

Tehnologija robota

Priručnik za fakultativnu nastavu iz
robotike za treće razrede smjera
tehničar za mehatroniku

Priručnik za nastavnike

Vinkovci, 2023.

Sadržaj

Uvod	4
Modul	6
Ciljevi, ishodi, kompetencije	7
Vođeni proces učenja i poučavanja	8
Industrijski roboti.....	9
Roboti za svemirska i pomorska istraživanja ...	10
Roboti u medicini	11
Roboti u vojsci	12
Roboti u kućanstvu i uslužnim djelatnostima ...	13
Daroviti učenici	14
Učenici s teškoćama u razvoju.....	15
Vođeni proces učenja i poučavanja	17
Svojstva jednostavnog robota.....	18
Svojstva jednostavnog robota.....	19
Svojstva jednostavnog robota.....	20
Daroviti učenici	21
Učenici s teškoćama u razvoju.....	22
Vođeni proces učenja i poučavanja	24
Mehanički sustav robota	25
Energetski sustav robota.....	26
Mjerni sustav robota.....	27
Upravljački sustav robota	28
Daroviti učenici	29
Učenici s teškoćama u razvoju.....	30
Vođeni proces učenja i poučavanja	32
Spajanje industrijskog robota.....	33
Održavanje industrijskih robota	34

Sadržaj

Daroviti učenici	36
Učenici s teškoćama u razvoju.....	37
Vođeni proces učenja i poučavanja	39
Programiranje jednostavnog robotskog sustava	40
Daroviti učenici	41
Učenici s teškoćama u razvoju.....	42
Oblici učenja temeljenog na radu	44
Građa robota	45
Svojstva i značajke jednostavnog robota	47
Funkcionalne cjeline robota.....	49
Spajanje i održavanje robota.....	51
Daroviti učenici	53
Učenici s teškoćama u razvoju.....	54
Programiranje jednostavnog robotskog sustava	55
Daroviti učenici	57
Učenici s teškoćama u razvoju.....	58



Ovaj priručnik namijenjen je nastavnicima koji će voditi fakultativni predmet *Tehnologija robota*. Modul koji obrađujemo usredotočen je na ključne kompetencije u vezi s povezivanjem motora robota s upravljačkom jedinicom, primjenom načina upravljanja, poznavanjem osnovnih dijelova i sustava robota, te izradom i simulacijom programa. Ovaj modul ima za cilj temeljito upoznati učenika s osnovama robota, njihovom strukturom i ključnim dijelovima, sustavima koji ih pokreću te praktičnim elementima spajanja, programiranja i simulacije.

Nastavnici će poticati učenike na detaljno istraživanje strukture i funkcije ključnih dijelova robota. Naglasak će biti na dubokom razumijevanju kako svaki dio doprinosi funkcionalnosti robota. Usmjeravajući učenike na analizu mehaničkih, pogonskih, mjernih i upravljačkih sustava robota, nastavnici će ih poticati na razumijevanje unutarnjih mehanizama koji robota čine funkcionalnim.

Cilj je potaknuti učenike na razvijanje sposobnosti prepoznavanja ključnih svojstava i dijelova jednostavnih robota. Kroz to, učenici će stvarati temeljno razumijevanje osnovnih karakteristika robota. Nastavnici će educirati učenike o različitim izvorima energije koji pokreću robota, naglašavajući važnost razumijevanja različitih načina napajanja u svrhu optimalnog rada.

S naglaskom na praktično iskustvo, učenici će se upustiti u spajanje ključnih komponenti robota. To će im omogućiti da primijene teorijsko znanje u stvarnom svijetu. Učenici će usvojiti osnove programiranja, pokretanja i zaustavljanja robotske ruke prema tehničkoj dokumentaciji, stvarajući temelje za samostalno upravljanje robotima.

Potičući učenike na izradu i simulaciju programa, nastavnici će naglasiti važnost poštivanja sigurnosnih pravila na radnim stanicama s robotima, unapređujući njihove vještine u virtualnom okruženju.



.....

Kroz ovaj modul, učenici će razvijati širok spektar vještina, uključujući rješavanje problema, aktivno učenje, istraživanje, kreativno i kritičko promišljanje, provođenje zamisli u djelo, suradnju, digitalnu pismenost i samovrednovanje. To će ih pripremiti za uspješno funkcioniranje u dinamičnom području tehnologije robota.

Ovaj priručnik pruža smjernice i resurse za postizanje navedenih ciljeva, podržavajući nastavnike u vođenju učenika kroz fascinantan svijet tehnologije robota.



Naziv modula: **Tehnologija robota**

1. Vođeni proces učenja i poučavanja: **35 sati**
2. Oblici učenja temeljenog na radu: **35 sata**

1. Vođeni proces učenja i poučavanja		
<i>Nastavna cjelina</i>	<i>Nastavna jedinica</i>	<i>Broj sati</i>
1. GRAĐA ROBOTA	a. Industrijski roboti	1
	b. Roboti za svemirska i podmorska istraživanja	2
	c. Roboti u medicini	1
	d. Roboti u vojsci	1
	e. Roboti u kućanstvu i uslužnim djelatnostima	1
2. SVOJSTVA I ZNAČAJKE JEDNOSTAVNOG ROBOTA	a. Svojstva jednostavnog robota – poglavlja 2.1-2.8	2
	b. Svojstva jednostavnog robota – poglavlja 2.9-2.12	2
	c. Svojstva jednostavnog robota – poglavlja 2.13-2.15	2
3. FUNKCIONALNE CJELINE ROBOTA	a. Mehanički sustav robota	1
	b. Energetski sustav robota	2
	c. Mjerni sustav robota	2
	d. Upravljački sustav robota	2
4. SPAJANJE I ODRŽAVANJE ROBOTA	a. Spajanje industrijskog robota	2
	b. Održavanje industrijskih robota	2
5. PROGRAMIRANJE JEDNOSTAVNOG ROBOTSKEG SUSTAVA		6
Vrednovanje rezultata (ponavljanje, provjere i zaključivanje ocjena)		6
UKUPNO SATI		35



Ciljevi, ishodi, kompetencije

Ciljevi i zadaće modula

Cilj je modula stjecanje kompetencija potrebnih za spajanje motora robota s upravljačkom jedinicom, primjena načina upravljanja robota, poznavanje osnovnih dijelova robota i njihovih sustava, pokretanje robotske ruke prema uputama iz tehničke dokumentacije te izrada i simulacija programa.

Učenici će programirati robotske ruke i izvoditi simulaciju rada jednostavnog robotskog sustava, pazeći na zaštitu na radu. Nakon uspješno završenog modula, učenici će biti osposobljeni za rad na robotu, od pokretanja do zaustavljanja robotske ruke te programiranja i izrade simulacije rada primjenjujući sigurnosna pravila za robotske radne stanice.

Odgojno-obrazovni ishodi:

- Opisati osnovne dijelove robota.
- Opisati sustave robota (mehanički, pogonski, mjerni i upravljački).
- Odrediti svojstva i osnovne dijelove jednostavnoga robota.
- Razlikovati vrste napajanja.
- Spojiti motore robota s upravljačkom jedinicom.
- Pokrenuti robota.
- Kreirati jednostavan program za rad robota.
- Simulirati program na robotu.
- Otkriti i ispraviti greške u programu.

Generičke kompetencije:

- rješavanje problema
- aktivno učenje
- istraživanje različitih mogućnosti
- kreativno i kritičko promišljanje
- provođenje zamisli i djelovanje
- suradnja
- digitalna pismenost i korištenje tehnologija
- samovrednovanje.

Vođeni proces učenja i poučavanja



3 5



6

Nastavna cjelina	Nastavna jedinica	Broj sati
1. GRADA ROBOTA (6 sati)	a. Industrijski roboti	1
	b. Roboti za svemirska i podmorska istraživanja	2
	c. Roboti u medicini	1
	d. Roboti u vojsci	1
	e. Roboti u kućanstvu i uslužnim djelatnostima	1

Obrada novoga gradiva

Generičke kompetencije:

- sposobnost analize i sinteze
- istraživačke sposobnosti
- pisana komunikacija na materinskom jeziku
- suradnja
- interpretiranje informacija zasnovanih na prethodno stečenim znanjima
- informacijska pismenost.

Cilj:

- Opisati osnovne dijelove robota s obzirom na njihovo područje rada.

Odgojno-obrazovni ishod nastavne cjeline:

- Opisati osnovne dijelove robota.

Industrijski roboti

Ciljevi i zadaće sata:

- Opisati građu industrijskih robota, njihovih dijelova, funkcija te praktične primjene u industrijskom okruženju.

Uvodni dio

Učenicima pustiti videomaterijal koji prikazuje robote koji rade u industrijskom okruženju. Nakon završetka videa učenici raspravljaju što sve roboti rade u industrijskom okruženju.

Središnji dio

Učenici na modelu robota određuju njegovu građu, uz već ponuđena rješenja. Povezivanjem određuju koja je uloga pojedinog dijela, uz pomoć nastavnika. Također navode specifične dijelove, kao što su alati koje roboti mogu koristiti za obavljanje svojih zadatak, kao naprimjer za premještanje objekata, zavarivanje.

Završni dio

Učenici rješavaju kviz o građi industrijskih robota. Nakon riješenog kviza analiziraju se rezultati.

Ova nastavna jedinica ima za cilj integrirati teorijsko znanje, praktične vještine i stvarne primjene industrijskih robota kako bi potaknuo aktivno sudjelovanje učenika te im pružio duboko razumijevanje predmeta.

Roboti za svemirska i podmorska istraživanja



③⑤



⑥



②

Ciljevi i zadaće sata:

- Opisati građu robota koji se koriste u svemirskim i podmorskim istraživanjima, istraživanje njihovih specifičnosti te analiziranje njihovih funkcija u ekstremnim uvjetima.

Uvodni dio

Učenicima na ploči napraviti dva stupca gdje će na jednoj strani pisati svemir, a na drugoj more. Za svako okruženje potrebno je napisati što je za njega karakteristično, npr. svemir - vakuum, nema gravitacije; more - nema kisika, povećanjem dubine povećava se i tlak, slaba vidljivost.

Središnji dio

Na osnovu dobivenih rezultata učenici zaključuju koje bi karakteristike trebali imati roboti koji rade u ponuđenim okruženjima. Uzeti u obzir već postojeće primjere, npr. rover koji istražuje Mars. Na temelju postojećih primjera odrediti osnovne dijelove robota za podmorska i svemirska istraživanja te njihove zadatke.

Završni dio

Učenik označava dijelove analiziranih robota koji su prikazani na interaktivnoj ploči. Svatko označava po jedan dio. Međusobno si pomažu i ispravljaju krive navode.

Ova nastavna jedinica integrira teorijsko znanje, praktične vještine te stvarne primjene robota u svemirskim i podmorskim istraživanjima. Učenici će stvoriti duboko razumijevanje kako ovi roboti rade u ekstremnim uvjetima i kako se prilagođavaju specifičnostima svemirskog i podvodnog okruženja.

Roboti u medicini

Ciljevi i zadaće sata:

- Opisati građu i navesti primjene medicinskih robota u medicinskim postupcima i istraživanjima.

Uvodni dio

Učenicima se pročitaju istraživački članci koji opisuju robote koji se koriste u medicini, navode njihova postignuća te vrste. Razgovarati o medicinskim postupcima i potrebama za robotiziranom tehnologijom. Prikazati primjere medicinskih robota u stvarnim situacijama.

Središnji dio

Učenici raspravljaju o različitim vrstama medicinskih robota, poput kirurških robota, robotskih asistenata i dijagnostičkih robota, također raspravljaju što im omogućuje preciznost i autonomiju. Učenici raspravljaju o operacijama koje provode roboti te karakteristikama koje bi takvi roboti trebali imati. Iznose svoje mišljenje o sigurnosti tih operacija, predlažu na što treba obratiti pozornost. Navode dijelove koje bi robot trebao imati, pomoću prikazane slike ili videa.

Završni dio

Razmatraju etička pitanja povezana s upotrebom medicinskih robota. Raspravljaju o prednostima i izazovima uvođenja tehnologije u medicinsku praksu.

Ova nastavna jedinica integrira teorijsko znanje, praktične vještine te stvarne primjene medicinskih robota u medicinskom okruženju. Učenici će razumjeti kako ova tehnologija poboljšava medicinske postupke i povećava preciznost. Također će ih se potaknuti na razmišljanje o etičkim stajalištima primjene medicinskih robota u praksi.

Roboti u vojsci

Ciljevi i zadaće sata:

- Razumjeti građu, funkcionalnosti i primjenu vojnih robota u vojnim operacijama.

Uvodni dio

Učenici razgovaraju o potrebama za vojnim robotima u modernim vojnim operacijama. Učenicima se prikazuju primjeri vojnih robota i navodi se njihova uloga u različitim vojnim kontekstima.

Središnji dio

Učenicima se demonstriraju različiti tipovi vojnih robota i njihovih sposobnosti. Nakon toga učenici analiziraju građu, raspravljaju o različitim kategorijama vojnih robota: bespilotne letjelice, robotska vozila, vojni androidi itd. Analiziraju senzore, oružje, komunikacijske sustave te autonomne značajke.

Završni dio

Učenici raspravljaju o etičkim pitanjima vezanim uz korištenje vojnih robota u sukobima. Analiziraju prednosti i izazove primjene tehnologije u vojne svrhe.



Roboti u kućanstvu i uslužnim djelatnostima



Ciljevi i zadaće sata:

- Razumjeti građu, funkcionalnost i primjenu kućanskih robota te robota u uslužnim djelatnostima.

Uvodni dio

Učenici razgovaraju o svakodnevnim situacijama u kojima se koriste kućanski roboti i roboti u uslužnim djelatnostima. Odgovaraju na pitanja poput: „Kako bi roboti mogli olakšati naš svakodnevni život?“ i „Kako se koriste u uslužnim djelatnostima?“

Središnji dio

Učenicima se prikazuju konkretni primjeri kućanskih robota (npr. pametni termostati, pametne žarulje) i robota u uslužnim djelatnostima (npr. robotski konobari, dostavljači). Razgovaraju o zajedničkim karakteristikama, senzorima, aktuatorima, načinu upravljanja te autonomnoj sposobnosti.

Završni dio

Učenici raspravljaju o etičkim pitanjima povezanim s upotrebom robota u kućanstvima i uslužnim djelatnostima, uzimajući u obzir privatnost, sigurnost i ovisnosti o tehnologiji.

Daroviti učenici



Darovitim učenicima možete dodatno izazvati znatiželju i kreativnost kroz dublje i složenije zadatke, koji će proširiti njihovo razumijevanje područja robotike i programiranja. Evo nekoliko prijedloga za svaki od prethodnih modula:

- Analiziranje autonomnih podmornica i bespilotnih vozila za oceane.
- Upoznavanje s roverima koji se koriste na površini drugih planeta, analiza građe i karakteristike.
- Istražiti najnovije inovacije u području medicinske robotike.
- Proučiti kako vojska koristi vojne robote u svojim taktičkim i strategijskim planovima.
- Analizirati primjene umjetne inteligencije u vojnim operacijama.
- Individualni ili grupni projekt: razvoj ideje za inovativnog kućanskog robota ili robota u uslužnoj djelatnosti. Prezentirati projektna rješenja uz naglasak na praktičnim i korisnim elementima.¹

¹ Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s darovitom djecom i učenicima“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-darovitom-djecom-i-ucenicima/5101> (srpanj 2023.)

Učenici s teškoćama u razvoju

Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s poteškoćama u razvoju i učenicima sa specifičnim poteškoćama u učenju, uvijek valja imati na umu da oni čine heterogenu skupinu i da odabir prilagodbi valja temeljiti na individualnim obilježjima pojedinih učenika.

Za učenike s oštećenjem vida preporučuje se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja) kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, klupu s nagibom). Isto tako, važno je imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad uistinu valja koristiti (tablica, šilo, čitači ekrana, itd.). U scenarijima valja odabirati one elemente koji imaju i zvučni zapis, kao što su videozapisi s popratnim zvukom, koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmeno ili predlošcima s kratkom uputom na što valja usmjeriti pozornost prilikom praćenja videozapisa.

Za učenike s oštećenjem sluha preporučuje se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastavne jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika na gledanje videozapisa, u okviru koje se također savjetuje pripremiti predložak na kojem se nalazi tekst koji će ostali učenici slušati. Potrebno je uzeti u obzir to da će učenici s oštećenjem sluha imati poteškoća s razumijevanjem definicija i uputa zadataka, kao i učenici sa specifičnim poteškoćama prilikom učenja.

Za učenike s motoričkim poteškoćama preporučuje se prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, primjerice, posebno za uporabu digitalnih obrazovnih materijala, kao i za pokretanje videozapisa. Učenici s motoričkim poteškoćama brže se umaraju i služe se uređajima u skladu s motoričkim mogućnostima. Ako je učenik s motoričkim poteškoćama korisnik asistivne tehnologije, nju valja koristiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (tako da učenik odgovori putem uređaja). S obzirom na to da učenici s motoričkim poteškoćama obično imaju stručnu podršku asistenata, preporučuje se pomoć asistenta pri uvećanju zaslona prilikom praćenja nastavne jedinice i označavanja odgovora u zadacima.

Ako se uz nastavnu jedinicu planiraju preslike radnih materijala, one moraju biti uvećane. Ako se učenik školuje po prilagođenom planu i programu, ne valja inzistirati na tome da učenik prođe kroz sve zadatke koji su planirani nastavnom jedinicom već treba odabrati one koji su ključni.

Za učenike s poremećajima glasovno-govorne komunikacije, kod kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija, valja koristiti individualizirani pristup. Primjerice, važno je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u skupini. Učenike koji ne govore tečno (mucanje i sl.) ne valja izlagati prezentiranju sadržaja pred cijelim razredom i ne trebaju nužno odgovarati usmeno.

Za učenike sa specifičnim poteškoćama pri učenju (primjerice učenici s disleksijom, disgrafijom, diskalkulijom i drugim jezičnim poteškoćama) potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti jedan od ponuđenih fontova (primjerice Dyslexia). Za pripremu dodatnih materijala savjetuje se: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije ili ključne riječi istaknuti podebljanjem tiska (npr. imaginarna jedinica, imaginarni broj, kompleksni broj i sl.). Valja voditi računa o tome da im se pojednostave sve upute (posebno učenicima s jezičnim poteškoćama).

Za učenike s poremećajima ponašanja važno je osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem nekih drugih aktivnosti, primjerice izradom plakata ili prezentacije pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Po završetku nastavne jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjerena ponašanja, ali ne treba ga kritizirati i uspoređivati s drugima ako se neprimjereno ponašao.

Za učenike s poremećajem iz spektra autizma preporučuje se koristiti vizualnu podršku tako da se sadržaj jedinice unaprijed najavi putem slika ili natuknica, kao i svaka nova aktivnost unutar jedinice (primjerice videozapis). Preporučuje se povezati temu ove jedinice s interesima učenika u svim zadacima u kojima je to moguće.²

² Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi, Narodne novine, br. 87/2008, Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s učenicima s teškoćama“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-ucenicima-s-teskocama/4450> (srpanj 2023.)

Vođeni proces učenja i poučavanja



12
1
3 5



6

Nastavna cjelina	Nastavna jedinica	Broj sati
2. SVOJSTVA I ZNAČAJKE JEDNOSTAVNOG ROBOTA (6 sati)	a. Svojstva jednostavnog robota – poglavlja 2.1-2.8	2
	b. Svojstva jednostavnog robota – poglavlja 2.9-2.12	2
	c. Svojstva jednostavnog robota – poglavlja 2.13-2.15	2

Obrada novoga gradiva

Generičke kompetencije:

- sposobnost analize i sinteze
- istraživačke sposobnosti
- pisana komunikacija na materinskom jeziku
- suradnja
- interpretiranje informacija zasnovanih na prethodno stečenim znanjima
- informacijska pismenost.

Cilj:

- Razumjeti osnovna svojstva i značajke robota te njihovu ulogu u različitim područjima.

Odgojno-obrazovni ishod nastavne cjeline:

- Odrediti svojstva i osnovne dijelove jednostavnoga robota.

Svojstva jednostavnog robota

(poglavlja 2.1 – 2.8)



35



6



2

Ciljevi i zadaće:

- Razumjeti osnovna svojstva robota, povezati svojstva s primjerima iz stvarnog života.

Uvodni dio

Učenici razgovaraju o važnosti robota u suvremenom životu. Odgovaraju na pitanje: „Što robota čini 'dobrim' ili 'korisnim'?“

Središnji dio

Nakon rasprave analiziraju prikazane ilustracije s robotima u različitim situacijama gdje su prikazani roboti u industriji, medicini, obrazovanju, domaćinstvu i drugim sektorima. Pokušavaju odrediti koje svojstvo predstavljaju. Nakon toga raspravljaju kako svaki robot ispunjava odabrano svojstvo. Razgovaraju o tome koje svojstvo smatraju najvažnijim za određenu primjenu robota.

Završni dio

Učenici rješavaju kratki kviz koji provjerava razumijevanje osnovnih pojmova i njihovu primjenu.

Ova nastavna jedinica omogućava učenicima stjecanje temeljnog razumijevanja ključnih svojstava robota, povezivanje teorije s praksom kroz konkretne primjere te poticanje kritičkog razmišljanja o budućnosti i razvoju robotike.

Svojstva jednostavnog robota

(poglavlja 2.9 – 2.12)



3 5



6



2

Ciljevi i zadaće:

- Razumjeti kako je djelovanje i rad robota ograničen na svojstva kao što su radni prostor, hod i dohvat, prostorna rezolucija te stupnjevi slobode gibanja.

Uvodni dio

Učenicima je puštena simulacija ili je demonstriran rad robotske ruke (industrijski robot) u prostoru gdje premješta određene elemente. Raspravljaju o tome kako se robot kreće u prostoru, zašto ne može doći u određenu poziciju ili zašto nije stavio određeni predmet na zadanu točku.

Središnji dio

Učenicima su prikazane kretnje robota u krajnjim točkama. Učenici raspravljaju o tome zašto robotska ruka predmet ne može staviti u poziciju koja je bliže bazi. Učenicima su prikazani pojmovi radni prostor, hod i dohvat, prostorna rezolucija i stupnjevi slobode gibanja uz objašnjenja na drugoj strani. Nakon ponovnog prikazivanja simulacije ili demonstracije rada robotske ruke učenici, uz pomoć nastavnika, pokušavaju spojiti pojmove s objašnjenjima.

Završni dio

Učenici rješavaju kratki kviz koji provjerava razumijevanje osnovnih pojmova i njihovu primjenu.

Ova nastavna jedinica omogućava učenicima stjecanje temeljnog razumijevanja ključnih svojstava robota, povezivanje teorije s praksom kroz konkretne primjere te poticanje kritičkog razmišljanja o dizajnu robota.

Svojstva jednostavnog robota

(poglavlja 2.13 – 2.15)

Ciljevi i zadaće:

- Razumjeti ključne elemente industrijskih robota, uključujući orijentaciju alata, maksimalnu masu tereta i brzinu kretanja, te potaknuti njihovu sposobnost primjene stečenog znanja kroz projektne zadatke.

Uvodni dio

Učenici gledaju videomaterijal koji prikazuje jedno proizvodno postrojenje u kojem roboti obavljaju različite radnje: zavarivanje, kontrola elementa, pakiranje gotovih proizvoda itd. Roboti se gibaju različitim brzinama, imaju različite alate i premještaju različite predmete.

Središnji dio

Učenici razgovaraju o važnosti precizne orijentacije alata kod industrijskih robota što povezuju s praktičnim primjerima iz proizvodnje. Raspravljaju o utjecaju mase tereta na radne karakteristike robota te treba li ograničiti masu. Na primjeru iz videa analiziraju kako brzina kretanja robota utječe na učinkovitost i sigurnost rada robota.

Završni dio

Učenici rješavaju kratki kviz koji provjerava razumijevanje osnovnih pojmova i njihovu primjenu ili grupni projekt - svaka grupa razvija koncept robota s naglaskom na orijentaciji alata, maksimalnoj masi tereta i brzini kretanja.

Ova nastavna jedinica omogućava učenicima da steknu duboko razumijevanje o orijentaciji alata, maksimalnoj masi tereta i brzini kretanja kod industrijskih robota. Kroz projektne zadatke, učenici će primijeniti stečeno znanje u praktičnom kontekstu, razvijajući istraživačke, analitičke i dizajnerske vještine.

Daroviti učenici



Darovitim učenicima možete dodatno izazvati znatiželju i kreativnost kroz dublje i složenije zadatke, koji će proširiti njihovo razumijevanje područja robotike.

Evo nekoliko prijedloga za svaku od prethodnih nastavnih jedinica:

- Samostalno dizajnirati robot sa specifičnim značajkama.
- Grupni projekt: svaka grupa dizajnira vlastitog robota s naglaskom na radni prostor, hod, dohvat i stupnjeve slobode. Prezentacija projekta pred razredom uz objašnjenje dizajnerskih odluka.
- Pisanje eseja ili izrada prezentacije o važnosti određenih svojstava u suvremenoj tehnologiji. Debata na tu temu.³

³ Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s darovitom djecom i učenicima“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-darovitom-djecom-i-ucenicima/5101> (srpanj 2023.)

Učenici s teškoćama u razvoju

Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s poteškoćama u razvoju i učenicima sa specifičnim poteškoćama u učenju, uvijek valja imati na umu da oni čine heterogenu skupinu i da odabir prilagodbi valja temeljiti na individualnim obilježjima pojedinih učenika.

Za učenike s oštećenjem vida preporučuje se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja) kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, klupu s nagibom). Isto tako, važno je imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad uistinu valja koristiti (tablica, šilo, čitači ekrana, itd.). U scenarijima valja odabirati one elemente koji imaju i zvučni zapis, kao što su videozapisi s popratnim zvukom, koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmeno ili predlošcima s kratkom uputom na što valja usmjeriti pozornost prilikom praćenja videozapisa.

Za učenike s oštećenjem sluha preporučuje se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastavne jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika na gledanje videozapisa, u okviru koje se također savjetuje pripremiti predložak na kojem se nalazi tekst koji će ostali učenici slušati. Potrebno je uzeti u obzir to da će učenici s oštećenjem sluha imati poteškoća s razumijevanjem definicija i uputa zadataka, kao i učenici sa specifičnim poteškoćama prilikom učenja.

Za učenike s motoričkim poteškoćama preporučuje se prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, primjerice, posebno za uporabu digitalnih obrazovnih materijala, kao i za pokretanje videozapisa. Učenici s motoričkim poteškoćama brže se umaraju i služe se uređajima u skladu s motoričkim mogućnostima. Ako je učenik s motoričkim poteškoćama korisnik asistivne tehnologije, nju valja koristiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (tako da učenik odgovori putem uređaja). S obzirom na to da učenici s motoričkim poteškoćama obično imaju stručnu podršku asistenata, preporučuje se pomoć asistenta pri uvećanju zaslona prilikom praćenja nastavne jedinice i označavanja odgovora u zadatcima.



Ako se uz nastavnu jedinicu planiraju preslike radnih materijala, one moraju biti uvećane. Ako se učenik školuje po prilagođenom planu i programu, ne valja inzistirati na tome da učenik prođe kroz sve zadatke koji su planirani nastavnom jedinicom već treba odabrati one koji su ključni.

Za učenike s poremećajima glasovno-govorne komunikacije, kod kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija, valja koristiti individualizirani pristup. Primjerice, važno je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u skupini. Učenike koji ne govore tečno (mucanje i sl.) ne valja izlagati prezentiranju sadržaja pred cijelim razredom i ne trebaju nužno odgovarati usmeno.

Za učenike sa specifičnim poteškoćama pri učenju (primjerice učenici s disleksijom, disgrafijom, diskalkulijom i drugim jezičnim poteškoćama) potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti jedan od ponuđenih fontova (primjerice Dyslexia). Za pripremu dodatnih materijala savjetuje se: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije ili ključne riječi istaknuti podebljanjem tiska (npr. imaginarna jedinica, imaginarni broj, kompleksni broj i sl.). Valja voditi računa o tome da im se pojednostave sve upute (posebno učenicima s jezičnim poteškoćama).

Za učenike s poremećajima ponašanja važno je osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem nekih drugih aktivnosti, primjerice izradom plakata ili prezentacije pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Po završetku nastavne jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjerena ponašanja, ali ne treba ga kritizirati i uspoređivati s drugima ako se neprimjereno ponašao.

Za učenike s poremećajem iz spektra autizma preporučuje se koristiti vizualnu podršku tako da se sadržaj jedinice unaprijed najavi putem slika ili natuknica, kao i svaka nova aktivnost unutar jedinice (primjerice videozapis). Preporučuje se povezati temu ove jedinice s interesima učenika u svim zadatcima u kojima je to moguće.⁴

⁴ Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi, Narodne novine, br. 87/2008, Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s učenicima s teškoćama“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-ucenicima-s-teskocama/4450> (srpanj 2023.)

Vođeni proces učenja i poučavanja



Nastavna cjelina	Nastavna jedinica	Broj sati
3. FUNKCIONALNE CJELINE ROBOTA (7 sati)	a. Mehanički sustav robota	1
	b. Energetski sustav robota	2
	c. Mjerni sustav robota	2
	d. Upravljački sustav robota	2

Obrada novoga gradiva

Generičke kompetencije:

- sposobnost analize i sinteze
- istraživačke sposobnosti
- pisana komunikacija na materinskom jeziku
- suradnja
- interpretiranje informacija zasnovanih na prethodno stečenim znanjima
- informacijska pismenost.

Cilj:

- Razumjeti funkcionalne cjeline robota, povezati ih s fizičkim dijelovima te prepoznati ključne komponente unutar svake funkcijske cjeline.

Odgojno-obrazovni ishodi nastavne cjeline:

- Opisati sustave robota (mehanički, pogonski, mjerni i upravljački).
- Razlikovati vrste napajanja.

Mehanički sustav robota

Ciljevi i zadaće sata:

- Razumjeti mehaničke komponente, povezati mehanički sustav s funkcionalnošću robota.

Uvodni dio

Učenicima se prikazuje stvaran robot ili model koji ilustrira različite mehaničke sustave. Učenici raspravljaju o tome kako svaki mehanički dio doprinosi funkcionalnosti robota.

Središnji dio

Učenicima se demonstrira rad zglobova i prijenosnika kada se robot kreće. Raspravljaju o mehaničkim dijelovima i njihovoj izvedbi kada bi se koristili u različitim industrijama. Razgovaraju o prednostima i nedostacima različitih materijala u izradi mehaničkih dijelova kao što su čelik, aluminij i plastika.

Završni dio

Učenici izvlače kartice na kojima se nalazi slika robota i s obzirom na njegovo područje primjene navode ključne mehaničke dijelove, npr. bespilotna letjelica (dron) - izrađen od lakših materijala, osigurati stabilnost okvirom, rotori, kontroler, sklopive ili fiksne noge.

Ova nastavna jedinica omogućava učenicima razumijevanje mehaničkih komponenti robota kroz stvarne primjere i demonstracije. Kroz analizu zglobova, prijenosnika i materijala, učenici stječu dublje znanje o povezanosti mehaničkih dijelova s funkcionalnošću robota te razmatraju prednosti i nedostatke različitih materijala.

Energetski sustav robota

Ciljevi i zadaće:

- Razumjeti osnovne principe energetskeg sustava robota, uključujući izvore energije, pohranu energije te njezinu pretvorbu u pokret.

Uvodni dio

Učenicima se postavlja temeljno pitanje o tome kako roboti dobivaju energiju i zašto je to ključno za njihovo funkcioniranje. Učenicima se prikazuju vrste različitih robota i njihovih energetskeg izazva (mobilni roboti, robotske ruke, bespilotne letjelice). Razmišljaju o potrebama za energijom u svakom primjeru.

Središnji dio

Učenici se dijele u grupe koje istražuju specifične primjene različitih izvora energije (baterije, solarni paneli, električni priključak) na primjeru određenog robota. Analiziraju prednosti i nedostatke svakog izvora. Razmatraju načine na koje roboti pohranjuju energiju te kako ju pretvaraju u pokret.

Završni dio

Učenici izlažu svoja istraživanja. Ostali učenici postavljaju pitanja i daju povratne informacije. Razgovaraju o mogućnosti poboljšanja energetskeg sustava robota u budućnosti.

Ova nastavna jedinica omogućava učenicima razumijevanje osnovnih koncepata kao što su izvor energije i napajanje. Razvijanje kritičkog razmišljanja o odabiru izvora energije s obzirom na specifičnosti robota i njegovu primjenu.

Mjerni sustav robota

Ciljevi i zadaće:

- Razviti razumijevanje i vještine u vezi s mjernim sustavima robota, usmjeravajući posebnu pažnju na senzore, kako bi učenici stekli sposobnost primjene mjernih tehnologija u robotici.



7



2

Uvodni dio

Učenicima se postavlja pitanje: „Koliko su mjerni sustavi važni u robotici?“ Učenici iznose svoje mišljenje opisujući stvarne primjere iz industrije, medicine, svemirskih istraživanja itd.

Središnji dio

Učenici istražuju osnovne pojmove mjernog sustava i senzore. Učenicima se demonstrira rad različitih senzora u virtualnoj simulaciji. Istražuju gdje se sve mogu primjenjivati senzori u robotici.

Završni dio

Razgovor o primjenama mjernih sustava u svakodnevnom životu, industriji i znanstvenim istraživanjima. Učenici rješavaju kratki kviz koji provjerava razumijevanje osnovnih pojmova i njihovu primjenu.

Ova nastavna jedinica omogućuje učenicima praktičnu primjenu svojih znanja o mjernim sustavima i sensorima u robotici, potičući ih na aktivno sudjelovanje, razmišljanje o primjeni tehnologije u stvarnom svijetu.

Upravljački sustav robota

Ciljevi i zadaće:

- Razumjeti upravljački sustav robota.

Uvodni dio

Učenicima se kronološki prikazuju revolucionarna dostignuća u područjima upravljačkog sustava. Potiče ih se na raspravu o ulozi upravljačkog sustava u robotici i njihovom utjecaju na radne karakteristike robota.

Središnji dio

Učenici razmatraju stvarne primjere upravljačkih sustava u robotici, s naglaskom na različite vrste robota (industrijski, mobilni, humanoidni). Učenici rade praktičnu vježbu kojom projektiraju jednostavan upravljački sustav na određeni robotski zadatak, koristeći se simulacijskim alatima ili jednostavnim robotskim platformama.

Završni dio

Učenici prezentiraju radove, dijeleći svoja iskustva i pristupe. Raspravljaju o mogućim poboljšanjima njihovih upravljačkih sustava.

Ova nastavna jedinica omogućava učenicima razumijevanje evolucije upravljačkih sustava u robotici, potiče raspravu o njihovoj ključnoj ulozi te istražuje konkretne primjere u različitim vrstama robota. Kroz praktičnu vježbu, učenici stječu vještine projektiranja upravljačkih sustava, primjenjujući ih na određeni robotski zadatak, koristeći simulacijske alate ili stvarne robotske platforme.

Daroviti učenici



Darovitim učenicima možete dodatno izazvati znatiželju i kreativnost kroz dublje i složenije zadatke, koji će proširiti njihovo razumijevanje područja robotike.

Evo nekoliko prijedloga za nastavne jedinice:

- Napredni upravljački sustav za industrijske robote: razviti sofisticiran sustav za optimizaciju kretanja robota.
- Inovacije u energetsom sustavu: istražiti nove izvore energije i baterijske tehnologije za poboljšanje energetske učinkovitosti robota.
- Napredne mjerne tehnologije za bolju percepciju: primijeniti visokotehnološke senzore, poput sustava za dubinsko učenje ili lidara, za poboljšanu sposobnost percepcije robota.
- Simulacije i virtualni trening: razviti virtualni trening kroz simulacije kako bi se optimizirala reakcija robota u različitim scenarijima.⁵

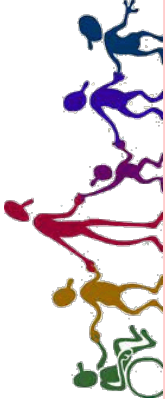
Učenici s teškoćama u razvoju

Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s poteškoćama u razvoju i učenicima sa specifičnim poteškoćama u učenju, uvijek valja imati na umu da oni čine heterogenu skupinu i da odabir prilagodbi valja temeljiti na individualnim obilježjima pojedinih učenika.

Za učenike s oštećenjem vida preporučuje se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja) kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, klupu s nagibom). Isto tako, važno je imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad uistinu valja koristiti (tablica, šilo, čitači ekrana, itd.). U scenarijima valja odabirati one elemente koji imaju i zvučni zapis, kao što su videozapisi s popratnim zvukom, koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmeno ili predlošcima s kratkom uputom na što valja usmjeriti pozornost prilikom praćenja videozapisa.

Za učenike s oštećenjem sluha preporučuje se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastavne jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika na gledanje videozapisa, u okviru koje se također savjetuje pripremiti predložak na kojem se nalazi tekst koji će ostali učenici slušati. Potrebno je uzeti u obzir to da će učenici s oštećenjem sluha imati poteškoća s razumijevanjem definicija i uputa zadataka, kao i učenici sa specifičnim poteškoćama prilikom učenja.

Za učenike s motoričkim poteškoćama preporučuje se prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, primjerice, posebno za uporabu digitalnih obrazovnih materijala, kao i za pokretanje videozapisa. Učenici s motoričkim poteškoćama brže se umaraju i služe se uređajima u skladu s motoričkim mogućnostima. Ako je učenik s motoričkim poteškoćama korisnik asistivne tehnologije, nju valja koristiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (tako da učenik odgovori putem uređaja). S obzirom na to da učenici s motoričkim poteškoćama obično imaju stručnu podršku asistenata, preporučuje se pomoć asistenta pri uvećanju zaslona prilikom praćenja nastavne jedinice i označavanja odgovora u zadacima.



Ako se uz nastavnu jedinicu planiraju preslike radnih materijala, one moraju biti uvećane. Ako se učenik školuje po prilagođenom planu i programu, ne valja inzistirati na tome da učenik prođe kroz sve zadatke koji su planirani nastavnom jedinicom već treba odabrati one koji su ključni.

Za učenike s poremećajima glasovno-govorne komunikacije, kod kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija, valja koristiti individualizirani pristup. Primjerice, važno je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u skupini. Učenike koji ne govore tečno (mucanje i sl.) ne valja izlagati prezentiranju sadržaja pred cijelim razredom i ne trebaju nužno odgovarati usmeno.

Za učenike sa specifičnim poteškoćama pri učenju (primjerice učenici s disleksijom, disgrafijom, diskalkulijom i drugim jezičnim poteškoćama) potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti jedan od ponuđenih fontova (primjerice Dyslexia). Za pripremu dodatnih materijala savjetuje se: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije ili ključne riječi istaknuti podebljanjem tiska (npr. imaginarna jedinica, imaginarni broj, kompleksni broj i sl.). Valja voditi računa o tome da im se pojednostave sve upute (posebno učenicima s jezičnim poteškoćama).

Za učenike s poremećajima ponašanja važno je osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem nekih drugih aktivnosti, primjerice izradom plakata ili prezentacije pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Po završetku nastavne jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjerena ponašanja, ali ne treba ga kritizirati i uspoređivati s drugima ako se neprimjereno ponašao.

Za učenike s poremećajem iz spektra autizma preporučuje se koristiti vizualnu podršku tako da se sadržaj jedinice unaprijed najavi putem slika ili natuknica, kao i svaka nova aktivnost unutar jedinice (primjerice videozapis). Preporučuje se povezati temu ove jedinice s interesima učenika u svim zadatcima u kojima je to moguće.⁶

⁶ Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi, Narodne novine, br. 87/2008, Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s učenicima s teškoćama“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-ucenicima-s-teskocama/4450> (srpanj 2023.)

Vođeni proces učenja i poučavanja



35



4

Nastavna cjelina	Nastavna jedinica	Broj sati
4. SPAJANJE I ODRŽAVANJE ROBOTA (4 sata)	a. Spajanje industrijskog robota	2
	b. Održavanje industrijskih robota	2

Obrada novoga gradiva

Generičke kompetencije:

- sposobnost analize i sinteze
- istraživačke sposobnosti
- pisana komunikacija na materinskom jeziku
- suradnja
- interpretiranje informacija zasnovanih na prethodno stečenim znanjima
- informacijska pismenost.

Cilj:

- Razumjeti postupke spajanja i održavanja robota, uz naglasak na sigurnost i optimalnu izvedbu.

Odgojno-obrazovni ishodi nastavne cjeline:

- Spojiti motore robota s upravljačkom jedinicom.
- Pokrenuti robota.

Spajanje industrijskog robota

Ciljevi i zadaće:

- Razviti kompetencije u spajanju industrijskih robota, uključujući sigurnosne mjere, fizičko povezivanje robota s upravljačkom jedinicom, konfiguraciju softvera te osnovno testiranje i održavanje.

Uvodni dio

Učenici raspravljaju o važnosti sigurnosnih mjera pri radu s robotima. Navode primjere iz stvarnoga života te iznose već stečena znanja.

Središnji dio

Učenicima se demonstrira fizičko povezivanje robota s upravljačkom jedinicom. Učenici simuliraju montaže senzora prema specifikacijama, predviđaju neke situacije. Nakon spajanja učenici testiraju kretnje robota, prate ponašanje robota i otkrivaju potencijalne probleme.

Završni dio

Učenici raspravljaju o važnosti dokumentacije i redovitog održavanja. Dijelev svoje spoznaje i iskustva. Pišu kratku uputu s osnovnim koracima za spajanje robota.

Ova nastavna jedinica omogućava učenicima razvoj stručnih vještina u instalaciji robota, sigurnosnu svijest te praktično iskustvo kroz simulacije. Kroz timski rad, analitičke sposobnosti te naglasak na dokumentaciji, učenici stječu kompetencije važne za rad u području automatizacije. Ova nastava potiče i pisanje jasnih uputa, razvijajući komunikacijske vještine u izražavanju tehničkih procedura.

Održavanje industrijskih robota



3 5



4



2

Ciljevi i zadaće:

- Razviti osjećaj važnosti redovitog održavanja industrijskih robota kako bi se osigurala dugovječnost, pouzdanost i optimalne radne karakteristike, te educirati osoblje o sigurnosnim mjerama i postupcima održavanja.

Uvodni dio

Učenici odgovaraju na postavljena pitanja poput: „Zašto je održavanje industrijskih robota važno?“ i „Kako redovito održavanje utječe na radne karakteristike i sigurnost rada?“

Središnji dio

Učenicima se prikazuju stvarne situacije u kojima je nedostatak održavanja doveo do problema s robotima u industrijskom okruženju. Raspravljaju o osnovnim elementima održavanja, uključujući vizualne preglede, provjeru sustava, nadograđivanje softvera i educiranje osoblja. Učenicima se simulira rad robota u različitim uvjetima, prate kako robot reagira na različite zadatke.

Završni dio

Učenici razgovaraju o tome kako redovito održavanje utječe na dugovječnost robota i održavanje optimalnih radnih karakteristika. Učenici rješavaju kratki kviz koji provjerava razumijevanje održavanja robota.



Nastavna jedinica o održavanju industrijskih robota pruža učenicima ključne vještine poput praktičnog iskustva u vizualnim pregledima i radu s različitim sustavima. Kroz analitički pristup, učenici razvijaju sposobnost prepoznavanja i rješavanja problema te stječu sigurnosnu svijest u radu s robotima. Ova nastava potiče suradnički rad, razumijevanje softverskih elemenata te organizacijske vještine kroz zaključni projekt, pripremajući ih za operativnost i održavanje u stvarnom industrijskom okruženju. Kroz refleksiju i samostalno učenje, učenici postaju svjesni važnosti redovitog održavanja za dugovječnost, pouzdanost i optimalne radne karakteristike industrijskih robota.

Daroviti učenici



Darovitim učenicima možete dodatno izazvati znatiželju i kreativnost kroz dublje i složenije zadatke, koji će proširiti njihovo razumijevanje područja robotike.

Evo nekoliko prijedloga za svaku od prethodnih nastavnih jedinica:

- Inovacija u sigurnosti: istraživanje najnovijih tehnologija sigurnosnih sustava za industrijske robote.
- Virtualna simulacija održavanja: korištenje virtualnih alata za simulaciju održavanja robota, otkrivanje problema i predlaganje rješenja.
- Projekt radnih karakteristika: analiza ključnih parametara za optimalan rad industrijskog robota s naglaskom na preciznost i brzinu.
- Strateško održavanje: istraživanje strategija održavanja s preporukama za optimalan plan održavanja robota u različitim industrijskim okruženjima.⁷

Učenici s teškoćama u razvoju

Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s poteškoćama u razvoju i učenicima sa specifičnim poteškoćama u učenju, uvijek valja imati na umu da oni čine heterogenu skupinu i da odabir prilagodbi valja temeljiti na individualnim obilježjima pojedinih učenika.

Za učenike s oštećenjem vida preporučuje se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja) kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, klupu s nagibom). Isto tako, važno je imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad uistinu valja koristiti (tablica, šilo, čitači ekrana, itd.). U scenarijima valja odabirati one elemente koji imaju i zvučni zapis, kao što su videozapisi s popratnim zvukom, koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmeno ili predlošcima s kratkom uputom na što valja usmjeriti pozornost prilikom praćenja videozapisa.

Za učenike s oštećenjem sluha preporučuje se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastavne jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika na gledanje videozapisa, u okviru koje se također savjetuje pripremiti predložak na kojem se nalazi tekst koji će ostali učenici slušati. Potrebno je uzeti u obzir to da će učenici s oštećenjem sluha imati poteškoća s razumijevanjem definicija i uputa zadataka, kao i učenici sa specifičnim poteškoćama prilikom učenja.

Za učenike s motoričkim poteškoćama preporučuje se prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, primjerice, posebno za uporabu digitalnih obrazovnih materijala, kao i za pokretanje videozapisa. Učenici s motoričkim poteškoćama brže se umaraju i služe se uređajima u skladu s motoričkim mogućnostima. Ako je učenik s motoričkim poteškoćama korisnik asistivne tehnologije, nju valja koristiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (tako da učenik odgovori putem uređaja). S obzirom na to da učenici s motoričkim poteškoćama obično imaju stručnu podršku asistenata, preporučuje se pomoć asistenta pri uvećanju zaslona prilikom praćenja nastavne jedinice i označavanja odgovora u zadacima.

Ako se uz nastavnu jedinicu planiraju preslike radnih materijala, one moraju biti uvećane. Ako se učenik školuje po prilagođenom planu i programu, ne valja inzistirati na tome da učenik prođe kroz sve zadatke koji su planirani nastavnom jedinicom već treba odabrati one koji su ključni.

Za učenike s poremećajima glasovno-govorne komunikacije, kod kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija, valja koristiti individualizirani pristup. Primjerice, važno je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u skupini. Učenike koji ne govore tečno (mucanje i sl.) ne valja izlagati prezentiranju sadržaja pred cijelim razredom i ne trebaju nužno odgovarati usmeno.

Za učenike sa specifičnim poteškoćama pri učenju (primjerice učenici s disleksijom, disgrafijom, diskalkulijom i drugim jezičnim poteškoćama) potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti jedan od ponuđenih fontova (primjerice Dyslexia). Za pripremu dodatnih materijala savjetuje se: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije ili ključne riječi istaknuti podebljanjem tiska (npr. imaginarna jedinica, imaginarni broj, kompleksni broj i sl.). Valja voditi računa o tome da im se pojednostave sve upute (posebno učenicima s jezičnim poteškoćama).

Za učenike s poremećajima ponašanja važno je osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem nekih drugih aktivnosti, primjerice izradom plakata ili prezentacije pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Po završetku nastavne jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjerena ponašanja, ali ne treba ga kritizirati i uspoređivati s drugima ako se neprimjereno ponašao.

Za učenike s poremećajem iz spektra autizma preporučuje se koristiti vizualnu podršku tako da se sadržaj jedinice unaprijed najavi putem slika ili natuknica, kao i svaka nova aktivnost unutar jedinice (primjerice videozapis). Preporučuje se povezati temu ove jedinice s interesima učenika u svim zadacima u kojima je to moguće.⁸

⁸ Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi, Narodne novine, br. 87/2008, Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s učenicima s teškoćama“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-ucenicima-s-teskocama/4450> (srpanj 2023.)

Vođeni proces učenja i poučavanja



Nastavna cjelina	Nastavna jedinica	Broj sati
5. PROGRAMIRANJE JEDNOSTAVNOG ROBOTSKOG SUSTAVA		6

Obrada novoga gradiva

Generičke kompetencije:

- sposobnost analize i sinteze
- istraživačke sposobnosti
- pisana komunikacija na materinskom jeziku
- suradnja
- interpretiranje informacija zasnovanih na prethodno stečenim znanjima
- informacijska pismenost.

Cilj:

- Razviti temeljna znanja u programiranju robotskog sustava, omogućujući učenicima razumijevanje osnovnih principa kodiranja te primjenu tih vještina na jednostavnom robotskom modelu.

Odgojno-obrazovni ishodi nastavne cjeline:

- Kreirati jednostavan program za rad robota.
- Simulirati program na robotu.
- Otkriti i ispraviti greške u programu.

Programiranje jednostavnog robotskog sustava

Uvodni dio

Učenici se upoznaju s osnovnim pojmovima programiranja, poput algoritama, varijabli i petlji. Učenicima se prikazuju primjeri svakodnevnih situacija gdje se koristi programiranje u robotici i tehnologiji.

Središnji dio

Učenicima se demonstrira način programiranja jednostavnog sustava, osnovne naredbe, načini kretanja robota u prostoru, naredbe za korištenje alata. Učenici se pokušavaju kretati s robotom u prostoru, slušaju upute nastavnika. U paru pokušavaju napraviti jednostavan program.

Završni dio

Učenici provode testiranje programa na robotu i otkrivaju moguće probleme. Učenici rade na optimizaciji i poboljšanju svojih programa.

Ova nastavna cjelina omogućuje učenicima da steknu temeljna znanja o programiranju koje mogu primijeniti u različitim kontekstima. Kroz rad na stvarnom robotskom modelu, učenici dobivaju praktično iskustvo u rješavanju problema i programiranju. Potiče se kreativno razmišljanje kroz rješavanje izazova i poboljšavanje vlastitih programa.

Daroviti učenici

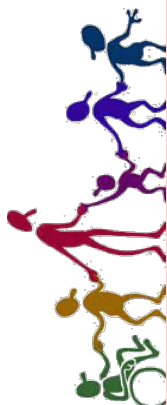


Darovitim učenicima možete dodatno izazvati znatiželju i kreativnost kroz dublje i složenije zadatke, koji će proširiti njihovo razumijevanje područja robotike.

Evo nekoliko prijedloga za svaku od prethodnih nastavnih jedinica:

- Napredno programiranje: razvijanje visokozahtjevnih programerskih vještina, poput upotrebe *API*-ja, funkcionalnog programiranja ili primjene algoritama strojnog učenja.
- Razvoj dodatnih funkcionalnosti: uvrštavanje novih funkcionalnosti robota, uključujući autonomno prepoznavanje objekata ili međusobnu komunikaciju između robota.
- Optimizacija radnih karakteristika: naglasak na optimizaciji koda, poboljšanju radnih karakteristika robota te smanjenju vremena izvođenja, potrošnje energije ili poboljšanju preciznosti senzora.
- Projektni zadatak: razvoj cjelovitih projekata koji koriste programiranje robotskog sustava za rješavanje stvarnih problema, kao što su automatizacija zadataka u školi, stvaranje inovativnih rješenja ili prototipova za industrijsku primjenu.⁹

Učenici s teškoćama u razvoju



Kako biste sadržaje ove jedinice prilagodili učenicima s poteškoćama u razvoju i učenicima sa specifičnim poteškoćama u učenju, uvijek valja imati na umu da oni čine heterogenu skupinu i da odabir prilagodbi valja temeljiti na individualnim obilježjima pojedinih učenika.

Za učenike s oštećenjem vida preporučuje se voditi računa o prilagodbi učioničkog prostora (primjerice mjesto sjedenja) kao i radnog prostora (osigurati dodatnu rasvjetu, povećala, klupu s nagibom). Isto tako, važno je imati na umu da pomagala koja učenicima olakšavaju rad uistinu valja koristiti (tablica, šilo, čitači ekrana, itd.). U scenarijima valja odabirati one elemente koji imaju i zvučni zapis, kao što su videozapisi s popratnim zvukom, koje je dobro unaprijed najaviti i/ili popratiti usmeno ili predlošcima s kratkom uputom na što valja usmjeriti pozornost prilikom praćenja videozapisa.

Za učenike s oštećenjem sluha preporučuje se unaprijed pripremiti pisani materijal koji će pratiti ključne dijelove nastavne jedinice. Posebnu pozornost valja posvetiti pripremi učenika na gledanje videozapisa, u okviru koje se također savjetuje pripremiti predložak na kojem se nalazi tekst koji će ostali učenici slušati. Potrebno je uzeti u obzir to da će učenici s oštećenjem sluha imati poteškoća s razumijevanjem definicija i uputa zadataka, kao i učenici sa specifičnim poteškoćama prilikom učenja.

Za učenike s motoričkim poteškoćama preporučuje se prilagoditi vrijeme izvođenja aktivnosti, primjerice, posebno za uporabu digitalnih obrazovnih materijala, kao i za pokretanje videozapisa. Učenici s motoričkim poteškoćama brže se umaraju i služe se uređajima u skladu s motoričkim mogućnostima. Ako je učenik s motoričkim poteškoćama korisnik asistivne tehnologije, nju valja koristiti s ciljem aktivnog sudjelovanja na nastavi (tako da učenik odgovori putem uređaja). S obzirom na to da učenici s motoričkim poteškoćama obično imaju stručnu podršku asistenata, preporučuje se pomoć asistenta pri uvećanju zaslona prilikom praćenja nastavne jedinice i označavanja odgovora u zadacima.



Ako se uz nastavnu jedinicu planiraju preslike radnih materijala, one moraju biti uvećane. Ako se učenik školuje po prilagođenom planu i programu, ne valja inzistirati na tome da učenik prođe kroz sve zadatke koji su planirani nastavnom jedinicom već treba odabrati one koji su ključni.

Za učenike s poremećajima glasovno-govorne komunikacije, kod kojih je utvrđeno mucanje ili dječja govorna apraksija, valja koristiti individualizirani pristup. Primjerice, važno je voditi računa o načinu odgovaranja pred drugim učenicima i o njihovoj ulozi tijekom rada u skupini. Učenike koji ne govore tečno (mucanje i sl.) ne valja izlagati prezentiranju sadržaja pred cijelim razredom i ne trebaju nužno odgovarati usmeno.

Za učenike sa specifičnim poteškoćama pri učenju (primjerice učenici s disleksijom, disgrafijom, diskalkulijom i drugim jezičnim poteškoćama) potrebno je prilagoditi veličinu slova (najmanje 12 pt) te upotrijebiti jedan od ponuđenih fontova (primjerice Dyslexia). Za pripremu dodatnih materijala savjetuje se: povećati razmak između redova, tekst poravnati na lijevu stranu, važne informacije ili ključne riječi istaknuti podebljanjem tiska (npr. imaginarna jedinica, imaginarni broj, kompleksni broj i sl.). Valja voditi računa o tome da im se pojednostave sve upute (posebno učenicima s jezičnim poteškoćama).

Za učenike s poremećajima ponašanja važno je osigurati aktivno sudjelovanje u nastavi putem nekih drugih aktivnosti, primjerice izradom plakata ili prezentacije pri rješavanju problema iz svakodnevnog života. Po završetku nastavne jedinice valja pohvaliti učenika za sva primjerena ponašanja, ali ne treba ga kritizirati i uspoređivati s drugima ako se neprimjereno ponašao.

Za učenike s poremećajem iz spektra autizma preporučuje se koristiti vizualnu podršku tako da se sadržaj jedinice unaprijed najavi putem slika ili natuknica, kao i svaka nova aktivnost unutar jedinice (primjerice videozapis). Preporučuje se povezati temu ove jedinice s interesima učenika u svim zadacima u kojima je to moguće.¹⁰

¹⁰ Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi, Narodne novine, br. 87/2008, Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s učenicima s teškoćama“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-ucenicima-s-teskocama/4450> (srpanj 2023.)

Oblici učenja temeljenog na radu



Naziv vježbe	Broj sati
1. Građa robota	4
2. Svojstva i značajke jednostavnog robota	6
3. Funkcionalne cjeline robota	6
4. Spajanje i održavanje robota	6
5. Programiranje jednostavnog robotskog sustava	12
Vrednovanje rezultata	1

Građa robota



Ciljevi vježbe:

Razvijati razumijevanje primjene robota kroz interaktivnu raspravu o područjima primjene, analizu karakteristika robota u različitim sektorima, te prezentaciju stvorenih plakata, potičući kritičko razmišljanje, suradnju i prezentacijske vještine učenika.

Uvodni dio

Učenici se uključuju u sadržaj razgovorom o područjima gdje se roboti primjenjuju. Raspravljaju te navode primjere, uz već ponuđene primjere. Potrebno je navesti najmanje jednog robota za svako područje.

Za aktivno uključivanje učenika može se koristiti oluja ideja.

Središnji dio

Učenici rade u parovima ili grupama i dodijeljeno im je jedno od područja primjene (industrija, medicina, vojska, svemirska ili podmorska istraživanja, kućanstvo i uslužne djelatnosti). Za svako područje potrebno je analizirati građu robota, navesti osnovne dijelove, navesti što je karakteristično za svakog robota (s obzirom na način kretanja, okruženje u kojem rade i sl.) Rezultat rada treba biti izrada plakata s naslovom, čitljivim tekstom, urednim slikama i ravnotežom materijala, što će učenici prezentirati vršnjacima.

Zaključni dio

Učenici u paru prezentiraju svoj rezultat rada, vrednuju jedni druge i izabiru najbolji plakat.





Vrednovanje kao učenje

Učenik uspoređuje rješenja svojih zadataka s drugim učenicima i svoj doprinos uspješnosti rada tima (samovrednovanje), vrednuju plakate ostalih timova (kvalitetu sadržaja i kvalitetu javnog prezentiranja) i izabiru najbolju prezentaciju (vršnjačko vrednovanje).

Tablica samovrednovanja

Elementi procjene	Potpuno	Djelomično	Potrebno doraditi
Uspješno smo izvršili zadatak.			
Svaki član tima dao je maksimalan doprinos rješenju zadatka.			
Zadatak je zahtijevao sudjelovanje svih članova tima.			
Svi članovi tima međusobno su uvažavali tuđa mišljenja.			
Zadovoljan/zadovoljna sam osobnim doprinosom rješenju zadatka.			
Sviđa mi se ovakav način učenja i poučavanja.			

Svojstva i značajke jednostavnog robota



3 5



6

Ciljevi vježbe:

Razviti model ili prototip jednostavnog robota koji ima određenu svrhu i demonstrira ključne dijelove i svojstva robota.

Uvodni dio

Učenici su podijeljeni u grupe u kojima će razviti ideju robota po izboru. Raspravljaju o svrsi robota, obavljanju zadataka, istraživanju okoline. Analiziraju ključne dijelove i svojstva robota kojeg će modelirati.

Središnji dio

Odlučuju kakav će robot izraditi te navode njegova svojstva. Učenici mogu izraditi crtež / 3D model robota te odabrati materijale za izradu modela/prototipa. Ako rade 3D prikaz, potrebno je izmodelirati dijelove i sklopiti ih u funkcionalnu cjelinu. Ako rade crtež, bitno je na crtežu naznačiti osnovne dijelove robota. Učenici rade prezentaciju u kojoj će prikazati svrhu, dijelove i svojstva robota.

Zaključni dio

Učenici pišu kratki izvještaj o vlastitom doprinosu projektu, naučenim lekcijama i kako bi poboljšali buduće modele ili prototipe robota. Grupnom raspravom analiziraju cjelokupni proces i ističu ključne elemente koji su doprinijeli uspjehu ili izazovima tijekom razvoja modela ili prototipa jednostavnog robota.



Vrednovanje kao učenje

Učenik uspoređuje rješenja svojih zadataka s drugim učenicima i svoj doprinos uspješnosti rada tima (samovrednovanje), vrednuju plakate ostalih timova (kvalitetu sadržaja i kvalitetu javnog prezentiranja) i izabiru najbolju prezentaciju (vršnjačko vrednovanje).

Tablica samovrednovanja:

Elementi procjene	Potpuno	Djelomično	Potrebno doraditi
Model/prototip prikazuje izgled i funkcionalnost robota.			
Dizajn je inovativan i kreativan.			
Prezentacija je bila jasna, navedeni su ciljevi i svojstva robota.			
Svaki član tima dao je maksimalan doprinos rješenju zadatka.			
Zadatak je zahtijevao sudjelovanje svih članova tima.			
Svi članovi tima međusobno su uvažavali tuđa mišljenja.			
Zadovoljan/zadovoljna sam osobnim doprinosom rješenju zadatka.			
Sviđa mi se ovakav način učenja i poučavanja.			

Funkcionalne cjeline robota



3 5



6

Grupni rad:

Analizirati sustav robota u određenom području primjene.

Ciljevi vježbe:

Analizirati mehanički, energetska, mjerni i upravljački sustav različitih robota u različitim područjima primjene, razvijajući razumijevanje doprinosa svake funkcionalne cjeline u specifičnom okruženju.

Uvodni dio

Učenici raspravljaju o različitim vrstama robota, istražujući njihove uloge u društvu i funkcionalne cjeline koje ih čine. Učenicima se objašnjava zadatak. Učenici se dijele u četiri grupe, a svaka grupa analizira određeni sustav robota.

Središnji dio

Grupa učenika analizira svoj dodijeljeni sustav koristeći prethodna znanja i dostupne izvore informacija. Grupa uspoređuje mehaničke karakteristike, energetska rješenja, mjernu opremu i upravljačke sustave iz različitih područja primjene. Zajednički izrađuju prezentaciju koju će prezentirati ostatku razreda. Unutar prezentacije uključena su i pitanja za ponavljanje.

Zaključni dio

Učenici prezentiraju svoje analize i postavljaju pitanja koja potiču na razumijevanje ključnih elemenata svakog sustava. Raspravljaju o usporedbama i razlikama među različitim vrstama robota te kako svaki sustav zadovoljava specifične potrebe u svojem području primjene. Ovaj završni dio potiče kritičko razmišljanje i dijalog među učenicima.

Vrednovanje kao učenje

Učenik uspoređuje rješenja svojih zadataka s drugim učenicima i svoj doprinos uspješnosti rada tima (samovrednovanje), vrednuju plakate ostalih timova (kvalitetu sadržaja i kvalitetu javnog prezentiranja) i izabiru najbolju prezentaciju (vršnjačko vrednovanje).

Tablica samovrednovanja:

Elementi procjene	Potpuno	Djelomično	Potrebno doraditi
Analiza funkcionalne cjeline pruža dovoljno informacija i detalja.			
Članovi su koristili raznolike izvore informacija.			
Prezentacija je bila jasna, članovi su dobro prenijeli svoje spoznaje.			
Postavljena pitanja za ponavljanje na kraju prezentacije jasna su i pokrivaju ključne elemente obrađene teme.			
Svaki član tima dao je maksimalan doprinos rješenju zadatka.			
Zadatak je zahtijevao sudjelovanje svih članova tima.			
Svi članovi tima međusobno su uvažavali tuđa mišljenja.			
Zadovoljan/zadovoljna sam osobnim doprinosom rješenju zadatka.			
Sviđa mi se ovakav način učenja i poučavanja.			

Spajanje i održavanje robota

Projektni zadatak

Učenici se dijele u skupine. Svaka skupina treba izraditi uputu za upravljanje i održavanje robotskog sustava. Na linijsku traku došla je nova robotska ruka i radnici nisu upoznati s načinima upravljanja i održavanja, neki radnici imaju problem s razumijevanjem stranoga jezika na kojem su upute proizvođača napisane. Upute su previše složene. Potrebno je napraviti kraće i jednostavnije upute. Uputa treba sadržavati:

- opis robota i osnovnih dijelova
- korake za pripremu robotske ruke za rad (spojiti motor, uključiti napajanje)
- načine upravljanja
- načine održavanja.

Upute mogu biti u digitalnom zapisu u obliku prezentacije, priručnika ili videozapisa.

Svaka skupina prezentira svoj rad. Učenici vrednuju jedni druge i izabiru najbolju prezentaciju.

Vrednovanje kao učenje

Učenik uspoređuje rješenja svojih zadataka s drugim učenicima i svoj doprinos uspješnosti rada tima (samovrednovanje), vrednuju plakate ostalih timova (kvalitetu sadržaja i kvalitetu javnog prezentiranja) i izabiru najbolju prezentaciju (vršnjačko vrednovanje).

Tablica samovrednovanja:

Elementi procjene	Potpuno	Djelomično	Potrebno doraditi
Uspješno smo izvršili projektni zadatak.			
Svaki član tima dao je maksimalan doprinos rješenju projektnog zadatka.			
Projektni zadatak zahtijevao je sudjelovanje svih članova tima.			
Svi članovi tima međusobno su uvažavali tuđa mišljenja.			
Zadovoljan/zadovoljna sam osobnim doprinosom rješenju projektnog zadatka.			
Sviđa mi se ovakav način učenja i poučavanja.			

Daroviti učenici



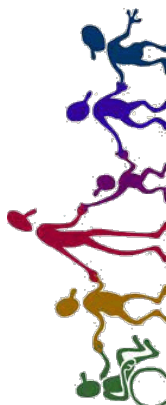
Darovitim učenicima treba omogućiti obogaćivanje sadržaja (proširivanje dodatnim sadržajima kojih se rijetko dotiču) ili postavljanjem ishoda više razine, a sve u skladu s razlikovnim/individualiziranim kurikulumom. Preporuča se takvim učenicima proširiti sadržaj zadatka. Učeniku omogućiti individualni rad s nastavnikom, a vrednovanje treba provoditi sukladno razlikovnom/individualiziranom kurikulumu s ciljem poticanja motivacije i napretka.

Sadržaji za darovite učenike:

- Za isti projektni zadatak ponuditi dvije različite robotske ruke, opisati njihove prednosti i mane i navesti razlike, te napraviti uputu za njihovo upravljanje i održavanje.¹¹

¹¹ Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s darovitim djecom i učenicima“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-darovitom-djecom-i-ucenicima/5101> (srpanj 2023.)

Učenici s teškoćama u razvoju



Budući da je u ovom skupu ishoda učenja dominantno učenje temeljeno na radu u kojemu se učenici stavljaju u realne radne situacije tijekom kojih rade u timovima, učenicima s teškoćama treba dati produljeno vrijeme za izvršavanje zadatka. Pri određivanju redoslijeda izlaganja treba voditi računa da učenici s teškoćama izlažu na kraju kako bi mogli bolje usvojiti rad ostalih učenika i kako bi imali više vremena za izvršavanje zadataka. Na takav način svaki učenik ima priliku pokazati svoje jače strane, a ostali učenici imaju priliku učiti i raditi s učenicima različitih sposobnosti. Takve su situacije moguće i u stvarnom radnom okruženju pa se učenici navikavaju na timski rad. U individualiziranom kurikulumu za svakog učenika s posebnim potrebama navedeni su preporučeni načini rada, primjeri individualizacije te načini i oblici vrednovanja. Poseban naglasak treba staviti na kontinuirano vrednovanje za učenje koristeći kvalitetne, konstruktivne i poticajne povratne informacije u cilju motiviranja učenika, jačanja samopouzdanja te omogućavanja daljnjeg napretka. Nastavnik će procijeniti koja je razina pedagoške podrške učeniku potrebna. Nije namjera da nastavnik odradi dio uvjeta za dostizanje ishoda učenja umjesto učenika.¹²

Primjer vrednovanja

Za isti projektni zadatak učenik će:

- Opisati robota i njegove dijelove uz podršku nastavnika.
- Kreirati uputu za rad na robotu uz podršku kolege ili nastavnika.

¹² Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi, Narodne novine, br. 87/2008, Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s učenicima s teškoćama“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-ucenicima-s-teskocama/4450> (srpanj 2023.)

Programiranje jednostavnog robotskog sustava

Projektni zadatak

U završnoj fazi kontrole proizvoda potrebno je predmete sortirati u kutije za pakiranje. Nakon što se pokrene robotska ruka, potrebno je predmete staviti u kutije pri čemu treba voditi računa o načinu prihvaćanja predmeta (pomoću alata - gripera), načine kretanja u radnom prostoru (izbjegavanje prepreka uvođenjem više međupozicija), te način na koji će se predmet odložiti u kutiju ili na neki drugi predmet (prilagoditi brzinu, posmak i poziciju odlaganja).

Za izradu programa jednostavnog robotskog sustava treba:

- pokrenuti robotski sustav
- napisati program za izvođenje zadane radnje
- izvesti program uz minimalne greške.

Učenike podijeliti u parove.

Učenici će *on-line metodom programiranja* odrediti i snimiti pomoću privjeska za učenje (*Teach Pendant*) koordinate točaka željene putanje robotske ruke, definirati brzinu kretanja u pojedinim dijelovima putanje. Nakon završetka programa učenik će određenim naredbama na *Teach Pendantu* u koracima provjeriti ispravnost napisanog programa. Zadnji korak puštanje je robotske ruke u rad odabirom automatskog načina rada. Učenici primjenjuju preventivne postupke zaštite na radu u radnom prostoru robota.



3



1 2



Vrednovanje kao učenje

Vrednovanje provodi nastavnik za vrijeme učenja i poučavanja različitim formativnim metodama (izlazne kartice, promatranja...).

Tablica samovrednovanja

Elementi procjene	Potpuno (3 boda)	Potrebni manji ispravci (2 boda)	Potrebne značajnije dopune (1 bod)
Oba su se učenika pripremila za vježbu prema unaprijed zadanim uputama nastavnika.			
Učenici međusobno surađuju za vrijeme rada.			
Svaki učenik izvršava svoj dio zadatka: pisanje programa, snimanje točaka putanje i vođenje robotske ruke.			
Oba učenika sudjeluju u prezentaciji nakon završetka zavarivanja.			
Svaki učenik provodi vršnjačko vrednovanje i samovrednovanje.			

Daroviti učenici

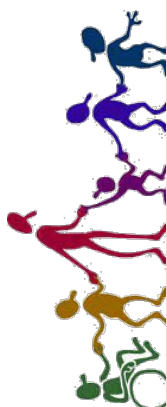


Darovitim učenicima treba omogućiti obogaćivanje sadržaja (proširivanje dodatnim sadržajima kojih se rijetko dotiču) ili postavljanjem ishoda više razine, a sve u skladu s razlikovnim/individualiziranim kurikulumom. Preporuča se takvim učenicima proširiti sadržaj zadatka. Učeniku omogućiti individualni rad s nastavnikom, a vrednovanje treba provoditi sukladno razlikovnom/individualiziranom kurikulumu s ciljem poticanja motivacije i napretka.

Sadržaji za darovite učenike:

- Za isti projektni zadatak ponuditi dvije različite robotske ruke, opisati njihove prednosti i mane, te za predloženi zadatak napraviti program na robotu koji najbolje odgovara traženim zahtjevima.¹³

Učenici s teškoćama u razvoju



Budući da je u ovom skupu ishoda učenja dominantno učenje temeljeno na radu u kojemu se učenici stavljaju u realne radne situacije tijekom kojih rade u timovima, učenicima s teškoćama treba dati produljeno vrijeme za izvršavanje zadatka. Pri određivanju redoslijeda izlaganja treba voditi računa da učenici s teškoćama izlažu na kraju kako bi mogli bolje usvojiti rad ostalih učenika i kako bi imali više vremena za izvršavanje zadataka. Na takav način svaki učenik ima priliku pokazati svoje jače strane, a ostali učenici imaju priliku učiti i raditi s učenicima različitih sposobnosti. Takve su situacije moguće i u stvarnom radnom okruženju pa se učenici navikavaju na timski rad. U individualiziranom kurikulu za svakog učenika s posebnim potrebama navedeni su preporučeni načini rada, primjeri individualizacije te načini i oblici vrednovanja. Poseban naglasak treba staviti na kontinuirano vrednovanje za učenje koristeći kvalitetne, konstruktivne i poticajne povratne informacije u cilju motiviranja učenika, jačanja samopouzdanja te omogućavanja daljnjeg napretka. Nastavnik će procijeniti koja je razina pedagoške podrške učeniku potrebna. Nije namjera da nastavnik odradi dio uvjeta za dostizanje ishoda učenja umjesto učenika.¹⁴

Primjer vrednovanja

Za isti projektni zadatak učenik će:

- Opisati sustav robota uz podršku nastavnika.
- Kreirati jednostavan program na robotu uz podršku učenika ili nastavnika.

¹⁴ Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi, Narodne novine, br. 87/2008, Ministarstvo znanosti i obrazovanja: „Smjernice za rad s učenicima s teškoćama“, preuzeto s: <https://mzo.gov.hr/vijesti/smjernice-za-rad-s-ucenicima-s-teskocama/4450> (srpanj 2023.)