis offers a solid starting point for organizing such classes. The theoretical part focuses on the importance and unfavorable position of elementary school technology education. The author presents various concepts and approaches for improving the position of technology education in general and automatics and robotics education in particular. The second part of the thesis deals with the elaboration of "Robotics" curriculum for elementary education in which the author offers his curriculum suggestion along with teaching goals and objectives, class organization, correlation with other subjects and assessment procedures. Furthermore, operational curriculum is presented as well as detailed lesson plans.

Key words: curriculum, robotics, automatics, elective class

Sadržaj

1. UVOD	9
2. ZNAČAJ I POLOŽAJ TEHNIKE U ODGOJU I OBRAZOVANJU	11
2.1. Konstruktivizam i teorija iskustvenog učenja kao polazišta za razvoj kurikuluma.....	15
2.1.1. Aktivno učenje i Kolb-ov model učenja.....	19
2.2. Nastava tehničke kulture kao posebnost hrvatskog obrazovnog sustava	21
2.2.1. Pedagoška vrijednost tehničke kulture	21
2.2.2. Cilj, zadaće i funkcija Tehničke kulture.....	23
2.3. Rad s nadarenim učenicima kao okosnica kurikuluma složenih tehničkih područja	25
3. KONCEPTI I PRISTUPI RAZVOJU KURIKULUMA NASTAVE TEHNIKE	28
3.1. Pedagoške paradigme izrade kurikuluma	28
3.2. STEM pristup razvoju kurikuluma – Američki koncept poučavanja.....	29
3.3. STS pristup razvoju kurikuluma – Europski koncept poučavanja	31
3.4. Konceptualizacija i operacionalizacija kurikuluma nastave tehnike	34
3.4.1. Osnova metodičke dokumentacije - operativni plan i program kao dio kurikuluma.....	35
4. AUTOMATIKA I ROBOTIKA U OPĆEM ODGOJU I OBRAZOVANJU.....	37
4.1. Razrada i provedba aktivnosti primjerenih nastavi robotike	39
4.1.1. Projektna nastava kao dominantni pristup aktivnostima učenika u nastavi robotike	42
5. RAZRADA KURIKULUMA OSNOVNOŠKOLSKE NASTAVE ROBOTIKE	46
5.1. Prijedlog kurikuluma osnovnoškolske nastave robotike	47
5.1.1. Opis predmeta „Robotika“	48
5.1.2. Ciljevi učenja i poučavanja predmeta.....	49
5.1.3. Organizacija predmetnog kurikuluma robotike	50
5.1.4. Ishodi učenja predmeta „Robotika“	53
5.1.5. Povezanost s ostalim nastavnim područjima	63
5.1.6. Učenje i poučavanje predmeta Robotika	64
5.1.7. Vrednovanje ishoda učenja.....	67
5.2. Operativni nastavni plan i program nastave robotike	68
5.3. Detaljno pripremanje za nastavu	78
6. ZAKLJUČCI	94
LITERATURA.....	95

1. UVOD

Suvremeno društvo više je no ikad u prošlosti prožeto tehničko-tehnološkim utjecajima, kako u svakodnevnom životu i slobodnom vremenu pojedinca, tako i u njegovu profesionalnom djelovanju i razvoju. S obzirom na takvu sveopću prisutnost tehnike i tehnologije u našem okruženju, neosporno je da ista treba biti i sastavni dio odgoja i obrazovanja svakog pojedinca, jer škola nije samo osposobljavanje za život već škola jest život, odnosno, sastavni dio života (prema: Dewey, 1916). Unatoč tome, pedagoške i odgojne vrijednosti tehničkog obrazovanja se često osporavaju ili se promatraju kao nešto što nema trajnu vrijednost pa stoga ni ne treba biti dio svačijeg obrazovanja, što je potpuno u suprotnosti s mnogim znanstvenim i iskustvenim polazištima kojima se ističe značaj i vrijednost tehničkog obrazovanja i praktičnog tehničkog djelovanja za cjeloviti razvoj svakog pojedinca (Milat, 1996; Kelly i Kellam, 2006; Petrina, 1998; Vigotsky, 1998). Ujedno se u različitim dokumentima i preporukama Europske unije i UNESCO-a, poput preporuka za tehničko i strukovno obrazovanje (UNESCO/ILO, 2001, 2012), tzv. *Bonske deklaracije* (UNESCO, 2004), kao i europskih preporuka o ključnim kompetencijama za cjeloživotno učenje (2006/962/EC) razvoj tehničkih (tehnoloških) kompetencija ističe kao neizostavan, kako za razvoj pojedinca, tako i društva u cijelosti. Pri tom se pod tehnološkim kompetencijama ne podrazumijevaju samo one u IKT području, kako se to danas često tendenciozno interpretira, već cjelovite tehničko-tehnološke kompetencije koje svakom pojedincu omogućuju snalaženje, djelovanje i razvoj u osobnom i karijernom smislu.

Unatoč tome, problem rasta i razvoja tehničko-tehnoloških spoznaja čini tehničko nastavno područje jednim od najdinamičnijih područja, što često stvara pogrešnu sliku u javnosti o trajnosti i smislenosti pojedinih tehničkih znanja i vještina. Naime, iako su se mnoga tehnička znanja i vještine u 60-tak godina postojanja sustavnog općeg tehničkog odgoja i obrazovanja promijenili, njihova jezgra je uglavnom postojana i treba biti dio svačijeg obrazovanja. Pojedina tehnička područja, koja su bitno promijenila i nadogradila cjelokupne tehničke spoznaje i vještine, ujedno i ne trebaju biti dio svačijeg obrazovanja, osobito zbog toga jer traže i posebne dispozicijske sklonosti pojedinca. U takvo područje ubraja se automatika i robotika, koje su neizostavni dio isključivo tehničkog nastavnog područja. Osobiti problem implementacije spoznaja iz ovog područja u kurikulum općeg i obveznog obrazovanja predstavljaju različiti populistički trendovi koji umanjuju tehničku komponentu ove nastave, ali i neprimjereni načini operacionalizacije kurikuluma nastave

automatike i robotike. Kad je riječ o općem odgoju i obrazovanju, automatika i robotika su dakle isključivo dio tehničkog nastavnog područja, koje se u obrazovnom sustavu Republike Hrvatske ostvaruje u okviru nastave tehničke kulture, manjim dijelom u redovnom programu, a većim dijelom putem izbornih, izvannastavnih ili izvanškolskih aktivnosti učenika.

Zbog problema primjerene operacionalizacije kurikuluma automatike i robotike u općem odgoju i obrazovanju ovaj rad ima intenciju doprinijeti sustavnom rješavanju toga problema. Stoga se u radu iznosi osnovna uloga i značaj tehnike u obrazovnom sustavu Republike Hrvatske, ali i teorijska polazišta koja ističu jedinstvenost tehničkog odgoja i obrazovanja. Iznose se paradigme i pristupi takvom obrazovanju, ali i razvoju kurikuluma nastave tehničke kulture, kao uporištima za daljnje rješavanje problema. U daljnjem tijeku rada se iznose posebnosti područja automatike i robotike, određenja tih pojmova te se argumentira distinkcija i međuodnos između tih pojmova. Ujedno se elaboriraju različiti edukacijski sustavi i platforme primjerene osnovnoškolskoj nastavi robotike te problemi njihove implementacije i dinamičke nadogradnje. U konačnici, u radu se iznose se glavne smjernice za razradu operativnog kurikuluma osnovnoškolske nastave robotike te primjer kurikuluma i nastavnog plana i programa takve nastave.

2. ZNAČAJ I POLOŽAJ TEHNIKE U ODGOJU I OBRAZOVANJU

Znanstveno-tehnološki razvoj uvjetuje stalne promjene čovjekova života a tehnika sve više određuje način i kvalitetu življenja. Ubrzani znanstveno-tehnološki razvoj zahtjeva visoku razinu tehničke kulture i politehničkog obrazovanja svakog pojedinca. Promjene u programima općeobrazovnih škola u Hrvatskoj mora ići u smjeru povećanja i znanstvenog i tehnološkog obrazovanja (Milat, 1995). Takvom smjeru teži i aktualna *Strategija obrazovanja, znanosti i tehnologije*¹, koju je Hrvatski sabor, na temelju Ustava Republike Hrvatske, donio 2014. godine. U strategiji se, osim ciljeva i smjernica za provedbu, navode i misija hrvatskoga obrazovnog sustava koja je osigurati kvalitetno obrazovanje dostupno svima pod jednakim uvjetima, u skladu sa sposobnostima svakoga korisnika sustava i misija hrvatskoga znanstvenog sustava koja je istraživanjima unapređivati ukupni svjetski fond znanja te pridonositi boljitku hrvatskog društva, a napose gospodarstva. S tim u skladu ovdje je važno izdvojiti ciljeve i zadaće obrazovnog sustava Republike Hrvatske koji proizlaze iz takvog strategijskog okvira, a to su:

- izgraditi sustav za identificiranje, poticanje i razvoj sposobnosti i potencijala pojedinaca te ojačati službe za cjeloživotno osobno i profesionalno usmjeravanje – prepoznati kvalitete i potencijal pojedinca, raditi sustavno na njegovim nedostacima i profesionalno ga usmjeravati od najranije dobi
- unaprijediti kvalitetu i uspostaviti sustav osiguravanja kvalitete – razviti standard za obrazovanje i osposobljavanje i svim učenicima iste dobi omogućiti jednake uvjete učenja i razvoja vještina
- razviti procese i sustav priznavanja neformalno i neformalno stečenih znanja i vještina – obvezno obrazovanje ne pokriva dovoljno široki aspekt mogućnosti djece zbog svog vremenskog, materijalnog i kadrovskog ograničenja. Neformalno stečene sposobnosti i kompetencije treba provjeravati i priznavati radi napredovanja pojedinca i privrede

¹ Objavljeno u Narodnim novinama 124/2014. Sjednica je održana 17. listopada 2014. Smjernice za provedbu strategije su osigurati provedbeni okvir za ostvarivanje strategije, poboljšati financiranje obrazovanja i znanosti, poticati znanstveno i stručno izdavaštvo, povećanje dostupnosti znanstvenih informacija u javnosti, povećanje razine informiranosti opće javnosti i podizanje javnog utjecaja znanosti u javnosti, osigurati druge preduvjete za provedbu strategije, projektnim planiranjem izraditi akcijske planove za provedbu strategije, integrirati politike cjeloživotnog učenja i obrazovanja s ciljevima osobnog, društvenog, gospodarskog, regionalnog i kulturnog razvoja te s politikama zapošljavanja i socijalnom skrbi.

- unaprijediti sustav trajnoga profesionalnog razvoja i usavršavanja odgojno-obrazovnih djelatnika – glavni akteri samog obrazovanja su nastavnici, mentori, instruktori i predavači. Bez kompetentnih, visoko obrazovanih i sposobnih profesora, školska reforma i promjena kurikuluma nemaju utjecaja na korisnike.
- proširiti i unaprijediti primjenu informacijske i komunikacijske tehnologije u učenju i obrazovanju – tehnologija mora biti alat u stjecanju obrazovanja i kompetencija pritom ne napuštajući stare i tradicionalne oblike učenja

Suvremene kompetencije, za sve veći broj zanimanja, zahtijevaju, osim stručnih, tehničko-tehnološku i informatičku pismenost kao i osposobljenost za rad s tehnikom općenito. Poznavanje i razumijevanje tehnike i tehnologije, posjedovanje vještina i umijeća rukovanja i upravljanja objektima tehnike i tehnologije, sposobnost adekvatnog izbora sredstava i metoda rada, kao i umijeća korištenja tehničkih tvorevina i tehnologije je postalo važan dio osposobljenosti. U Hrvatskoj se u posljednjih dva desetljeća nije puno promijenilo u načinu poučavanja radno-tehnološkog odgojno-obrazovnog područja u obaveznim i općeobrazovnim školama unatoč tehnološkom razvoju prisutnom u našem društvu. Smanjenjem satnice, poučavanjem konkretnih činjenica, neopremanjem školskih radionica, ukidanjem plaćene izborne nastave i slobodne tehničke aktivnosti, zakinuti su najviše učenici, dugoročno i društvo a u konačnici i privreda. Većina škola je dobila kvalitetan kadar, učitelje tehničke kulture, ali najveći problem još uvijek predstavlja opremanje praktikuma i radionica kao i nabava potrošnog materijala. Sve je prepušteno inicijativi i angažiranju samog nastavnika.

Sve osnovne škole u svom nastavnom planu i programu obuhvaćaju tri osnovna područja odgojno-obrazovnih sadržaja. Društveno područje koje čine jezično-umjetnička i društveno-humanistička grupa nastavnih predmeta, prirodno područje koje čine prirodoslovno-matematička grupa nastavnih predmeta i fizičko-zdravstvena kultura te tehničko (radno-tehnološko) područje koje čini samo jedan predmet, Tehnička kultura. Satnica tehničke kulture u OŠ od V. do VIII. razreda je još uvijek 1 sat tjedno, po modelu iz 1997.² 70 sati godišnje nije dovoljno za kvalitetan i sveobuhvatan program te dovoljno provođenje nastavnih metoda teorijske i praktične nastave i laboratorijskih vježbi. Nastava je svedena na teorijsku, usvajanje konkretnih činjenica. Osnovna funkcija školovanja je osposobljavanje učenika za

² Hrvatski savez pedagoga tehničke kulture – 40 godina zajedno, Zagreb, 2008.

život i samostalno učenje u svom životnom okruženju na svim osnovnim područjima. Osim lingvističke, humanističke i prirodno-matematičke pismenosti učenik mora steći i tehničko-tehnološku i informatičku pismenost koje dobivaju na značaju radi razvoja i utjecaja tehnike i tehnologije na život. Zadatak školskog sustava je da sadržajno (izbor i struktura sadržaja) i metodički (organizacijom i metodama) uz adekvatne uvjete, razvija takve nastavne aktivnosti koje omogućavaju osposobljavanje učenika za samostalan rad, za osamostaljivanje u radno-tehničkom odgojno-obrazovnom području. Osposobljavanje za život znači osposobljavanje za rad ali isto tako i za slobodno vrijeme, društvene odnose i za samoobrazovanje (samo-osposobljavanje). Tehničko-tehnološka pismenost ne stječe se samo učenjem o tehnici, već je potrebno ovladati barem osnovama tehnike i tehnologije - usvojiti osnovna teorijska znanja, razviti određene sposobnosti, steći određena praktična umijeća i vještine rukovanja, upravljanja, izbora i korištenja tehnike i tehnologije, razumjeti njihovu svrhu te se prema njima odnositi stvaralački i kreativno. Ovo je postalo značajno pitanje osposobljavanja, ne samo općeobrazovnog (kulturno-civilizacijskog) nego i socijalnog (egzistencijalnog). Osamostaljivanje učenika za samostalni rad proizlazi i iz radno-socijalne-profesionalne vrijednosti tehnike i tehnologije. Osnovni elementi koji značajno utječu na takvo osposobljavanje su (prema: Milat, 1993):

1. Sposobnost samostalnog uočavanja tehničkih problema – uključuje razumijevanje osnova funkcioniranja objekata tehnike i tehnologije i njihovo korištenje te sposobnosti identifikacije problema. Razvoj ovih sposobnosti pretpostavlja nastavni proces koji se zasniva na izvornosti i smislenosti iz perspektive učenika, te koji učeniku nudi izazove, kao intrinzične poticaje za primjereno korištenje tehnike;
2. Sposobnost samostalnog traženja metoda, putova, načina i mogućnosti rješenja problema – uključuje sposobnosti i umijeća traženja (istraživanja) informacija potrebnih za rješavanje problema, poznavanje strukture objekata tehnike i tehnologije, traženja mogućnosti rješavanja problema i procjene tih mogućnosti. Ovakav razvoj pretpostavlja aktivnosti koje će učenika postaviti u poziciju tzv. preformativnog ponašanja, što predstavljati izniman, ali nužan mentalni napor za učenika;
3. Sposobnost samostalnog, uspješnog rješavanja problema – odnosi se na sposobnosti izbora sredstava i metoda za rješavanje problema, umijeća samostalnog otklanjanja problema, vještina rukovanja sredstvima te sposobnosti uvođenja vlastitih inovacija ili kreiranja novih rješenja. Razvoj ovih sposobnosti pretpostavlja konkretne praktične

aktivnosti učenika na temelju kojih će najbolje uočiti vlastite mogućnosti i sklonosti te vlastite mentalne *putove* rješavanja problema, kao nužnih pretpostavki za razvoj samoposredujućeg, samoregulirajućeg i samosvjesnog pojedinca;

4. Sposobnost samostalnog i uspješnog praćenja rezultata rješenja problema – obuhvaća samostalno utvrđivanje načina i postupaka kontrole i procjene uspješnosti rješenja problema te umijeće samostalne provjere uspješnosti takvog rješenja. Razvoj ovih sposobnosti uključuje neizostavno učenikovo sučeljavanje rješenja problema s navedenim autentičnim zahtjevima te nastavne aktivnosti kojima se provodi takva evaluacija rješenja, ali i predstavljaju i argumentiraju rješenja i njihove prednosti.

Ovako određenje razvoja tehničko-tehnoloških sposobnosti, koje u osnovi predstavlja razvoj tehničke pismenosti ili ključnih tehnoloških kompetencija svakog pojedinca, pretpostavlja i primjerenu paradigmatsku podlogu i pristup odgoju i obrazovanju. Naime, dugogodišnji bihevioristički pristup, koji je još uvijek prisutan u tehničkom i profesionalnom obrazovanju, nužno je nadograditi kognitivističkim spoznajama te osobito suvremenim konstruktivističkim smjernicama (prema: Petrina, 2005; Purković, 2013). Iako je razvoj tehničkih kompetencija, pa tako i tehničko nastavno područje prilično *kruto*, zbog toga što uključuje normiranost kao dio tzv. uključenih znanja te često ne nudi priliku za različita tumačenja stvarnosti, ipak je put do takvih spoznaja različit za svakog pojedinca koji vlastitim aktivnostima, a ne nametnutim istinama, treba doći do takvih spoznaja. Ovo je osobito važno u općem odgoju i obrazovanju u kojem su učenici neprofilirana skupina pojedinaca različitih sklonosti, mogućnosti i interesa. Dakle, vlastito iskustvo je temelj za takve spoznaje, a konstruktivistička paradigma osnova za daljnju razradu kurikuluma nastave općeg tehničkog područja. Iako konstruktivistički pristup i smjernice za preobrazbu odgoja i obrazovanja više ne predstavljaju novost te se već desetljećima uvažavaju i operativno integriraju u kurikulume nastave razvijenih zemalja, kod nas još nema naznaka za sustavnu konstruktivističku preobrazbu nastave, pa tako ni tehničkog nastavnog područja. Zbog toga je važno upoznati i razumjeti teorijska polazišta i smjernice ovakvog pristupa odgoju i obrazovanju, ne isključivo zbog potpune zamjene postojećeg tradicionalističkog pristupa, već zbog mogućnosti kvalitativne nadgradnje postojećeg sustava ili ravnopravne paradigmatske osnove za razvoj kurikuluma.

2.1. Konstruktivizam i teorija iskustvenog učenja kao polazišta za razvoj kurikuluma

Američki filozof i psiholog John Dewey³ začetnik je teorije iskustvenog učenja i jedan od osnivača filozofske škole pragmatizma. Njegovi prijedlozi i prijedlozi drugih osnivača takve škole, Charlesa Peircea⁴ i Williama Jamesa⁵, polazili su od toga da tehničko obrazovanje treba biti namijenjeno svim učenicima s ciljem opremanja učenika potrebnim znanjima, vještinama i sposobnostima u kontekstu tehnike i tehnologije, života, djelovanja i rada u tehničko-tehnološkom društvu. Ovakvo shvaćanje prisutno je i u današnjem odnosu prema tehničkom odgoju i obrazovanju (Kelly i Kellam, 1999). Oni prihvaćaju pragmatično gledište (eksperimentalizam) koji podržava ideju stjecanja znanja kroz rješavanje problema čime se potiče kritičko razmišljanje i zaključivanje (Scott i Sarkees-Wircenski, 2001). Osim toga, osnivači pragmatičke škole podržavaju tehničko obrazovanje s inženjerskim oblikovanjem kao sredstvom za poticanje tehničko-tehnološke pismenosti istovremeno razvijajući vještine potrebne za rad. Dewey objašnjava kako sve socijalne interakcije uključuju konflikte koji su refleksija inteligencije. Zbog toga je cilj obrazovanja utvrditi uzrok konflikata koji postoje i zatim, umjesto zauzimanja strane, iznijeti plan djelovanja koji će uvažiti praktične argumente niže razine i ideje suprotstavljenih strana.

U svom radu, Jacobson i Wilensky (2006), preporučuju primjenu konstruktivističkog pristupa učenju. Konstruktivizam je filozofija učenja koja se temelji na djelima Deweya (1930), Piageta⁶ (1985) i Vygotskog⁷. Citat iz knjige koji opisuje ideju konstruktivizma: *središnji princip konstruktivističkog pristupa učenju je da učenik aktivno gradi nove spoznaje, a ne pasivno dobiva i upija činjenice* (Jacobson i Wilensky, 2006). Oni vjeruju da ovakav

³ **John Dewey** (1859. – 1952.), američki filozof, pedagog i socijalni reformator. Jedan je od glavnih predstavnika moderne filozofije u SAD-u. Smatra da je zadatak filozofije „pedagoški” jer ona treba služiti stvaranju boljeg čovjeka i pravednijeg društvenog poretka. Njegova koncepcija odgoja sažeta je u maksimi: učenje kroz rad. Njegovi radovi su: „Demokracija i odgoj”, „Novi i stari individualizam”, „Problemi čovjeka”, „Umjetnost i iskustvo”, „Mir i kultura”.

⁴ **Charles Sanders Peirce** (1839. – 1914.), američki filozof, logičar, matematičar i znanstvenik, poznat kao „otac pragmatizma”. Kao logičar, postigao je puno na polju epistemologije i filozofiji znanosti. Uvidio je da se logičke operacije mogu izvoditi putem električnih sklopova. Ta ideja je nekoliko desetljeća poslije korištena u razvoju računala.

⁵ **William James** (1842. – 1910.), američki filozof i psiholog. Predavao je fiziologiju, anatomiju, filozofiju i psihologiju na Harvardu. Jedan od osnivača pragmatizma po kojem je osnovni kriterij spoznaje njezina praktična vrijednost. Njegovo najpoznatije i danas još uvijek aktualno djelo je *Načela psihologije*. Poznat je i po teoriji emocija.

⁶ **Jean Piaget** (1896. – 1980.), švicarski psiholog i epistemolog. Poznat po radovima o dječjem razvoju i edukaciji djece. Pionir konstruktivističke teorije znanja.

⁷ **Lev Vygotski** (1896. – 1934.), sovjetski psiholog, razvio teoriju ljudske kulture i bio-socijalnog razvoja, poznatije kao kulturno-povijesni razvoj. Njegov rad se temeljio na razvojnoj psihologiji.

način učenja može povećati učenikovo razumijevanje složenih sustava i čini učenje zanimljivijim i motivirajućim za učenike. Wankat (2002) i Becker (2002) slažu se da je konstruktivistički pristup najbolji pristup za poboljšavanje učenja inženjerstva i tehnologijskog obrazovanja. Becker (2002) je objasnio kako je konstruktivistički pristup svojstven mjerilima tehničke (tehnološke) pismenosti te da je promjena iz biheviorizma ka konstruktivizmu u edukaciji učenika ključna kako bi bili spremni za današnju globalnu ekonomiju. Wankat smatra da učenik mora biti u središtu obrazovanja, a ne nastavnik te se nužno treba protiviti se *tiraniji sadržaja*, fenomenu koji stalno nastaje (raste) u tehničkom obrazovanju. U tom smislu za edukaciju tehnike je važno i okruženje za učenje, koje se može promatrati iz četiri perspektive (prema: Bransford i sur., 1986):

1. Usmjerenost na učenje – „Nastavnici moraju obratiti pozornost na znanja, vještine i stavove koje učenici donose u učionicu”;
2. Usmjerenost na znanje - „Pozornost se mora posvetiti onome što je učio (informacije, sadržaj predmeta), zašto ga je naučio (razumijevanje) i koje kompetentnosti i vještine posjeduje”;
3. Usmjerenost na procjenu - „Formativna procjena – ključna procjena osmišljena tako da je razmišljanje učenika vidljivo i nastavnicima i drugim studentima”;
4. Usmjerenost na zajednicu - „Pristup zajednici zahtjeva razvoj normi za učionicu i školu, povezanost sa vanjskim svijetom koji podržava srž naučenih vrijednosti”.

Iz ovakve klasifikacije perspektiva jasno je kako tehnički odgoj i obrazovanje ne može počivati samo na jednoj perspektivi, već se nužno trebaju uvažiti sve. Iako ove perspektive treba uvažiti nastava svakog područja, zbog povezanosti tehničkog područja sa *stvarnim svijetom* te kompetencija koje se vrednuju u *stvarnom svijetu* ono je više od drugih područja prožeto cjelovitošću i integrativnošću koju Milat (1996) navodi kao posebnost nastave tehnike.

Ulazeći dublje u problematiku stvarne realizacije nastave važno je ustanoviti koje se strategije mogu primijeniti u nastavi tehničkog područja, upravo kako bi se udovoljilo konstruktivističkim smjernicama i perspektivama učenja. Crawford (2001) stoga navodi pet ključnih strategija za aktivno angažiranje studenata u konstruktivističkom pristupu učenju:

- **Povezivanje** - učenje u kontekstu nečijeg životnog iskustva ili već postojećeg znanja;
- **Iskustvo** - učenje kroz rad, putem istraživanja, otkrića i izuma;

- **Primjena** - učenje putem korištenja naučenih koncepta, odnosno, primjene u konkretnim nastavnim situacijama;
- **Suradnja** - učenje u kontekstu dijeljenja, reagiranja i komuniciranja s drugima;
- **Prijenos** - korištenjem stečenih znanja i vještina u novom kontekstu, odnosno, situaciji koja nije prethodno realizirana u nastavi.

U primjeni konstruktivističkog pristupa treba imati na umu i Gardnerovu teoriju višestrukih inteligencija. Howard Gardner⁸ objavio je u svojoj knjizi „*Frames of Mind*” (1983) teoriju višestruke inteligencije koja je ubrzo postala klasični model za shvaćanje i poučavanje mnogih aspekata ljudske inteligencije, stilova učenja, osobnosti i ponašanja.

Tablica 1. Prikaz izvornog modela višestruke inteligencije (Gardner, 1983)

<i>Tip inteligencije</i>	<i>Mogućnost i percepcija</i>
Lingvistička	Riječi i jezik – pisanje i govor, interpretacija i izlaganje ideja i informacija putem jezika, razumijevanje povezanosti komunikacije i sadržaja
Logičko-matematička	Logika i brojevi – uočavanje uzoraka, znanstveno objašnjavanje i dedukcija, analiza problema, izvođenje matematičkih kalkulacija, razumijevanje uzročno-posljedične veze analizirajući rezultate
Glazbena	Glazba, zvukovi i ritam – detekcija, određivanje i korištenje zvukova, prepoznavanje tonski i ritmičkih uzoraka, razumijevanje veze između zvuka i osjećaja
Tjelesno-kinetička	Kontrola pokreta tijela – tjelesna pokretljivost, fizička spretnost i ravnoteža, koordinacija očiju i tijela
Prostorno-vizualna	Percepcija slika i prostora – interpretacija i kreacija vizualnih slika, slikarska mašta i izražavanje, razumijevanje poveznice između slika i značenja i između prostora i efekta
Interpersonalna	Osjećaji drugih ljudi – sposobnost povezivanja s drugima, interpretacija ponašanja i komunikacija, razumijevanje poveznice između ljudi i njihove situacije, uključujući i druge ljude
Intrapersonalna	Samo-svijest – osobna spoznaja, osobna objektivnost, sposobnost razumijevanja sebe, veza pojedinca s drugima i Svijetom, razumijevanje svojih potreba i reakcija na promjene

⁸ **Howard Earl Gardner** (rođen 1943.) američki razvojni psiholog. Najpoznatija njegova knjiga je *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences* (1983) u kojoj je opisao svoju teoriju višestruke inteligencije.

Nakon objavljivanja izvornog modela višestruke inteligencije, Gardner je nastavio razvijati teoriju te je došao do deset inteligencija koje čovjek posjeduje (tablica 1 i tablica 2). Dakle, uz izvorne tipove inteligencija (tablica 1), daljnjim istraživanjima Gardner (1993) je predložio je još tri moguće dodatne inteligencije (tablica 2). Važnost ovakvog pristupa jest u tome što u nastavi treba uvažavati posebnosti pojedinca, odnosno njegove dispozicijske inteligencije, a sve zbog toga kako bi smo poticali razvoj u smjeru koji će pojedinca dovesti do uspjeha.

Tablica 2. Prikaz tri moguće dodatne inteligencije (Gardner, 1993)

<i>Tip inteligencije</i>	<i>Mogućnost i percepcija</i>
Prirodna	Prirodno okruženje – shvaćanje položaja pojedinca u prirodi i uloge u samoodrživom razvoju. Svijest o biljkama i drugim životinjama i njihovim potrebama
Duhovno/Egzistencijska	Religija i „najveće pitanje“ – s vijest pojedinca o prolaznosti ljudskog života, viđenje zagrobnog života i višeg oblika života i postojanja
Moralna	Etika, ljudskost i vrijednost života – sposobnost da pojedinac jednako vrednuje svaki život na planeti, poštuje ljudsko dostojanstvo i razvija vlastiti moral

Prvih sedam inteligencija su relativno jasne i mjerljive. Znamo što su, što znače i možemo ih dokazati ili ilustrirati. Dodatne ljudske mogućnosti, percepcije i prilagodbe su vrlo subjektivne i kompleksne i nedvojbeno se preklapaju s mnogim aspektima.

Teorija višestruke inteligencije predstavlja definiciju ljudske prirode, kako mi percipiramo Svijet i način na koji smo svjesni stvari oko sebe. Ova teorija je iznimno važna jer indicira koje stilove učenja pojedinac preferira, kao i njegovo ponašanje i odnos prema radu ali i njegove prirodno jake strane. Gardner ističe kako je većina ljudi „jaka“ u tri područja inteligencija čime se ne ističe samo njihov kapacitet nego i način i metoda koji pojedinac preferira za učenje i razvoj jakih strana ali i razvoj njihovih slabih. Na taj način se stimulira njihov razvoj i razvijaju se samouvjerenost i samopouzdanje.

Inteligencija je spoj nekoliko sposobnosti koje su sve od velike važnosti u životu. Nitko nije dobar u svim inteligencijama. Stoga se čini velika pogreška prilikom uvjeravanja djece (učenika) u njihovu opću nesposobnost radi slabije razvijene jedne od inteligencija. Dakle, konstruktivistički pristup učenju i poučavanju u mnogim aspektima uvažava ovakve

dosege jer polazi od posebnih i jedinstvenih sposobnosti i predispozicija svakog učenika te njegov danji razvoj zasniva na takvim posebnostima.

2.1.1. Aktivno učenje i Kolb-ov model iskustvenog učenja

Učenje, da bi bilo učinkovito, mora se bazirati na iskustvu te treba biti samostalno i aktivno. Takva vrsta učenja usvaja se tijekom cijelog života, za vrijeme školovanja i profesionalnog rada. Nastavnici, profesori, mentori i instruktori samo su pomagači u tom procesu. Kvalitetno, efektivno i trajno učenje ostvaruje motivirana osoba koja samostalno organizira učenje. Na pojedincu je da prepozna ciljeve i motive za učenje, a zatim da odabere primjerene strategije i time preuzme odgovornost i kontrolu nad vlastitim učenjem. Ustrajnošću, preuzimanjem inicijative, pokazujući znatiželju i gledanjem na problem kao na priliku za učenje, učenik postaje samostalan i koristi prethodno stečeno iskustvo za poticanje vlastite mašte, entuzijazma i raspozna je vlastite potrebe i napredak.

Pojam „aktivno učenje“ odnosi se na proces učenja uz pomoć akcije. Takvo učenje temelji se na osobnom iskustvu s ciljem promjene smjernica učenja s primjenom samostalnih tehnika i strategija učenja. Akcija se temelji na razmišljanjima pojedinca ili grupe koja potiču promjenu na bolje. Na ovaj način, učenici uče jedni od drugih te od nastavnika rješavajući stvarne probleme i koristeći vlastito iskustvo. Nastavnici i učenici imaju zadatak u učionici stvoriti atmosferu pogodnu za obostrano razmišljanje.

David Kolb⁹ je 1984. godine objavio svoj model iskustvenog učenja koji se bazira na principu prema kojemu ideje nisu stabilne ni razmišljanje nepromjenjivo već na njihovu formaciju i promjene utječe iskustvo. Riječ je o kontinuiranom procesu u koji svatko može ugraditi svoje zamisli. Učenik kreće u proces koristeći konkretna iskustva na koja nadograđuje različite perspektive proizašle iz interakcije s ostalim učenicima.

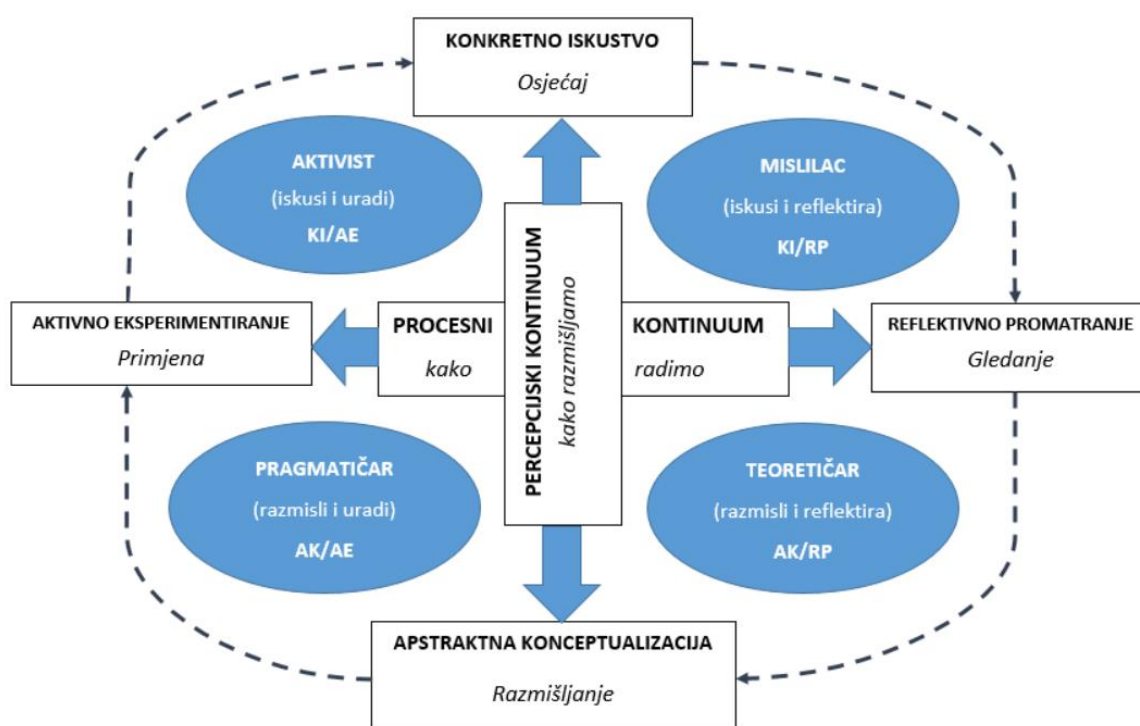
Kurt Lewin¹⁰, socijalni psiholog, razvio je model interakcije koji omogućuje proučavanje vlastitih iskustava i odnosa u grupi. Tvrdi kako je najbolja polazišna točka za

⁹ **David Kolb** (rođen 1939.), američki teoretičar edukacije čiji je interes fokusiran na eksperimentalnom učenju, individualnim i društvenim promjenama, razvoju karijere i profesionalnoj edukaciji. Utemeljio je sistem učenja na temelju iskustva.

¹⁰ **Kurt Lewin** (1890. – 1947.), njemačko-američki psiholog, jedan od začetnika socijalne, organizacijske i primijenjene psihologije u SAD-u. Definirao je tri mogućnosti pri analizi – primjena istraživanja, aktivna istraživanja i grupna komunikacija.

napredak bilo koje vrste vlastito iskustvo. Prema njegovom modelu, učenje se ostvaruje kada se podudaraju razmišljanje i akcija. Iskustvo nije dovoljno za učenje, potrebno je razmišljati o njemu. Osjećaji i misli koji iz tog razmišljanja proizlaze omogućuju donošenje zaključaka i utvrđivanje koncepata.

Kolb je predložio novi model koji objedinjuje općenite vrste učenja i potiče razvoj pojedinca, referirajući se na Lewinov model iskustvenog učenja te na teorije koje je razvio Piaget. Prema Kolbovom mišljenju, učenje je proces u četiri etape putem kojeg subjekt, uz pomoć konkretnih i neposrednih iskustava, razmišlja o vlastitim iskustvima te prelazi na konceptualizaciju apstraktnog s ciljem uopćavanja i stvaranja principa te formiranja teorija koje se kasnije mogu koristiti kao vodič u aktivnom prikupljanju iskustva. Rezultat je konkretno, ali i složeno iskustvo. Glavna točka aktivnog učenja je povezanost između akcije i učenja. Nove spoznaje učvršćuju znanje o Svijetu, jednako kao i analiza prošlih događaja. S druge strane, planiraju se budući postupci na temelju učenja.



Slika 2.1. Kolbov model iskustvenog učenja

Idealan proces predstavlja učenje kao ciklus ili spiralu gdje učenik dotiče sva *polja*, odnosno, ciklus se sastoji od osjećaja, refleksije, razmišljanja i djelovanja. Konkretno iskustvo je pri tom glavno polazište na koje se nadograđuje novo reflektivno promatranje i odvija

apstraktna konceptualizacija, koja potom dovodi do nove aktivnosti kojom se postojeće iskustvo i znanje nadograđuje novim. S obzirom da se sva iskustva u tehničkom području mogu steći putem tehničkog dizajniranja, rješavanja tehničkih problema, sistemskog pristupa tehnici i tehnologiji, stvaranjem tehničkog izuma i inovacije te proizvodnjom tvorevina (prema: Williams, 2000), jasno je kako iste trebaju biti podloga nastave tehnike.

2.2. Nastava tehničke kulture kao posebnost hrvatskog obrazovnog sustava

2.2.1. Pedagoška vrijednost tehničke kulture

Tehnička kultura je početna razina edukacije tehnike. Nastava tehničke kulture uvelike utječe na uspješnost budućeg profesionalnog razvoja i obrazovanja pojedinca. Uloga tehničkog odgoja i obrazovanja je jedinstvena i odnosi se na usvajanje ključnih tehničkih kompetencija (razvoj tehničke pismenosti) u općem odgoju i obrazovanju, te obrazovanja i osposobljavanja za *svijet rada* u strukovnom i profesionalnom obrazovanju. Iako i tehnička pismenost danas treba biti dio kompetencija cjeloživotnog učenja svakog pojedinca (EC, 2006) te tako doprinosi osposobljavanju za *svijet rada*, ipak je potrebno razlikovati opće od strukovnog i profesionalnog tehničkog odgoja i obrazovanja. Osim toga važno je razjasniti i osnovne pojmove povezane s tehničkim odgojem i obrazovanjem kako bi se izbjegla različita shvaćanja i nedoumice oko razumijevanja istih.

Pojam *tehnika* ima etimološko i semantičko značenje. Tehnika (grčki *techne*) u najširem smislu se može opisati kao *skup određenih postupaka i primjena sredstava za postizanje nekih čovjeku korisnih ciljeva. Nasuprot prirodi, tehnika je svaka aktivna djelatnost preobrazbe, oblikovanja i iskorištenja prirodnih tvari i sila u službi ljudskih potreba ciljeva i ideja uopće, odnosno područje ove djelatnosti i njezinih proizvoda*. Tehnika dakle označava sva oruđa i znanja proizvodnje koja su se povijesno razvijala i koja čovječanstvu omogućuju djelovanje na okolnu prirodu u svrhu stjecanja materijalnih dobara, ili kao skup metoda koje se primjenjuju u bilo kojem radu, zanatu, a također i vladanje tim metodama (Milat, 1995). Važno je naglasiti da tehnika, jednako kao i svaki drugi oblik umjetnosti, uključuje četiri aspekta vrijednosti (prema Milat, 1995):

1. Intelektualni, spoznajni – duhovno, stvaralački aspekt

2. Etički – moralno-vrijednosni aspekt
3. Estetski – doživljajni, emocionalni aspekt
4. Djelatni – radni, proizvodno stvaralački aspekt

Dakle, iz određenja tehnike jasno je kako ista uključuje i tehnologiju, koja je njen sastavni dio, te je naše poimanje tehnike ustvari istoznačnica pojmu *technology* koji se koristi u anglo-saksonskom kulturološkom miljeu.

Kultura (lat. *Cultura* =njegovanje, usavršavanje, oplemenjivanje) najopćenitije znači: *preradba i usavršavanje nečega, neke građe, nekog materijala za određenu svrhu*. Kultura označava *ukupnost materijalnih i duhovnih vrijednosti koje je stvorio čovjek u svojoj društveno-povijesnoj praksi, u svrhu savladavanja prirodnih sila, razvoja proizvodnje i društvene zadaće uopće*. Kulturu sačinjavaju dvije međusobno povezane oblasti: materijalna kultura (sredstva za proizvodnju i ostale materijalne tvorevine) i duhovna kultura (ukupnost rezultata znanosti, umjetnosti, filozofije, moral, običaji). Kultura ujedno označava i stvaralački proces i ono što je tim procesom stvoreno. Kulturna dobra zajedno sa tehnikom ustvari tvore civilizaciju.

Dakle, tehnika je sastavnica, osnova civilizacije a tehnička kultura je dio kulture odnosno dio opće kulture. Kako je kultura opća humanistička vrednota i neosporni sadržaj općeg humanističkog obrazovanja i kako je tehnička kultura neosporni konstitutivni dio kulture, onda je zakonomjerno i tehnička kultura sastavnica sadržaja općeg i humanističkog obrazovanja.

Najbrže i najveće promjene nastaju u tehničko-tehnološkom okruženju i one značajno utječu na promjene svakog pojedinca, društva u cjelini i u načinu i strukturi rada. Paralelno s tim se i sve brže odvija proces sve veće *tehnizacije* intelektualnog rada i proces sve veće *intelektualizacije* manualnog rada (Milat, 1996). Udio tehnike i tehnologije u životu toliki je da se njihovo shvaćanje više ne može ograničiti samo na industriju i materijalnu proizvodnju, već u sebe uključuje i znanstveno-tehničke poslove, rad u neproizvodnim djelatnostima, domaćinstvu i dokolici. Bez obzira na vrstu, karakter i razinu rada, već odavno nema niti jednog zanimanja u kojem se uspješno i racionalno mogu obavljati poslovi bez barem elementarnih vještina i sposobnosti korištenja određenih sredstava tehnike i tehnologije. Samom primjenom politehničkog načela u nastavi prirodoznanstvenih predmeta, bez *učenja* sadržaja iz područja tehnike, nije moguće steći tehnička znanja, tehnička umijeća ni vještine.

Svaka tehnička tvorevina zasniva se na zakonitostima mnogih znanosti koje su ovisne jedna o drugoj. Prilikom izučavanja principa rada treba uzeti u obzir svaku od njih kao i njihovu korelaciju. Fizičke zakone, kemijske reakcije, matematičke odnose neke tehničke tvorevine treba obraditi zajedno na način da se objasni izrada i funkcioniranje te tvorevine. Pritom se razvija svijest i znanstveno shvaćanje prirode.

2.2.2. Cilj, zadaće i funkcija Tehničke kulture

Ciljevi nastave tehničke kulture proizlaze i funkcija tehničke kulture u sustavu općeg odgoja i obrazovanja (Milat, 19996). Ove funkcije Milat (1996) prikazuje kroz općekulturnu, općeobrazovnu, radno-socijalnu i profesionalnu funkciju. Općekulturna (civilizacijska funkcija) – pojedincu omogućava kulturnu kompetenciju u osposobljavanju za kritičko vrednovanje civilizacijskih stečevina i tehnološkog razvoja, objekata tehnike i tehnologije. Stjecanje i korištenje znanja i umijeća za izbor i racionalno korištenje tehnologije i tehnike, znanja i umijeća o metodama rada, tehničkom (grafičkom) komuniciranju, materijalima, alatima i uređajima za zadovoljenje egzistencijalnih i kulturnih potreba. Pridonosi stjecanju i razvoju radne kulture i kulture rada te omogućava razumijevanje ukupnog civilizacijskog razvoja. Općeobrazovna funkcija – ogleda se u osposobljavanju pojedinca da u školi stečena znanja i umijeća samostalno „prenosi“ i da ih uspješno koristi u novim tehnološkim situacijama. Razvija sposobnost za sagledavanje i pronalaženje novog pri upoznavanju s radnim zadacima i traženju optimalnih rješenja novih problema, otkrivanju novih mogućnosti korištenja raznih objekata tehnike, samostalnom kombiniranju određenih tehnika i metoda rada u novim radnim (tehnološkim) situacijama. Tehnika razvija logičko mišljenje – osposobljava učenike za alternativno stvaralačko mišljenje. (Milat, 1995). Radno-socijalna funkcija – pridonosi socijalizaciji učenika u procesu obrazovanja kroz aktivnosti u određenim, ali konkretnim radnim uvjetima. Pritom se odvija optimalan razvoj individualnih sposobnosti u funkciji rada. Pridonosi formiranju stavova i interesa u skladu sa zahtjevima mikro- i makro-socijalne sredine – kritičko vrednovanje vlastitog ponašanja u radu, socijalnih odnosa u radnoj okolini, poštivanje suradnika i briga o interesima sredine. Tehnika i tehnologija

značajno utječu na Tehničko obrazovanje a osposobljavanje pridonosi shvaćanju rada kao osnovne čovjekove vrijednosti i proizvodnje kao jedinog područja stvaranja nove vrijednosti. Profesionalna funkcija – ostvaruje se objektivnim i sveobuhvatnim profesionalnim informiranjem kao osnovicom za adekvatan i sretan izbor zanimanja. Omogućuje kritičko vrednovanje svih zanimanja, organizacijske i tehnološke podjele rada, vlastitih interesa i društvenih potreba. Primjenom politehničkog načela i upoznavanjem međusobnih veza tehnike i općih zakonitosti na kojima se ona zasniva, učeniku olakšava stjecanje profesionalnih znanja, vještina i umijeća rada. Omogućava uspješno profesionalno samoučenje te razvija sposobnosti za stvaralački pristup u obradi profesionalnih sadržaja.

Iako ne u potpunosti, predstavljene funkcije tehničke kulture uvažava i aktualni glavni cilj nastave tehničke kulture. Tako se glavni cilj nastave tehničke kulture iskazuje kao osposobljavanje učenika za uspješno snalaženje i djelovanje u životnom okružju. Očekivani odgojno-obrazovni ciljevi područja nakon četiri ciklusa (razreda)¹¹ kažu da će učenici:

- spoznati ulogu i utjecaj tehnike na promjene u suvremenom svijetu;
- spoznati tehniku kao plod stoljetnih stvaralačkih čovjekovih sposobnosti te njezinu ulogu i utjecaj na promjene u suvremenom svijetu;
- spoznati ulogu koju imaju prirodoslovlje i matematika pri stvaranju i uporabi tehničkih proizvoda i usluga;
- usvojiti znanja i razviti motoričke vještine, umijeća, sposobnosti te samopouzdanje u rukovanju različitim priborom, alatima, uređajima i strojevima koji služe za izradbu proizvoda i usluga kod kuće, na radnom mjestu i u širem okružju;
- biti osposobljeni za uporabu računala, informacijske i komunikacijske tehnologije u učenju, radu i svakodnevnom životu;
- razviti algoritamski način razmišljanja, steći vještine i sposobnosti primjene računala pri rješavanju problema u različitim područjima primjene;
- razviti sposobnosti tehničkoga i informatičkoga sporazumijevanja te uporabe tehničke i informatičke dokumentacije;

¹¹ http://mzos.hr/datoteke/Nacionalni_okvirni_kurikulum.pdf, str. 161.

- usvojiti znanja, vještine i stavove potrebne za donošenje razumnih odluka koje se odnose na rad i proizvodnju, okoliš, održivi razvoj uz poštivanje sigurnosnih, etičkih, gospodarskih, ekoloških i kulturnih načela;
- razviti kritičnost i kompetencije za estetsko vrjednovanje i dizajn proizvoda i usluga;
- postati dobro obaviješteni potrošači koji će moći ocijeniti tehnička svojstva proizvoda i usluga;
- biti osposobljeni za pravilan i sretan izbor nastavka školovanja.

Iz ovako postavljenih ciljeva zadaće učitelja (nastavnika), koje vode postizanju istih, mogu se svesti na nekoliko osnovnih komponenti (prema: Purković, 2013).

- Razvoj stvaralačkog tehničko-tehnološkog mišljenja;
- Izgradnja djelatne i poduzetničke svijesti;
- Uporaba tehničkih i informatičkih tvorevina i sustava iz okružja;
- Razvoj temeljnih tehničkih vještina;
- Usmjerenost na tehničko i proizvodno područje u budućem profesionalnom djelovanju.

Odgojna komponenta nastave Tehničke kulture se pri tom ostvaruje se kroz razvoj radnog odgoja ili radnointegrirajuće kulture. Ova komponenta, koja je u cjelokupnom općem odgoju i obrazovanju zapostavljena, primarno uključuje razvoj primjerenog odnosa prema radu (aktivnostima) te aktivnosti kojima će se poticati učenika za afirmaciju u daljnjem profesionalnom obrazovanju i djelovanju.

2.3. Rad s nadarenim učenicima kao okosnica kurikuluma složenih tehničkih područja

Nadarenim učenikom se smatra onaj koji u nekim aktivnostima pokazuje određene sposobnosti koji su znatno više od prosječnih sposobnosti koje iskazuju učenici iste životne dobi. Pri tome se najčešće misli na potencijalne i iskazane a ne već razvijene sposobnosti. Osim pojma nadaren često se koristi izraz talentiran. Darovitost, nadarenost ili talentiranost

označuje urođenu sposobnost koja pojedincu omogućuje visoko dostignuće u određenom području. Darovitost označuje sposobnosti koja se iskazuje kao razvijena, koja se pokazuje a nije razvijena odnosno ima mogućnost da se razvije (Milat, 1995).

Kako su sposobnosti raznovrsne tako i nadarenost može biti opća, posebna i pojedinačna, intelektualna ili psihomotorička te može imati različit stupanj kvalitete. Temeljna karakteristika nadarenosti je činjenica da se pod djelovanjem određenih stimulativnih uvjeta nadarenost može razvijati i stvarati. Iz ove činjenice proizlazi uloga nastavnika u radu s posebno nadarenim učenicima. Učenik na nastavi ovog predmeta može pokazati darovitost za tehničko stvaralaštvo na više razina i različitih kvaliteta. Najniža razina je *tehničko dizajniranje* koja se prvenstveno odnosi na estetski i etički aspekt. Zatim *tehnička racionalizacija* koja pretpostavlja tehničko poboljšanje postojećeg rješenja, odnosno novo usavršavanje postojeće funkcionalno usmjerene tehnički već uobličene materije i energije. Treća razina je *tehničko novatorstvo* koja označuje davanje nove forme postojećem tehničkom rješenju. Druga i treća razina značajni su elementi tehničkog, privrednog i gospodarskog napretka. *Tehnički izum* je najviša razina tehničkog stvaralaštva. Označuje stvaranje potpuno tehnički novog rješenja, davanje novog oblika i novog sadržaja materiji i energiji. Ova posljednja razina uvjetuje revolucionarne promjene u tehnici i tehnologiji i u svim oblicima rada i života.

Dvije su osnovne aktivnosti koje nastavnik u radu s nadarenim učenicima treba provoditi. Nadarenog učenika treba prepoznati. Svestrano obrazovanje, kakvo je naše, olakšava da učenik pokaže darovitost u nekom području ili aktivnosti. Daroviti učenik za tehničko stvaralaštvo pokazuje sposobnost posebne osjetljivosti za inovacije i interes za nove tehničke objekte kao i sposobnost tehničkog maštanja - zamišljanja onoga što ne postoji. Posjeduje aktivan odnos prema tehnici, interes za primjenu tehničkih tvorevina i želju poznavati unutrašnjost uređaja kao i njegov princip rada. Pokazatelj nadarenosti su i učenikovi izrađeni tehnički objekti. Nastavnik mora pratiti rad, aktivnosti i napredovanje učenika, analizirati učenikov proizvod te razmijeniti mišljenje s ostalim nastavnicima. Važno je i što ranije uočiti darovitost učenika, po mogućnosti već u prvom razredu. Darovitost za područje iz Tehničke kulture moguće je otkriti najranije tek u petom razredu.

Druga aktivnost koju nastavnik treba provoditi odnosi se na poseban rad s nadarenim učenicima. Polazna pretpostavka temelji se na stavu da je svaki tehnički realiziran proizvod nastao intelektualnim i djelatnim stvaralaštvom.

Osposobljavanje, koje je cilj našeg školovanja, je u osnovi proces u kojemu se potencijalne i nerazvijene sposobnosti pod djelovanjem određenih pedagoških stimulacija pretvaraju u razvijene sposobnosti. Nadarenost se pokazuje posebno izraženim sposobnostima koje se mogu dalje razvijati. Razvoj sposobnosti, koje mogu biti intelektualne i psihomotoričke, temelji se na usvajanju, usmjeravanju, formiranju i primjeni znanja, vještina, umijeća, stavova, razumnih interesa i navika.

Treba neposredno, aktivno i kontinuirano raditi s nadarenim učenicima u redovnoj nastavi, u izvannastavnim i izvanškolskim aktivnostima, u klubovima mladih tehničara i pojedinih saveza. Nastavnik bi trebao organizirati individualiziranu nastavu u kojoj će radni zadaci biti primjereni razini sposobnosti pojedinog učenika i problemsku nastavu u kojoj će se stalno poticati razvoj tehničkog mišljenja i stvaralaštva, sposobnosti za rješavanje tehničkih problema. U dodatnom radu u tehničkim aktivnostima treba primjenjivati što više metodu samostalnog rada učenika. Organizirati smotre i natjecanja učenika u tehničkom stvaralaštvu, kao i stručne ekskurzije i posjete sajmovima tehnike. Jako je važno upućivati učenike da se služe odgovarajućom tehničkom literaturom radi samostalnog učenja. Od nastavnika se očekuje da otkrije nadarene, aktivno i stvaralački radi s njima i stvara nadarene.

3. KONCEPTI I PRISTUPI RAZVOJU KURIKULUMA NASTAVE TEHNIKE

3.1. Pedagoške paradigme izrade kurikulumu

Kurikulum je sustav metodološki precizno odabranih, strukturiranih i metodički oblikovanih sadržaja i pedagoških aktivnosti školovanja određen svrhom, vrstom, oblikom i razinom škole za koju je izrađen (Milat, 2005). Iz ovog objašnjenja proizlazi da kurikulum mora biti izrađen na osnovi određenih društvenih potreba, mora biti sustav s osnovom na konkretnom cilju, utvrđenim sadržajima i pedagoškim aktivnostima koji moraju biti precizno metodološko-metodički strukturirani i oblikovani i kurikulum mora biti proces koji osigurava postizanje cilja utvrđenog za konkretnu školu.

Sama izrada kurikulumu je proces izbora, strukturiranja i oblikovanja sadržaja i aktivnosti, a zahtjeva stručno-pedagoški i strogi znanstveno-metodološki pristup. Tema ovog rada je kurikulum automatike i robotike nastave u osnovnoj, općeobrazovnoj školi te se takav program naziva intencionalnim, pretprofesionalnim ili potencijalnim programom. Za izradu takvog programa u pravilu se primjenjuje deduktivna metoda u kojoj se pri izboru sadržaja polazi od općih civilizacijskih vrijednosti i daje opću osposobljenost za snalaženje u životnom okruženju (Milat, 2005). Intencionalni program pretpostavlja potrebu dodatnog, završnog školovanja, predstavlja opće zahtjeve društva, svima potrebne sadržaje.

Autor kurikulumu mora uočiti i biti svjestan društvenih potreba na osnovu kojih se utvrđuje cilj, svrha školovanja. Na osnovi cilja utvrđuju se zadaci. Zadaci su jednoznačne formulacije aktivnosti, putovi ili etape koje omogućavaju dolazak do cilja. Iz utvrđenih zadataka predviđa se sadržaj koji se strukturira i metodički oblikuje radi racionalnog postizanja cilja. U ovom koraku se izrađuje nastavni plan i program koji je materijalni izraz cilja i zadataka. Idući korak je odabir metoda, načina provođenja aktivnosti. Nakon odabira metoda utvrđuju se vrijednosno mjerljive aktivnosti i sadržaji kojima se nedvojbeno utvrđuje razina postignutog cilja. Vrednuje se i uspješnost kurikulumu, nastavnika, metoda i uvjeta realizacije kurikulumu. U posljednjoj etapi se strukturiraju i oblikuju ukupni sadržaji i aktivnosti.

3.2. *STEM* pristup razvoju kurikuluma – Američki koncept poučavanja

STEM (*Science, Technology, Engineering and Math*) je akronim za kurikulum zasnovan na ideji edukacije učenika ili studenata u četiri specifične discipline: prirodoslovlju (prirodo-znanosti), tehnologiji, inženjerstvu i matematici. Kada se *STEM* poučava u školi, koristi se interdisciplinarni pristup koji je povezan sa problemima u stvarnom svijetu. Umjesto poučavanja svake discipline odvojeno kao zaseban predmet, *STEM* ih integrira u koncept povezanog poučavanja i po tome se razlikuje od tradicionalnog poučavanja prirodnih znanosti i matematike.¹² Postoje i drugi oblici poput *STREM* (*Science, Technology, Robotics, Engineering and Mathematics*), *STREM* (*Science, Technology, Robotics, Engineering and Media*), *STREAM* (*Science, Technology, Robotics, Engineering, Art and Mathematics*), *GEMS* (*Girls in Engineering, Math and Science*)¹³, *STEMM* (*Science, Technology, Engineering, Mathematics and Medicine*).

Inženjerski projekt omogućuje idealno integriranje *STEM* sadržaja. Takav projekt je ključan za provođenje sva četiri *STEM* područja na jednak način. Omogućava sistematsku analizu rješavanja problema koja se često koristi u sva četiri područja (Frykholm i Glasson, 2005). Provođeci inženjerski projekt omogućava se znanstvena edukacija zato što se stvara prilika za korištenje znanstvenih činjenica i analiza kao i uključivanje matematičke logike. Inženjerstvo i tehnologija omogućuju sadržaj o kojem učenici mogu razvijati znanstvene spoznaje i primjenjivati ih na praktične probleme čime nadograđuju znanje i svoj interes za znanost jer prepoznaju interakciju između znanosti, inženjerstva i tehnologije. Ponekad projekt nije moguć jer su neki znanstveni sadržaji samo teoretski.

Prirodo-znanstvena analiza provodi se u relativnom kontekstu i omogućava prenošenje znanstvenih činjenica u autentičnu situaciju. Znanstveni pristup zadacima zahtjeva od učitelja da ohrabre i potiču znanstveni način razmišljanja kod učenika, kao i znatiželju, otvorenost prema novim idejama i skepticizam koji karakterizira znanost (National Research Council, 1996). Takav način razmišljanja priprema učenike i studente da razmišljaju i djeluju poput pravih znanstvenika, postavljaju pitanja i hipoteze, provode istraživanja koristeći standardnu znanstvenu praksu.

¹² *Federal Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) education 5-year strategic plan (2013)*

¹³ *National Girls Collaborative Project*, <http://www.ngcproject.org/program/gems-girls-engineering-math-science>

Tehnologijska pismenost je nedovoljno zastupljena kod većine edukatora jer koriste tehnologiju za edukaciju kako bi stekli iskustvo u STEM učenju (Cavanagh, 2008). Edukatori sa ovakvim stajalištem ne uviđaju da se tehnologija sastoji od znanja, vještina i prakse. Inženjersko shvaćanje tehnologije razlikuje se od općeg, ljudskog viđenja. Za inženjere, tehnologija se sastoji od jasnih znanja, aktivnosti i načina djelovanja, procesa dizajniranja, strojarstva, proizvodnje i istraživanja, fizičkih alata, instrumenata i tvorevina. To je organizirani integrirani sistem i organizacija koji kreira, stvara i koristi tehnologiju. Opće, laičko shvaćanje tehnologije je kao skup alata, instrumenata, tvorevina i procesa koji utječu na socijalno-kulturnu strukturu bez obzira na namjeru korisnika. Autonomna socijalna i ekonomska sila koja često nadilazi tradicionalne vrijednosti, s nepredvidivom posljedicama za društvo i ekonomiju (Herschbach, 2009).

Matematičko razmišljanje se razvija kontekstualnim učenjem koje daje značenje matematici. Učenici žele znati ne samo kako riješiti matematički zadatak nego zašto im je matematika potrebna i na koji način je povezana sa stvarnim životom (Williams, 2007). STEM praksa koja uključuje matematičku analizu potiče učenike da uče matematiku i uvide poveznicu naučenog u školi i znanja potrebnih za STEM karijeru (Burghardt i Hacker, 2004).

STEM edukacija može se provoditi od prvog razreda osnovne škole, zadnje godine višeg obrazovanja. Na prvoj razini, od prvog do četvrtog razreda, učenicima se predstavljaju STEM područja i zanimanja. Učenje se odvija kroz analizu stvarnih globalnih problema. Cilj je potaknuti interes učenika za STEM umjesto prisilnog poučavanja. U ovom periodu potiču se i sudjelovanja u izornoj nastavi i izvannastavnim aktivnostima koja podrazumijevaju STEM područja poput klubova mladih tehničara ili predavanja u Centrima Tehničke kulture i slično. Za razliku od prve razine, u višim razredima osnovne škole, od petog do osmog razreda, predavanja su užeg i izazovnijeg sadržaja. U ovom periodu, učenici se mogu odlučiti za daljnje školovanje u struci povezanoj sa STEM područjima te njihova profesionalna karijera počinje po završetku osmog razreda. Veliki dio STEM kurikuluma je usmjereno na promoviranje tih područja među učenicima. Studenti se više opredjeljuju za inženjerstvo i tehnologije, dok studentice preferiraju prirodne znanosti poput biologije, kemije i morske biologije. (Kelly i Knowles, 2016)

U srednjoškolskom obrazovanju, STEM sadržaje i aktivnosti karakterizira ozbiljan pristup, aplikativna rješenja i kompleksniji zadatci. Cilj je pripremiti i osposobiti učenike za obrazovanje u STEM područjima na višoj razini ili za zapošljavanje u tim područjima.

U povijest, Sjedinjene Američke Države smatraju se predvodnikom STEM pristupa. Začetak STEM pristupa bio je događaj lansiranja Ruskog satelita *Sputnik* 1957. godine u svemir. Amerikanci su pod vodstvom predsjednika Dwight D. Eisenhowera prepoznali važnost i prednost integracije više područja te je utemeljena NASA, Nacionalna Aeronautička i Svemirska Administracija i stvoren je svemirski program. U 60-tim godinama, idući predsjednik John F. Kennedy nastavlja poticati inovacije u STEM području.

U iduća dva desetljeća, nastavlja se ohrabrivati i poticati znanstvena edukacija i puno znanstvenih programa je utemeljeno u svrhu razvoja. 80-tih godina ostvarila su se naprednija postignuća u znanosti i tehnologiji poput prvog mobilnog telefona, umjetnog srca, lansiranje *Space Shuttle*-a i prvog osobnog računala.

Od 1990. godine počinje edukacija Američkih nastavnika sa standardima i uputama kako bi oblikovali kurikulum prema STEM konceptu. U današnje vrijeme velika je potražnja za radnicima u svim STEM područjima, posebno u naprednoj i visoko tehnološkoj proizvodnji. Osim potrebe za radnicima koji imaju visoke kompetencije u STEM disciplinama, postoji i potreba za novim STEM nastavnicima. (Friedman, 2005)

3.3. STS pristup razvoju kurikuluma – Europski koncept poučavanja

STS (Science-Technology-Society) paradigma znanstvenog obrazovanja proizašla je početkom 70-ih godina iz jedne od alternativnih politika koje su nastale iz Harvadrskog projekta (Holton i suradnici, 1970). Temeljni cilj tog projekta bio je promijeniti negativan trend upisa na znanstvene programe s planom da se u tradicionalne znanstvene sadržaje uvedu humanistički aspekti. „Humanistički“ aspekt odnosi se na prirodu znanosti, socijalne aspekte znanosti, kulturu znanosti i ljudski karakter znanosti (Aikenhead, 2006). STS se temelji na znanstvenom kurikulumu koji jače integrira znanstveno, tehnološko i društveno obrazovanje. (Solomon, Aikenhead, 1994)

Mnogi obrazovni sustavi u Svijetu integriraju STS kurikulum u svoje školske znanstvene kurikulume u različitim formama i pod raznim imenima. Primjer takvih kurikuluma su „Science-technology-citizenship“, „Nature-technology-society“, „Science for public understanding“, „Citizen science“, „Public awareness of science“. Cilj samog STS i

ostalih navedenih kurikuluma je povećati znanstvenu pismenost¹⁴ i omogućiti znanost svima (Fensham, 2007).

Osobitosti humanističkog, STS pristupa uključuje uvođenje i socijalizaciju u učeničku lokanu, nacionalnu i globalnu zajednicu koja je oblikovana znanošću i tehnologijom, multiznanstveni pristup, moralno shvaćanje vođeno vrijednostima, brigom za ljude i znanstvenim rasuđivanjem, stvaranje građana koji prepoznaju socijalnu i kulturnu dimenziju znanstvene prakse i njezine posljedice i posvećuje pažnju na temeljnu, graničnu i građansku znanost.

STS pristup orijentiran je prema učeniku koji je u središtu obrazovnog procesa, a učenje se odvija proučavanjem znanosti kroz integraciju u tehnološko i društveno okruženje učenika. Usklađivanju i razumijevanju odnosa između društva, tehnologije i znanosti pomažu suvremene metodike i didaktike koje primjenjuje učitelj (Svedružić, 2007). Konačni cilj humanističkog STS kurikuluma je naučiti učenika *na koji način i kako učiti* znanstveni sadržaj čiji kontekst pronalazi osobno u svom okruženju. Kako bi razlika između tradicionalnih i STS ciljeva bila jasnija, postoji i proširena grupa ciljeva (Waks i Prakashov). Prošireni ciljevi se odnose na spoznajnu kompetenciju koja je vezana uz znanja i vještine nužne za ispravno izražavanje o STS problematici, racionalno razumijevanje epistemologije i sociologije znanosti kako bi se bolje razumjela priroda znanosti i znanstveno istraživanje kad se prakticira STS problematika, društveno djelovanje u kojem pojedinac sudjeluje u odgovornim političkim akcijama te osobne ciljeve u kojima učenici razumiju svakodnevni život.

Znanstveni modeli kroz STS pristup grade znanstvenu informaciju kroz kontekst otkrića, ne izostavljajući njihovu povijesnu, filozofsku i društvenu dimenziju. Učenje znanosti svodi se na učenje čistog znanstvenog sadržaja i na učenje spoznaja o prirodi znanosti, kako znanost radi i kako se znanstveno znanje razvija. Pritom se obuhvaćaju spoznaje o promjenjivosti znanstvenih znanja i spoznaja, razlici između zapažanja i zaključivanja u znanosti, subjektivnosti i objektivnosti u znanosti, odnosu kreativnog i racionalnog u znanstvenom istraživanju, društvenom i kulturnom utjecaju na znanost, razlikama između znanstvenih teorija i zakona i o neuniverzalnosti znanstvene metodologije (Svedružić, 2007).

¹⁴ Znanstveno pismena osoba, uz poznavanje metoda znanosti, normi znanosti, ključnih znanstvenih termina i pojmova, mora imati sposobnosti prepoznati kako su znanstveni pojmovi stvoreni kreativnošću i maštom znanstvenika, razumjeti razliku između zapažanja i zaključivanja, razumjeti namjeru postavljanja i testiranja hipoteza, razumjeti da su znanstveni koncepti kreirani, ne slučajno otkriveni te stjecati svijest o interakciji znanosti i društva (Arons, 1983)

Školski znanstveni sadržaj unutar kurikulumu okrenut je konkretnim iskustvima učenika. Pruža pojednostavljenu perspektivu ljudskih i društvenih gledišta prema znanosti. STS pristup konfliktne znanstvene situacije iz povijesti i filozofije znanosti prezentira učenicima kao temeljni sadržaj, kontekstualiziran u obliku problemskih situacija. Znanstveni sadržaj modeliran tako da vjerno reproducira povijesno i filozofsko izvorište, ne isključujući njegove tehnološke i društvene implikacije, može poslužiti kao sadržaj za učenje znanosti.

Na razini poučavanja i učenja nastavnih jedinica najbolje je sagledati način oblikovanja STS sadržaja. Nastavne jedinice počinju s orijentacijom, uvođenjem temeljnih pitanja o problemima iz svakodnevice a važni su učenicima kao korisnicima i građanima u društvu. Nakon uvodnog dijela, drugi dio nastavne jedinice okrenut je znanstvenom sadržaju i vještinama kako bi se odgovorilo na temeljni problem. Taj dio sata odnosi se na proučavanje i učenje čistoga znanstvenog sadržaja. U posljednjem dijelu nastavne jedinice okreće se ponovno temeljnom pitanju: *je li nam naučeno pomoglo da pronađemo odgovore kako bismo bili sposobni nositi se s tehnologijom, donositi korisničke i građanske odluke te rješavati probleme koji se odnose na društvo i znanost?* (Svedružić, 2007) Ovime se znanstveni koncepti proširuju i produbljuju s primjenom na situacije. Koncept slijeda prema STS pristupu počinje unutar društvenog područja i pomiče se kroz područje tehnologije i područje temeljne znanosti, a zatim se vraća kroz tehnološko u društveno područje. Znanstveni sadržaj nije dan izravno već je ugrađen u društveno-tehnološki kontekst. Promatrajući sa stajališta učenika, sadržaj znanosti izgleda kao da se razvija iz logičkog slijeda realnih životnih situacija.

Prema Solomon i Aikenheadu (1994) navedeno je osam kategorija STS pristupa tradicionalnom znanstvenom kurikulumu s obzirom na strukturu sadržaja, vrednovanje učenika i konkretnih primjera.

U prvoj kategoriji navodi se motivacija u sklopu STS konteksta, gdje STS sadržaji služe kako bi nastava znanosti bila zanimljivija a ne utječe na koncept i strukturu tradicionalne školske znanosti. Kako je uloga i utjecaj tako kreiranog sadržaja mala, evaluacija je određena čistim znanstvenim sadržajem.

Druga kategorija je usputno nadopunjavanje STS sadržajima. Edukacijski efekti nadopunjavanja STS temama nisu pokazali neke važnije učinke kod učenika. Integriraju se kratke studije, ne više od dva sata u polugodištu.

Ciljano nadopunjavanje STS sadržajima je treća kategorija. Integracija sadržaja provodi se povezivanjem tradicionalnih znanstvenih sadržaja s nizom kratkih STS studija. Takva koherentna forma omogućava i sistemsko istraživanje u kontekstu čistog znanstvenog sadržaja. Učenici su sposobniji primjenjivati znanstvene koncepte u novim okolnostima, razvijaju kreativno i kritičko mišljenje i razumiju društvena pitanja. Stajalište prema znanosti, nastavi znanosti i učenju znanstvenih sadržaja je pozitivnije (Tsai, 1999).

STS kategorije od pet- prirodne znanosti kroz STS sadržaj, do osam- čisti STS sadržaj, nisu pojedinačno analizirane (Svedružić, 2007). U ovim kategorijama znanstveni sadržaji navedeni su samo u općoj formi. Ciljevi integracije STS pristupa su stvaranje mudrih donositelja odluka, ojačano građanstvo, osviještena demokracija, respektabilni građani i društveno odgovorne skupine znanstvenika i inženjera (Solomon i Aikenhead, 1994). Ovi ciljevi su slab kriterij za evaluaciju rezultata učenika kroz STS poučavanje. Temeljni ciljevi zajednički svim STS znanstvenim kurikulumima su povećanje znanstvene pismenosti, stvaranje interesa za znanost i tehnologiju, poticanje interakcije između znanosti i tehnologije, pomoć učenicima da postanu bolji kritički mislioci i da kreativno rješavaju probleme i donose kvalitetne građanske odluke.

3.4. Konceptualizacija i operacionalizacija kurikuluma nastave tehnike

Pedagošku osnovu svake škole čini kurikulum, odnosno nastavni plan i program kao osnovni dio kurikuluma. U postojeći kurikulum nastave tehničke kulture potrebno je sustavno integriranje sadržaja iz područja robotike, automatike i mehatronike. Potrebno je ujednačiti razinu tehnološko-proizvodnog razvoja i količinu sadržaja implementiranih u nastavi tehničke kulture. Unatoč raznoliko automatiziranoj tehničko-tehnološkoj svakodnevici, ti sadržaji se nesustavno i putem izvannastavnih aktivnost poučavaju u školi. Pristup konceptualizacije kurikuluma automatike predstavlja njegova obrazovna funkcija, dominantna psihologija učenja i poučavanja, uvažavanje socijalnog konteksta te teorijska i praktična načela. Uz navedeno treba uvažiti ulogu novih tehnologija. Za izgradnju kurikuluma polazi se od humanističkog i najdulje prisutnog biheviorističkog pristupa. Humanistički pristup naglašava važnost životnih iskustava, suradničkog učenja i područja interesa pojedinca. Podržava razvojno-humanističku paradigmu i konstruktivistički pristup učenja i poučavanja. Bihevioristički pristup je dominantan konceptualni okvir za razvoj kurikuluma pa tako i

kurikuluma automatike. Važnu ulogu u konceptualizaciji kurikuluma ima pedagoški pristup koji se zasniva na pedagoškoj paradigmi, odnosno paradigmi deduktivnog programiranja. Polazi se od općih životnih, nacionalnih i civilizacijskih vrijednosti i društvenih potreba, na temelju kojih se programiraju pedagoške aktivnosti u svrhu osposobljenosti učenika za život u svakodnevici daljnji profesionalni razvoj. Kvaliteta izrade kurikuluma odnosi se na preciznu teleološku određenost i na precizno utvrđen metodološko-metodički pristup izboru, strukturiranju i oblikovanju aktivnosti i sadržaja. Kurikulum mora biti otvoren kako bi omogućio uvođenje promjena i fleksibilnost metodologije izrade i okvira uputa koje potiču kreativnost i stvaralaštvo u tijeku izvedbe, pritom se oslanjajući na razvojno-humanističku odnosno konstruktivističku paradigmu. Nastavnik odabire organizaciju i metode rada te zajedno s učenicima pretvara ih u izvedbene materijale u smislu projektnih, istraživačkih i radnih zadataka. Putem tih zadataka osim usvajanja jezgre znanja razvijaju se i vještine koje zadovoljavaju suvremene zahtjeve za adaptaciju, anticipaciju i samoregulacijom učenja. (Purković, 2013)

Operacionalizacija kurikuluma su sve aktivnosti koje se odnose na kurikulum koji se poučava. Osim faza formulacije ciljeva, evaluacije i sredstva za evaluaciju, potrebno je utvrđene potrebe društva, sadržaje nastave, ciljeve učenja i aktivnosti uspješno provesti u nastavi. Umjesto programiranja sadržaja, kurikulum se treba zasnivati i fokusirati na precizno pripremljenim, isplaniranim i provedenim aktivnostima učenika i nastavnika. Na temelju općih pedagoških paradigmi prednost mora imati izbor aktivnost i metoda te se naknadno odabire prikladan sadržaj usmjeren operacionalizaciji ciljeva nastave. Kompetencije koje učenici steknu su stvarne mogućnosti za obavljanje konkretnih poslova te se one mogu jedino steći i evaluirati obavljanjem takvih poslova.

3.4.1. Osnova metodičke dokumentacije - operativni plan i program kao dio kurikuluma

Godišnji plan i program temeljni je metodički dokument i osnovica za dnevno pripremanje nastavnika. Operativni plan sadrži *naslov* sastavljen od naziva oblika, vrste i razine školovanja na koji se odnosi, *popis nastavnih predmeta*, *godišnji broj sati svakog predmeta* i *redoslijed njihove realizacije*. Nastavni program, kurikulum, je materijalna osnovica nastavnog plana a obuhvaća sadržaje pojedinih predmeta koji su navedeni u operativnom planu. Kada se govori o *nastavnom programu* misli se na sadržaje konkretnog

nastavnog predmeta. Svaki nastavni program ima tri razine, pa tako razlikujemo okvirni, izvedbeni i operativni program (Milat, 1997).

Okvirni program je opći i odnosi se na cijelu državu, na sve škole i oblike školovanja određene razine u kojima se primjenjuje. Sadrži cilj, osnovne teme i ukupan broj sati za realizaciju, način realizacije, opće uvjete potrebne za realizaciju i obveze polaznika. Ovaj dio nastavnog programa donosi ministarstvo znanosti i obrazovanja.

Izvedbeni program je posebni i predstavlja razradu okvirnog programa na različita područja rada ili regije. Izvedbenim programom se predviđa različita dubina i opseg obrade sadržaja i razrađuju ga grupacije ili udruge škole.

Operativni program je pojedinačni i predstavlja detaljnu razradu izvedbenog programa. Izrađuje se na razini konkretne škole i ovisi o uvjetima i mogućnostima škole i sredine u kojoj škola djeluje. Nastavnik izrađuje operativni program za svoj predmet.

Na samom početku programiranja nastavnog programa moraju se jasno ustvrditi ciljevi koje se žele tim programom postići. Svaki cilj mora biti precizno, jasno i jednoznačno formuliran tako da odražava ono što se od učenika očekuje da zna i umije, koja znanja vještine, umijeća, sposobnosti i stavove treba iskazati nakon provedenog programa. Opći cilj odnosi se na nastavni plan i program određenog oblika školovanja kao cjeline i postiže se ovladavanjem sadržaja svih nastavnih predmeta. Potrebno je utvrditi načine, etape postupnog dolaska do cilja, a to se postiže utvrđivanjem i ostvarivanjem određenih zadataka. Zadaci su putovi, načini, postupci, etape dolaska do cilja. Zadaci se izvode iz cilja, a cilj se operacionalizira pomoću zadataka. Kako bi se postigao cilj i ostvarili zadaci, potrebna je materijalna osnova, programski sadržaji i određene radne aktivnosti. Sadržaj se ustvrđuje i razrađuje na osnovi cilja i zadataka. Nakon toga se biraju metode nastavnog rada putem kojih će se nastavni sadržaj obrađivati. Navedena četiri elementa čine osnovu planiranja, pripremanja i realizacije nastavnog rada. Uspjeh u nastavi ne ovisi samo o navedenim elementima, već i o materijalnoj i organizacijskoj pripremi nastavnog rada. Pri tom se govori o nastavnim sredstvima i pomagalicama, sredstvima rada i materijalu koji se koristi u nastavi, broju sati nastave, prostoru, redoslijed obrade sadržaja i povezanost s ostalim predmetima. Navedeno se opisuje u kurikulumu.

4. AUTOMATIKA I ROBOTIKA U OPĆEM ODGOJU I OBRAZOVANJU

Robotika je grana inženjerske znanosti i tehnologija robota. Tehnologijom robota se smatra dizajn, proizvodnja i primjena robota. Robotika objedinjuje mehaniku, elektroniku, računalstvo i informacijske sustave. Automatika se može poučavati bez robotike, ali robotika se ne može poučavati bez automatike. Automatika se bavi principima i teorijom automatskih kontrolnih sustava i uređaja koji izvršavaju zadatke bez neposrednog djelovanja čovjeka. U današnjoj svakodnevnicu, ljudi su sve više okruženi automatskim sustavima i robotima. Razlog uvođenja robotike kao predmeta u škole je pojednostaviti korištenje, razviti svijest o principima rada, osposobiti učenike da kritički promatraju i manipuliraju s automatiziranim uređajima s ciljem nadogradnje i poboljšanja tih uređaja. Konačna svrha nastave robotike je razvijati tehničko stvaralaštvo kod učenika putem stvaranja novih, učinkovitijih i ekološki prihvatljivijih automatiziranih tehničkih tvorevina. Dakle, primarni ciljevi ovakve nastave su usmjereni razvoju spoznajnih vještina, odnosno, kognitivnih mehanizama učenika za uspješno rješavanje tehničkih problema, ali se takvi mehanizmi mogu razvijati samo neizravno, putem smislenih praktičnih aktivnosti koje trebaju uvažiti postojeće razvojne mogućnosti učenika.

Aktualno stanje poučavanja robotike u osnovnim školama je nezadovoljavajuće. Osim prevelikih razlika između škola, kod kojih jedna ima dovoljno opreme, edukacijskih kompleta, računala i generira po nekoliko ekipa za natjecanje u robotici, s druge strane djeca iste dobi u nekoj drugoj sredini nemaju niti minimalne mogućnosti za učenje robotike ni automatike. Usklađivanje takvih razlika osnovni je materijalni preduvjet za uvođenje Robotike kao izbornog predmeta u osnovnim školama. Trenutno se nastava robotike provodi kroz klubove mladih tehničara koje osnivaju nastavnici tehničke kulture, najčešće entuzijasti u određenom tehničkom području (robotika, modelarstvo, orijentacija, CB radio i sl.). Osnivanje takvih kluba uvelike ovisi o kompetencijama i motiviranosti samog nastavnika, ali i školskom i izvanškolskom okruženju. Koncept izborne nastave tehničke kulture u osnovnim školama u Republici Hrvatskoj nije usvojen, usprkos brojnim pokušajima. Uopćeno govoreći, izborna nastava je koncipirana tako da učenik, na početku školske godine, izabere predmet iz izborne nastave te mu taj predmet postane obavezan i ravnopravan svim ostalim predmetima u toj školskoj godini te se ocjenjuje i utječe na konačni uspjeh.

Druge mogućnosti kojima se trenutno uspješno realizira nastava robotike obuhvaćaju različite izvanškolske aktivnosti. Ove aktivnosti provode se u organizaciji različitih udruga

koje djeluju pod okriljem Hrvatske zajednice tehničke kulture, ili pak putem privatnih radionica, ljetnih škola, kampova i sl. Takva nastava traje kraće, od jednodnevne nastave do nekoliko mjeseci pohađanja predavanja i radionica. U većini slučajeva izvanškolske aktivnosti se realiziraju kao dio komercijalnih aktivnosti te se naplaćuju polaznicima. Bez obzira na način realizacije aktualnu nastavu ili radionice iz robotike realiziraju entuzijasti, često koristeći vlastita sredstva i sponzore koje su svojim umijećem angažirali. Osim toga u velikom dijelu škola se ovakve aktivnosti ne provode zbog nedostatnih kompetencija i/ili motiviranosti nastavnika tehničke kulture, ali i visokih troškova edukacijskih sredstava potrebnih za takvu nastavu.

4.1. Teorijska polazišta za razradu kurikuluma nastave automatike i robotike

S obzirom da je razrada kurikuluma nastave robotike u ovom radu predviđena za provedbu u osnovnoj školi koju pohađaju učenici različitih sklonosti, interesa i mogućnosti, polazišta socijalnog konstruktivizam se trebaju uzeti kao prioriteta za razvoj istog. Ovaj pristup podrazumijeva socijalno pregovaranje oko rješenja problema ili kakvoće uratka te se predlaže kao pravac ili polazište za ovu edukaciju. S obzirom na posebnosti tehnike, u kojoj uvijek nema puno prostora za socijalno pregovaranje, u obzir se trebaju uzeti i načela kognitivnog konstruktivizma prema kojima pojedinac izgrađuje jedinstveni mentalni model na temelju različitih iskustava, ali koji vode istim ili sličnim rješenjima i konačnim spoznajama. Automatika, kao dio robotike, nam u svakodnevici olakšava korištenje i razumijevanje tehnike. Kao jedna od najnovijih grana ima najperspektivniji razvoj u edukaciji. Obuhvaća znanja iz elektrotehnike, elektronike, mehanike, primjene informatike i matematike te se radi toga posebno koristi u radu s nadarenom djecom. Temeljna smjernica konstruktivističkog pristupa kaže da stvaranje znanja započinje postojećim znanjem i njegovom dekonstrukcijom, rekonstrukcijom, konstrukcijom i nadogradnjom. Da bi stvaranje znanja bilo provedivo, nastavnik mora steći uvid u osobine i mogućnosti učenika, individualne posebnosti, predznanje, očekivanja ali i uvjete u kojima učenici i njihove obitelji žive i njihove kulturološke posebnosti. To je prva faza operacionalizacije kurikuluma. Kako bi se skratilo vrijeme za upoznavanje, na uvodnom satu se može provesti anketa s kojom se može steći uvid u poznavanje sadržaja, interesa za područje, težnje i želje učenika. Anketa nastavniku može poslužiti kao vodič za izbor aktivnosti, osmišljavanje materijala i razradu mogućih

individualiziranih sadržaja i aktivnosti. Osim učenika, nastavnik mora upoznati osobine i mogućnosti okruženja u školi i izvan nje. To se odnosi na materijalno-tehničke uvjete škole, školske posebnosti te ozračje. Okruženje nastavnik treba analizirati, prilagoditi, preraditi i uskladiti s nastavnim ciljevima kako bi postalo kontekst nastave.

U drugoj fazi operacionalizacije kurikulumu započinje se s temeljnom metodičkom razradom svake planirane aktivnosti, gdje nastavnik treba svaku aktivnost simulirati kako bi razradio posebnosti (vremensko trajanje, preduvjeti za realizaciju, nužni materijali za učenje i poučavanje, potrebna predznanja i vještine učenika). Cilj razrade pojedine aktivnosti je formirati plan aktivnosti, odnosno vremenski raspored aktivnosti tijekom školske godine. U ovoj fazi se detaljno razrađuje i predviđa mogući scenarij svake aktivnosti, instrumenti za formativnu evaluaciju postignuća, konkretni sadržajni na temelju dostupnih i razrađenih sredstava i izvora, završne aktivnosti potrebne za provedbu sumativne evaluaciju i refleksije te metodologija revizije i dorade izvedenog kurikulumu.

4.2. Razrada i provedba aktivnosti primjerenih nastavi robotike

Kako bi se ostvarili predviđeni ciljevi nastave i očekivani ishodi učenja, učenici trebaju obaviti niz aktivnosti i zadataka. Osmišljavanje aktivnosti i organizacija zadataka je dio pripreme nastavnika. Aktivnosti moraju biti prilagođene njihovom uzrastu i mogućnostima, dok zadatke treba osmisliti od jednostavnijih ka složenima, pritom prateći teorijski koncept predviđenog sadržaja. Osmišljeni zadatci su podložni dinamičkim promjenama, jer se jedino u stvarnoj nastavnoj situaciji mogu uočiti nedostaci, a tijek aktivnosti je često uvjetovan dinamikom napredovanja učenika ili drugim objektivnim okolnostima. Osim samih aktivnosti i zadataka, nastavnik mora osmisliti i instrumente za evaluaciju, koji mu primarno služe kao povratna informacija o napredovanju učenika i osnova za daljnje usmjeravanje učenika pri provedbi aktivnosti.

Zahtjevan i središnji dio operacionalizacije kurikulumu je razrada i provedba aktivnosti, a temelji se na konstruktivističkom načelu spoznavanja putem osobne smislene aktivnosti. Razradu aktivnosti treba zasnivati na načelu od konkretne aktivnosti do znanja i vještina u edukaciji tehnike. Te aktivnosti trebaju udovoljiti smjernicama i kriterijima pri metodičkoj razradi i realizaciji aktivnosti. Poučavanje tehničko-tehnološkog sadržaja

posreduje pri razvoju vještina, vođenju i modeliranju učenja, izravnom poučavanju (*instruktaži*), kognitivnom naukovanju, suradnji i kontekstualizaciji. Samo poučavanje ne vodi usvajanju znanja i vještina već k tome vodi učenikova aktivnost. Zbog toga je važno navesti glavne smjernice i kriterije za realizaciju takve aktivnosti.

Važno je učenike motivirati za voljno i aktivno sudjelovanje te provođenje svrhovite aktivnosti kako bi aktivnost bila smislena. *Adaptacijska korisnost* se postiže svakom aktivnošću u nastavi kojom se učenik prilagođuje i snalazi u postojećem životnom i tehničko-tehnološkom okružju. Aktivnosti trebaju biti u funkciji razvoja spoznajnih tehničkih vještina i radno-integrirajuće kulture. Danas su zanimanja u tehnici i proizvodnji uglavnom oslonjena na spoznajne vještine, a sve manje na psihomotoričke. Kako bi se *anticipacijska korisnost* ostvarila, aktivnosti trebaju biti usmjerene razvoju vještina samoreguliranog učenja i snalaženja u različitim okolnostima, što u konačnici doprinosi razvoju poželjnih metakognitivnih vještina učenika. Kriterij *transferabilnosti* govori kako svaka aktivnost koju nastavnik osmišljava i metodički razrađuje treba biti primjenjiva u životnom ili tehničko-proizvodnom okružju. Tako stečena znanja i vještine mogu se primijeniti u nekom stvarnom poslu ili životnoj situaciji. Razvijaju se socijalne i psihomotoričke vještine, tehnička logika i usvajaju se vrijednosti radnog odgoja poput samostalnosti, odgovornosti, pravila i normi ponašanja (Purković, 2013).

U tom kontekstu evaluacija postignuća učenika predstavlja formativnu procjenu znanja i vještina primarno usmjerenu uspješnosti u sljedećoj aktivnosti. Oslanja se na konstruktivističku smjernicu koja kaže da se učenik bez teškoća mora nositi sa skupom trenutno usvojenih znanja i vještina. Znanja koja se mogu primijeniti i imaju dimenziju proceduralnog znanja su valjana i trajna, te se zbog toga ne smije provoditi evaluacija poznavanja odnosno memoriranje sadržaja povezanog s prethodnom aktivnošću. Dio znanja ipak treba naučiti i memorirati zbog čega pri formativnoj evaluaciji dio takvih znanja treba propustiti do sumativne evaluacije. Bitno je naglasiti i inzistirati na izvrsnosti i uspješnosti provedbe aktivnosti. Evaluacijom se ocjenjuje razina usvojenosti predviđenih *ciljeva učenja*. Ciljevi učenja odnose se na kognitivni, motorički i afektivni razvoj. Takvu podjelu osmislio je Samuel Bloom¹⁵, te se prema njemu takva podjela zove *Bloomova taksonomija* ciljeva odgoja.

¹⁵ **Benjamin Samuel Bloom** (1913. – 1999.), američki edukacijski psiholog. Napravio je veliki doprinos u klasifikaciji obrazovnih ciljeva i teoriji poučavanja vještina.

Nastavnik je dužan za svaku aktivnost razraditi jasne kriterije vrednovanja i izraditi valjane instrumente kojima će provesti tu evaluaciju koja se provodi tijekom i na završetku te aktivnosti. Evaluaciju treba temeljiti na Glasserovom modelu postizanja školskog uspjeha koji se zasniva na tome da se učenik ne ocjenjuje sve dok nije postigao željenu izvrsnost. Ishode formativne evaluacije treba ugraditi i u sumativnu evaluaciju na kraju nastave.

Nakon detaljno razrađenih aktivnosti i evaluacijskih mehanizama nastavnik može valjano obaviti sadržajno planiranje i programiranje nastave. Planiranje i programiranje nastave se odnosi na izradu i pripremu svih sadržaja i materijala za učenje i poučavanje koji čine dio konteksta nastave, ali i na dosadašnje uobičajene poslove izrade izvedbenog plana i programa nastave, kao sastavnog dijela izvedenog kurikulumu. Takav izvedbeni plan i program se treba oslanjati na plan razrađenih aktivnosti. Taj dokument predstavlja operativni dokument koji razrađene aktivnosti usklađuje s ograničenjima razredno-predmetno-satnog sustava i uvjetima u školi te zbog toga ne može postati predložak nekom drugom nastavniku za izvođenje nastave. Sadržaje za provedbu aktivnosti, nastavnik mora unaprijed pripremiti i obraditi sve materijale potrebne za realizaciju elemenata konstruiranja znanja, tehničku dokumentaciju za realizaciju praktičnih vježbi, te sva ostala sredstva, pomagala i materijal za provedbu planiranih aktivnosti.

Sumativna evaluacija učeničkih postignuća, te analiza i revizija izvedenog kurikulumu spadaju pod završne aktivnosti operacionalizacije kurikulumu. Nastavnik treba osmisliti instrument za provedbu sumativne evaluacije. Taj instrument nastaje na temelju izdvojenih elemenata pri formativnoj provjeri postignuća i treba ga usmjeriti evaluaciji primijenjenih proceduralnih znanja i spoznajnih vještina. Takav instrument svakako treba sadržavati dobro pripremljeni i validirani pismeni test znanja. Svrha je pružiti učenicima i nastavniku završnu povratnu informaciju o uspješnosti nastave. Analiza i revizija kurikulumu su bitni elementi modela operacionalizacije jer o njima ovisi održavanje potrebne razine kakvoće nastave. Nastavnik tijekom i nakon realizacije aktivnosti treba voditi zabilješke o uspješnosti, zainteresiranosti, atraktivnosti, nedostacima, izvedivosti, kakvoći materijala te sve rezultate formativne provjere postignuća kako bi te zabilješke i napomene mogao revizijom promijeniti u planu i programu.

Trenutni ustroj školstva vrlo je restriktivan prema izbornim programima Tehničke kulture pod koje spadaju robotika i automatika. Da bi se konstruktivistički pristup nastavi mogao provoditi i u izbornim programima, školski sustav bi modularno i liberalnije trebao

moći ustrojiti ovaj dio edukacije. Ovakav pristup edukaciji tehnike nastao je zbog neučinkovitosti tradicionalne nastave i nemogućnosti iste da odgovori izazovima svijeta rada. Nastava Tehničke kulture, kao i njena izborna nastava, bi trebala biti početni okidač koji će izvrsne učenike potaknuti na inovativnost i daljnju edukaciju u ovom području. Obrazovni sustav treba darovitim, zainteresiranim i inventivnim učenicima pružiti mogućnost izbora različitih programa za uspješno i inovativno djelovanje i snalaženje u svijetu rada i poduzetništva.

4.2.1. Projektna nastava kao dominantni pristup aktivnostima učenika u nastavi robotike

Didaktika objašnjava pojam *projekt* kao svaki zaokruženi, cjelovit i složen pothvat čija se obilježja i cilj mogu definirati, a mora se ostvariti u određenom vremenu te zahtijeva koordinirane napore nekoliko ili većeg broja ljudi, služba, ustanova i sl.¹⁶. Projektna nastava je složeni postupak koji polazi od određenog plana i usmjeren je ostvarivanju ciljeva u kojem su učenici glavni akteri, od razrade ideje do predstavljanja rezultata. Dakle, projekt i projektna nastava nisu istoznačnice iako metodološki dijele istu strukturu. Postoji više klasificiranja nastavnih projekata. S obzirom na broj sudionika, projekti mogu biti individualni, tandemski, skupni, razredni, školski. S obzirom na područje razvoja projekti se mogu odnositi na kognitivni, afektivni ili psihomotorički razvoj. S obzirom na ciljeve projekti su istraživački, humanitarni, ekološki, suradnički, praktični ili umjetnički. Projekti se razlikuju po trajanju pa prema toj klasifikaciji mogu biti poludnevni, cjelodnevni, tjedni, mjesečni, polugodišnji, godišnji ili višegodišnji. Projekti s obzirom na povezanost s nastavom mogu biti nastavni, izvannastavni ili izvanškolski. Svaki projekt je kombinacija nabrojanih vrsta.

Izravnim poučavanjem odnosno frontalnom nastavom, koja je dominantni oblik poučavanja u našem obrazovnom sustavu, nije moguće ostvariti neke nastavne ciljeve i životne kompetencije poput komunikacije i interakcije učenika, nastavnika i roditelja, povezivanja znanja različitih predmeta i izgrađivanja doživljaja jedinstva škole. Jedini način za ostvarivanje takvih nastavnih ciljeva i životnih kompetencija je aktivno učenje odnosno sudjelovanje pojedinca u akcijama, procesima, scenarijima ili projektima. Projektnom nastavom prevladavaju se nedostaci zajedničkog poučavanja učenika u velikim skupinama.

¹⁶ Hrvatski enciklopedijski rječnik 2004., svezak 8, str. 313, istaknuo: Matijević

Školsko učenje u projektnoj nastavi mora biti organizirano na zanimljiviji, svestraniji i učinkovitiji način. Prije organizacije školskog učenja, nastavnik mora izbaciti koncept tradicionalnog poučavanja, predavačku i predavačko-prikazivačku nastavu. Predmetno-satni sustav, sustav našeg obrazovanja, nije najpogodniji didaktički i pedagoški okvir za projektnu nastavu. U organizaciji mora predvidjeti ciljeve koje učenici trebaju ostvariti i osposobljenosti koje učenici moraju steći aktivnim sudjelovanjem u nastavi. Takva didaktika – nastava usmjerena učeniku razmatra prostore, nastavne medije i opremu za učenikovu aktivnost. Tradicionalna didaktika ističe nastavnikovu aktivnost, odnosno što će nastavnik govoriti, objasniti i pokazati.

Planiranje projektne nastave provodi se na makro i mikro razini. Na razini makro pripreme projekta, priprema se nacrt projekta u kojem se definira što se radi u projektu i zbog čega se taj projekt provodi. Na ovoj razini se pretražuju podatci, surađuje s vanjskim osobama i prikupljaju financijska sredstva. Projekt se optimizira na način da se usklade vrijeme, sredstva i resursi. Poželjno je definirati radna pravila koja sprječavaju neželjeno ponašanje, potiču sudjelovanje i kompromis. Zatim se pristupa makro pripremi projekta.

Makro priprema projekta odnosi se na konkretizirane detalje projekta. Na ovoj razini izrađuje se plan rada, zadatci se raspodjeljuju u skladu sa znanjem i iskustvom sudionika, osmišljava se način usmjeravanja i prilagodbe učenika i navodi se na ispravnost rada. Pri samo realizaciji projekta mogu se primjenjivati različiti oblici rada i provoditi povezane aktivnosti poput eksperimentiranja, izrade ili promatranja. Nastavnik mora kontrolirati među faze i brinuti za konstruktivnu atmosferu. Zaključni dio projekta je najčešće intencionalan, s namjerom dovršavanja projekta nakon čega slijedi provjera ishoda ili predstavljanje. U zaključnom dijelu, projekt se može vratiti na početnu fazu radi usporedbe očekivanog s konačnim rezultatom ili završni dio može biti i slobodan u kojem se sudionicima prepušta završavanje uz raspravu.

Svrha projektne nastave je stjecanje znanja i osposobljenosti u kojoj mogu naučiti učiti, istraživati, tražiti i obrađivati informacije, koristiti metode i teorije, živjeti zajedno, stjecati socijalne, praktične i poduzetničke vještine i stvarati pozitivnu sliku o sebi. Projektna nastava kao rezultat može imati četiri različita cilja. Kada je cilj projektne nastave proizvod, tada se radi o projektu konstruktivne vrste i naglasak je na izradi proizvoda (projekt oblikovanja). Projektna nastava s ciljem održavanja događaja naziva se projekt stjecanja i vrednovanja (estetski projekt). Projektna nastava može biti problemski projekt i naglasak je na

rješavanju problema ili može biti projekt učenja u kojem je cilj usvajanje znanja (prema: Žlebnik, 1962). Postoji sedam kriterija za izbor projektne nastave (prema: Köck i Ott, 1989):

1. Kriterij **zadovoljavanja potreba** koji uvjetuje da interesi i potrebe učenika odgovaraju temi projekta
2. Kriterij **uvjetovanosti situacijom** uvjetuje da se projekti moraju odnositi na stvarnu i aktualnu situaciju u kojoj će učenik graditi iskustva
3. Kriterij **međuznanstvenosti** (interdisciplinarnosti) odnosi se na projekte s temom složene strukture koji treba biti obrađen s različitih strana uz sudjelovanje više nastavnika različitih predmeta
4. Kriterij **samoorganiziranosti procesa učenja** omogućava učeniku procjenjivanje tijeka i rezultata
5. Kriterij **usmjerenosti proizvodu** odnosi se na projekte stjecanja i vrednovanja (estetski projekt) koji su usmjereni na neko djelo (scena, izložba, ...)
6. Kriterij **kolektivnog ostvarenja** zadovoljavaju projekti u kojem svi članovi skupine dijele odgovornost za uspješnost projekta
7. Kriterij **društvenog značaja** govori kako projekt treba usmjeriti nekom aktualnom događaju. Projekt time nečemu služi i nije sam sebi svrha

Nakon izbora projekta, određene ciljeve je potrebno operacionalizirati, sastaviti plan djelovanja, izvršiti plan i procijeniti izvedbu procesa i rezultata projektne aktivnosti. Pojavljuju se pitanja što i kako treba pratiti tijekom projektnih aktivnosti, kako procijeniti rezultate i individualne aktivnosti i postignuća svakog učenika, zajedničkog para ili skupine, što vrednovati i na koji način provoditi praćenje i ocjenjivanje? Prilikom praćenja i vrednovanja projektne nastave nastavnik radi grešku koristeći tradicionalnu skalu od pet ocjena, oslanjajući se na didaktičke paradigme u temeljima nastave usmjerene sebi, često tražeći samo elemente intelektualnih aktivnosti i rezultata (znanje) i ne uzimajući u obzir kako cilj projektne nastave nije samo učenje obavijesti (informacija), nego i stjecanje predviđenih osposobljenosti. Za procjenjivanje procesa, individualnih i skupnih aktivnosti, te postignutih rezultata nastavnik mora pripremiti kontrolne liste koje služe za opisno praćenje i ocjenjivanje svakog učenika i poboljšanje ukupno razredno-nastavnog ozračja. Kontrolna lista za praćenje svakog učenika može nastavniku poslužiti kao oslonac za izbor pedagoških postupaka što će ih nastavnik poduzeti radi poboljšanja osobina i osposobljenosti pojedinog učenika.

Nastavnik, osim tradicionalne uloge voditelja poučavanja, dobiva i druge obaveze kao organizator, koordinator, savjetnik, moderator i pregovarač. Projektna nastava ne mora ovisiti isključivo o nastavniku i učenicima već i o drugim djelatnicima u školi i okolici. Projekt se može provoditi uz pomoć ravnatelja kao pedagoškog voditelja škole i suradnika sa stručnjacima izvan škole, pedagoga koji ima ulogu posjećivanja projektne skupine, opažanja njihovog rada, uočavanja teškoća u organizaciji i provođenju projektne nastave, psihologa koji će pomagati nastavnicima i učenicima u svladavanju tehnika učenja i komunikacije u skupini. Suradnik može biti i knjižničar kao voditelj multimedijanskog središta škole, drugi nastavnik kao stručnjak u pojedinim fazama projekta te svojim sudjelovanjem potvrđuje interdisciplinarnost projekta. Ulogu može imati i tehničko osoblje škole koje je za sada izdvojeno iz obrazovnog procesa zbog nedostatka pedagoške kompetencije. Važnu ulogu dobivaju roditelji koji prate, nadziru, savjetuju i pomažu u učenju svom djetetu. Kao izvori znanja mogu pomoći stručnjaci izvan škole koji mogu posjetiti školu ili biti posjećeni na svom radnom mjestu radi upoznavanja radnih procesa.

Na uspjeh razrednog projekta utječu raznovrsne okolnosti i više čimbenika. Trajanje projekta ovisiti će o motivaciji i postavljenim ciljevima projekta te planiranoj dubini i širini izvedbe. Vrijeme za ostvarivanje projekta može biti različito (prije ili poslije nastave, vikendom, tijekom školskih praznika...). U planiranju i izvođenju projekata mogu pomoći stručnjaci i roditelji. Ne postoji jedinstveni program za sve razrede bilo koje škole već nastavnik treba, koristeći smjernice, sam napisati plan i program i strategiju rada. Vrlo je važan rad s razrednom zajednicom jer se pritom upoznaje razred i pojedince, te prema potrebi nastavnik može zatražiti pomoć i savjet stručnih suradnika u školi ili izvan nje.

Načelni, ali i konkretni sadržaji i aktivnosti koji će se realizirati u osnovnoškolskoj nastavi robotike, detaljnije su razrađeni u prijedlogu kurikulume takve nastave, koji je iznesen u idućem poglavlju.

5. RAZRADA KURIKULUMA OSNOVNOŠKOLSKE NASTAVE ROBOTIKE

Tehnika se dijeli na područja koja nazivamo *tehnologijama*. Postoje kemijska tehnologija, strojarska tehnologija, građevinska tehnologija, medicinska tehnologija, informacijska i komunikacijska tehnologija. Posebno važno mjesto u svakom, pa tako i tehničkom području, danas ima informacijska i komunikacijska tehnologija, odnosno *tehnologija informacijskoga društva*. Uopćeno gledajući, informatika obuhvaća područja informacijskih znanosti i područja računarstva te je prema europskim preporukama o ključnim kompetencijama iste svrstane među osam ključnih kompetencija, dio kao tehničke (tehnoške), a dio kao digitalne kompetencije. Ipak pri tom valja naglasiti kako automatika i robotika nisu dio informatičkog područja, te tako niti dio opće informatičke pismenosti. Naime, iako dio *alata* koji se koriste za dizajniranje, upravljanje ili programiranje robota izvorno predstavlja informatički dio sadržaja, ovi alati su ovdje u funkciji osmišljavanja, razvoja, izrade i inoviranja tehničke tvorevine. Dakle, nije moguće dizajnirati, upravljati ili programirati robotsku napravu bez razumijevanja njene mehaničke konstrukcije, načina na koji funkcioniraju različiti aktuatori i osjetila, razumijevanja automatske regulacije sustava, razumijevanja logike funkcioniranja različitih mehaničkih, električnih i elektroničkih elemenata, mehanizama i sklopova, temeljnog razumijevanja računalnog i mikrokontrolerskog sklopovlja i sučelja itd. Stoga je robotika višedisciplinarno područje, koje uključuje i informatiku, ali ne kao zaseban segment poučavanja, već kao njen integralni tehničko-tehnološki dio. Uz informatičke sadržaje robotika tako uključuje sadržaje iz strojarstva, elektronike, energetike, mehanike i drugih tehničkih područja. Dok u automatici veći dio aktivnosti učenika obuhvaća programiranje tvorevine te je, uvjetno rečeno, *bliža* informatičkom području, robotika uključuje automatiku, ali izradu i sklapanje konstrukcija, raznih poligona i povezivanje računalnog programa sa izrađenim robotom te je zbog toga robotika karakteristična za tehničku kulturu. Također, nastavnici tehničke kulture imaju šire kompetencije koje su potrebne za primjereno izvođenje nastave robotike. Tehnička kultura, kao predmet u osnovnoj školi pokriva u svom programu sva navedena područja. Osim programiranja robota, koji se može smatrati informatičkim dijelom, učenik ovdje treba osmisлити, dizajnirati i izgraditi mehaničku konstrukciju, predvidjeti, odabrati i povezati električne i elektroničke elemente i sklopovlje, uskladiti robotsku tvorevinu sa zahtjevima i potrebama te je inovirati ili prilagoditi novoj funkcionalnosti. Svladavanje takvih zadataka je

zadaca tehničke kulture zbog čega se nastava robotike može provoditi samo kao dio nastave tehničke kulture, a ne informatike.

Zbog kompleksnosti područja robotike te prethodno navedene integracije tehničkih i informatičkih spoznaja, u ovoj nastavi treba uvažiti ključne prednosti i elemente na kojima se gradi spoznaja u jednom i drugom području. Za tehnički dio riječ je o tzv. sistemskom pristupu rješavanju problema (Kelly i Kellam, 1999) pri kojem se istovremeno i podjednako pažnja posvećuje cjelini, koja daje smisao aktivnosti, ali i svakom pojedinom segmentu pri realizaciji aktivnosti. Za informatički dio naglasak se stavlja na tzv. algoritamski način razmišljanja koji pretpostavlja razumijevanje, analizu i rješavanje problema odabirom odgovarajućih strategija i/ili programskih rješenja.

Dobar pristup za početno osmišljavanje i razradu kurikuluma predstavlja **konstruktivno poravnavanje**, koje podrazumijeva aktivnosti izrade godišnjeg plana i programa koje započinju jasnom slikom o tome što će učenik biti u stanju učiniti nakon ispunjavanja zahtjeva predmeta te što treba činiti nastavnik i učenici kako bi se to ostvarilo. Prvo se utvrđuju kompetencije koje predstavljaju dinamičnu kombinaciju kognitivnih i metakognitivnih znanja, vještina, razumijevanja i samostalnosti i odgovornosti. Za razradu ishoda učenja koristi se tzv. Bloomova taksonomija, pri čemu ishodi učenja predstavljaju iskaze kojima se jasno navodi što bi učenik trebao znati, razumjeti, učiniti i pokazati nakon što završi određeni proces učenja. Zatim slijedi **utvrđivanje** (poravnavanje) **organizacije** programa i usklađivanje **metoda poučavanja**. Na kraju se pristupa provjeri naučenog kako bi se potvrdilo je li poučavanje dovelo do željenih promjena u znanju, vještinama i uvjerenjima.

5.1. Prijedlog kurikuluma osnovnoškolske nastave robotike

U današnje vrijeme sve veći broj nastavnika u radu s učenicima nastoji povezati spoznaje iz vlastitog područja ili predmeta s robotikom, upravo zbog interdisciplinarnosti koje to područje nudi. Uviđajući prednosti obrade sadržaja koje implementira znanstveni pristup rješavanju problema, tehniku općenito, inženjerstvo prilikom izrade konstrukcija, matematiku za praćenje i predviđanje rezultata i razvoj pojedinca budući da je za robotiku ključno suradničko učenje. U ovom radu se predlaže kurikulum robotike koji obuhvaća navedeno. Kurikulum nije konačan, podložan je promjenama, zavisno o materijalno-tehničkim uvjetima, broju polaznika, razini znanja učenika, itd.

Kurikulum je zamišljen da se primarno poučava robotika, ali svrha je učenicima razvijati i smisao za vremenske rokove, periodične zadatke, odgovornost, urednost, preciznost, smisao za estetiku, kreativnost, snalaženje, odgovornost za okoliš, poduzetništvo, pridržavanja pravila sigurnosti na radu i poštovanje drugih i sebe samog. Predmetom se može poučavati i modelarstvo, obrada materijala kao dio izrade konstrukcija.

5.1.1. Opis predmeta Robotika

Izborni nastavni predmet Robotika namijenjen je učenicima u 3. odgojno-obrazovnom ciklusu, odnosno učenicima od 6. do 8. razreda. Predmet je usmjeren na proširivanje i produbljivanje razvoja tehničkih kompetencija te razvoja metakognicije, kritičkog mišljenja, komunikacije, suradnje, informatičke i digitalne pismenosti i primjerenog korištenja tehnologija.

Redovni program nastave Tehničke kulture s 35 sati godišnje ne osigurava dovoljno vremena za obradu kompleksnog dijela sadržaja povezanog s integracijom spoznaja iz strojarstva, elektrotehnike, elektronike, automatike, energetike, računarstva i IKT-a u smislene koncepte koji obiluju u nastavi robotike. Kako se nastava robotike sastoji od izrada konstrukcija i programiranja, prema domaćim i međunarodnim iskustvima satnica takve nastave treba bi iznositi najmanje 105 sati godišnje, odnosno 3 sata tjedno. Posebnost nastave je u izradi konstrukcija koje mogu biti od drva, šperploče, polimernih ili drugih primjerenih materijala, a koji se nalaze u komercijalno dostupnim edukacijskim setovima, poput Fischertechnik-a, LEGO Technica i drugih.

Nastava se provodi jednom tjedno, putem objedinjena tri školska sata, u terminu koji odgovara svim učenicima koji pohađaju nastavu Robotike. Ne treba isključiti mogućnost provođenja nastave subotom. Predmet gubi kontinuitet u radu ukoliko se provodi svaki sat pojedinačno tri puta tjedno zbog projektnog pristupa nastavi, zbog čega ova tri sata trebaju činiti jedinstvenu vremensku cjelinu (*trosat*). Veličina grupe učenika može i najčešće ovisi o broju setova i kompleta kojima nastavnik raspolaže. Učenike se podijeli u parove ili manje grupe do četiri učenika, pritom ne gledajući na uzrast, već na razinu znanja pojedinca. Ovakvim načinom podjele učenika osigurava se razvoj socijalnih, komunikacijskih i suradničkih vještina pojedinca kao i suradničkog učenja. Na uvodnom satu, u sva tri razreda, učenici kreiraju svoje račune na portalu za učenje koji je nastavnik odabrao i koji predstavlja stanoviti digitalni portfelj učenika, ali i *poligon* za suradnju i razmjenu njihovih informacija.

Na svom profilu uređuju osobne podatke i fotografiju te postavljaju dokument kojeg mogu mijenjati. U dokument učenik upisuje, na kraju svakog sata, svoje aktivnosti, bilješke, upute za idući sat, korištenu literaturu i rezultate rada. Ovakav dokument nastavnik redovito gleda i prati rad svakog učenika. Učenici moraju imati USB vanjsku memoriju na kojeg pohranjuju različite materijale i programske kodove robota. Po završetku projekta, na portal za učenje postavljaju svoj program, izvješće i ostalu digitalnu dokumentaciju.

Robotika treba biti usmjerena razvoju sistematskog i kritičkog razmišljanja te shvaćanju principa rada svih tehničkih tvorevina. Potrebno je istaknuti rad na poboljšanju postojećih rješenja, unapređivanju robotskih konstrukcija i razvijanju programskog koda. Tako usmjeren predmet kod učenika razvija kompetencije za buduće profesionalno napredovanje ali i inovativnost i stvaralaštvo. Ovime se nadopunjava postojeći kurikulum Tehničke kulture koji svojom minimalnom satnicom ne pruža dovoljno prostora ni vremena za razvoj pojedinca.

Na početku godine, učenici dakle stvaraju svoje portfelje, digitalne mape i fascikle u kojima pohranjuju svoje programe, rezultate istraživanja, skice, izvješća i ideje.

5.1.2. Ciljevi učenja i poučavanja predmeta

U kurikulumu osnovnoškolske nastave potrebno je proširiti i produbiti sadržaje tehničkog odgoja i obrazovanja iz gospodarsko-socijalnih i razvojno-ekonomskih razloga. Realizacijom nastave izbornog predmeta Robotika učenici će:

1. Usvojiti primjerena proceduralna tehničko-tehnološka znanja te svrhovito i smisleno integrirati stečena znanja sa spoznajama iz drugih područja, osobito s prirodosnanstvenim, informatičkim, matematičkim i društvenim područjima
2. Usavršiti i razvijati spoznajne, psihomotoričke, socijalne i komunikacijske vještine potrebne za svrhovito, sigurno i društveno prihvatljivo korištenje tehnike i tehnologije, u skladu s vlastitim interesima, mogućnostima, sklonostima i potrebama
3. Usvojiti sistematski i algoritamski način razmišljanja i djelovanja te vještine i sposobnosti primjene računala potrebne za rješavanje tehničkih problema i samostalni razvoj, stvaranje, predstavljanje i dokumentiranje tehničke tvorevine, tehnologije ili vlastite aktivnosti

4. Razvijati vještine potrebne za samoorganizirano, samostalno, odgovorno i aktivno učenje i napredovanje u tehničko-tehnološkom, životnom i budućem profesionalnom okružju.
5. Usvojiti znanja, vještine i stavove potrebne za donošenje razumnih odluka koje se odnose na rad i proizvodnju, okoliš, održivi razvoj uz poštivanje sigurnosnih, etičkih, gospodarskih, ekoloških i kulturnih načela

Zacrtni ciljevi se podudaraju sa svrhom učenja i poučavanja tehničkog i informatičkog područja kurikuluma te s razvojem generičkih kompetencija predviđenih prijedlogom Okvirnog nacionalnog kurikuluma.

5.1.3. Organizacija predmetnog kurikuluma robotike

Izborni predmet „Robotika“ upisuju učenici koji u sadržaju i aktivnostima tog predmeta pronadu vlastite sklonosti i interese i na taj način stječu tehničko-tehnološka znanja, razvijaju vještine i usvajaju vrijednosti i stavove.

Konceptualizacija tehnike se u svijesti pojedinca razvija putem aktivnosti s artefaktima tehnike, aktivnostima na dizajniranju i produkciji tvorevina i tehnologija, uvažavajući pri tom i specifična tehničko-tehnološka znanja. Domene ovog nastavnog predmeta koncipirane su na način da uključuju interaktivni odnos ove tri komponente. Domene izbornog predmeta Robotika su: **Tehnika i tehnologija robota, Programiranje robota pomoću računala, Robotika i čovjekovo okruženje.** Sadržaji i aktivnosti uključuju interaktivni međudodnos sve tri navedene domene. Učenik koristi prethodno usvojena znanja, vještine i sustave vrijednosti, koje se u aktivnostima u nastavi nadograđuju i razvijaju. Takvim uspješnim samoostvarivanjem razvijaju se i učenikove socijalizacijske vještine, mogućnost upravljanja vlastitim učenjem, razvija samosvijest te usvajaju pozitivne vrijednosti i stavove.

Tehnika i tehnologija robota

U ovoj domeni učenik se izravno susreće i koristi sve dijelove robota i potrebna tehnička sredstva (alat, pribor, uređaje, modele, makete i računala), tehničke materijale, mehanizme te računalne i informacijske sustave. Dijelovi robota su: različite konstrukcije (drvena, plastična, kartonska, metalna), motori, senzori, vodiči, izvor napajanja, upravljački

centar robota, sučelje za programiranje i računalo sa sučeljem za programiranje. Iz ove domene proizlaze ishodi učenja koji su ključni za učenikov pravilan izbor, uporabu i oblikovanje tehničkih materijala i sredstava; za pravilno upravljanje i rukovanje uređajima, aparatima i instrumentima, za računalno upravljanje automatskim i robotskim sklopovima; za razumijevanje tehničkih sustava; za razumijevanje prirodnoznanstvene i tehničko-tehnološke podloge funkcioniranja tehničkih sustava; te za razumijevanje svrhovitosti i tehnologije tehničko-tehnoloških usluga.

Programiranje robota pomoću računala

Domena programiranje robota pomoću računala uključuje sve aktivnosti za pripremu računala, izradu programa, povezivanje robota i računala te izvođenje programa. Svrha ovih aktivnosti je dovesti učenika u situaciju koja odražava situaciju iz stvarnog svijeta, za čije rješavanje će uložiti potreban mentalni napor, koristi temeljne vještine i umijeća, te će u suradnji s vlastitim okruženjem uspješno realizirati i predstaviti vlastito rješenje. Pri takvim aktivnostima učenik upoznaje samo računalo, ne ograničavajući se samo na sučelje za programiranje, uviđa širu sliku robotskih i automatskih sustava, problema i opasnosti koje postoje u radu s tim uređajima. Koristi se računalom za istraživanje, dokumentiranje, predviđanje i praćenje rezultata, koristeći pritom alate za suradnju, komunikaciju i razmjenu sadržaja. Ove aktivnosti su usmjerene razvoju spoznajnih mentalnih modela, poticanju vlastitog kritičkog razmišljanja i razvoju razmišljanja višeg reda.

Robotika i čovjekovo okruženje

Tijekom aktivnosti u ovoj domeni učenici usvajaju pravila sigurne i etičke namjene i uporabe robota pritom razvijajući temeljne vrijednosne sustave bitne za održivi razvoj društva i očuvanje vlastitog zdravlja i okoliša. Učenici primjenjuju pravila zaštite pri radu s tehnologijom, za izradu vlastitih konstrukcija i proizvoda koriste već korištene materijale iz vlastitog okružja, racionalno i primjereno koriste materijale, sredstva i energiju pri realizaciji aktivnosti, istražuju važnost razvoja i održanja tehničko-proizvodnih sustava za gospodarstvo i život zajednice, istražuju probleme i posljedice tehničko-tehnološkog razvoja na čovjeka i prirodni okoliš te osmišljavaju vlastite tehničke načine, mehanizme i postupke koji bi mogli doprinijeti očuvanju okoliša, napretku zajednice i poboljšanju kvalitete življenja. U sklopu ove domene, s učenicima se može organizirati stručna ekskurzija u automatizirani tehnički

pogon u kojem mogu vidjeti strojeve u radu, način zbrinjavanja otpada i mjere koje provode kao zaštitu na radu.

5.1.4. Ishodi učenja predmeta „Robotika“

6. razred			
Domena/ redni broj	Ishod	Preporuke za ostvarivanje ishoda	Elementi i postupci provjere ostvarenosti ishoda
A.1.	Učenik samostalno i suradnički sastavlja robotsku konstrukciju od gotovih elemenata, pod stručnim vodstvom, te pokazuje i objašnjava svrhovitost i način rada iste.	Ishod se može ostvariti provedbom projektne aktivnosti na izradi robota ili tijekom smislene praktične aktivnosti na sastavljanju konstrukcija sa predviđenom funkcijom.	Na temelju učenikove demonstracije funkcionalnosti konstrukcije vrednuje se razumijevanje funkcionalnosti konstrukcije koju je učenik sastavio, kakvoća učenikovog opisa te razumijevanje svrhovitosti aktivnosti.
A.2.	Učenik samostalno predstavlja vlastitog ili već složenog robota te iznosi vlastitu procjenu estetske i funkcionalne vrijednosti istog.	Ishode se ostvaruje putem projektne ili problemsko-projektne nastave, odnosno nakon izrade vlastitog robota kojeg je učenik dužan predstaviti	Vrednuje se uporaba jezika pri učenikovom izlaganju, uporaba tehničkog nazivlja, razumijevanje svrhovitosti aktivnosti, kreativnost učenika pri opisivanju funkcionalne i estetske vrijednosti te kakvoća odgovora na pitanja učenika i učitelja.

A.3.	Učenik opisuje korištena sredstva, postupke, materijale i mehanizme za izradu vlastitog robota.	Ishod se treba realizirati na osnovi uspješno provedenih praktičnih izoliranih aktivnosti i projektnih aktivnosti učenika na osmišljavanju, programiranju i izradi robota.	Vrednuje se kakvoća pisanog izvješća učenika (uporaba standardnog hrvatskog jezika, uporaba tehničkog nazivlja), razumijevanje procedura, materijala i uporabe sredstava.
B.1.	Učenik samostalno ili suradnički osmišljava program vlastitog robota te piše izvješće o vlastitoj aktivnosti i opisuje program uporabom računala.	Ishod se ostvaruje tijekom projektnih i projektno-problemskih aktivnosti prilikom programiranja robota. Izrada dokumentacije može se realizirati nakon aktivnosti.	Vrednuje se tehnička korektnost računalno priređenog teksta, kakvoća dokumentacije te razumijevanje postupka, programa i svrhovitost takve digitalizacije.
B.2.	Učenik istražuje i odabire gotovo programsko rješenje, te ga proučava i opisuje na koji način poboljšati i/ili promijeniti program.	Ishod se ostvaruje uglavnom samostalno, ali i kao dio projektnih aktivnosti. Nastavnik može ponuditi pripremljen program u kojem je napravio greške koje učenici moraju prepoznati i promijeniti.	Tijekom učenikovog predstavljanja izabranog programa vrednuje se razumijevanje i opisivanje funkcije svakog dijela programa, te učenikovo objašnjenje prednosti promijenjene funkcionalnosti.
B.3.	Učenik samostalno i/ili suradnički izrađuje složeniji program za vlastitog robota.	Preporučuje se realizacija ishoda učenja tijekom smislenih projektnih aktivnosti na izradi i programiranju robota i tijekom usklađivanja funkcionalnosti robota.	Ishod se vrednuje tijekom predstavljanja i pokazivanja funkcionalnosti robota kojega pokreće izrađeni program. Samostalnost pri izradi, uspješnost komunikacije i suradnje s ostalim sudionicima u nastavi se vrednuju tijekom realizacije aktivnosti.

C.1.	Učenik samostalno prikuplja materijale iz životnog okruženja te opisuje njihovu vrijednost i iskoristivost za izradu robota.	Preporučuje se ostvarivanje ishoda učenja kao dijela projektnih aktivnosti učenika na izradi konstrukcije robota.	Provodi se vrednovanje prikladnosti materijala za uporabu koju je učenik odabrao, razumijevanje osnovnih svojstava prikupljenih materijala te objašnjenje korisnosti od tako prikupljenih materijala za školu i užu zajednicu.
C.2.	Učenik opisuje tehnička zanimanja koja za svoj rad koriste automatizirane strojeve kao i važnost i prednost istih u ekonomskom i društvenom smislu. Opisuje mjere zaštite na radu i shvaća potrebu istih.	Preporučuje se realizacija ishoda putem provedbe stručne ekskurzije učenika ili detaljnijom analizom nekog automatiziranog tehničkog pogona.	Vrednovanje se provodi nakon realizacije stručne ekskurzije ili na kraju nastavne jedinice a vrednuju se učenikovi opisi pojedinih zanimanja, strojeva, mjere zaštite i način zbrinjavanja otpada.
C.3.	Učenik samostalno koristi jednostavni ručni alat, pribor, instrumente, uređaje i aparate vodeći računa o vlastitoj sigurnosti i sigurnosti drugih sudionika.	Ishodi se trebaju realizirati tijekom projektnih aktivnosti na oblikovanju i izradi konstrukcije robota.	Vrednovanje se provodi tijekom realizacije aktivnosti pri čemu se vrednuje odnos prema sredstvima, prema drugim učenicima i učitelju, pravilnost uporabe tehničkih sredstava i organizacija radnog mjesta.

7. razred			
Domena/ redni broj	Ishod	Preporuke za ostvarivanje ishoda	Elementi i postupci provjere ostvarenosti ishoda
A.1.	Učenik samostalno i suradnički planira i sastavlja složeniju robotsku konstrukciju od gotovih, izrađenih ili prilagođenih elemenata, pod stručnim vodstvom, te pokazuje i objašnjava svrhovitost i način rada iste.	Ishod se može ostvariti provedbom projektno-problemske aktivnosti na izradi robota ili tijekom smislene praktične aktivnosti na sastavljanju konstrukcija sa predviđenom funkcijom koja sadržava različite mehanizme, prijenose i ima važnost i značaj za užu i širu zajednicu.	Na temelju učenikovog predstavljanja aktivnosti i demonstracije funkcionalnosti konstrukcije vrednuje se razumijevanje funkcionalnosti konstrukcije koju je učenik sastavio, kakvoća učenikovog opisa te razumijevanje svrhovitosti aktivnosti.
A.2.	Učenik samostalno predstavlja vlastitog robota te iznosi vlastitu procjenu estetske, funkcionalne i materijalne vrijednosti istog.	Ishode se ostvaruje putem projektne ili problemsko-projektne nastave odnosno, nakon izrade vlastitog robota kojeg je učenik dužan predstaviti.	Vrednuje se uporaba jezika pri učenikovom izlaganju, uporaba tehničkih pojmova, razumijevanje svrhovitosti aktivnosti, kreativnost učenika pri opisivanju funkcionalne i estetske vrijednosti konstrukcije, utemeljenost procjene materijalne vrijednosti te kakvoća odgovora na pitanja učenika i učitelja.

A.3.	Učenik opisuje sredstva i postupke koje je koristio pri vlastitoj aktivnosti, tehnologiju, materijale i mehanizme za izradu vlastite konstrukcije robota.	Ishod se treba realizirati na osnovi uspješno provedenih projektnih i problemsko-projektnih aktivnosti, pri kojima učitelj kognitivnim naukovanjem i uporabom modela, maketa i simulacija daje značaj konstrukciji i aktivnosti učenika.	Vrednuje se kakvoća pisanog izvješća učenika (uporaba standardnog hrvatskog jezika, uporaba tehničke terminologije), razumijevanje procedura, materijala i uporabe sredstava.
B.1.	Učenik samostalno ili suradnički osmišljava program vlastitog robota te piše izvješće i prezentaciju o vlastitoj aktivnosti i opisuje program uporabom računala.	Ishod se ostvaruje tijekom projektnih i projektno-problemskih aktivnosti prilikom osmišljavanja i izrade programskog koda robota. Izrada dokumentacije i prezentacije realizira se nakon aktivnosti.	Vrednuje se tehnička korektnost računalno priređenog teksta i prezentacije, kakvoća dokumentacije te razumijevanje postupka, programa i svrhovitost računalno priređenog teksta i digitalizacije.
B.2.	Učenik istražuje i odabire gotovo programsko rješenje, te ga proučava i opisuje na koji način poboljšati i/ili promijeniti program te demonstrira proširenu funkcionalnost te argumentira novu svrhovitost.	Ishod se ostvaruje uglavnom samostalno, ali i kao dio projektnih aktivnosti. Nastavnik može ponuditi pripremljen program u kojem je napravio greške koje učenici moraju prepoznati i promijeniti.	Tijekom učenikovog predstavljanja izabranog programa vrednuje se razumijevanje i opisivanje funkcije svakog dijela programa, te učenikovo objašnjenje prednosti promijenjene funkcionalnosti i svrhovitosti tog programa.
B.3.	Učenik samostalno i/ili suradnički izrađuje složeniji program za vlastitog robota prema zadanoj konstrukciji robota. Prije pisanja samog programa, piše pseudo kod.	Preporučuje se realizacija ishoda učenja tijekom smislenih projektnih aktivnosti na programiranju robota i tijekom usklađivanja funkcionalnosti programa sa konstrukcijom robota.	Ishod se vrednuje tijekom predstavljanja i demonstriranja funkcionalnosti programa koji pokreće robota. Vrednuje se učenikova kakvoća opisa i razina složenosti samog programa.

C.1.	Učenik samostalno prikuplja materijale iz životnog okruženja te opisuje njihova svojstva, obilježja i uporabnu vrijednost za izradu konstrukcije robota.	Preporučuje se ostvarivanje ishoda učenja kao dijela projektnih aktivnosti učenika na osmišljavanju, oblikovanju i izradi konstrukcije robota, pri realizaciji projektno-problemskih aktivnosti.	Provodi se vrednovanje prikladnosti materijala za uporabu koju je učenik odabrao, razumijevanje svojstava prikupljenih materijala te razumijevanje svrhovitosti, materijalne vrijednosti i mogućnosti za ponovnu uporabu tako prikupljenih materijala sa stajališta šire društvene zajednice.
C.2.	Učenik opisuje proizvodne sustave koji u svom radu koriste automatizirane strojeve kao važnost i prednost istih u ekonomskom i društvenom smislu. Opisuje mjere zaštite na radu, uviđa nedostatke i shvaća potrebu istih.	Preporučuje se realizacija ishoda putem provedbe stručne ekskurzije učenika u automatizirano proizvodno tehničko okruženje.	Vrednovanje se provodi nakon realizacije stručne ekskurzije, a vrednuju se učenikovi opisi pojedinih zanimanja, strojeva, mjere zaštite i način zbrinjavanja otpada.
C.3.	Učenik samostalno organizira i koristi jednostavni ručni alat, pribor, instrumente, uređaje i aparate vodeći računa o vlastitoj sigurnosti i sigurnosti drugih sudionika pridržavajući se pravila zaštite na radu.	Ishodi se trebaju realizirati tijekom projektnih aktivnosti na osmišljavanju, oblikovanju i izradi konstrukcije robota.	Vrednovanje se provodi tijekom realizacije aktivnosti pri čemu se vrednuje odnos prema sredstvima, prema drugim učenicima i učitelju, pravilnost uporabe tehničkih sredstava, organizacija radnog mjesta i poznavanje osnovnih pravila zaštite na radu.

8. razred			
Domena/ redni broj	Ishod	Preporuke za ostvarivanje ishoda	Elementi i postupci provjere ostvarenosti ishoda
A.1.	Učenik samostalno i suradnički planira i sastavlja složeniju robotsku konstrukciju od gotovih, izrađenih ili prilagođenih elemenata, pod povremenim stručnim vodstvom.	Ishod se može ostvariti provedbom projektno-problemske aktivnosti na izradi ili sastavljanju složene konstrukcije sa predviđenom funkcijom koja sadržava različite mehanizme, prijenose, električne i elektroničke elemente.	Na temelju učenikovog predstavljanja svrhovitosti i demonstracije funkcionalnosti konstrukcije vrednuje se poznavanje sastavnih elemenata i karakteristika, razumijevanje funkcionalnosti te važnosti i značaja takvih tvorevina za tehničko-tehnološki i društveni razvoj.
A.2.	Učenik predstavlja vlastitog robota i aktivnosti na izradi ili sastavljanju te iznosi procjenu estetske, funkcionalne i materijalne vrijednosti i predlaže vlastite poduzetničke aktivnosti za plasman istog.	Ishode se ostvaruje putem projektne ili problemsko-projektne nastave odnosno, nakon izrade vlastitog robota. Učenik je dužan predstaviti aktivnosti i konstrukciju, te računalno izraditi popis korištenih sredstava, njihovu cijenu i prijedlog poduzetničke aktivnosti.	Vrednuje se uporaba jezika pri učenikovom izlaganju, uporaba tehničke terminologije, razumijevanje svrhovitosti aktivnosti, kakvoća funkcionalne estetike i materijalne procjene vrijednosti, kakvoća iznesenih cijena, kakvoća predstavljanja projekcije poduzetničkih aktivnosti te kakvoća odgovora na pitanja učitelja i učenika.

A.3.	Učenik opisuje polazišta, sredstva i postupke koje je koristio pri vlastitim aktivnostima, prirodosnanstvene, tehnološke i energetske osnove funkcioniranja konstrukcije robota.	Ishod se treba realizirati na osnovi uspješno provedenih projektnih i problemsko-projektnih aktivnosti, pri kojima učitelj kognitivnim naukovanjem i uporabom modela, maketa i simulacija daje značaj konstrukciji i aktivnostima učenika.	Vrednuje se kakvoća pisanog izvješća učenika (uporaba standardnog hrvatskog jezika, uporaba tehničke terminologije), razumijevanje procedura, korištenih sredstava, uloženog rada i energije, razumijevanje tehnologije, razumijevanje prirodosnanstvenih osnova konstrukcije te učenikov opis svrhovitosti i važnosti tehnologije za širu društvenu zajednicu.
A.4.	Učenik analizira i daje kritički osvrt na robotsku konstrukciju drugog učenika. Argumentira izneseno razmišljanje i daje svoj prijedlog poboljšanja konstrukcije ili programa.	Ishod se realizira na osnovi uspješno provedenih projektnih aktivnosti. Grupe učenika međusobno razmjenjuju gotova robotska rješenja, te ih analiziraju i daju prijedlog poboljšanja.	Vrednovanje se provodi tijekom učenikovog izlaganja. Vrednuje se uporaba standardnog hrvatskog jezika, kakvoća argumentacije prednosti iznesenih promjena i mogućnosti nadogradnje te konstrukcije i/ili programa.
B.1.	Učenik samostalno osmišljava, realizira i predstavlja složenije računalne programe za upravljanje i nadzor vlastitog robota te piše izvješće o vlastitoj aktivnosti i opisuje program uporabom računala.	Ishod se ostvaruje tijekom projektnih i projektno-problemskih aktivnosti prilikom osmišljavanja i izrade programskog koda robota. Izrada dokumentacije realizira se nakon aktivnosti.	Vrednuje se tehnička korektnost računalno priređenog teksta, kakvoća dokumentacije te razumijevanje shema i shematskih prikaza, razumijevanje grafikona i svrhovitost računalno priređenog teksta i digitalizacije.

B.2.	Učenik samostalno izvodi osnovne proračune mehaničkih veličina konstrukcije koju sastavlja ili izrađuje.	Ishod se ostvaruje uglavnom samostalno kao dio projektnih aktivnosti. Učitelj kognitivnim naukovanjem vodi učenike i daje značaj određivanju pojedinih veličina za svrhovito projektiranje i konstruiranje konstrukcije robota.	Vrednovanje se provodi tijekom aktivnosti, u dijelu osmišljavanja konstrukcije, a vrednuje se postavljanje uvjeta koje treba zadovoljiti konstrukcija, uočavanje veličina koje treba proračunati, razumijevanje svrhe proračuna, postavljanje zadatka, ispravnost proračuna i postupka validacije rješenja.
B.3.	Učenik samostalno i/ili suradnički izrađuje složeniji program za upravljanje više robota prema vlastitoj dokumentaciji, pseudo kodu i skici konstrukcije.	Preporučuje se realizacija ishoda učenja tijekom smislenih projektnih aktivnosti na osmišljavanju i programiranju robota i tijekom izvedbe proširene funkcionalnosti robota	Tijekom predstavljanja vlastitog programskog rješenja i demonstriranja poboljšane funkcionalnosti više robota vrednuje se funkcionalnost i prikladnost uporabe korištenih elemenata u samom programu. Tijekom realizacije aktivnosti vrednuju se samostalnost, uspješnost komunikacije i suradnje s ostalim sudionicima u nastavi.
B.4.	Učenik samostalno, na zadanom robotu, uočava funkcionalnost te piše program prema viđenim funkcijama. Predstavlja proširenu ili novu funkcionalnost te argumentira prednosti, svrhovitost i mogućnosti daljnje dogradnje tvorevine.	Ishodi učenja ostvaruju se tijekom projektno-problemskih aktivnosti pri kojima učenik prema već gotovom robotskom rješenju osmišljava i proširuje funkcionalnost programa, demonstrira i predstavlja proširenu funkcionalnost zadanom robotu.	Vrednovanje se provodi tijekom predstavljanja i pokazivanja proširene ili nove funkcionalnosti na gotovom robotskom rješenju, a procjenjuje se svrhovitost, preciznost i primjenjivost izvedenog programa, učenikova vještina demonstracije programa i kakvoća argumentacije napisanog programa.

C.1.	Učenik samostalno i suradnički istražuje, prikuplja, ispituje i odabire materijale, sredstva i tehnologiju koju će koristiti za izradu vlastite konstrukcije robota te argumentira vlastiti izbor.	Preporučuje se ostvarivanje ishoda učenja kao dijela projektnih aktivnosti učenika na osmišljavanju, oblikovanju i izradi konstrukcije robota, pri realizaciji projektno-problemskih aktivnosti. Dio aktivnosti se može realizirati provedbom stručne ekskurzije	Ishodi se vrednuju tijekom aktivnosti, pri planiranju i organiziranju, a vrednuje se prikladnost odabira materijala i tehnologije za realizaciju aktivnosti, razumijevanje svojstava materijala i postupaka ispitivanja te razumijevanje svrhovitosti, materijalne koristi i argumenata značaja aktivnosti za društvo.
C.2.	Učenik opisuje tehnička zanimanja iz područja složenijih i dostupnih automatiziranih ili poluautomatiziranih proizvodnih sustava.	Preporučuje se realizacija ishoda provedbom stručne ekskurzije učenika u dostupno automatizirano ili poluautomatizirano proizvodno tehničko okružje.	Vrednovanje se provodi nakon realizacije stručne ekskurzije, tijekom predstavljanja izvješća, a vrednuju se opis zanimanja i poslova pojedinih zanimanja, razumijevanje istih za zajednicu, opis školovanja za pojedino zanimanje te učenikovo predstavljanje projekcije vlastite profesionalne perspektive.
C.3.	Učenik samostalno planira, organizira i koristi dostupna tehnička sredstva, uređaje, instrumente, računala i tehnologiju pridržavajući se pravila prihvatljivog, etičkog i sigurnog korištenja i ponašanja.	Ishodi se trebaju realizirati tijekom projektnih i problemsko-projektnih aktivnosti na osmišljavanju, oblikovanju i izradi konstrukcije robota te tijekom stručne ekskurzije.	Vrednovanje se provodi tijekom realizacije aktivnosti pri čemu se vrednuje učenikovo planiranje sredstava, odnos prema sredstvima i drugim sudionicima u nastavi, pravilnost uporabe tehničkih sredstava, organizacija radnog mjesta, razumijevanje etičkog korištenja tehnologije i pravila zaštite na radu.

5.1.5. Povezanost s ostalim nastavnim područjima

Operativni nastavni plan i program namijenjen je za učenike 7. razreda. Budući da je predmet Robotike sadržajno i metodički pripremljen kao izborni predmet i predaje se od 6. razreda, učenici se mogu prvi puta priključiti izbornoj nastavi i u 7. razredu. Tada se s takvim učenicima radi po kurikulumu i 6. i 7. razreda, kako bi stekli dovoljno znanja i vještina za gradivo 8. razreda. U kurikulumu 6. razreda, učenici se upoznaju sa robotskom tehnologijom, svim dijelovima potrebnim za slaganje funkcionalnog robota, jednostavnijim konstrukcijama i imaju manju obavezu s izvještajima i portfeljem, dok su za učenike 7. razreda namijenjene složenije robotske konstrukcije, karakteristične za uže tehničko-tehnološko područje, produbljivanje spoznaja o kinematici robota (robotskim mehanizmima), viša razina programiranja, korištenje petlji i logičkih sklopova, temeljnom upoznavanju električnih sklopova, naprednije korištenje senzora, detaljnija analiza gotovih robotskih rješenja, pisanje izvješća te razvoj vještina osmišljavanja temeljnog inoviranja, dizajniranja, sastavljanja i upravljanja robotima. Projekti učenika zasnivaju se na aktivnostima koje su nastale pri razradi vlastite ideje, koja se može realizirati dostupnim materijalima i sredstvima, izboru prikladnih pogona, elemenata i sklopova za realizaciju ideje, dizajniranju i izradi naprave, te dokumentiranju i predstavljanju iste. U ovoj razvojnoj fazi moguće je koristiti i složenije edukacijske robotske sustave s namjerom pripreme učenika za natjecanje iz ovog područja.

Izborni nastavni predmet „Robotika“ je zbog svoje integrativne funkcije povezan sa više nastavnih područja i međupredmetnim temama. Primarnu povezanost aktivnosti i sadržaja čine spoznaje iz prirodoslovnog područja, iz kojeg proizlaze osnove za razumijevanje tehničkih materijala te funkcioniranja i djelovanja tehničkih tvorevina i koncepata, pa tako i automatiziranih sustava. Nastavni predmet „Fizika“ u 7. razredu otvara nove spoznaje koje su osnovica za razumijevanje mehaničkih konstrukcija, različitih tehničkih sustava, električkih uređaja te elektroničkih i računalnih sklopova i uređaja. Uz Fiziku, učenici u istom razredu dobivaju nastavne predmete „Kemija“ i „Biologija“. Spoznaje iz kemije potrebne su za razumijevanje svojstva materijala, kemijskih procesa na osnovi kojih funkcioniraju mnoge tehničke tvorevine i za razumijevanje ekološkog aspekta tehnike. Nova znanja iz biologije su osnovica za razumijevanje bioloških procesa na koje tehnika utječe ali i za bolje razumijevanje uloge čovjeka u svijetu tehnike. Spoznaje iz matematike iznimno su važne za rješavanje složenih računalnih, logičkih i konstrukcijskih tehničkih problema. Spoznaje iz informatike nužne su za razvoj algoritamskog načina razmišljanja i primjene informacijsko-

komunikacijske tehnologije pri rješavanju problema. Poveznice s društveno-humanističkim područjem vidljive su kroz usvajanje pozitivnih društvenih vrijednosti, dok su za razvoj primjerenog jezičnog izražavanja učenika u tehničkom području važne jezične kompetencije, a za vizualno izražavanje, dizajn, kompetencije koje proizlaze iz umjetničkog područja. Razvoj psihomotoričkih vještina, koordinacije i motorike, koji je značajan u tehničkom području, povezan je sa tjelesnim i zdravstvenim područjem. Razvoj fine motorike povezan je s umjetničkim područjem. Kako bi poveznice s ostalim predmetima i područjima trebaju biti obostrane, ako se želi postići cjeloviti i potpuni razvoj učenika. Sadržaji i aktivnosti u nastavi prirodoslovlja i matematike trebaju se povezati s praktičnom primjenom u tehničkom području, u jezičnom području sa specifičnom tehničkom terminologijom, a u društveno-humanističkom području sa značenjem tehnike i tehnologije za održivi razvoj društva. Poveznice s jezično-komunikacijskim područjem iznimno su važne za razvoj komunikacijskih i suradničkih vještina učenika te predstavljanje vlastitog rada, ali i za proširivanje jezično-komunikacijskih kompetencija učenika tehničkom terminologijom i izražavanjem. Razvoj odnosa prema radu i vlastitim aktivnostima, razvoju svijesti o utjecaju i značaju tehnike za osobni i društveni razvoj te odgovornoj primjeni tehnologije aktivnosti i sadržaji ovakve izborne nastave su izvor spoznaja za međupredmetne teme poput poduzetništva, aplikativne primjene tehničkih tvorevina, osobnog i socijalnog razvoja, zdravlja, održivog razvoja te građanskog odgoja i obrazovanja.

5.1.6. Učenje i poučavanje predmeta Robotika

Za ostvarivanje ciljeva izborne nastave Robotike, načini i strategije poučavanja trebali bi biti usklađeni sa suvremenim znanstvenim dosezima i dobrom praksom nastavnog područja tehničke kulture. Vođena takvim pristupom, izborna nastava bi se trebala realizirati primjerenim kontekstualnim pristupima učenju i poučavanju koji se odnose na projektnu nastavu, odnosno konstruiranje i programiranje robota; inoviranje i rješavanje tehničko-tehnoloških problema; istraživanje i ispitivanje tvorevina, materijala ili tehnologije; učeničko poduzetničko predstavljanje rezultata rada i aktivnosti kojima će učenici steći uvid u izvorno tehničko-tehnološko, proizvodno i radno-socijalno okruženje (prema: Purković, 2015).

Osnovne pretpostavke za realizaciju učenja i poučavanja u izornoj nastavi robotike povezane su s temeljnim polazištima uspješne nastave tehničkog područja, a koja se odnose na osiguranje primjerenih uvjeta, vremena za stjecanje znanja i razvoj vještina, slobode

stvaranja i kritičkog promišljanja tehničke tvorevine ili tehnologije, te na preuzimanje osobne i zajedničke odgovornosti za rezultate i aktivnosti. Kurikulum se treba realizirati uglavnom kao projektna nastava pri čemu će učenici aktivno razrađivati vlastitu i njima smislenu ideju robota, izraditi konstrukciju ili nadograditi postojeću, napisati program, samostalno predstaviti rezultate aktivnosti te iznijeti vlastita iskustva tijekom realizacije aktivnosti, kao i poduzetničke mogućnosti primjene i plasmana robota, tehnologije ili inovacije u stvarnom svijetu. Realizacijom projektne nastave učenici će nužno rješavati i određene tehničko-tehnološke probleme, istraživati i ispitivati materijale i tehničke tvorevine, otkrivati društvene potrebe i interese, koristiti računala pri programiranju, istraživanju, komunikaciji i realizaciji zamisli. Zadatak učitelja je da učenike vodi i poučava (kognitivnim naukovanjem). Za potpunu i uspješnu realizaciju projektne nastave treba uključiti i provedbu stručnih ekskurzija, pri kojima učenici imaju priliku upoznati tehnološko-proizvodnu i radno-socijalnu stvarnost, te na taj način izravno upoznati i probleme te stvarnosti, ali i zanimanja u strukovnom i profesionalnom tehničkom području rada. S učenicima se može održati nastava i u centrima tehničke kulture, ukoliko škola ne pruža dovoljno mogućnosti za realizaciju aktivnosti.

Nastava se treba zasnivati na samostalnom i suradničkom radu učenika čije aktivnosti učitelj treba detaljno pripremiti, organizirati i voditi. Tijekom provedbe aktivnosti, učitelj treba težiti visokim postignućima učenika u smislu kvalitete tehničke tvorevine, robota ili inovacije. Svakako, potrebno je organizirati ili osigurati sudjelovanje na školskim sajmovima i manifestacijama, uključujući i tzv. projektne dane na kojima bi učenici predstavljali svoje robote, održavali natjecanja i sl. Ovaj kurikulum je obilježen visokom razinom otvorenosti, što obvezuje učitelja da izradi vlastiti kurikulum izborne nastave robotike, te da razradi konkretizirane kriterije za vrednovanje postignuća učenika. Operacionalizacija kurikuluma treba biti vođena interesima, razvojnim mogućnostima i napretkom učenika, time i operativni kurikulum treba biti vrlo fleksibilno osmišljen, dokumentiran i realiziran. Nastavni sadržaji uvjetovani su robotskim konstrukcijama i tehnologijom koju učenici razvijaju ili istražuju tijekom nastave. Nastavni sadržaji uvelike ovise o robotskim kompletima, npr. ukoliko nastavnik raspolaže sa nekoliko Fischertechnik setova, tada će nastavni sadržaj biti manje orijentiran na izradu konstrukcija od drugih materijala, a ako nastavnik raspolaže samo sa elektromotorima, senzorima i upravljačkim jedinicama (npr. Arduino), tada će nastavni sadržaj imati veći naglasak na izradu konstrukcije robota od dostupnih materijala. Sadržaj ovakve nastave nije moguće razdijeliti u uobičajene sadržajne cjeline, već se cjeline trebaju voditi etapama konkretne projektne ili problemsko-projektne nastave. Razrada konkretnih sadržaja i aktivnosti učenika prepuštena je stručnim kompetencijama učitelja, koji najbolje

poznaju interese, sklonosti i mogućnosti učenika te uvjete i okruženje u kojem će se nastava izvoditi.

Učitelj treba preuzeti odgovornost za konkretizaciju ciljeva, aktivnosti, sadržaja i ishoda učenja nastave Robotike. Kao kompetentni stručnjak u ovom osjetljivom, vrijednom i kompleksnom nastavnom području, treba uzeti u obzir navedene opće ciljeve i moguće nastavne strategije, uopćene ishode učenja, interese i sklonosti učenika, uvjete, mogućnosti i interese školskog i izvanškolskog okružja te osobne sklonosti i sposobnosti. Ovim kurikulumom se predstavlja okvir na temelju kojeg će svaki učitelj razrađivati operativni kurikulum izbornog predmeta Robotike kao izborne nastave Tehničke kulture. Operativni kurikulum nastave Robotike učitelj treba uskladiti s predviđenim ograničenjima školskog sustava, odnosno i vremenom predviđenim za realizaciju programa. Osim navedenog, škola u suradnji s učiteljem, društvenom zajednicom i tijela nadležnog Ministarstva treba osigurati osnovne materijalno-tehničke i prostorne uvjete za izvođenje nastave.

Predlaže se da se nastava realizira satnicom od 3 sata tjedno. Broj učenika ovisi o količini setova i/ili elektroničkih komponenti kojima učitelj raspolaže. Ukoliko nema previše zainteresiranih učenika, predmet nije potrebno izvoditi za svaki razred posebno, već sve upisane učenike poučavati u jednom terminu, imajući pritom na umu razinu znanja i mogućnosti svakog pojedinca u grupi. Učenici rade u parovima ili manjim grupama do četiri učenika, pritom ih razvrstavajući u heterogene skupine, različitih znanja i vještina.

Prostor u kojem se izvodi nastava Robotike treba svojom opremom i prostornim uređenjem činiti dio smislenog konteksta nastave. Opremljenost prostora treba uključiti multimedijски projektor s pripadajućim računalom, platnom i ozvučenjem te dovoljan broj računala za svaki par ili grupu učenika. Površine radnih ploha moraju biti mobilne, kako ih se prema potrebi može spajati i razmještati, a moraju omogućavati smještaj osobnog ili prijenosnog računala, materijala, alata, pribora i dokumentacije te površinu za zajedničke aktivnosti na izradi ili sastavljanju robotske konstrukcije za najmanje dva učenika. S obzirom na uglavnom suradnički skupni rad učenika, broj umreženih računala s prikladnim sučeljima za programiranje robota može varirati od 5 do 15. Za programiranje robota može se koristiti i učionica za izvođenje nastave informatike, dok bi se u školskoj radionici mogle obavljati aktivnosti na konstrukciji robota. Učitelj se mora prilagoditi mogućnostima i opremljenosti škole. Prostor školske radionice za izradu konstrukcije treba biti opremljen s najmanje 15 kompleta alata, pribora i osnovnih mjernih instrumenata koji se koriste pri ručnoj i mehaniziranoj obradi drvnih prerađevina, plastike i kovina, te sa specijaliziranim radnim mjestima na koja se smještaju strojevi i uređaji, posebno prilagođeni za korištenje u

edukacijske svrhe (jedan ili više univerzalnih strojeva za obradu drvnih prerađevina i polimera, uređaj za rezanje stiropora, uređaj za savijanje polimera i sl.). Oprema ovog prostora treba uključivati i dovoljno kompleta pribora za lemljenje (lemilo, stalak sa stezaljkama i povećalom, vakuum pumpica) i nekoliko univerzalnih mjernih instrumenata. Prostor treba biti opremljen s najmanje 5 laboratorijskih izvora napona i s najmanje 15 projektnih razvojnih kompleta za elektroniku i automatiku (npr. Arduino starter kit). Ukoliko učitelj raspolaže sa više edukacijskih robotskih kompleta i odluči se na rad bez drugih materijala, tada ne mora koristiti radionicu za izradu konstrukcije, već mu je samo potreban prostor sa računalima i dovoljno mjesta za slaganje setova. Potrebno je imati poligone za vožnju i testiranje robota (papiri formata A0 sa stazama, poligon za robotsko spašavanje). Od ostalog mjernog pribora prostor treba opremiti s najmanje 2 mjerne trake do 7m i 5 pomičnih mjerila. Obvezujuću opremu prostora radionice čini i vidno označen ormarić za prvu pomoć. Sva specijalizirana radna mjesta trebaju biti označena prikladnim tehničkim oznakama opasnosti i načina pravilnog korištenja i pristupanja. Prostor mora sadržavati ugrađene ormariće bravom i policama na koje se postavljaju različita nastavna sredstva te odlažu roboti učenika. Prostor ujedno treba imati i dvije pomoćne prostorije, jednu za smještaj kompleta alata, setova i robotskih kompleta, a drugu za smještaj učitelja. Ovako opremljen prostor pruža osnovne uvjete za izvođenje nastave robotike. Preporuča se urediti prostor s plakatima, tehničkim tvorevinama i primjerima raznih tehnologija kako bi se učenicima potaknula mašta, potreba za daljnje istraživanje i stvaranje novih ideja.

5.1.7. Vrednovanje ishoda učenja

Glavni elementi na temelju kojih učitelj treba graditi kriterije za vrednovanje postignuća učenika u nastavi Robotike su kakvoća konstrukcije koje je učenik producirao tijekom aktivnosti, kakvoća predstavljanja radova i aktivnosti, kakvoća različite dokumentacije koju učenik producira te iskazana razina suradnje, samostalnosti i odgovornosti pri radu. Ovakvo vrednovanje autentičnih produkata i aktivnosti realizira se tijekom i nakon dominantnih aktivnosti učenika. Samostalnost učenika, socijalne i komunikacijske vještine te odnos učenika prema zadacima, materijalno-tehničkoj osnovi nastave te prema drugima sudionicima u nastavi, vrednuje se tijekom aktivnosti. Cilj ovakvog vrednovanja usmjeren je modeliranju učenikovih postupaka i ponašanja te davanju povratne informacije koja će učenika usmjeravati na uspjeh i napredovanje. Učeničko znanje i

razumijevanje te razvijenost spoznajnih i psihomotoričkih vještina primarno se vrednuju nakon realizacije dominantne aktivnosti učenika, odnosno prilikom učenikovog predstavljanja vlastite tvorevine i rezultata aktivnosti. Razvijenost psihomotoričkih vještina vrednuje se posredno, procjenom preciznosti i funkcionalnosti uratka, dok se spoznajne vještine i razumijevanje sadržaja vrednuju tijekom predstavljanja i provedene diskusije i refleksije učenikove aktivnosti. Prilikom provjere portfelja učenika, vrednuju se sadržaj, gramatika i pravopis, ustroj podataka i samo izlaganje vlastitog programa. Pri toj provjeri analizira se odražavanje kritičkog razmišljanja, razvijenost rječnika i uporaba tehničkih izraza i terminologije, logički redoslijed unošenja podataka te korištenje multimedijских pomagala prilikom objašnjavanja vlastitog programa. U izornoj nastavi „Robotike“ može se koristiti i test znanja, koji se rješava na računalu. Ovakve provjere daju značaj tehničko-tehnološkim znanjima i spoznajnim vještinama, odnosno, akademskim postignućima učenja čiji razvoj je krajnji cilj svakog odgojno-obrazovnog rada.

5.2. Operativni nastavni plan i program nastave robotike

Obrada sadržaja kojeg učenici moraju usvojiti, koncipirana je kao projektno-problemska nastava. U prvom polugodištu, učenici mogu odraditi 2 do 3 manja projekta, dok u drugom polugodištu rade isključivo jedan veći projekt – izrada vlastitog robota. Pri osmišljavanju, skiciranju, dizajniranju, konstruiranju i programiranju robota učenici primjenjuju sva znanja stečena u prvom dijelu školske godine. Mogu se koristiti gotovi edukacijski setovi, izrađivati dijelove konstrukcije samostalno ili kombinirati edukacijske setove sa materijalima iz svakodnevice. Svaki učenik ima drugačiji pristup projektu, ideja može krenuti od programa, konstrukcije ili problema koji robot rješava. Tijekom realizacije projekta, učenik u različitim etapama prepoznaje znanja i vještine koje mu nedostaju te ih samostalno svladava i otkriva. Dobar nastavnik mora voditi računa da svi učenici odrade slične zadatke i steknu iste kompetencije. Na kraju projekta, svi učenici moraju steći iste kompetencije i razviti iste vještine, bez obzira na tempo i redoslijed usvajanja. Drugo polugodište pruža više vremena koje sporijim učenicima omogućava da savladaju kompleksne etape pri izradi robota, a naprednijim učenicima se pruža mogućnost za „podizanje ljestvice“, nadogradnja vlastitog koncepta.

Kurikulum se izrađuje prema osnovnim znanjima i vještinama koje učenici moraju steći izučavajući predmet, a zasniva se na pripremljenim, isplaniranim i provedenim aktivnostima učenika. Ovaj kurikulum je predprofesionalni (intencionalan, potencijalan) jer se provodi u osnovnoj školi, a izrađuje na osnovi opće paradigme izrade kurikuluma, deduktivnom metodom (Milat, 2005). Deduktivnim programiranjem pri izboru sadržaja polazi se od općih civilizacijskih vrijednosti i daje opću osposobljenost za snalaženje u životnom okruženju. Poseban naglasak je stavljen na ekologiju. Učenike se mora upoznati s načinom skladištenja baterija, razvrstavanjem otpada, recikliranjem materijala i radom sigurnim za okoliš i ljude, te takav način djelovanja treba biti prisutan uvijek i u svim razredima.

Operativni nastavni plan i program namijenjen je za učenike 7. razreda. Budući da je predmet Robotike sadržajno i metodički pripremljen kao izborni predmet i predaje se od 6. razreda, učenici se mogu prvi puta priključiti izornoj nastavi i u 7. razredu. Tada se s takvim učenicima radi po kurikulumu i 6. i 7. razreda, kako bi stekli dovoljno znanja i vještina za gradivo 8. razreda. U kurikulumu 6. razreda, učenici se upoznaju sa robotskom tehnologijom, svim dijelovima potrebnim za slaganje funkcionalnog robota, jednostavnijim konstrukcijama i imaju manju obavezu s izvještajima i portfeljem, dok su za učenike 7. razreda namijenjene složenije robotske konstrukcije, karakteristične za užu tehničko-tehnološko područje, produbljivanje spoznaja o kinematici robota (robotskim mehanizmima), viša razina programiranja, korištenje petlji i logičkih sklopova, temeljnom upoznavanju električnih sklopova, naprednije korištenje senzora, detaljnija analiza gotovih robotskih rješenja, pisanje izvješća te razvoj vještina osmišljavanja temeljnog inoviranja, dizajniranja, sastavljanja i upravljanja robotima. Projekti učenika zasnivaju se na aktivnostima koje su nastale pri razradi vlastite ideje, koja se može realizirati dostupnim materijalima i sredstvima, izborom prikladnih pogona, elemenata i sklopova, dizajniranjem i izradi konstrukcije, pisanjem programa te dokumentiranjem i predstavljanjem svog robota. U ovoj razvojnoj fazi moguće je koristiti i složenije edukacijske robotske sustave s namjerom pripreme učenika za natjecanje iz ovog područja.

OPERATIVNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM

ŠKOLA: OŠ Nikola Tesla

RAZRED: 7.

NASTAVNI PREDMET: Robotika

BROJ SATI: 105

ŠKOLSKA GODINA: 2016/2017.

UČITELJ: Zvonimir Lapov-Padovan

1. CILJEVI NASTAVE

Opći cilj nastave „Robotike“ je zainteresirati što više učenika za razvijanje znanja, vještina i stavova potrebnih za uspješan život i rješavanje stvarnih životnih situacija uz mogućnost daljnjeg učenja i napredovanja, te odabir tehničkog zanimanja kao profesionalnog.

Učenjem i poučavanjem tijekom nastave „Robotike“ učenici će uspješno:

- Realizirati vlastite ideje izvršavajući samostalno osmišljene aktivnosti
- Razvijati logičko razmišljanje i sposobnost rješavanja problema
- Razvijati kritičko razmišljanje, kreativnost i inovativnost
- Učinkovito i odgovorno komunicirati i surađivati s ostalim učenicima i nastavnikom
- Razvijati sposobnost cjeloživotnog učenja
- Razvijati način pisanja izvješća i proračuna, izrada skica i druge dokumentacije
- Razvijati digitalnu i informatičku pismenost

2. ISHODI UČENJA

Nakon uspješno položenog predmeta, učenici će moći:

a) ZNANJE I RAZUMJEVANJE (*činjenično i teorijsko*)

- opisati princip rada robota, automatizirane ili mehatroničke tvorevine
- identificirati dijelove tehničkih tvorevina iz svakodnevnog života
- primijeniti naučeno za rješavanje problema ili zadatka u konkretnoj situaciji
- odabrati materijale za izradu vlastite konstrukcije prema potrebnim svojstvima

- kreirati i programirati vlastitog robota
- dati primjer uporabe svoje konstrukcije u svakodnevnom životu
- istraživati literaturu i internet i napisati izvješće o svom uratku i aktivnostima

b) VJEŠTINE I UMIJEĆA (*spoznajne, psihomotoričke, socijalne*)

- samostalno konstruirati, složiti i programirati robota s unaprijed predviđenim funkcijama
- ispitati i izdvojiti dio konstrukcije, pogonskih ili upravljačkih dijelova robota koji nije funkcionalan te će ga moći zamijeniti sa ispravnim
- demonstrirati i objasniti princip rada i programski kod vlastitog robota
- izabrati dostupne materijale prema njihovim fizičkim i kemijskim svojstvima za izradu konstrukcije ili poligona
- analizirati gotov programski kod
- na siguran način koristiti uređaje i alate za obradu materijala
- prepoznati i izdvojiti elektromotore, prekidače i vodiče iz otpisanih električnih uređaja iz svakodnevice, te ih iskoristiti za konstrukciju vlastitog robota

c) VRIJEDNOSTI I STAVOVI (*samostalnost i odgovornost*)

- usvojiti i slijediti praksu razvrstavanja otpada, skupljanja i odlaganja starih baterija
- reciklirati korištene materijale iz svakodnevice
- pravilno reagirati u slučaju pogreške pri radu s električnim i mehaničkim uređajima
- djelovati na nepravilno korištenje uređaja, alata i pribora drugog učenika
- razvijati socijalne i komunikacijske vještine
- voditi evidenciju o svojim aktivnostima i rezultatima rada

3. IZVORI ZA PRIPREMANJE

Izvori za pripremanje nastavnika su knjige, priručnici, skripte i vodiči za korištenje određenih edukacijskih setova. Časopisi (npr. ABC tehnika, Enter, Bug i sl.) su dostupni na web stranicama a sadrže savjete, instrukcije, analize, preporuke i novitete iz područja informatike i elektronike. Aktualnim informacijama, nastavnik upućuje učenike u nova otkrića i doseg društva. Na taj način pruža ideje, otvara mogućnost inovacije ili nadogradnje nekog gotovog rješenja ili ideje. Za rješavanje nekog konkretnog problema, nastavnik se može koristiti i raznim forumima na kojima može pronaći moguća rješenja ili doznati iskustva drugih. Robotika je kompleksno područje i postoji širok spektar mogućnosti, problema, rješenja i načina koje nastavnik tijekom više godina usvaja, prilagođuje i primjenjuje svojoj nastavi.

Učenici ideju za izradu vlastitog robota mogu pronaći na internetu putem različitih video kanala ili foruma, na kojima mogu vidjeti rad robota ili gotova robotska rješenja zatim ih prilagođavaju svojoj konstrukciji i programu. Nastavnik učenicima mora omogućiti pristup literaturi i uputiti ih u korištenju kao i u pronalaženju iste.

4. PLAN AKTIVNOSTI

Tjedan	Naziv projekta	Cilj i glavne zadaće	Aktivnosti koje provode učenici
1.	Uvodno predavanje	- Upoznati učenika sa sadržajem predmeta, tehnologijom i programom, radnim prostorom, kriterijima ocjenjivanja, dužnostima, pravilima ponašanja i mjerama zaštite - Kreirati račune i mape na portalu za učenje - Iznesti obaveze i kriterije za uspješno svladavanje predmeta - Ponoviti sadržaj „Robotike“ 6. razreda - Učenicima koji prvi put prisustvuju robotici odrediti učenika za rad u paru	- Kreiranje računa i mape na portalu za učenje - Postavljanje dokumenta na portal za upisivanje aktivnosti - Upisivanje osobnih podataka i postavljanje fotografije - Zapisivanje obaveza, dužnosti i datuma za predaju završnog projekta - U parovima, učenici koriste tehnologiju robota, povezuju upravljački sklop sa računalom, izrađuju jednostavnu konstrukciju prema nacrtu ili vlastitoj ideji - Rad na programskom sučelju robota i izrada jednostavnog programa
2.- 6.	Izrada i programiranje robotskih kolica	- Upoznavanje i rad sa motorima, senzorom dodira, senzorom boje, ultrazvučnim senzorima, infracrvenim senzorom - Programiranje upravljačke jedinice robotskih kolica - Izrada konstrukcije prema gotovom nacrtu - Modificiranje konstrukcije i programa prema vlastitoj ideji - Učenici vode svoje bilješke i osmišljavaju vlastite aktivnosti	- Slaganje robotskih kolica prema nacrtu (izrada od drva, plastike, metala ili iz dijelova robotskih setova) - Korištenje senzora za praćenje crte, izbjegavanje prepreka i drugih robotskih kolica - Programiranje robotskih kolica, rad na programu s ciljem poboljšanja parametara robota (brzina, preciznost putanje i reakcije na prepreke) - Izrada poligona za testiranje robota i natjecanje

			- Upisivanje aktivnosti, nacрта, ideja i rezultata u mapu
7.	Procjena učenčkih radova i natjecanje	- Učenici predstavljaju svoja rješenja i iznose napravljene promjene i poboljšanja osnovnog robota - Održavanje natjecanja na poligonu - Pregled učenčkih portfelja	- Usmeno izlaganje gotovih radova i obrazloženje smišljenih promjena na osnovnoj konstrukciji i programu - Natjecanje timova u brzini, preciznosti i obavljanju zadataka na izrađenom poligonu (npr. robotska alka, izvlačenje unesrećenog, praćenje crte i izbjegavanje prepreka i sl.) - Glasovanje najboljeg rješenja
8.- 15.	Izrada i programiranje analognog sata sa budilicom	- Kreiranje konstrukcije sata prema vlastitoj ideji učenika (drvo, karton, plastika, metal) - Obrada materijala uporabom alata i strojeva - Rad učenika sa zupčanicima i prijenosima - Osmišljavanje i izrada mehanizma sata i budilice korištenjem senzora - Kreiranje programa za pokretanje sata - Preračunavanje omjera zupčanika	- Izrada kućišta sata od recikliranih materijala (drvo, plastika i metal) - Vježba sa zupčanicima – omjer snage i prijenosa - Kreiranje mehanizma sata prema vlastitoj ideji - Slaganje mehanizma zupčanika s prijenosom u omjeru 1:60 - Pisanje programa sata - Ispitivanje i usklađivanje programa i mehanizma - Ispunjavanje tablice sa omjerima zupčanika

16.- 17.	Izrada i programiranje analognog sata sa budilicom – dovršavanje i ocjenjivanje radova	- Dovršavanje radova - Postavljanje satova za provjeru funkcionalnosti na idućem predavanju (točno vrijeme nakon 7 dana) - Provjera točnosti pomoću štoperice - Pregled učeničkih portfelja	- Naknadno ispitivanje i usklađivanje programa s mehanizmom - Estetsko doradivanje uratka - Ispitivanje točnosti sata štopericom i uspoređivanjem s drugim radovima - Pisanje etapa, aktivnosti, korištene literature u portfelj
18.- 34.	Konstruiranje i programiranje vlastitog robota prema tehničkoj tvorevini iz svakodnevice	- Kreiranje konstrukcije prema vlastitom odabiru učenika (drvo, karton, plastika, metal) prema konstrukciji iz svakodnevnog života (npr. kran, pokretna traka, lift i slični automatizirani, robotski sustavi) - Obrada materijala uporabom alata i strojeva - Kreiranje programa za pokretanje učenikove konstrukcije - Učenici sami smišljaju potrebne aktivnosti, nastavnik prati rad i usmjerava učenika - Učenici postavljaju u portfelj svoje aktivnosti, ideje, programe, korištenu literaturu, korištene poveznice na internetu, skice i sl. - Pripremanje učenika za natjecanje	- Istraživanje mogućih ideja, rješenja, principa rada, karakteristika strojeva i tehničkih tvorevina - Odabiranje jedne od mogućnosti, razrada ideje, crtanje konstrukcije prema pravilima tehničkog crtanja - Izrada složenije konstrukcije robota od recikliranih materijala (drvo, plastika i metal) koristeći više različitih senzora (UZ, IC, senzor boja, senzor dodira) - Korištenje alata i uređaja za obradu materijala i pribora za ocrtavanje - Pisanje programa robota koristeći naprednije algoritme - Ispitivanje i usklađivanje programa i konstrukcije - Upisivanje vlastitih aktivnosti, skica, ideja, korištene literature i poveznica na internetu u portfelj na portalu za učenje - Komunikacija i suradnja sa svim sudionicima nastave

35.	Prezentiranje radova i zaključivanje ocjena	- Učenici prezentiraju svoje robote, prezentiraju rad robota, opisuju princip rada, povezuju aktivnost robota sa dijelovima programa - Pregledavanje učeničkih portfelja, analiza skica, programa, aktivnosti, korištene literature - Priprema za prezentiranje radova povodom dana škole, otvorenih vrata ili projektnog dana - Zaključivanje ocjena	- Prezentiranje robota uz izradu multimedijske prezentacije - Opisivanje i prezentiranje rada robota - Prezentiranje portfelja i analiza svih radova tokom nastavne godine - Analiza i diskusija uradaka drugih učenika - Prezentiranje radova drugim učenicima i nastavnicima u školi
-----	---	--	--

5. VREDNOVANJE OSTVARENOSTI ISHODA UČENJA

Razina postignuća	Izrada robotske konstrukcije		Programiranje robota		Informacijsko-komunikacijska tehnologija	
	Estetski izgled	Preciznost uratka	Korištene naredbe i petlje	Funkcionalnost	Portfelj	Prezentacija/ demonstracija uratka
5	Konstrukcija dojmljivo izgleda	2/3 ključnih mjera u granicama tolerancije	Korišteno je više naredbi i više različitih petlji	Konstrukcija i program potpuno funkcionalni – bez nuspojava	Sadrži potpuna i ispravna izvješća, popis aktivnosti i skice	Rad prezentiran s potpunim razumijevanjem i funkcionalnost je pravilno demonstrirana
4	Konstrukcija dobro/ skladno izgleda	1/3 ključnih mjera u granicama tolerancije	Korišteno je više naredbi i nekoliko različitih petlji	Robot temeljno funkcionira uz neželjene nuspojave	Sadrži djelomično napisana izvješća, popis aktivnosti ili skice	Rad prezentiran s djelomičnim razumijevanjem i funkcionalnost je djelomično demonstrirana
3	Konstrukcija prihvatljivo izgleda	1/5 ključnih mjera u granicama tolerancije	Korišteno je nekoliko naredbi i nekoliko različitih petlji	Program napisan ali djelomično funkcionira u skladu s konstrukcijom	Sadrži djelomično napisana izvješća, popis aktivnosti i skice	Rad prezentiran s nerazumijevanjem i funkcionalnost je djelomično demonstrirana
2	Konstrukcija sastavljena – izgled neprihvatljiv	Mjere nisu u granicama tolerancije	Korištene su naredbe bez petlji	Program napisan ali ne funkcionira u skladu s konstrukcijom	Ne sadrži izvješće, popis aktivnosti ili skice	Rad prezentiran s nerazumijevanjem i funkcionalnost je nepravilno demonstrirana
1	Konstrukcija nije sastavljena	Konstrukcija nije sastavljena	Program nije napisan	Program nije napisan	Portfelj nije popunjen	Rad nije prezentiran

5.3. Detaljno pripremanje za nastavu

Nastava „Robotike“ provodi se isključivo kao projektna nastava, te je u pripremi za nastavu iznesen prijedlog planiranja i pripreme projekta. U planu projekta potrebno je navesti cilj projekta i ishode učenja koje učenici moraju usvojiti nakon završetka. Učenicima je osigurano dovoljno vremena za samostalno osmišljavanje, izrađivanje, programiranje i usklađivanje funkcionalnosti analognog sata. Ovim projektom učenici stječu uvid u tehnološki proces izrade proizvoda prema zadanom zadatku. Razradom vlastitog dizajna, obradom materijala, slaganjem konstrukcije, programiranjem, ispitivanjem te vođenjem bilješki, učenici razvijaju znanstveni odnos prema radu. U nastavku je prikazana priprema za izvođenje nastave u jedne metodičke jedinice, kao dijela projektne nastave.

Nastavni predmet: ROBOTIKA		Razred	Datum
Tema projektnog zadatka: Izrada i programiranje analognog sata sa budilicom		7.	
CILJ	Učenik treba aktivno sudjelovati u osmišljavanju i izradi mehaničkog sata od dostupnih materijala, upravljanog elektroničkim sklopovljem, u svrhu usvajanja znanja o principu rada zupčanih mehanizama, osposobljavanja za temeljno programiranje robotskog sklopa te istraživanja i predstavljanja učinka i mogućnosti vlastite aktivnosti.		
ISHODI UČENJA	ZNANJE I RAZUMIJEVANJE: Učenik će moći: - opisati i objasniti način rada zupčanog mehanizma s obzirom na veličinu (broj zubaca), snagu te brzinu i smjer vrtnje, na modelu zupčanog mehanizma; - argumentirati izbor materijala i sredstava za izradu sklopa s obzirom na njihova svojstva, tehničke karakteristike i zahtjeve iz projektnog zadatka, tijekom rasprave o konkretnim zadacima potrebnim za realizaciju projekta; - opisati algoritam računalnog programa kojeg je izradio u svrhu funkcioniranja tvorevine, na ispisu konkretnog programskog koda i dijagrama tijeka; - opisati vlastitu tvorevinu iz aspekta prednosti, mogućnosti komercijalne primjene te mogućnosti za poboljšanje ili inoviranje, pri prezentaciji iste.		

	VRIJEDNOSTI I STAVOVI: - Suradnički raditi na realizaciji projektnog zadatka vodeći računa o primjerenom načinu komuniciranja, uvažavanju različitih mišljenja i parlamentarizmu, u uvjetima školske radionice - praktikuma; - primjereno i sigurno koristiti tehnička sredstva (alate, strojeve, uređaje), vodeći računa o vlastitoj sigurnosti, sigurnosti drugih učenika te imovini škole, prema pravilima rada u školskoj radionici; - koristiti radno mjesto i prostor radionice na uredan i čist te na primjereno organiziran način, prema pravilima za organizaciju i održavanje radnog mjesta.
	VJEŠTINE I UMIJEĆA: - osmisлити i tehnički dizajnirati (izraditi skice i tehničke crteže) vlastite tvorevine koja bi mogla udovoljiti zahtjevima projektnog zadatka, koristeći ručne i računalne alate za dizajniranje; - obaviti osnovne proračune zupčanika u mehanizmu povezane sa snagom, brojem zubaca (veličinom) i brojem okretaja s obzirom na zahtjeve projektnog zadatka, koristeći ručni postupak i primjereno vizualno predočavanje; - izraditi vlastiti robotski sklop uporabom dostupnog i primjerenog materijala, alata, strojeva, uređaja i instrumenata u uvjetima školske radionice; - izraditi računalni program upravljačke jedinice s ciljem usklađivanja izrađene konstrukcije sa zadanom funkcionalnosti sata u uvjetima informatičke učionice; - prirediti dokumentaciju i multimedijalnu prezentaciju vlastitog sklopa koristeći dostupne računalne alate; - prezentirati vlastiti robotski sklop korištenjem istog i popratne prezentacije te pokazati i raspraviti prednosti i mogućnosti istog pred razrednim auditorijem.
Tijek projekta Za provođenje ovog projekta namijenjeno je 27 školskih sati. Učenicima se na prvom predavanju daje primjer korištenja zupčanika (automobilski mjenjač, mehanizam bicikla, analogni sat...), te im se objašnjava	Oblici rada
	- Individualni - rad u paru - rad u grupama
	Nastavne metode

prijenos snage i brzine između pogonskog i gonjenog zupčanika. Na jednostavnim primjerima izračunava se prijenos broja okretaja, smjera vrtnje i brzine. Podijeljeni u parove, učenici dobivaju set zupčanika i tablicu za upisivanje omjera prijenosa. Popunjenu tablicu učenici postavljaju u svoje portfelje.	1. metoda demonstracije 2. metoda praktičnih radova 3. metoda crtanja 4. metoda usmenoga izlaganja 5. učenički portfelji
Učenicima se zadaje zadatak da izračunaju pomak u stupnjevima kazaljke minuta i omjer pomaka sa kazaljkom sata. Izračuna je jednostavan, puni krug od 360° dijeli se s 60 (minuta) i 12 (sati). Pomak kazaljke svake minute je 6°, a kazaljka sata se svakih sat vremena pomakne 30°, odnosno svaku minutu 0.5°. Računski i skicama učenici kombiniraju zupčanike da postignu željeni omjer te slažu konstrukciju prema dobivenom rješenju. Sat pogoni upravljačka jedinica koju učenici mogu programirati za precizniji omjer. Sat se nadograđuje budilicom što učenici sami osmišljavaju i izrađuju od materijal iz svakodnevice. Nastavnik nadzire i usmjerava rad svakog učenika, kako bi postigli napredak i pratili tempo ostalih učenika. Posebnu pažnju nastavnik posvećuje učenicima koji koriste uređaje za obradu materijala (bušilice, uređaj za savijanje plastike, univerzalne mjerne instrumente i sl.), ali i prilikom korištenja alata i pribora radi usmjeravanja na pravilno korištenje. Važno je naglašavati da učenici redovito upisuju svoje aktivnosti i korištene izvore, literaturu i sl. radi popunjavanja portfelja koji je jedan od elemenata evaluacije. Učenici se mogu organizirati u skupine u kojima olujom ideja zajednički dolaze do rješenja. Završni dio projekta provodi se kroz 6 sati, odnosno 2 predavanja. Na prvom predavanju učenici dovršavaju radove, kontroliraju točnost i preciznost sata pomoću štoperice. Postavljaju radove na mjesto na kojem će raditi do idućeg predavanja nakon 7 dana. Na posljednjem predavanju provjerava se ispravnost satova. Evaluiraju se učenikove aktivnosti, izgled uratka, točnost sata, sadržaj portfelja i vježba s tablicom omjera zupčanika. Učenik prezentira svoj uradak, objašnjava korišteni princip rada, način pronalaženja rješenja, izvršene aktivnosti i sl. Učenik može napraviti i prezentaciju.	NASTAVNA POMAGALA I SREDSTVA - prezentacija s informacijama o principu rada zupčanika - zupčanici iz edukacijskih robotskih setova - elektronske komponente, motori za pokretanje sata i upravljačke jedinice za programiranje - alati, pribor i uređaji za obradu materijala (drvo, plastika, metal)

SVEUČILIŠTE U RIJECI

FILOZOFSKI FAKULTET RIJEKA

ODSJEK ZA POLITEHNIKU

Ime i prezime: **Zvonimir Lapov-Padovan**

P R I P R E M A Z A I Z V O Đ E N J E N A S T A V E

Škola: **OŠ NIKOLA TESLA**

Mjesto: **RIJEKA**

Razred: **7.**

Izborni predmet: **ROBOTIKA**

Projekt: **Izrada i programiranje analognog sata sa budilicom**

Nastavna jedinica: **Uvod u projekt: Izrada i programiranje analognog sata sa budilicom**

S A D R Ź A J N I P L A N

Podjela projekta na teme

Redni broj (tjedan)	Naziv teme u projektu	Broj sati	
		Teorija	vježbe
1.	<u>Uvod u projekt - Izrada i programiranje analognog sata sa budilicom</u>	1	2
2. – 7.	Rad na projektu Izrada i programiranje analognog sata sa budilicom	0	18
8. - 9.	Pregled radova i evaluacija projekta Izrada i programiranje analognog sata sa budilicom	3	3

Karakter teme – metodičke jedinice

Informativni karakter – stjecanje spoznaja o zupčanicima , njihovoj primjeni i karakteristikama.

Praktična vježba - izračunavanje omjera prijenosa i brzine pogonskog i gonjenog zupčanika

PLAN VOĐENJA ORGANIZACIJE NASTAVNOG PROCESA

Cilj (svrha) metodičke jedinice:

Osposobiti učenike za razumijevanje principa rada zupčanika, njihovog prijenosa i karakteristika u svrhu osposobljavanja za samostalnu izradu proračuna analognog sata.

Ishodi učenja:

Nakon obrađene nastavne jedinice, učenici će moći:

ZNANJE I RAZUMIJEVANJE (*obrazovna postignuća*):

- izračunati omjer prijenosa dva i više zupčanika računski i eksperimentalno
- prepoznati pogonski, prijenosni i gonjeni zupčanik
- analizom ustvrditi smjer vrtnje pojedinog zupčanika
- objasniti korisnost zupčastih prijenosa
- navesti primjere upotrebe takvih prijenosa iz svakodnevnog života

VJEŠTINE I UMIJEĆA (*funkcionalna postignuća*):

- izabrati i posložiti zupčanike za prijenos veće snage ili brzine
- konstruirati složeniji prijenos zupčanika s određenim omjerom
- odabrati zupčanike za određene omjere snage i brzine
- odabrati i složiti konstrukciju od ponuđenih gotovih elemenata

SAMOSTALNOST I ODGOVORNOST (*odgojna postignuća*):

- uključivati se u rasprave, iznositi svoje mišljenje i pozorno slušati druge
- prepoznati i sintetizirati važnije pojmove i unositi ih u portfelj

Organizacija nastavnog sata – artikulacija metodičke jedinice

Dio sata	Faze rada i sadržaj	Metodičko oblikovanje	Vrijeme
1.	Uvodni dio: Predstavljanje novog projekta i obaveza učenicima Predavanje koristeći prezentaciju o zupčanicima Primjeri izračunavanja omjer dva i više zupčanika	- predavanje o zupčanicima - razgovor o upotrebi zupčanika u svakodnevnom životu, prednostima i nedostacima zupčastih mehanizama	35
2.	Glavni dio: Učenicima se zadaje zadatak za ispunjavanje tablice sa omjerima zupčanika – podjela radnog lista, elemenata i zupčanika za ispitivanje i izračunavanje omjera U parovima istražuju mogućnosti i ideje na internetu te rade na osmišljavanju prijenosa za satni mehanizam koji za 6° minutne kazaljke pokreće satnu kazaljku za 0,5° Upisivanje aktivnosti u portfelje	- objašnjavanje zadataka - demonstracija izračuna omjera računski i eksperimentalno - praćenje rada učenika i davanje uputa	65
3.	Završni dio: Pregled radova – analiza ideja za mehanizam sata, pregled radnih listova Davanje uputa za poboljšanje i nastavak rada na projektu Ponavljanje obrađene lekcije	- analiza i evaluacija radnih listova mehanizama - razgovor s učenicima	35

Posebna nastavna sredstva, pomagala i ostali materijalni uvjeti rada:

Nastavna pomagala:

- stolno ili prijenosno računalo za nastavnika i svakom paru učenika
- projektor i platno

Nastavna sredstva:

- edukacijski set sa zupčanicima i potrebni i elementima za izradu konstrukcija za svaki par učenika
- radni list sa tablicom za ispunjavanje omjera zupčanika
- prezentacija sa slikama zupčanim mehanizmima, pravilima prijenosa između pogonskog i gonjenog zupčanika i s primjerom izračuna prijenosa

Metodički oblici koji će se primjenjivati tijekom rada:

UVODNI DIO:

- predstavljanje novog projekta
- prikazivanje različitih mehanizama sa zupčanicima
- analiza karakteristika zupčanika
- primjer izračuna omjera sa dva i više zupčanika

GLAVNI DIO:

- demonstracija izračuna omjera računski i eksperimentalno
- zadavanje zadatka određivanja omjera
- praćenje rada učenika i davanje uputa u radu

ZAKLJUČNI DIO:

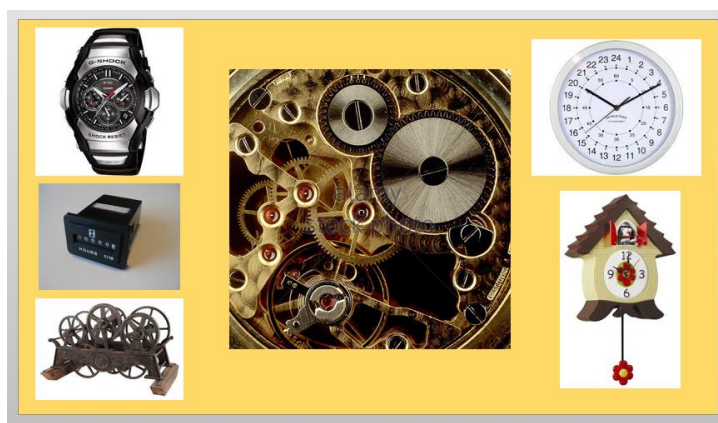
- analiza i evaluacija ideja za mehanizam i radnih listova
- razgovor s učenicima
- davanje uputa za poboljšanje i nastavak rada na projektu
- ponavljanje naučenog

TIJEK IZVOĐENJA NASTAVE – NASTAVNI RAD

UVOD:

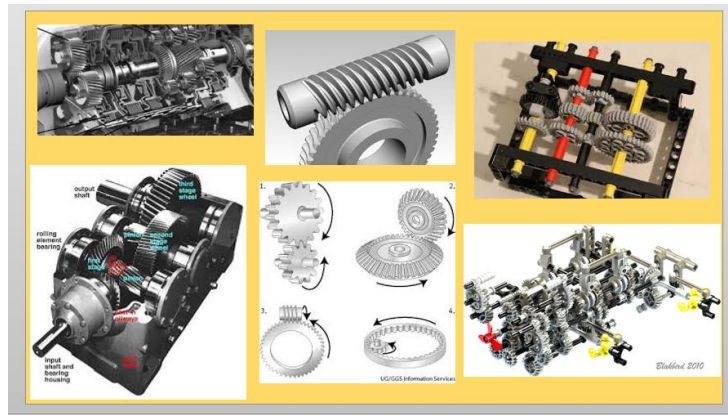
Nakon što se učenici smjeste na svoja mjesta, započinjem s predavanjem. Najavljujem početak novog projekta u trajanju od 9 tjedana. Kao i u posljednjem projektu, ocjenjuju se izgled i funkcionalnost uratka, napisani program i sadržaj portfelja. Rezultat ovog projekta mora biti analogni sat, pogonjen električnim motorom upravljani EV3 programskom kockom. Tehnologijom LEGO Mindstorms robotike učenici su ovladali na prvom projektu.

Pitanjem „*Koja je razlika između analognih i digitalnih satova?*“ započinjem raspravu na temu korištenja zupčanika i njihove uloge u uređajima kao jedne od vrsta prijenosa. Na prezentaciji se prikazuju primjeri analognih satova. Analizira se svaki od primjera. Prvo je prikazan ručni analogni sat, zatim sat u kvadratnom kućištu za komadne ploče, mehanizam satova u tornjevima poput Big Bena, zidni sat, sat sa kukavicom i prikaz mehanizma jednog od analognih satova.



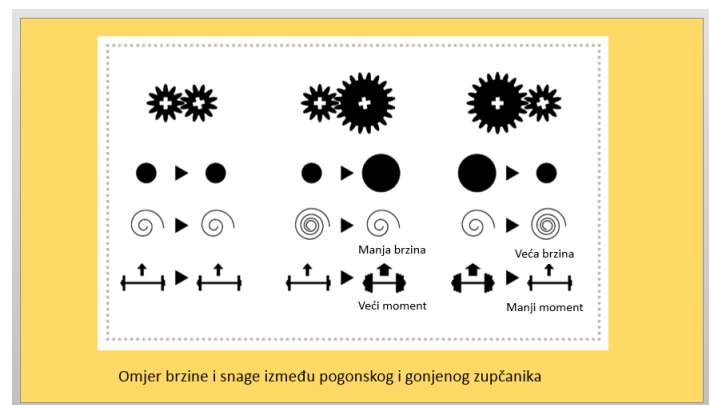
Slika 5.1. Sadržaj prvog slajda prezentacije

Učenici se uključuju u raspravu i iznose svoja iskustva i spoznaje s analognim satovima. Zatim se na prezentaciji prikazuju više različitih mehanizama zupčanika. Prvo je prikazan mehanizam automobilske mjenjača, zatim mehanizam zupčanika vjetroelektrane, pužni prijenos. Slika s vrstama prijenosa se komentira i objašnjavam svaku od manjih sličica. Prva je direktan prijenos, u istoj ravnini, zatim dva primjera okomitog prijenosa, gdje su ravnine zupčanika postavljene okomito jedna na drugu (pužni prijenos) i unutarnji direktan prijenos. Na kraju slajda prikazana su i dva prijenosa izrađena od LEGO Technic dijelova. S LEGO robotskim edukacijskim setom, učenici će izrađivati mehanizam svog analognog sata.



Slika 5.2. Sadržaj drugog slajda prezentacije

Nastavljam predavanje o svojstvima zupčanika. Svaki zupčanik koji se povezan s motorom ima svoju brzinu, smjer i moment (snagu). Brzina se mjeri u **o/min**, broj okretaja u minuti. Moment se mjeri u **Nm**, njutn-metrima. Te veličine se zapisuju na ploču. Moment je snaga kojom se zupčanik pokreće. Postavljam pitanje „Čemu služi brzina a čemu moment?“. Nakon kraće rasprave, dajem primjer sportskog automobila i bagera. Sportskom automobilu važnija je brzina nego snaga jer su ti auti manjih težina. Veći moment je potreban za pokretanje bager zbog njegove težine, dok brzina ne dolazi do značaja. Koristeći zupčanike možemo mijenjati moment u brzinu ili brzinu zupčanika u njegov moment. Takva promjena je obrnuto proporcionalna, npr. ako smanjimo brzinu za 20%, moment se poveća za 20%. Na prezentaciji se prikazuje odnos brzine i momenta s obzirom na veličinu pogonskog zupčanika naprema gonjenog. U prvom primjeru je odnos 1:1 i u tom slučaju nema promjene brzine ni momenta, samo smjera gibanja. Drugi primjer prikazuje slučaj manjeg pogonskog zupčanika. Brzina se smanjuje, ali se povećava moment. U trećem primjeru je pogonski zupčanik veći od gonjenog. Brzina se povećava ali se smanjuje moment.



Slika 5.3. Sadržaj trećeg slajda prezentacije – omjer brzine i snage pogonskog i gonjenog zupčanika

Okrećem idući slajd prezentacije na kojem se nalazi jednostavni primjer pogonskog i gonjenog zupčanika. Pogonski zupčanik je onaj najbliži elektromotoru, a gonjeni zupčanik je posljednji do pokretnog elementa, odnosno pogonski zupčanik je onaj koji prenosi gibanje a gonjeni onaj na kojeg se gibanje prenosi. Te dvije definicije upisuju se na ploču.



Slika 5.4. Sadržaj četvrtog slajda prezentacije - primjer pogonskog i gonjenog zupčanika

Mehanizam zupčanika može imati i više od dva zupčanika, tada se osim pogonskog i gonjenog u mehanizmu nalaze i prijenosni zupčanici. Ta definicija se zapisuje na ploču.

Nakon iznesenih osnovnih karakteristika zupčanika, slijedi definicija omjera zupčanika koja se također zapisuje na ploču. Omjer zupčanika definira se kao kvocijent između broj zuba gonjenog zupčanika i broj zuba pogonskog zupčanika. Slijedi pitanje: „Čemu nam služi omjer zupčanika?“. Očekivani odgovor je: „Omjer zupčanika nam govori koliko se puta povećala ili smanjila brzina, odnosno smanjio ili povećao moment“ ili „Omjer zupčanika je odnos brzine i momenta između gonjenog i pogonskog zupčanika.“ Napominje da se omjer krati na način da broj okretaja pogonskog svede na 1. Tada znamo koliko se okrene gonjeni zupčanik za jedan puni okret pogonskog zupčanika.

Na prezentaciji se navodi primjer izračuna omjera. Ističe se da ukoliko je prvi broj u omjeru veći od drugog tada se radi o redukciji okretaja. Ako je prvi broj manji, kao u našem primjeru, tada se radi o ubrzavanju zupčanika. Drugi način za izračunavanje omjera je eksperimentalno. Ovaj način nije precizan kao računski. Dva zupčanika se poslože u mehanizam i određuje se koliko gonjeni zupčanik napravi okretaja za puni krug pogonskog. Eksperimentalna metoda se koristi u slučaju kada je broj zuba jednog zupčanika, višekratnik broja zuba drugog. Tada su omjeri cijeli brojevi.

Primjer izračuna omjera:

Pogonski zupčanik ima 20 zuba a gonjeni 12 zuba. Koji je omjer prijenosa? Što se događa sa brzinom na gonjenom zupčanicu, a što s momentom?

Omjer = broj zuba gonjenog zupčanika / broj zuba pogonskog zupčanika

Omjer = $12:20 = 0.6:1$

To znači da je potrebno 0.6 punog okretaja pogonskog zupčanika da bi gonjeni zupčanik napravio 1 puni okretaj.

Brzina se povećala, a moment smanjio jer je pogonski zupčanik veći od gonjenog.

Slika 5.5. Primjer izračuna omjera dva zupčanika

Ukoliko mehanizam sadrži prijenosne zupčanike jednakih broja zuba, oni ne ulaze u račun, već se samo izračunava omjer za pogonski i gonjeni zupčanik. Prijenosni zupčanci dolaze u obzir ukoliko se na istoj osovinu nalaze zupčanci s različitim brojem zuba. Tada se izračunava svaki dio zasebno i međusobno množi. Takav primjer se iznosi na prezentaciji.



Pogonski zupčanik (zeleno) ima 8 zuba i pogoni zupčanik sa 16 zuba. Zupčanik sa 16 zuba nalazi se na istoj osovinu sa zupčanicom od 24 zuba. Zupčanik od 24 zuba pogoni zupčanik sa 20 zuba (crveno). Koliko je omjer gonjenog (crveno) i pogonskog (zeleno)?

Prvo se promatra prvi par:
Omjer1 = gonjeni/ pogonski = $16:8 = 2:1$

Omjer drugog para je jednak:
Omjer2 = $20:24 = 0.833:1$

Za ukupni omjer množe se dva dobivena omjera:
Omjer= omjer1*omjer2 = **1.66:1**

Slika 5.6. Primjer izračunavanja omjera sa prijenosnim zupčanicima različitih broja zuba na istoj osovinu

Na kraju uvodnog dijela iznosi se primjer računanja prijenosa sa pužnim vijkom. Pužni vijak može biti jedino pogonski zupčanik. Jedan puni okretaj pužnog vijka, okrene gonjeni zupčanik za jedan zub. Omjer se računa:

broj zuba gonjenog zupčanika : 1

GLAVNI DIO:

Glavni dio započinjem podjelom radnih listova za izračun omjera. Za ovaj zadatak učenici koriste zupčanike iz LEGO setova. Mogu se koristiti zupčanici iz drugih setova ili izrađeni tehnologijom 3D ispisa. Učenici, podijeljeni u parove, dobiju 9 parova zupčanika i 1 pužni vijak sa pripadajućim osovinama i jednostavnijim elementima za slaganje mehanizma dva zupčanika. Zadatak je izračunati omjere zupčanika, računski ili eksperimentalno i unijeti rezultate u tablicu. Radni list nalazi se u prilogu. Demonstriram izračun eksperimentalno. Koristim gonjeni zupčanic kojemu je broj zuba višekratnik broja zuba pogonskog zupčanika uz pripadajuće elemente. Jedna od mogućnosti izgleda kao na slici 7.



Slika 5.7. Primjer izračuna omjera eksperimentalnom metodom

Demonstriram na način da vrtim pogonski zupčanic i određujem pomak gonjenog zupčanika. Ovime započinje rad na zadatku. Učenici ispunjavaju tablice koristeći se kalkulatorom. Za prvi zadatak je predviđeno do 20 minuta. Drugi zadatak je osmišljavanje satnog mehanizma koristeći se zupčanicima. U teoriju izračunavaju koliko i koji zupčanici su im potrebni za postizanje potrebnog omjera. Prilikom njihovog rada, diskretno pratim aktivnosti svakog člana u timu, njegov odnos prema zadatku i drugim učenicima. Upućujem ih u istraživanje i traženju rješenja za satni mehanizam. Osigurano im je dovoljno vremena za riješiti zadatak teoretski - grafički. Napominjem učenicima da prije predaje radnog lista, ispune listu aktivnosti u svom portfelju. Portfelj se evaluira po završetku projekta. Učenici mogu od dostupnih elemenata složiti izračunani mehanizam. To je zadatak idućeg predavanja. Ovime se potiče učenike na razmišljanje i izvan nastave kako bi se bolje pripremili za iduću nastavnu jedinicu.

ZAKLJUČNI DIO:

Po završetku drugog zadatka, učenicima se pregledava radni list. Analiziram tablicu i uspoređujem sa svojim rješenjima. U prilogu je izgled pravilno ispunjene tablice. Drugi zadatak, učenici sami objašnjavaju, iznoseći svoje aktivnosti i postupak rješavanja. Dajem im upute za daljnji rad na projektu izrade sata. Učenicima zadajem zadaću da osmisle način funkcioniranja budilice.

Nakon što svaki učenik preda radni list i dobije upute za nastavak izrade sata, počinjem sa ponavljanjem sadržaja ove nastavne jedinice. Za ponavljanje koristim pitanja:

Pogonski zupčanik ima 20 zuba. Koliko zuba mora imati gonjeni zupčanik da povećam brzinu? Odgovor: Gonjeni zupčanik mora imati manje od 20 zuba.

U kojem su odnosu moment i brzina? Odgovor: Obrnuto proporcionalni. Koliko se poveća ili smanji brzina za toliko se smanji ili poveća moment.

Kako se izračunava omjer između dva zuba? Odgovor: Omjer prijenosa dva zupčanika je kvocijent broja zuba gonjenog zupčanika i broja zuba pogonskog zupčanika.

Kako se izračunava omjer između gonjenog i pogonskog zupčanika u mehanizmu s više različit prijenosnih zupčanika? Odgovor: U mehanizmu s više različitih prijenosnih zupčanika, omjer između gonjenog i pogonskog zupčanika se računa tako da se računa svaki par zupčanika zasebno, a omjeri međusobno množe.

Kako se izračunava omjer sa pužnim zupčanicom? Odgovor: Omjer gonjenog i pužnog zupčanika je uvijek broj zuba gonjenog zupčanika naprema jedan. To znači da se za puni okret pužnog zupčanika, gonjeni okrene za jedan zub. Pužni zupčanik može biti jedino pogonski.

Ovime završavam nastavnu jedinicu i pozdravljam učenike.

Izgled ploče

Zupčanici

Karakteristike zupčanika:

Brzina [o/min] – okretaji u minuti (1 o/min – za jednu minutu, zupčanik napravi puni krug)

Moment [Nm] – Njutn-metri (umnožak kraka sile i sile koja djeluje)

Pogonski zupčanik - najbliži elektromotoru, prenosi gibanje na drugi zupčanik

Gonjeni zupčanik - posljednji do pokretnog elementa, na njega se prenosi gibanje

Prijenosni zupčanik – svi zupčanici u mehanizmu između pogonskog i gonjenog

Omjer prijenosa – broj zuba gonjenog zupčanika/ broj zuba pogonskog zupčanika

Prilog1. Izgled popunjene tablice sa točnim omjerima

		Pogonski zupčanik									
											
Gonjeni zupčanik		1:1	1:1.5	1:2	1:2.5	1:3	1:3.5	1:4.5	1:5	1:7	8:1
		1.5:1	1:1	1:1.33	1:1.67	1:2	1:2.33	1:3	1:3.33	1:4.76	12:1
		2:1	1.33:1	1:1	1:1.25	1:1.5	1:1.75	1:2.25	1:2.5	1:3.5	16:1
		2.5:1	1.67:1	1.25:1	1:1	1:1.2	1:1.4	1:1.8	1:2	1:2.8	20:1
		3:1	2:1	1.5:1	1.2:1	1:1	1:1.17	1:1.5	1:1.67	1:2.33	24:1
		3.5:1	2.33:1	1.75:1	1.4:1	1.17:1	1:1	1:1.29	1:1.43	1:2	28:1
		4.5:1	3:1	2.25:1	1.8:1	1.5:1	1.29:1	1:1	1:1.11	1:1.56	36:1
		5:1	3.33:1	2.5:1	2:1	1.67:1	1.43:1	1.11:1	1:1	1:1.4	40:1
		7:1	4.67:1	3.5:1	2.8:1	2.33:1	2:1	1.56:1	1.4:1	1:1	56:1

Projekt: Izrada i programiranje analognog sata sa budilicom

Izračunavanje omjera zupčanika

Zadatak 1:

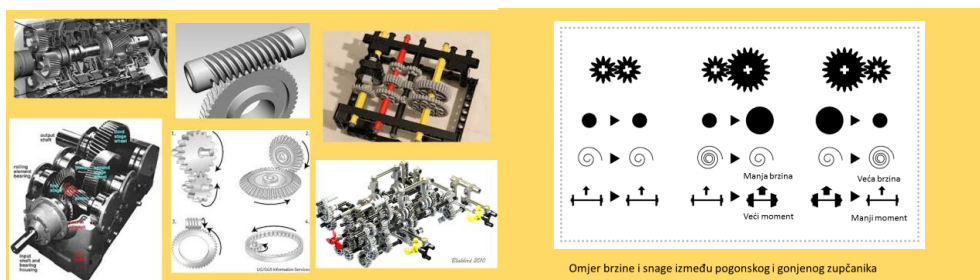
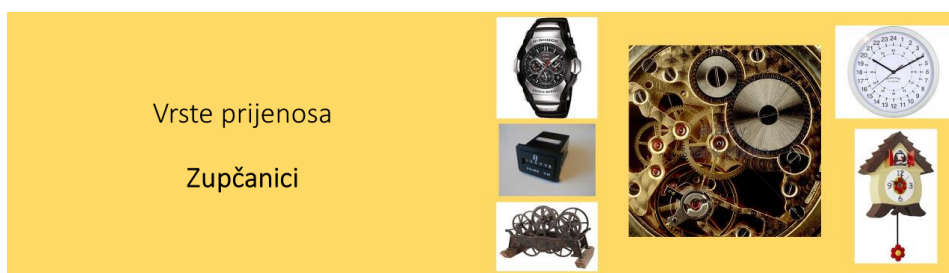
Izračunajte omjere zadanih zupčanika prema primjeru sa predavanja. Popunjena tablica se ocjenjuje, a zatim pohranjuje u portfelj. Omjere se može računati računski ili odrediti eksperimentalno. Koristite dostupne dijelove za konstruiranje mehanizma za određivanje omjera eksperimentalno.

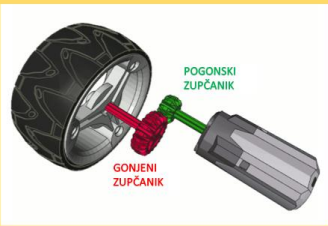
Pogonski Gonjeni										
										
										
										
										
										
										
										
										
										

Zadatak 2:

Koristeći dostupne izvore, osmislite satni mehanizam koji za 6° minutne kazaljke pokreće satnu kazaljku za 0,5°. Koji je to omjer?

Prilog3. Sadržaj prezentacije





Primjer izračuna omjera:

Pogonski zupčanik ima 20 zuba a gonjeni 12 zuba. Koji je omjer prijenosa? Što se događa sa brzinom na gonjenom zupčaniku, a što s momentom?

Omjer = broj zuba gonjenog zupčanika / broj zuba pogonskog zupčanika
 $\text{Omjer} = 12:20 = 0.6:1$

To znači da je potrebno 0.6 punog okretaja pogonskog zupčanika da bi gonjeni zupčanik napravio 1 puni okretaj.

Brzina se povećala, a moment smanjio jer je pogonski zupčanik veći od gonjenog.



Pogonski zupčanik (zeleno) ima 8 zuba i pogoni zupčanik sa 16 zuba. Zupčanik sa 16 zuba nalazi se na istoj osovini sa zupčanikom od 24 zuba. Zupčanik od 24 zuba pogoni zupčanik sa 20 zuba (crveno). Koliko je omjer gonjenog (crveno) i pogonskog (zeleno)?

Prvo se promatra prvi par:
 $\text{Omjer1} = \text{gonjeni} / \text{pogonski} = 16:8 = 2:1$

Omjer drugog para je jednak:
 $\text{Omjer2} = 20:24 = 0.833:1$

Za ukupni omjer množe se dva dobivena omjera:
 $\text{Omjer} = \text{omjer1} * \text{omjer2} = 1.66:1$

(potpis studenta)

Osvrt na izvođenje:

Ocjena: _____

Pregledao: _____

Datum: _____

(potpis ocjenjivača)

(datum)

6. ZAKLJUČCI

Posljednjih nekoliko godina, u hrvatskom osnovnoškolskom obrazovanju, sve se više provode različiti programi automatike i robotike kroz, još uvijek nestandardizirane programe. Prateći svjetske trendove, nastavnici tehničke kulture i informatike, prepoznavši važnost tehničke i informatičke pismenosti za tržište rada, ulažu napore s ciljem podizanja kompetencija svojih učenika. Na taj način ujedno pomažu učenicima razvijati i prirodno znanstvenu pismenost kao i svijest o tehničko-tehnološkom utjecaju i međuovisnosti tehnike s čovjekom, društvom i prirodnim okolišem. Uvažavajući takav holistički pristup u ovom radu iznesen je i prikladan kurikulum osnovnoškolske nastave robotike te znanstvena argumentacija njegova nastajanja. U kurikulumu je dan prijedlog na koji način, kroz nastavu, konkretno pokazati prednosti ponovne uporabe materijala. Iako je takvo obrazovanje prepoznato na globalnoj razini, u Hrvatskoj još uvijek nema dovoljan broj kompetentnih nastavnika za provođenje ovakve nastave.

Kurikulum robotike namijenjen je nastavnicima koji se žele upustiti u realizaciju nastave robotike, ali i svim onima koji već izvode takvu nastavu, s ciljem boljeg razumijevanja tog kompleksnog područja. Ipak, ovdje je iznesen samo načelni prijedlog i mogućnosti, čime sam podržao otvoreni pristup razvoju kurikuluma ove nastave, i time pružio mogućnost nadogradnje i razrade osnovnog koncepta. Najveći problem provođenja i uvođenja nastave robotike trenutno je nedostatak nastavnih sredstava, ali i nedostatak kompetentnih nastavnika. Organiziranjem raznih donacija početničkih setova, robotskih kolica i sl. budi se zainteresiranost nastavnika i učenika za ovu nastavu. Ovakve hvalevrijedne akcije ipak su nepotpune bez edukacije nastavnika, ali i prepoznavanja ovog područja na sustavnoj razini. Zbog toga se ovim kurikulumom želi *otvoriti vrata* mogućnostima i prednostima takve nastave i potaknuti nastavnike na učenje i razvijanje kompetencija za izvođenje nastave robotike i automatike.

Daljnijim razvijanjem kurikuluma može se očekivati da će Ministarstvo znanosti i obrazovanja prepoznati prednosti i značaj ovakvog kurikuluma te ga normativnim aktima uvrstiti u okvir tehničke kulture, što bi povisilo standard i kompetencije učenika. Ipak, rezultati uvođenja robotike i automatike u nastavu ne mogu biti kratkoročno vidljivi, već tek tada kada ti isti učenici budu dio privrede i dobiju priliku pokazati naučeno i vratiti uloženo.

LITERATURA:

1. Becker, K. (2002). Constructivism and the use of technology, *The Technology Teacher* , 61(7), str. 1 – 8.
2. Bransford J., Sherwood R., Vye N., Reiser J. (1986). Teaching thinking and problem solving: research foundations. *American Psychologist* 41(10).
3. Dewey, J. (1952). *Experience and Education*. NY: The Macmillan Company.
4. EC (2006). Recommendation [2006/962/EC](#) of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning.
5. Gardner, H. (1983). Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. *Basic books*
6. Gardner, H. (1993) *Frames of mind: The theory of multiple intelligences/ tenth anniversary edition*, New York: Basic Books
7. Hrvatski savez pedagoga tehničke kulture (2008). 40 godina zajedno i pola stoljeća nastave tehničke kulture u našim osnovnim školama. *Hrvatska zajednica tehničke kulture*
8. Jacobson, M., J., Wilensky, U. (2006). Complex system sin education: Scientific and educational importance and implications for the learning sciences, *The Journal of the learning sciences*, 15(1), str. 22.
9. Kelly, T., Kellam, N. (2009) A Theoretical Framework to Guide the Re-Engineering of Technology Education. *Journal of Technology Education* 20 (2)
10. Krstulović, A. (2003). Uvod u industrijsku robotiku. *Hrvatska zajednica tehničke kulture*
11. Kurt, B. (2002). Constructivism and the use of technology. *The Technology Teacher* 61(7)
12. Matijević, M. (2008). Projektno učenje i nastava. *Znamen: Nastavnički suputnik*.
13. Milat, J. (1993). Metodički aspekti. *Školski vjesnik*, 39 (1-2,65)
14. Milat, J. (1997). Operativni plan i program - osnovica metodičke dokumentacije. *Školski vjesnik* 46 (2, 163).
15. Milat, J. (2005). Pedagoške paradigme izrade kurikuluma. *Pedagogijska istraživanja*, 2 (2).
16. Milat, J. (1996). Tehnička kultura bitna je odrednica sustava obrazovanja. *Društvena istraživanja*, 5 (1,21).
17. Milat, J. (1995). Uloga nastavnika u radu s posebno nadarenim učenicima za tehničku kulturu. *Tehnička kultura – Glasilo Hrvatske zajednice tehničke kulture*, II (6,29).
18. MZOŠ (2001). Nacionalni okvirni kurikulum za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obavezno i srednjoškolsko obrazovanje.

19. MZOS (2006). *Nastavni plan i program za osnovnu školu* /on line/. <http://public.mzos.hr> (23.11.2016.)
20. MZOS (2013). *Nastavni plan i program za osnovnu školu* /on line/. <http://public.mzos.hr> (23.11.2016.)
21. Hrvatski sabor (2014). Strategija obrazovanja, znanosti i tehnologije /on line/. http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_10_124_2364.html (05.01.2017.)
22. Petrina, S. (1998). Multidisciplinary Technology Education, *International Journal of Technology and Design Education*, 8, 103-138.
23. Petrina, S. (2007). *Advanced Teaching Methods for the Technology Classroom*. Hershey-London-Melbourne-Singapore: Information Science Publishing.
24. Purković, D. (2013). Konstruktivistički pristup operacionalizaciji kurikuluma tehničke kulture. *Pedagoška istraživanja* 10 (1)
25. Purković, D. Bezjak, J., (2015). Kontekstualni pristup učenju i poučavanju u nastavi temeljnog tehničkog odgoja i obrazovanja. *Školski vjesnik* 64 (1, 131)
26. Purković, D. Salpoek, G., (2015). Osnove mehatronike: Za početno učenje i buduće nastavnike, *Sveučilište u Rijeci, FFRi, Odsjek za politehniku*.
27. Scott, J. , Sarkees-Wircenski, M. (2001). *Overview of career and technical education*, American Technical Publishers.
28. Svedružić, A. (2007). Znanstveni kurikulum kroz STS paradigmu. *Metodički ogledi*, (14, 2).
29. UNESCO/ILO (2001). *Tehničko i strukovno obrazovanje, osposobljavanje za 21 stoljeće: Preporuke UNESCO-a i ILO-a* /on line/ <http://www.unesco.org/education> (10.02.2017.).
30. UNESCO (2004). *Learning for Work, Citizenship and Sustainability (The Bonn Declaration)* /on line/. http://www.unevoc.unesco.org/fileadmin/user_upload/pubs/SD_BonnDeclaration_e.pdf (23.03.2017.).
31. UNESCO (2012). Shanghai Consensus: Recommendations of the Third International Congress on Technical and Vocational Education and Training 'Transforming TVET: Building skills for work and life', Shanghai: TVET /on line/. <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/ED/pdf/concensus-en.pdf> (20.11.2016.).
32. Wankat, P. (2002). Improving engineering and technology education by applying what is known about how people learn, *Journal of SMET education*, 3 (2002), str. 3 – 8.
33. Williams, P. J. (2000). Design: The Only Methodology of Technology. *Journal of Technology Education*, 11 (2).
34. Žlebnik, L. (1962). Opšta historija školstva i pedagoških ideja. *Naučna knjiga* (2).