



# MODEL ZADATKA ROBOTIKA

U ŠKOLSKOJ GODINI  
2025./2026.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>3</b>
<b>2. OPIS MODELA I ZADAĆA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 UPUTE NATJECATELJIMA</b> .....	<b>5</b>
<b>3. OPREMA, STROJEVI, INSTALACIJE I POTREBNI MATERIJALI</b> .....	<b>8</b>
<b>4. MATERIJALI, OPREMA I ALATI KOJE DONOSE NATJECATELJI</b> .....	<b>9</b>
<b>5. MATERIJALI, OPREMA I ALATI KOJI SU ZABRANJENI NA RADNOM MJESTU</b> .....	<b>10</b>
<b>6. TABLICA OCJENJIVANJA</b> .....	<b>11</b>

# 1. UVOD

## Tema: Razvrstavanje i recikliranje otpada

Robotika, umjetna inteligencija i automatizacija sve više pronalaze svoju primjenu u rješavanju stvarnih društvenih i okolišnih izazova. Jedno od posebno važnih područja je gospodarenje otpadom, gdje se kombinacijom tehnologije i pametnih sustava može znatno povećati učinkovitost recikliranja i smanjiti negativan utjecaj na okoliš. Razvoj autonomnih robota za sortiranje otpada predstavlja važan korak prema održivijem društvu i pametnijem upravljanju resursima.

U suvremenim sustavima recikliranja sve se više koriste roboti koji mogu samostalno prepoznati različite vrste otpada, rukovati predmetima i razvrstavati ih u odgovarajuće spremnike. Takvi roboti koriste senzore za detekciju materijala, algoritme za donošenje odluka te mehaničke sustave za hvatanje i premještanje predmeta. Automatizacija ovog procesa smanjuje potrebu za ručnim sortiranjem, povećava sigurnost radnika i poboljšava točnost razdvajanja otpada.

Zadatak robota za razvrstavanje otpada temelji se na simuliranom radnom okruženju u kojem su na stazi ili radnom polju razbacani različiti predmeti otpada, poput plastike i metala. Robot se mora kretati prostorom, detektirati pojedini predmet, prepoznati njegovu vrstu te ga pomoću manipulatora podići i prenijeti u odgovarajuću zonu kanti. Zone su jasno definirane i označene, a robot mora koristiti logiku sortiranja kako bi svaki predmet završio na ispravnom mjestu.

Ovakav zadatak omogućuje testiranje i povezivanje više ključnih područja robotike: senzorskog prepoznavanja materijala, mehaničke manipulacije, autonomne navigacije te programskog odlučivanja. Poseban naglasak stavlja se na pouzdanost sustava i sposobnost robota da radi u dinamičnom okruženju, gdje se predmeti nalaze na različitim pozicijama i u različitim orijentacijama.

Primjena robota u sortiranju otpada ima veliku praktičnu i društvenu vrijednost. Osim što potiče razvoj tehničkih vještina i interdisciplinarnog znanja, ovakav sustav izravno doprinosi održivosti, učinkovitijem recikliranju i očuvanju okoliša. Upravo zato robot za razvrstavanje otpada predstavlja izvrstan primjer kako se moderna tehnologija može koristiti za rješavanje stvarnih problema i istovremeno služiti kao snažan edukativni alat.

Opći cilj zadatka je da robot samostalno prepozna vrstu otpada, sigurno pokupi predmet i sortira ga u odgovarajući spremnik. Radni prostor podijeljen je na polje otpada s razbacanim predmetima, zonu kanti s jasno označenim spremnicima te neutralnu zonu za kretanje i manevriranje robota. Uspješno izvršavanje zadatka pokazuje sposobnost robota da kombinira percepciju, kretanje i logičko odlučivanje u svrhu rješavanja realnog problema.

## 2. OPIS MODELA I ZADAĆA

Ovaj testni projekt uključuje pet različitih modula.

### PRIJE NATJECANJA

Za pristupiti natjecanju učenici će izraditi i programirati robota. U modelu zadatka je slika postava testne staze slične onoj kakva će biti na međuzupanijskom i državnom natjecanju, prema kojoj mogu uvježbavati rad svojih robota.

Natjecatelji će pri dolasku na međuzupanijsko i državno natjecanje donijeti tehničku dokumentaciju napravljenog robota u tiskanom obliku.

Dokumentacija mora opisivati sljedeće elemente:

- uvod
- konstrukciju robota (uključujući tekstualni opis, radionički i sklopni crtež sa svim pripadajućim elementima)
- korištene aktuatora i senzore
- opis električnih dijelova (uključujući tekstualni opis i pripadajuće električne sheme) te
- opis programskog koda (koristeći dijagram toka, pseudojezik ili dijelove pravog dokumentiranog koda).

Pri izradi robota dopušteno je upotrebljavati materijal i opremu neovisno o proizvođaču, sve dok je sklopljeni mobilni robot vlastiti rad. Na natjecanje treba donijeti sastavljenog robota, s mogućnošću parcijalne nadogradnje, ovisno o zahtjevima zadatka na samom natjecanju. Na početku natjecanja povjerenstvo će provesti inspekciju robota. Karakteristike mobilnog robota na koje treba obratiti pažnju prilikom pripreme za natjecanje:

- mogućnost kretanja naprijed/nazad, lijevo/desno, okretanje na mjestu (koristeći barem dva motora)
- baterijsko napajanje (ako su baterije punjive treba osigurati punjač)
- upravljačka elektronika (prijedlog Arduino, ESP32 ili Raspberry Pi)
- mogućnost ožičenja upravljačke elektronike dodatnim sensorima i aktuatorima
- zvučni indikator (zujalica)
- zaslon za prikaz teksta
- lako dostupna tipka za uključenje/isključenje robota
- potrebni senzori (npr. senzor crte, udaljenosti i **induktivni senzor**) i aktuatori kako bi bilo moguće izvršiti zadatak
- kamera
- mogućnost dogradnje robota dodatnim sensorom/aktuatorom prije i za vrijeme natjecanja
- mogućnost dogradnje robota ili izmjena efektora (alata).

Primjeri kompleta koji se mogu koristiti za natjecanje:

- [www.didacta.hr/](http://www.didacta.hr/)
- <https://vidi-x.org/radionice/vidi-project-x-87-robot-nadograden-vidi-project-x-mikroracunalom/>
- <https://www.emoro.eu>
- <https://www.diykits.eu>
- <https://soldered.com/hr/>
- <https://top.in.hr/Page.ashx?id=457>

Tijekom natjecanja:

- Modul 1 → Organizacija posla, komunikacijske vještine i međuljudski odnosi
- Modul 2 → Tehnička dokumentacija i prezentacija
- Modul 3 → Mehanička konstrukcija i elektronika
- Modul 4 → Programiranje i razrada algoritma
- Modul 5 → Testiranje

## 2.1 UPUTE NATJECATELJIMA

### MODUL 1

Tijekom cijelog natjecanja, potrebno je obratiti pažnju na:

- ispravno korištenje opreme i materijala na siguran način
- održavanje urednog radnog prostora
- timski rad, podjela posla, davanje i primanje povratnih informacija
- upravljanje vremenom
- komunikacijske vještine u razgovoru s prosudbenim povjerenstvom i unutar tima.

### MODUL 2

Tijekom natjecanja, svaki tim će javno prezentirati svojeg robota i proces njegovog nastanka pred prosudbenim povjerenstvom i publikom. Prezentacija će obuhvatiti pregled tehničke dokumentacije i demonstraciju funkcionalnosti robota, a može trajati najdulje 5 minuta. Nakon prezentacije će uslijediti pitanja prosudbenog povjerenstva i publike.

Dokumentaciju natjecatelji donose na samo natjecanje u tiskanom obliku, a dokumentacija i prezentacija treba obuhvatiti sljedeće:

- idejno rješenje, kratak opis nastanka i razvoja robota,
- opis mehaničkih dijelova,
- opis električnih dijelova,
- opis mobilnih karakteristika,
- opis programskog koda.

### MODUL 3

Radno vrijeme: 3 sata. Prvi dan natjecanja poslijepodne. Zbog organizacijskih i prostornih uvjeta, moguća su odstupanja pa treba pratiti najave organizatora.

Ovaj modul uključuje pregled i dogradnju izrađenog robota, izradu 3D modela zadanog predmeta i izradu zadanog elektroničkog sklopa.

Posebnu pažnju pri izradi robota usmjeriti na:

- ožičenje je ispravno i uredno na način da ne smeta radu robota
- svi dijelovi robota čvrsto su povezani, tijekom rada robot ostaje u jednom komadu
- robot je dizajniran tako da ne može nanijeti štetu poligonu, drugim robotima i ljudima (npr. nema oštrih dijelova, lasera).

Posebnu pažnju pri izradi 3D modela usmjeriti na:

- za vrijeme natjecanja postoji mogućnost da se na osnovu radioničkog crteža mora napraviti 3D model u CAD programu, a zatim isti proizvesti CAM postupkom (npr. 3D printanjem ili na CNC stroju), ili obrnutim putem, da se na osnovu izrađenog prototipa napravi 3D model i radionički crtež u CAD programu
- točnost dimenzija
- primjena standarda tehničkog crtanja i izrade tehničke dokumentacije.

Posebnu pažnju pri izradi elektroničkog sklopa usmjeriti na:

- za vrijeme natjecanja postoji mogućnost zadavanja zadatka izrade elektroničkog sklopa zadanog shemom ili obratno, izrada sheme iz zadanog elektroničkog sklopa
- primjenu standardnih simbola elektroničkih elemenata
- poznavanje čitanja električnih shema
- montaža elemenata na tiskanu pločicu
- lemljenje elektroničkih komponenti
- funkcionalnost elektroničkog sklopa.

## MODUL 4

Radno vrijeme: 4 sata. Drugi dan natjecanja prijedodne. Zbog organizacijskih i prostornih uvjeta, moguća su odstupanja pa treba pratiti najave organizatora.

Natjecatelji programiraju izrađeni robot prema testnom protokolu i razrađuju segmente algoritma prelaska staze. Potrebno je napisati programe kojima se ispituju pojedini dijelovi hardvera (senzora i aktuatora).

## MODUL 5

Radno vrijeme: 8 sati. 4 sata poslijepodne drugi dan i 4 sata prijedodne treći dan. Zbog organizacijskih i prostornih uvjeta, moguća su odstupanja pa treba pratiti najave organizatora.

Natjecatelji će pripremiti robot za prolazak kroz definirani poligon te će demonstrirati brzinu i sposobnost robota za rješavanje zadanih problema.

Zadatak robota je pokupiti otpad uz prepoznavanje vrste otpada te u što manje pokušaja isti odložiti u za to predviđene spremnike.

Robot kreće s pozicije START (niti jedan dio robota ne smije izaći izvan plave linije).

U prvom dijelu zadatka robot mora s ploče Q1 pročitati QR kod i pokupiti informaciju o vrstama otpada i odgovarajućim pozicijama za odlaganje istih. Svaka vrsta otpada ima svoj odgovarajući spremnik za odlaganje (D1, D2, D3). Mogući otpadi su: limenka 0,33l (oznaka M u QR kodu), plastična boca 0,5l (oznaka P u QR kodu) i spužvica za pranje suđa (oznaka S u QR kodu). Broj i vrsta otpada može varirati na pojedinim razinama natjecanja.

Primjer informacije koju sadržava QR kod:

M - D2  
P - D3  
S - D1

Nakon očitavanja robot kreće odgovarajućom stazom i prilazi mogućoj poziciji otpada (P1, P2 i P3). Na poziciji robot mora detektirati vrstu otpada (kako bi znao ispravni spremnik za odlaganje) te ga mora vlastitim mehanizmom pokupiti za siguran prijevoz do odgovarajućeg spremnika.

Nakon što pokupi jedan ili više otpada robot nastavlja vožnju stazom do spremnika za odlaganje. Tokom vožnje robot ne smije napustiti zadanu stazu (staza omeđena crnim linijama S1) i svojim kotačima dodirnuti zelenu površinu (travu). Robot treba na siguran način prijeći preko prepreke R2 (ležeći policajac). Prepreka R2 je npr. obična olovka zalijepljena za poligon preko koje se robot treba prevesti i nastaviti voziti.

Dolaskom pred spremnike robot mora svaki prikupljeni otpad odložiti u za to predviđeni spremnik prema uputama pročitanih sa QR koda.

Spremnici za otpad mogu biti različiti: (D3) u razini podloge obilježeni crnom linijom, (D2) povišeno postolje visine 2 cm te (D1) ograđena posuda. Visina ograde ove posude je 8 cm i debljina 2 cm. Različiti bodovi se dodjeljuju ako je smeće u potpunosti ili djelomično unutar pojedinog spremnika.

Robotu je dozvoljeno stazu prolaziti više puta, ali je ideja je da se sav otpad odloži u ispravne spremnike u što manji broj prolazaka stazom. Manji broj prolazaka stazom donosi više bodova.

Zadatak se smatra izvršenim kada robot odloži sav otpad u za to predviđene spremnike.

Nakon isteka vremena za programiranje i testiranje koje će najaviti Prosudbeno povjerenstvo, roboti svih natjecatelja se stavljaju u karantenu i ne smiju se dirati (programirati ili fizički popravljati) sve dok ne dođu na red za vožnju.

Jedna vožnja i maksimalno vrijeme prolaska staze su 4 minute.

U jednoj vožnji robot se smije pokrenuti samo jednom. Mjerenje vremena kreće prvim pokretanjem robota i prestaje kada:

- robot izvrši sve predviđene radnje (odloži sav otpad u odgovarajuće spremnike)
- natjecatelj jasno i glasno najavi kako je njegov robot završio vožnju i pri tome zaustavi robot te ga ostavi na poziciji gdje se robot u tom trenu našao
- prođu 4 minute - tada natjecatelj zaustavlja robot i ostavlja ga na poziciji gdje se robot u tom trenu našao.

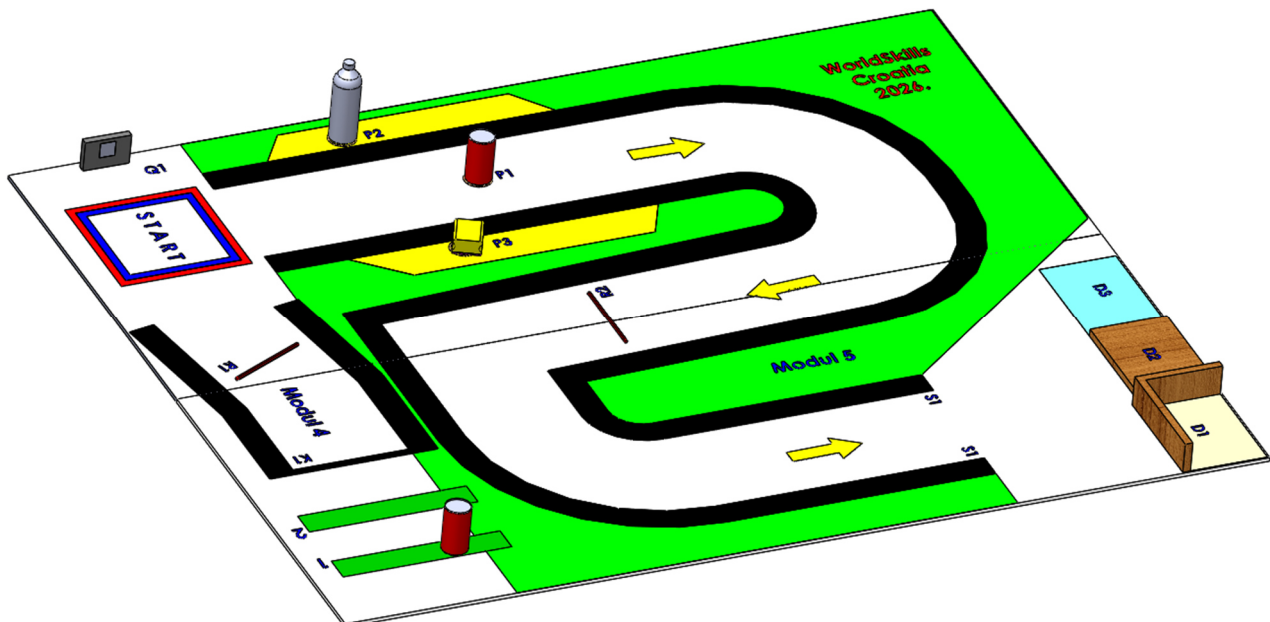
Nakon zaustavljanja robota, robot ostaje u tom položaju sve dok Prosudbeno povjerenstvo ne buduće ostvareno u vožnji i ne dozvoli micanje robota. Ako se robot nakon pokretanja ne makne iz crvenog START područja, tim ga može zaustaviti i pokrenuti ponovno. Vrijeme tada ne prestaje teći, a tim na ovaj način robota smije pokrenuti samo jednom u jednoj vožnji.

Bodovi se dodjeljuju za stanje na poligonu nakon detekcije, prikupljanja i odlaganja otpada. Boduje se, na primjer: čitanje informacija sa QR koda (3 boda), detekcija pozicije i vrste otpada (6 bodova), prihvata otpada (3 boda), prijevoz više otpada odjednom (dodatna 5 bodova), uspješan prolazak staze bez napuštanja iste (6 bodova), uspješan prelazak preko prepreke na stazi (4 boda) te uspješno razvrstavanje otpada u odgovarajuće spremnike (6 bodova). Također dodatno se boduje odlaganje svih vrsta otpada u što manji broj pokušaja (sav otpad iz jednog prolaska stazom 3 bodova ili više prolaska stazom 1 bod). Napomena: ovo je primjer raspodjele bodova na temelju danog primjera staze.

Nakon vožnje natjecatelji potpisuju da su suglasni s ostvarenim bodovima na bodovnoj listi.

Svaka ekipa ima tri do pet vožnji, pri čemu se uvažava rezultat s najvećim brojem ostvarenih bodova. Između vožnji, ekipe će dobiti vrijeme za popravke čiji će početak, trajanje i kraj, javno objaviti Prosudbeno povjerenstvo. Točan broj vožnji biti će definiran na početku natjecanja, a ovisi o vremeniku samog natjecanja.

Dodatne bodove je moguće ostvariti na temelju brzine izvršenja zadataka. Ovi bodovi se dodjeljuju nakon svih vožnji. Najbrži robot ostvaruje najviše bodova. Bodovi za brzinu se dodjeljuju jedino ako je robot uspješno odložio sav otpad u za to predviđene spremnike.



## 3. OPREMA, STROJEVI, INSTALACIJE I POTREBNI MATERIJALI

Prilog: popis infrastrukture

Svaki tim ima:

- izgrađena radna mjesta prema preporuci u poglavljima 8.4 i 8.5 dokumenta *Tehnički opis discipline robotika*
- pristup 3D printeru.

## 4. MATERIJALI, OPREMA I ALATI KOJE DONOSE NATJECATELJI

Natjecatelji donose:

- računalo s instaliranim softverom (za programiranje upravljačke elektronike robota, 3D dizajn, pripremu 3D modela za ispis)
- produžni kabel s minimalno tri priključna mjesta
- 3D printer (samo za državno natjecanje)
- multimetar
- lemilicu s potrebnim priborom
- set križnih i ravnih odvijača
- kliješta (kombinirana, sjekača) prikladna za rad s dijelovima robotske konstrukcije
- pomično mjerilo
- ostali materijal i oprema nužni za popravke i nadogradnju mobilnog robota
- mobilni robot koji je tim sastavio u pripremnom razdoblju
- karakteristike mobilnog robota:
  - maksimalne dimenzije: 300 x 300 x 300 mm (optimalno 200 x 200 x 200 mm)
  - mogućnost kretanja naprijed/nazad, lijevo/desno, okretanje na mjestu (koristeći barem dva motora)
  - baterijsko napajanje (ako su baterije punjive treba osigurati punjač)
  - upravljačka elektronika (prijedlog Arduino, ESP32 ili Raspberry Pi)
  - mogućnost ožičenja upravljačke elektronike dodatnim sensorima i aktuatorima
  - zvučni indikator (zujalica)
  - zaslon za prikaz teksta
  - lako dostupna tipka za uključenje/isključenje robota
  - potrebni senzori (npr. senzor crte, udaljenosti i **induktivni senzor**) i aktuatori kako bi bilo moguće izvršiti zadatak
  - kamera
  - mogućnost dogradnje robota dodatnim sensorom/aktuatorom prije i za vrijeme natjecanja
  - mogućnost dogradnje robota ili izmjena efektora (alata).

Napomena: ovo je samo prijedlog materijala i opreme. Timovima je dopušteno koristiti materijal neovisno o proizvođaču, sve dok je sklopljeni mobilni robot vlastiti rad. Na početku natjecanja povjerenstvo će provesti inspekciju robota. **Ekipi čiji robot ne zadovoljava zadane kriterije bit će dana mogućnost dorade/prerade robota na licu mjesta tijekom prvog dana natjecanja. Ako ne uspiju, neće im biti dozvoljeno natjecanje (diskvalifikacija), ali moći će nastupiti izvan konkurencije.**

## 5. MATERIJALI, OPREMA I ALATI KOJI SU ZABRANJENI NA RADNOM MJESTU

Smiju se upotrebljavati samo materijali koje je pribavio organizator i/ili koje je donio natjecatelj/mentor prema navedenom popisu materijala, opreme i alata koji se koriste za izvođenje modula natjecateljske discipline.

## 6. TABLICA OCJENJIVANJA

Zbog organizacijskih i prostornih uvjeta moguća su odstupanja pa treba pratiti najave organizatora.

Na međuzupanijskom natjecanju su moguća odstupanja u pojedinim kategorijama unutar modula. Ukupni bodovi za svaki modul će ostati isti.

	Kategorija bodovanja	Vremenik	Mogući bodovi	Ostvareno bodova
<b>Modul 1</b>	Ispravno korištenje opreme i materijala na siguran način	Tijekom cijelog natjecanja  Povjerenstvo promatra i prati natjecatelje, a bodove upisuje drugi dan poslijepodne	0-3	
	Održavanje urednog radnog prostora		0-2	
	Timski rad, podjela posla, davanje i primanje povratnih informacija		0-3	
	Upravljanje vremenom		0-2	
	Tehnički jezik korišten prilikom razgovora s prosudbenim povjerenstvom, unutar tima i za vrijeme prezentacije		0-3	
<b>Modul 2</b>	Tehnička dokumentacija koju su natjecatelji pripremili prije natjecanja i donijeli ju u tiskanom obliku (povjerenstvo obilazi ekipe te u razgovoru i pregledom dokumentacije procjenjuje znanje o izgrađenom robotu)	Donijeti i predati prvi dan		
	Idejno rješenje, kratak opis nastanka i razvoja robota	Tijekom prvog dana	0-1	
	Opis mehaničkih dijelova		0-2	
	Opis električnih dijelova		0-2	
	Opis mobilnih karakteristika		0-2	
	Opis programskog koda		0-2	
	Prezentacija		0-3	
<b>Modul 3</b>	Konstruktivska i tehnička ispravnost 3D modela izrađenog na računalu korištenjem CAD programa	Učenici izrađuju prvi dan, 3 sata rada  Povjerenstvo provjerava i boduje rezultate na kraju prvog dana	0-10	
	Izrada elektroničkog sklopa zadanog shemom (lemljenjem) ili izrada sheme zadanog elektroničkog sklopa		0-10	
	Senzori i aktuatori ispravno su ožičeni		0-1	
	Ožičenje je uredno na način da ne smeta radu robota		0-1	
	Svi dijelovi robota čvrsto su povezani, tijekom rada robot ostaje u jednom komadu		0-1	
	Robot je dizajniran tako da ne može nanijeti štetu poligonu, drugim robotima i ljudima (npr. nema oštrih dijelova, lasera)		0-1	

<b>Modul 4</b>	Urednost programa, korištenje komentara, funkcija i standarda pisanja programa	Učenici izrađuju drugi dan, 4 sata rada prijedodne  Povjerenstvo provjerava i boduje rezultate drugi dan prijedodne	0-1	
	Testiranje funkcionalnosti korištenih senzora i aktuatora: Npr. vožnja preko ležećih policajaca		0-2	
	Testiranje funkcionalnosti korištenih senzora i aktuatora: Npr. promjene načina vožnje u ovisnosti o očitavanju senzora za vožnju između crnih linija		0-2	
	Testiranje funkcionalnosti korištenih senzora i aktuatora: Npr. očitavanje QR koda, očitavanje udaljenosti i ispis na zaslon, detekcija metala		0-3	
	Testiranje funkcionalnosti korištenih senzora i aktuatora: Npr. test kinematike aktuatora – obuhvat ili podizanje otpada		0-2	
<b>Modul 5</b>	Testiranje robota na zadanom poligonu. Zasebno se boduju prolasci pojedinih dijelova staze i izvršavanje pojedinih zadataka u ovisnosti o zadanoj stazi.	Učenici izrađuju drugi dan, 4 sata rada poslijepodne i 4 sata treći dan prijedodne	0-36 (prema dodatnoj shemi)	
	Mjeri se vrijeme potrebno robotu za prelazak staze	Testiranje i bodovanje na kraju drugog dana i treći dan prijedodne	0 (najsporiji) do 5 (najbrži)	



# world skills Croatia



Agencija za  
strukovno obrazovanje  
i obrazovanje odraslih



ESF+  
Učinkoviti ljudski  
potencijali



Sufinancira  
Europska unija



PODRŠKA IZVRSNOSTI,  
INOVATIVNOSTI I VIDLJIVOSTI  
STRUKOVNOG OBRAZOVANJA  
I OSPOSOBLJAVANJA