

## BUDUĆI INŽENJERI

IZAZOV SA  
AUTONOMNIM VOZILIMA

UZRAST:  
14-22

# WRO® 2026 AUTONOMNA VOZILA

WRO međunarodni premium partner



WRO međunarodni zlatni partneri



## Sadržaj

1. Opšte informacije.....	3
2. Timovi i starosne grupe.....	4
3. Odgovornost i samostalni rad tima .....	4
4. Takmičarska dokumentacija i hijerarhija pravila .....	5
5. Opis igre i takmičarskog polja .....	6
6. Pravilo iznenađenja.....	8
7. Inženjerska dokumentacija na GitHub-u.....	8
8. Runde izazova .....	10
9. Posebna pravila igre .....	16
10. Bodovanje.....	19
11. Materijali i pravila za vozilo .....	21
12. Format takmičenja i pravila .....	22
13. Takmičarski sto i oprema .....	23
14. Rječnik pojmova.....	26
Dodatak A: Objašnjenja i šeme .....	27
Dodatak B: Takmičarsko polje za državna/regionalna finala .....	40
Dodatak C: Zahtjevi za inženjerski dnevnik i dokumentaciju.....	41
Dodatak D: Minimalni set elektromehaničkih komponenti.....	52

**Napomena:** Moguća su dodatna pojašnjenja ili dopune pravila tokom sezone putem zvanične stranice WRO Questions & Answers (pitanja i odgovori). Informacije na navedenoj stranici smatraju se dodatkom pravilima. Stranica je dostupna na sljedećoj adresi: <https://wro-association.org/competition/questions-answers/>

Pravila data u ovom dokumentu koriste se na međunarodnim događajima.

## 1. Opšte informacije

### Uvod

U kategoriji WRO Budući inženjeri timovi treba da se fokusiraju na sve faze inženjerskog procesa. Timovi dobijaju poene za dokumentovanje svog rada i kreiranje javnog GitHub repozitorijuma. Svake godine dolazi do izmjena izazova u obimu od 20 do 30%, dok se kompletan izazov mijenja svakih 4-5 godina.

U izazovu sa autonomnim vozilima, robotsko vozilo mora samostalno da se kreće po stazi koja se nasumično mijenja u svakoj rundi takmičenja.

### Ključne oblasti

Svaka WRO kategorija ima poseban fokus na učenje uz robote. U kategoriji Future Engineers, učenici će razvijati vještine u sljedećim oblastima:

- korišćenje kompjuterske vizije i senzorske fuzije za procjenu stanja staze i samog vozila;
- funkcionalno vozilo sa *open-source* hardverom kao što su elektromehaničke komponente i kontroleri;
- planiranje akcija i kontrola robota sa pokretnim dijelovima i kinematikom različitom od diferencijalnog pogona (npr. Akermanovo upravljanje);
- optimalne strategije za rješavanje zadatka, uključujući stabilnost u izvršavanju misije;
- timska saradnja, komunikacija, rješavanje problema, upravljanje projektima i kreativnost.
- vođenje inženjerskog dnevnika za prikaz napretka i strategija dizajna.

Za timove koji su zainteresovani za učešće u ovoj kategoriji kreiran je Vodič za početak. Ovaj vodič objašnjava više o zahtjevima za vozilo, mogućim tehničkim rješenjima i greškama. Takmičari ovdje mogu dobiti osnovnu predstavu o tome kako da pripreme vozilo za ovo takmičenje. Vodič za početak je dostupan na sljedećem [linku](#).

### Najvažnije je učenje

WRO ima za cilj da inspiriše takmičare širom svijeta za STEM oblasti kako bi razvijali svoje vještine kroz zabavno učenje na našim takmičenjima. Zbog toga su sljedeći aspekti ključni za sve naše programe takmičenja:

- ❖ nastavnici, roditelji ili druge osobe mogu pomoći, voditi i inspirisati tim, ali ne smiju graditi ili programirati robota u ime tima;
- ❖ timovi, treneri i sudije prihvataju WRO Vodeće principe i WRO Etički kodeks, koji nas sve podsjeća na pošteno i edukativno takmičenje;
- ❖ na dan takmičenja, timovi i treneri poštuju konačne odluke sudija i saraduju sa drugim timovima i sudijama kako bi obezbijedili fer takmičenje.

Više informacija o WRO Etičkom kodeksu možete pronaći na sljedećem linku:

[https://wrocnagora.me/wp-content/uploads/2025/01/SR-Vodeci\\_principi.pdf](https://wrocnagora.me/wp-content/uploads/2025/01/SR-Vodeci_principi.pdf)

## 2. Timovi i starosne grupe

- 2.1. Tim se sastoji od 2 ili 3 takmičara.
- 2.2. Tim vodi trener.
- 2.3. Jedan član tima i jedan trener ne čine tim i ne mogu učestvovati.
- 2.4. Tim može učestvovati samo u jednoj WRO kategoriji u toku sezone.
- 2.5. Svaki takmičar može učestvovati samo u jednom timu.
- 2.6. Minimalna starost trenera je 18 godina.
- 2.7. Trener može raditi sa više timova.
- 2.8. Starosna grupa za ovu kategoriju obuhvata takmičare uzrasta od **14 do 22** godine. (Za sezonu 2026: rođeni između 2004. i 2012. godine).
- 2.9. Maksimalna starost se odnosi na godine koje učesnik puni u kalendarskoj godini takmičenja, a ne na dan takmičenja.

## 3. Odgovornost i samostalni rad tima

- 3.1 Tim treba da se ponaša fer i sa poštovanjem prema drugim timovima, trenerima, sudijama i organizatorima takmičenja. Učestvovanjem na WRO takmičenju, timovi i treneri prihvataju WRO Vodeće principe koji se mogu pronaći na sljedećem linku:  
[https://wrocnagora.me/wp-content/uploads/2025/01/SR-Vodeci\\_principi.pdf](https://wrocnagora.me/wp-content/uploads/2025/01/SR-Vodeci_principi.pdf).
- 3.2 Svaki tim i trener moraju potpisati WRO Etički kodeks koji je dostupan na sljedećem linku  
[https://wrocnagora.me/wp-content/uploads/2025/01/SR-Eticki\\_kodeks.pdf](https://wrocnagora.me/wp-content/uploads/2025/01/SR-Eticki_kodeks.pdf).
- 3.3 Programiranje vozila i njegova izrada (ako je primjenjivo) smiju biti urađeni isključivo od strane tima. Uloga trenera je da organizaciono prati tim i pruža podršku u slučaju pitanja ili problema, ali ne smije sam programirati ili konstruisati vozilo. Ovo važi i za dan takmičenja i za pripremni period.
- 3.4 Timu nije dozvoljeno da komunicira sa osobama izvan takmičarske zone tokom trajanja takmičenja. Ako je komunikacija neophodna, sudija može dozvoliti članovima tima da komuniciraju pod njegovim nadzorom.
- 3.5 Članovima tima nije dozvoljeno da unesu i koriste mobilne telefone ili druge uređaje za komunikaciju u takmičarskoj zoni.
- 3.6 Zabranjeno je uništavanje ili neovlašćeno mijenjanje takmičarskih terena/stolova, materijala ili vozila drugih timova.
- 3.7 Nije dozvoljeno koristiti program za upravljanje vozilom koji je:
  - (a.) isti ili previše sličan rješenjima dostupnim na internetu ili
  - (b.) isti ili previše sličan rješenju drugog tima na takmičenju i očigledno nije samostalan rad tima. Ovo uključuje rješenja od timova iz iste institucije ili države. Robotska vozila izrađena od modularnih setova biće provjerena na plagijat. Međutim, gotova vozila/kompleti dozvoljeni su na takmičenju i neće biti provjeravani na plagijat.
- 3.8 Ako postoji sumnja na kršenje pravila 3.3 ili 3.7, tim će biti podvrgnut istrazi, a mogu se primijeniti posljedice navedene u tački 3.9. Posebno se može primijeniti pravilo 3.9.4 kako bi se timu zabranio prolazak u naredni krug, čak i ako bi pobijedio s rješenjem koje vjerovatno nije samostalni rad tima.
- 3.9 Ako se prekrši bilo koje pravilo iz ovog dokumenta, sudije mogu donijeti odluku o jednoj ili više sljedećih posljedica. Prije donošenja odluke, tim ili pojedini članovi mogu biti intervjuisani kako bi se utvrdile okolnosti potencijalnog prekršaja, uključujući pitanja o

vozilu ili programu.

- 3.9.1 Timu može biti zabranjeno učešće u jednoj ili više rundi.
- 3.9.2 Tim može dobiti do 50% umanjen broj poena u jednoj ili više rundi.
- 3.9.3 Timu se može onemogućiti kvalifikovanje za naredni krug takmičenja.
- 3.9.4 Timu se može onemogućiti kvalifikovanje za međunarodne događaje.
- 3.9.5 Tim može biti potpuno diskvalifikovan sa takmičenja

**Napomena:** Želimo da istaknemo neka učestala kršenja pravila koja su dovela do kazni na prethodnim takmičenjima. Molimo vas da obratite pažnju na ove stavke kako biste izbjegli nepotrebna kašnjenja zbog prilagođavanja tokom takmičenja i spriječili moguće kazne:

- **Pogonski sistemi:** Pogonski točkovi moraju biti fizički povezani, na primjer, putem mjenjača. Nije dozvoljeno korišćenje jednog motora po strani (vidi pravila 11.3 i 11.5).
- **Procedura pokretanja:** Robot mora slijediti proceduru pokretanja kako je navedeno u pravilima: jedno dugme za uključivanje robota i drugo dugme za pokretanje programa. Dodatne interakcije nisu dozvoljene (vidi pravila 9.10 i 9.11).
- **GitHub repozitorijumi:** GitHub repozitorijumi moraju ostati online i javno dostupni najmanje godinu dana nakon događaja. Ako ovaj zahtjev nije ispunjen, WRO Asocijacija će ponovo objaviti repozitorijum (vidi poglavlje 7).
- **Samostalni razvoj robota:** Roboti moraju biti razvijeni samostalno od strane svakog tima (vidi poglavlje 3). Zajednički razvoj robota sa manjim prilagođavanjima kako bi izgledali na prvi pogled različito nije dozvoljen. Takvi roboti će se i dalje smatrati identičnim. Ovo ponašanje se smatra namjernom obmanom i predstavlja kršenje Etičkog kodeksa.

## 4. Takmičarska dokumentacija i hijerarhija pravila

- 4.1 Svake godine, WRO objavljuje novu verziju opštih pravila za ovu kategoriju, uključujući konkretan opis igre sa autonomnim vozilima. Ova pravila predstavljaju osnovu za sva međunarodna WRO takmičenja.
- 4.2 Tokom sezone, WRO može objaviti dodatne informacije na stranici WRO Questions & Answers (pitanja i odgovori) koji mogu pojasniti, proširiti ili redefinisati pravila. Timovi bi trebalo da pročitaju informacije sa navedene stranice prije takmičenja.
- 4.3 Opšta pravila mogu biti različita u svakoj zemlji zbog lokalnih prilagođavanja od strane organizatora državnog takmičenja. Timovi treba da se informišu o pravilima koja važe u njihovoj zemlji. Na bilo kom međunarodnom WRO događaju važe isključivo informacije koje je objavio WRO. Timovi koji su se kvalifikovali za međunarodna takmičenja treba da provjere moguće razlike u odnosu na lokalna pravila.
- 4.4 Na dan takmičenja primjenjuje se sljedeća hijerarhija pravila:
  - 4.4.1 Opšti dokument o pravilima predstavlja osnovu za pravila u ovoj kategoriji.
  - 4.4.2 Informacije sa stranice WRO Questions & Answers (pitanja i odgovori) mogu zamijeniti pravila iz igre i opštih pravila.
  - 4.4.3 Glavni sudija na dan takmičenja ima posljednju riječ u donošenju odluka.

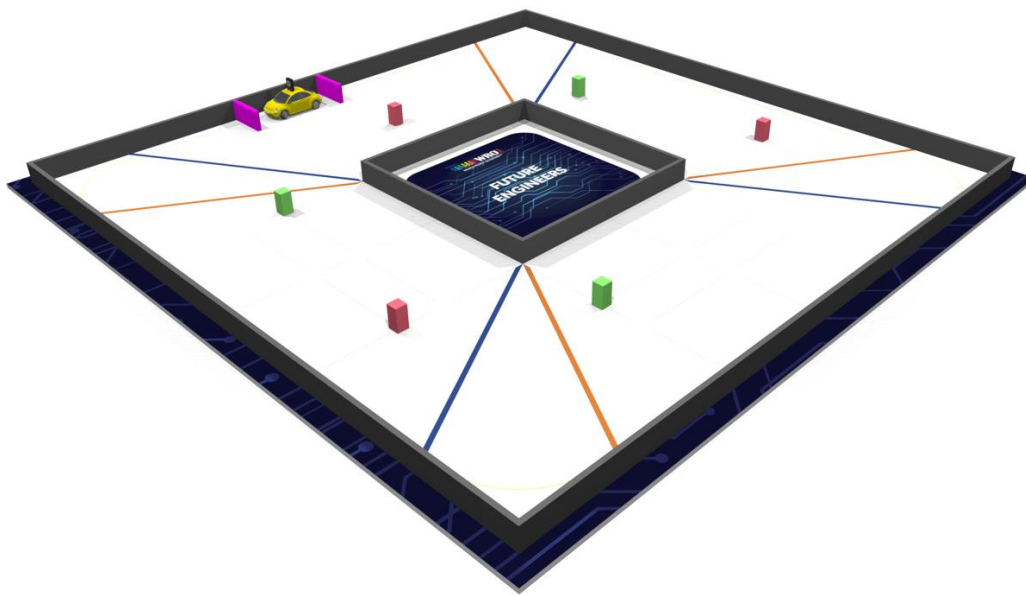
## 5. Opis igre i takmičarskog polja

Izazovi sa autonomnim vozilima za ovu sezonu su u formi Time Attack trka: na stazi neće biti više automobila istovremeno. Umjesto toga, po jedan automobil po pokušaju će pokušati da ostvari najbolje vrijeme vozeći nekoliko krugova potpuno autonomno. Postoje dva izazova:

**Otvoreni izazov:** Vozilo mora završiti tri (3) kruga na stazi sa nasumičnim postavljanjem unutrašnjih zidova staze.

**Izazov sa preprekama:** Vozilo mora završiti tri (3) kruga na stazi sa nasumično postavljenim zelenim i crvenim saobraćajnim znacima. **Crveni stub** označava da vozilo mora da se drži desne strane staze. **Zeleni stub** označava da vozilo mora da se drži lijeve strane staze. Vozilo ne smije pomjerati nijedan saobraćajni znak. Nakon što vozilo završi tri kruga, mora pronaći parking mjesto i izvesti **paralelno parkiranje**.

Smjer kretanja vozila po stazi (u smjeru kazaljke na satu ili suprotno) mijenjaće se u različitim rundama izazova. Startna pozicija vozila, kao i broj i lokacija saobraćajnih znakova, nasumično se određuju prije runde (nakon vremena za provjeru). Sljedeća slika prikazuje takmičarsko polje sa svim objektima za igru.



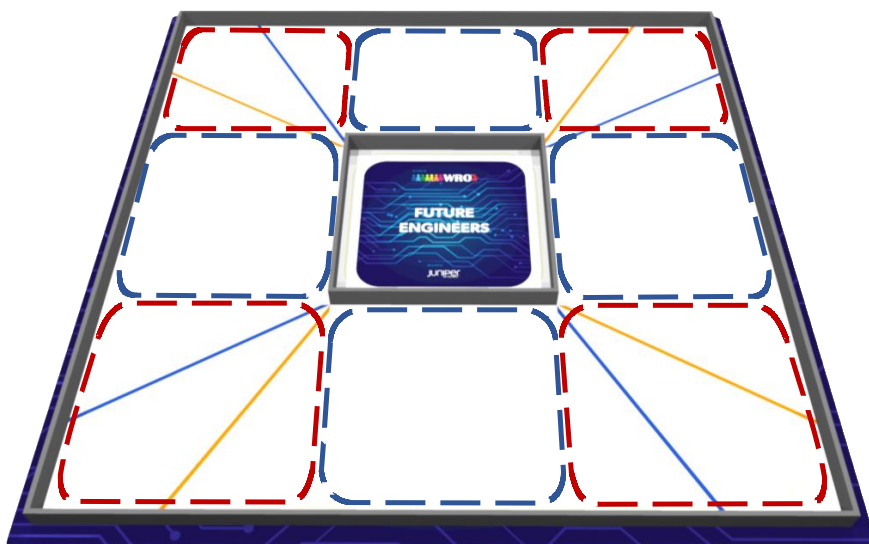
Slika 1: Takmičarsko polje

Takmičarsko polje predstavlja trkačku stazu na kojoj su postavljeni saobraćajni znaci (predstavljani kao obojene prepreke – stubovi).

Staza se sastoji od osam sekcija:

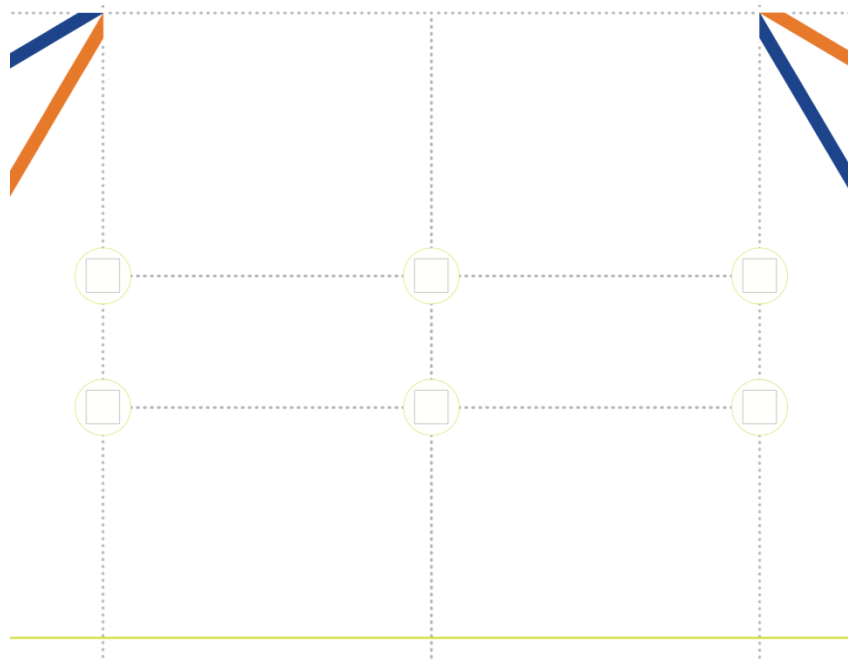
**Četiri ugaone sekcije** označene su crvenim isprekidanim linijama na narednoj slici.

**Četiri pravolinijske sekcije** označene su plavim isprekidanim linijama.



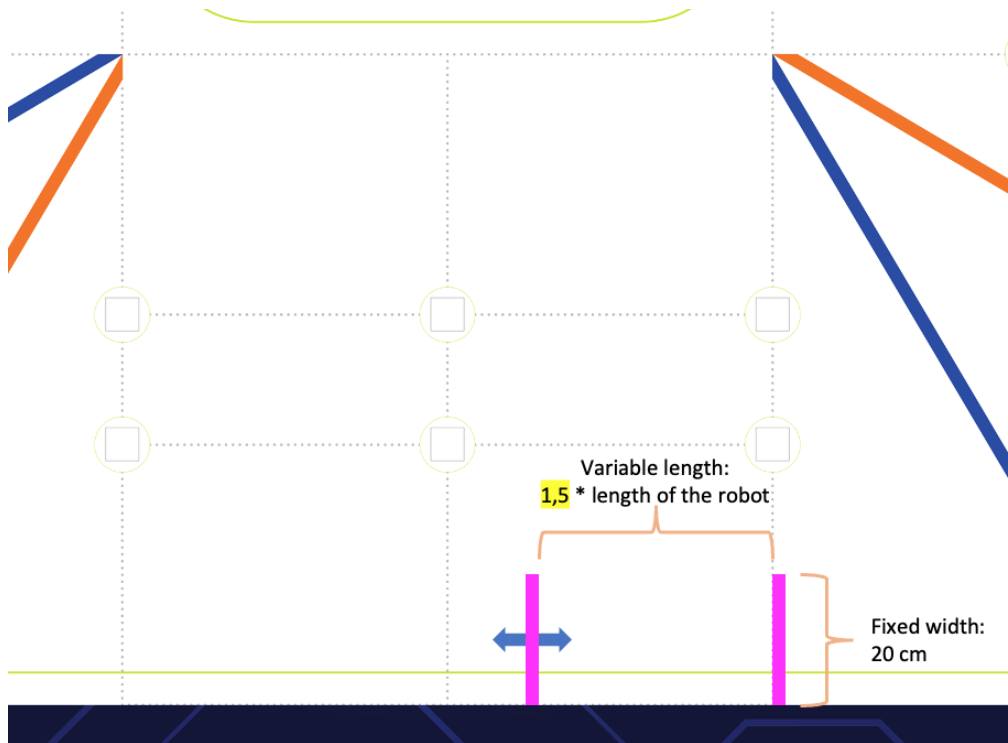
**Slika 2: Različite vrste sekcija na takmičarskom polju**

Svaka pravolinijska sekcija je podijeljena na šest zona. Tih šest unutrašnjih zona služe kao startne pozicije za vozilo. Na stazi se nalaze 4 T-raskrsnice i 2 X-raskrsnice, koje se koriste za postavljanje saobraćajnih znakova. Mjesta gdje se saobraćajni znakovi mogu postaviti nazivaju se sjedišta saobraćajnih znakova.



**Slika 3: Zone i sjedišta saobraćajnih znakova u pravolinijskoj sekciji**

U izazovu sa preprekama, parking zona je postavljena u pravolinijskoj sekciji koja se koristi za pokretanje robota. Širina parking zone je uvijek 20 cm. Dužina parking zone je promjenjiva i računa se po formuli:  $1,5 \times$  dužina robota. Parking zona je ograničena sa dva drvena elementa dimenzija 20 cm  $\times$  2 cm  $\times$  10 cm u magenta boji. Desni element je postavljen odmah pored isprekidane linije. Pozicija lijevog elementa određena je prema gore navedenom opisu.



Slika 4: Opis dimenzija parking zone

## 6. Pravilo iznenađenja

Pravilo iznenađenja za međunarodno takmičenje može biti objavljeno prije Međunarodnog finala. Ovo pravilo može dodati, izmijeniti ili promijeniti postojeća pravila, a kvalifikovani timovi će imati na raspolaganju određeni vremenski period za pripremu prije događaja.

## 7. Inženjerska dokumentacija na GitHub-u

Pravo inženjerstvo podrazumijeva kreiranje rješenja i dijeljenje ideje s drugima kako bi se cijela zamisao unaprijedila. Pored dizajniranja i programiranja vozila, timovi moraju dostaviti dokumentaciju koja prikazuje njihov inženjerski napredak, konačni dizajn vozila i konačni izvorni kod vozila. Ova dokumentacija mora biti postavljena na javni GitHub repozitorijum, a štampana verzija mora biti predana na međunarodnom finalu. Detalji o bodovanju dokumentacije nalaze se u Dodatku C ovog dokumenta. Za međunarodno takmičenje, svi podaci i dokumentacija na GitHub-u moraju biti napisani na engleskom jeziku.

Svaki tim mora obavezno dostaviti sljedeće:

- Objašnjenje, informacije i motivaciju za izbor sistema mobilnosti, napajanja, senzora i upravljanja preprekama vozila.
- Fotografije vozila (iz svih uglova – sa strane, odozgo i odozdo) i fotografiju tima.
- URL link ka YouTube videu (javno ili dostupno putem linka) koji prikazuje kako se vozilo kreće autonomno. Dio videa sa demonstracijom vožnje mora trajati najmanje 30 sekundi. Potreban je po jedan video za svaki izazov.
- Link ka **javnom** GitHub repozitorijumu sa kodom za sve komponente koje su programirane za učestvovanje na takmičenju. Repozitorijum može sadržati i fajlove za 3D štampu, lasersko rezanje i CNC obradu dijelova vozila. Istorija commit-a mora sadržati najmanje tri commit-a:
  - prvi commit najkasnije dva mjeseca prije takmičenja i mora sadržati najmanje petinu konačnog koda;
  - drugi commit najkasnije mjesec dana prije takmičenja;
  - treći commit najkasnije dvije sedmice prije takmičenja (*Ovaj commit će se koristiti za evaluaciju i bodovanje dokumentacije, te kasnije izmjene možda neće biti uračunate u bodove. Uvjerite se da su sve važne informacije u repozitorijumu u ovom trenutku*);
  - dodatni commit-i su dozvoljeni.

Repozitorijum mora sadržavati fajl README.md sa kratkim opisom na engleskom jeziku (ne kraćim od 5000 karaktera) koji detaljno objašnjava: koji moduli čine kod, kako su povezani sa elektromehaničkim komponentama vozila, kako izgraditi, kompajlirati i postaviti kod na kontrolere vozila. Šablon za GitHub repozitorijum dostupan je na adresi: <https://github.com/World-Robot-Olympiad-Association/wro2022-fe-template>.

Link ka GitHub repozitorijumu mora biti objavljen najkasnije tri sedmice prije međunarodnog događaja. Repozitorijum mora biti javan od trenutka kada se preda za međunarodno takmičenje i mora ostati javan najmanje 12 mjeseci nakon takmičenja. Cilj Future Engineers kategorije je da inspiriše nove timove i pomogne im da pronađu postojeća rješenja i inspirišu se njima. Ako repozitorijum nije javan prije događaja, tim će dobiti umanjen broj poena za dokumentaciju. WRO Asocijacija ima pravo da ponovo objavi repozitorijum u bilo kojem trenutku.

Za potrebe učešća na državnom takmičenju u Crnoj Gori timovi nisu u obavezi da materijal postavljaju na GitHub repozitorijum, ali su u obavezi da dokumentaciju pošalju organizatoru takmičenja najkasnije tri dana prije državnog takmičenja.

- GitHub repozitorijumi moraju biti postavljeni kao javni i sadržaj mora biti vidljiv.

- Kod na GitHub-u i u štampanoj verziji mora biti dobro dokumentovan sa komentarima u kodu. Sudije možda neće imati pristup specifičnim programima koje timovi koriste za razvoj koda (npr. EV3, Spike, Scratch).

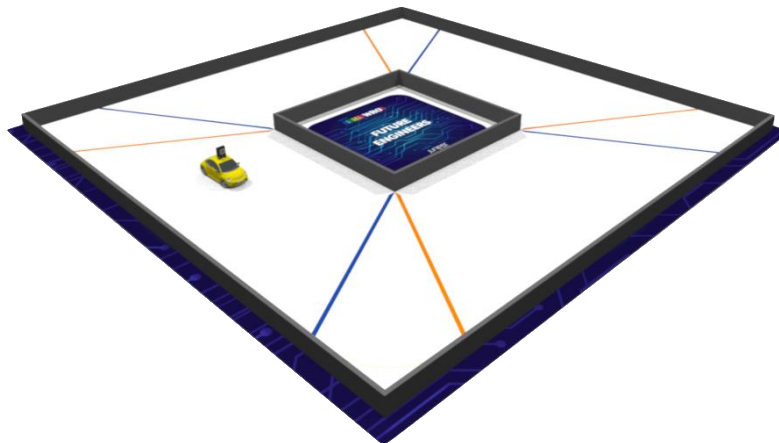
Napomena: Fizička kopija ima dvije svrhe. S jedne strane, može se koristiti ako GitHub repozitorijum nije dostupan (što može rezultirati smanjenjem bodova). S druge strane, koristi je žiri da prati sve timove i njihove robote tokom takmičenja. Glavni izvor za bodovanje je GitHub repozitorijum.

## 8. Runde izazova

Na Međunarodnom finalu biće održane najmanje četiri runde, po dvije za Otvoreni izazov i dvije za Izazov sa preprekama. Smjer kretanja, početna pozicija i izgled staze biće nasumično određeni. Smjer u kojem vozilo mora da se kreće tokom izazova naziva se smjer vožnje izazova.

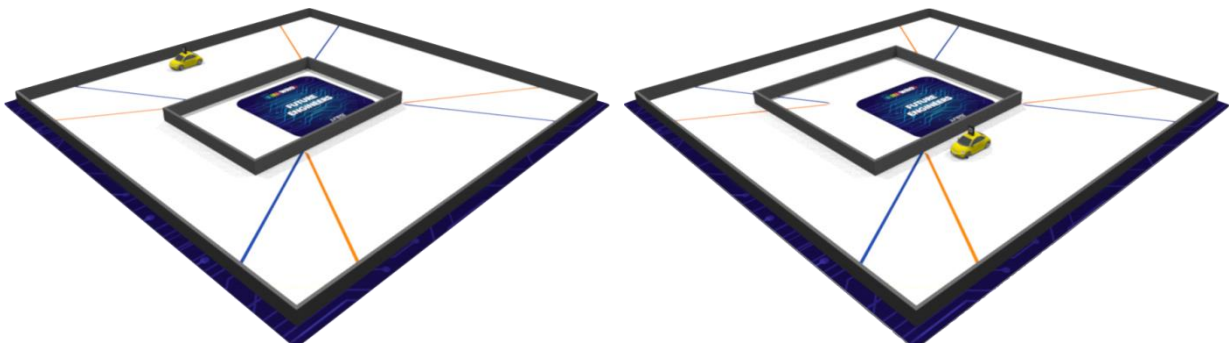
### Otvorene runde izazova

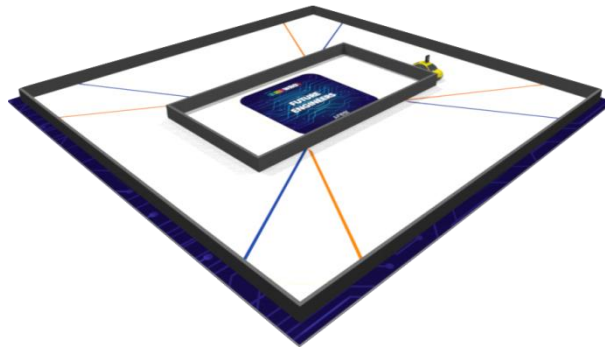
Tokom rundi Otvorenog izazova, trkačka staza neće sadržati saobraćajne znakove.



Slika 5: Takmičarsko polje za runde prvog izazova

Razmak između ivica staze može biti 1000 mm ili 600 mm (+/- 100 mm za Međunarodno finale).

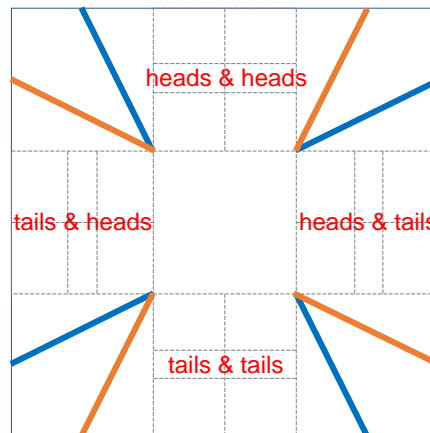




**Slika 6: Primjeri varijacija takmičarskog polja za runde Otvorenog izazova**

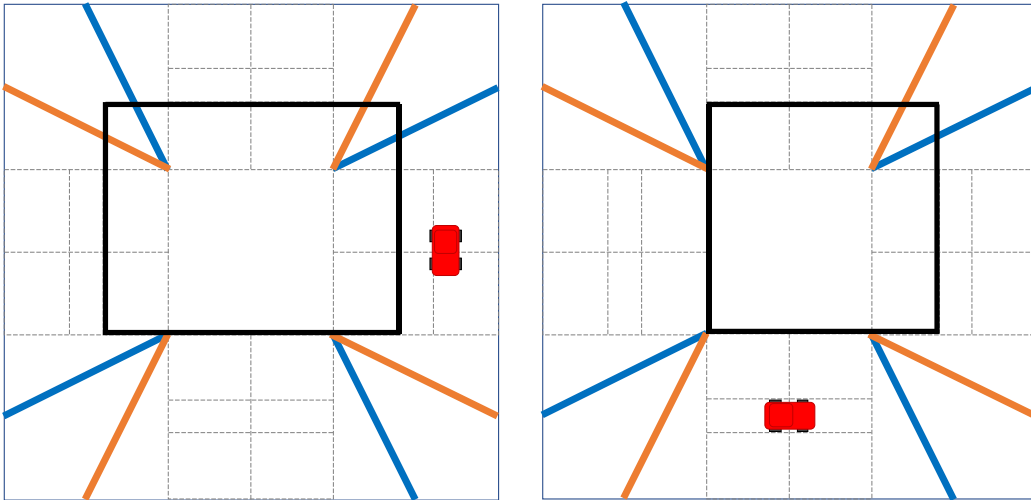
Nakon što se odredi smjer kretanja po stazi, može se koristiti sljedeća procedura za određivanje početne pozicije vozila i razmaka između ivica staze:

1. Baciti novčić dva puta kako bi se odredila početna sekcija. Slika ispod prikazuje koja sekcija odgovara kojoj kombinaciji bacanja (npr. "pismo & glava" znači da je prvo bacanje pismo, a drugo glava).



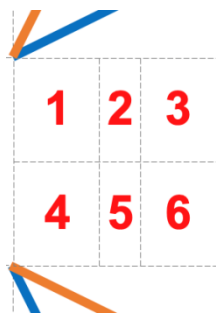
**Slika 7a. Kombinacije bacanja novčića za određivanje početne sekcije**

2. Bacite novčić četiri puta kako biste odredili sekciju na kojoj će se smanjiti razmak između ivica staze. Prvo bacanje određuje početnu sekciju, drugo bacanje je za narednu sekciju u smjeru kazaljke na satu i tako redom. Glava označava široki prolaz, dok pismo označava uski prolaz.



**Slika 7b. Lijeva šema prikazuje rezultate bacanja: "pismo-glava-pismo-pismo".  
 Desna šema prikazuje rezultate bacanja: "glava-glava-pismo-pismo".**

3. Bacite kockicu kako biste odredili tačnu početnu zonu. Gornja lijeva zona odgovara broju 1, Donja desna zona odgovara broju 6. Ako je izabrana zona unutar graničnog zida, kockica se mora ponovo baciti.

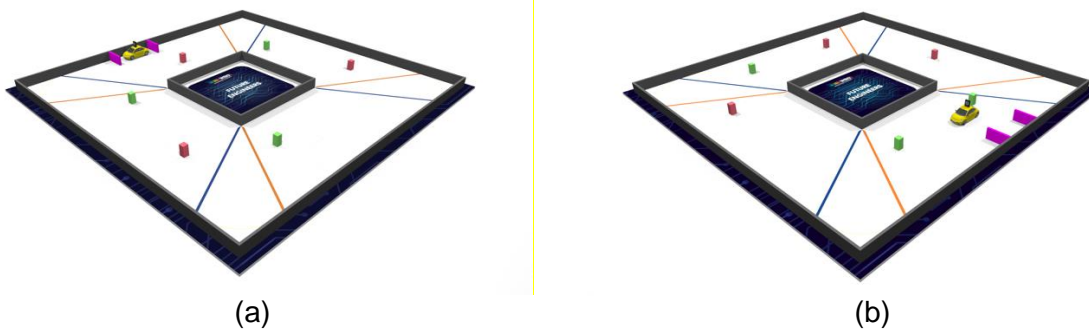


**Slika 7c. Povezanost zona sa stranama kockice**

Ova procedura će se sprovoditi nakon vremena za provjeru i prije svake kvalifikacione runde, kako bi početna pozicija automobila i razmak između ivica staze bili različiti u svakoj rundi izazova.

### Runde Izazova sa preprekama

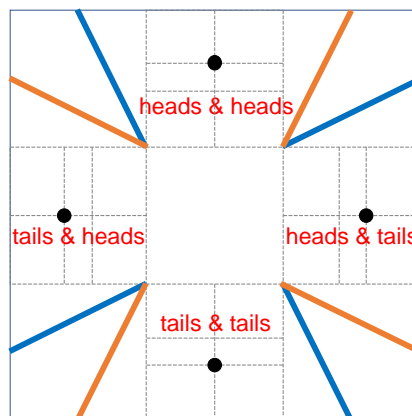
Tokom rundi izazova sa preprekama, crveni i zeleni stubovi biće postavljeni na trkačku stazu kao saobraćajni znakovi. Pored toga, biće postavljene dvije granice koje formiraju parking zonu. Razmak između ivica staze će uvijek biti 1000 mm (+/- 10 mm za Međunarodno finale).



**Slika 8a: Primjeri takmičarskog polja za runde Izazova sa preprekama**

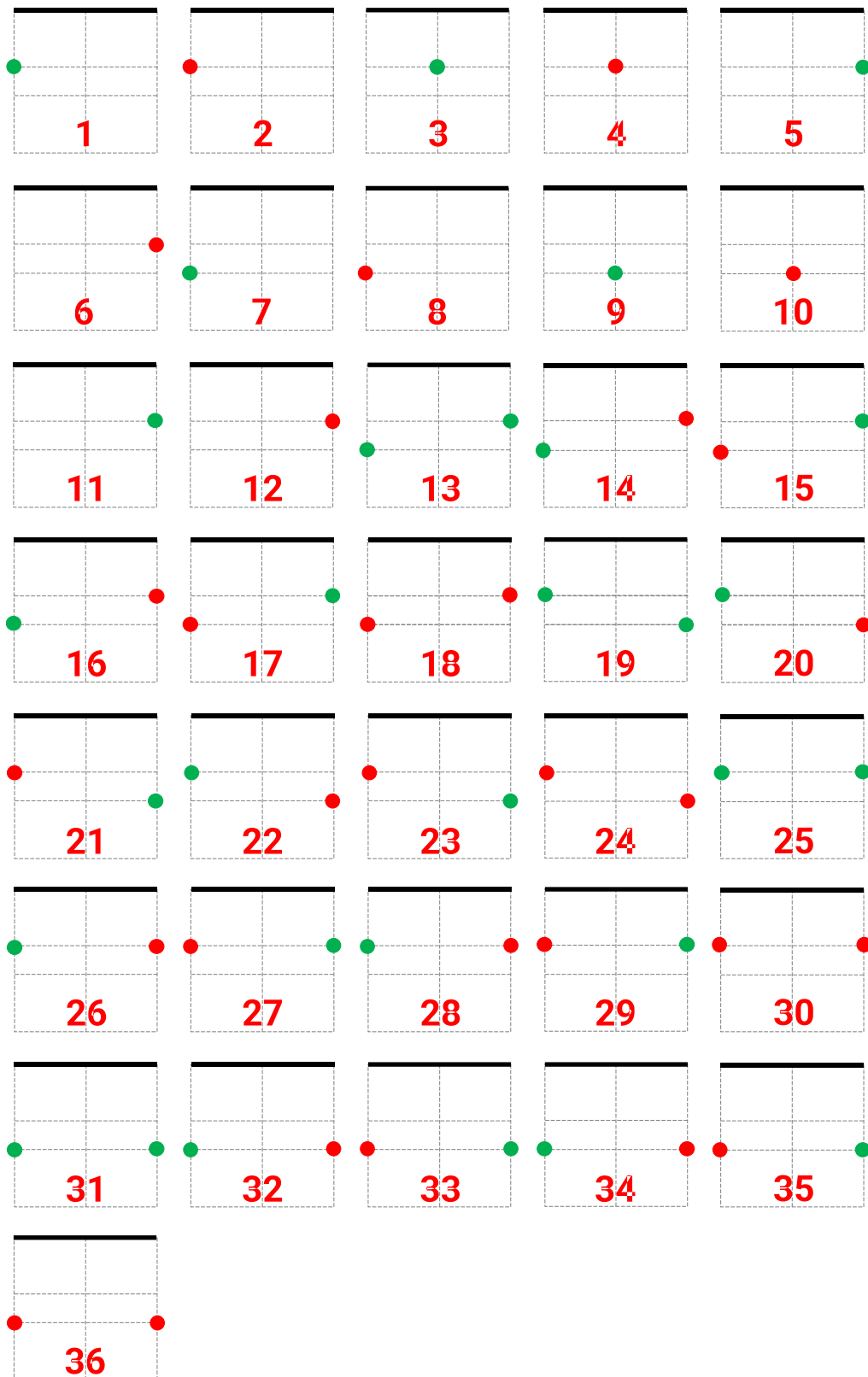
Početna sekcija automobila, pozicije obojenih stubova i položaj parking zone mogu se odrediti sljedećom procedurom (pod pretpostavkom da je smjer kretanja u rundi prethodno određen):

1. Bacite novčić dva puta kako biste odredili sekciju u kojoj će biti postavljen jedan saobraćajni znak. Slika ispod prikazuje koja sekcija odgovara kojoj kombinaciji bacanja (npr. "pismo & glava" znači da je prvo bacanje pismo, a drugo glava).



**Slika 8b. Kombinacije bacanja novčića za određivanje sekcije sa jednim saobraćajnim znakom**

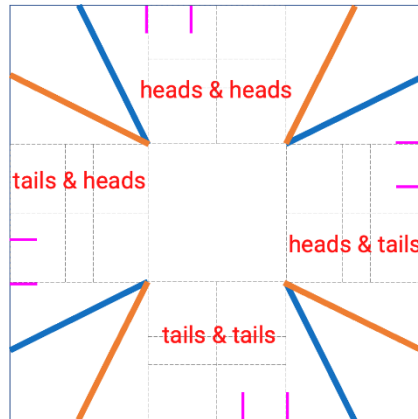
2. Bacite novčić jednom kako biste odredili boju saobraćajnog znaka u sekciji definisanoj u prethodnom koraku. Glava znači zeleni znak; pismo znači crveni znak.
3. Pripremite 36 karata kao na Slici 11 i uklonite kartu 9 ili 10 iz seta u zavisnosti od boje znaka iz prethodnog koraka: ako je izabran zeleni znak, uklonite 9. kartu; ako je izabran crveni znak, uklonite 10. kartu. Stavite preostalih 35 karata u neprovidnu kutiju ili vrećicu. Izvucite jednu kartu iz kutije – ona će odrediti lokacije saobraćajnih znakova u pravolinijskoj sekciji koja dolazi sljedeća (gledano u smjeru kazaljke na satu) nakon sekcije određene u prethodnom koraku. Debela crna linija na karti označava unutrašnju ivicu takmičarskog polja. Karta se ne vraća u kutiju. Ponovo izvucite drugu kartu – ona će odrediti lokacije saobraćajnih znakova u narednoj pravolinijskoj sekciji. Ponavljajte ovaj postupak za preostale pravolinijske sekcije.



Slika8c. 36 karata sa pozicijama saobraćajnih znakova unutar sekcije

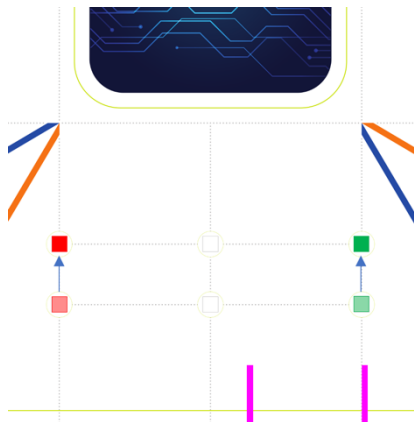
\*\* Dupliranje nekih karata je izvršeno namjerno.

4. Parking zona će uvijek biti postavljena u početnoj sekciji. Odredite poziciju početne sekcije (uključujući parking zonu) pomoću još jednog para bacanja novčića.



**Slika 8d. Bacanje novčića za određivanje pozicije parking zone**

Nakon što se parking zona postavi, svi saobraćajni znakovi u toj sekciji biće pomjereni na pozicije bliže unutrašnjem zidu.



**Slika 8e. Pomjeranje saobraćajnih znakova u zavisnosti od pozicije parking zone.**

Tim odlučuje da li želi da pokrene robota iz parking zone ili iz srednje zone iznad parking zone (vidi Sliku 8a). Pokretanje iz parking zone donosi dodatne poene, ali samo ako je robot završio barem jedan pun krug

## 9. Posebna pravila igre

### Vrijeme trajanja runde izazova

- 9.1. Runde Otvorenog izazova traju po tri minuta.
- 9.2. Runde Izazova sa preprekama traju po tri minuta.

### Početna konfiguracija

- 9.3. Smjer kretanja po stazi određuje se nasumično prije svake runde izazova, nakon vremena za provjeru.
- 9.4. Početna pozicija vozila i konfiguracija polja određuju se prije početka svake runde, nakon vremena za provjeru.
- 9.5. Smjer kretanja, početna pozicija i konfiguracija polja ostaju isti za sve timove u istoj rundi.

### Početak runde

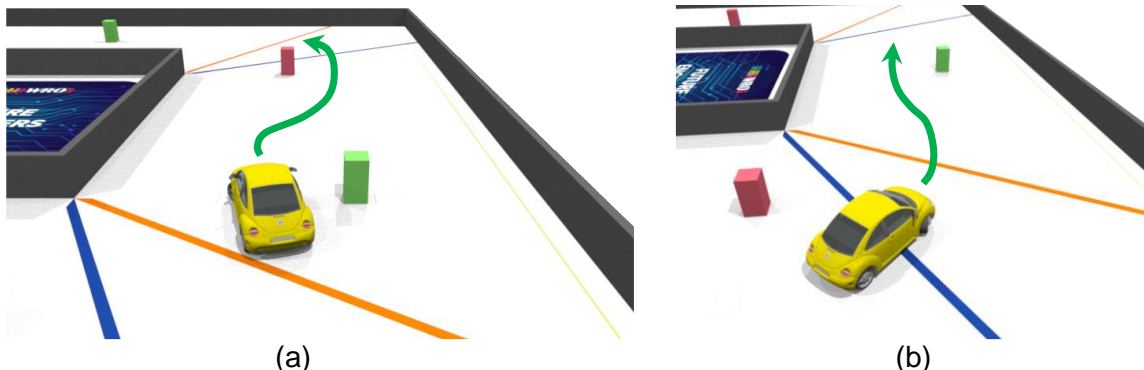
- 9.6. Vozilo se postavlja u početnu zonu potpuno **ISKLUČENO!**
- 9.7. Položaj vozila u početnoj zoni mora biti takav da je projekcija vozila na podlogu potpuno unutar početne zone.
- 9.8. Vozilo mora biti orjentisano tako da su dva točka na prednjoj osovini (sudije moraju prethodno pitati tim koja je prednja osovina) bliža narednoj uglovnoj sekciji u smjeru vožnje, dok su druga dva točka bliža uglovnoj sekciji u suprotnom smjeru.
- 9.9. Fizička podešavanja su dozvoljena (kao dio pripreme). Međutim, nije dozvoljeno unositi podatke u program mijenjanjem položaja ili orijentacije dijelova vozila ili kalibracijom senzora. Nije dozvoljeno unositi podatke mijenjanjem konfiguracije prekidača, ako ih ima. Ako tim unosi podatke fizičkim podešavanjima, biće diskvalifikovan iz te runde.
- 9.10. Vozilo se potom uključuje. Dozvoljen je samo jedan prekidač za uključivanje vozila.
- 9.11. Nakon uključivanja, vozilo mora biti u stanju čekanja dok se ne pritisne start dugme. Start dugme može biti na glavnom SBC/SBM kontroleru ili posebno instalirano dugme. Dozvoljeno je samo jedno start dugme. Kod EV3 robota dozvoljen je samo jedan program. Dugme za pokretanje mora pokrenuti posljednji pokrenuti program. EV3 tada mora čekati pritisak start dugmeta. Start dugme može biti touch senzor ili desna strelica. Kod Spike robota koristi se Slot One uz istu proceduru.
- 9.12. Tim je odgovoran da provjeri izgled staze i potvrdi da je ispravan. Sudija će pitati da li je tim spreman. Tim mora odgovoriti "Da" kako bi potvrdio prihvatanje izgleda staze. Ponovno pokretanje nije dozvoljeno ako tim nakon starta primijeti da staza nije ispravna.
- 9.13. Sudija daje znak za početak. Sudija broji: „Tri, dva, jedan, kreni“. Na komandu „Kreni“, pritiska se start dugme i počinje odbrojanje vremena. Vozilo ima predviđeno vrijeme da završi rundu prema pravilima igre.
- 9.14. Pritiskom na start dugme vozilo mora započeti akciju za rješavanje izazova i odmah krenuti.

### Dodatni dijelovi

- 9.15. Vozilu nije dozvoljeno da ostavlja dodatne dijelove na takmičarskom polju ili tragove koji se ne mogu ukloniti (npr. farba). Ako vozilo prekrši ovo pravilo, runda će biti zaustavljena, vozilo će biti zaustavljeno od strane člana tima, rezultat za tu rundu će biti nula poena, a vrijeme će biti maksimalno. Sudije imaju pravo da pregledaju kod tima ako sumnjaju na takvu situaciju.

### Tokom runde

- 9.16. Vozilo mora voziti u smjeru koji je unaprijed određen kao smjer vožnje izazova.
- 9.17. Dimenzije vozila ne smiju prelaziti 300 x 200 mm i 300 mm u visinu.
- 9.18. Vozilu nije dozvoljeno da pomijera zidove (ako nisu potpuno fiksirani). Ako vozilo pomjeri zid, sudija zaustavlja rundu, tim dobija nula poena, a vrijeme se postavlja na maksimum. Ako vozilo dodirne ili udari u zid, ali zid se ne pomjeri, vozilo može nastaviti bez kazni. Ako se vozilo zaustavi zbog udara, dozvoljena je popravka, ali uz kaznene poene. Tokom rundi Otvorenog izazova vozilo ne smije dodirivati spoljni zid staze.
- 9.19. Vozilo mora sa desne strane proći pored saobraćajnog znaka predstavljenog crvenim stubom (*slika a*) i sa lijeve strane pored znaka predstavljenog zelenim stubom (*slika b*). Dodatak A, sekcija 5, definiše kada je saobraćajni znak pogrešno zaobidjen i kako se to boduje.



**Slika 9: Pravila za prolazak pored saobraćajnih znakova**

- 9.20. Vozilu je dozvoljeno da dodirne, pomjeri ili obori saobraćajne znakove (obojene stubove) dok je projekcija saobraćajnog znaka unutar kruga nacrtanog oko njegovog sjedišta. Za više detalja pogledati Dodatak A, sekcija 1.
- 9.21. Vozilo smije voziti u suprotnom smjeru od predviđenog smjera vožnje samo u dvije sekcije: u sekciji gdje je promijenilo smjer i u susjednoj sekciji.
- 9.22. Vozilo se mora vratiti u početnu sekciju nakon tri odvezena kruga kako bi dobilo dodatne poene. Napomena: čim vozilo djelimično napusti početnu sekciju, ta sekcija takođe postaje završna sekcija.
- 9.23. Tim može jednom po rundi zatražiti dozvolu za popravku: izvaditi vozilo sa staze, otkloniti problem sa mehaničkim ili elektronskim dijelovima i vratiti ga na stazu u centar sekcije iz koje je izvađeno. Vozilo može biti isključeno dok je van staze. Nakon vraćanja, vozilo može biti uključeno i pokrenuto pritiskom na start dugme. Tajmer za rundu se ne zaustavlja tokom popravke. Dozvola za popravku može se dati samo ako je vozilo zaustavljeno. Dozvola neće biti odobrena ako se vozilo kreće (npr. prelazi ~50 mm u 5

sekundi). Dozvoljena se neće dati ako je vozilo već započelo treći krug. Zabranjeno je učitavanje novih programa ili unos bilo kakvih podataka tokom popravke. Prekršaj ovih pravila dovodi do diskvalifikacije iz runde, sa nulom bodova i maksimalnim vremenom.

## Kraj runde

9.24. Runda se završava i vrijeme se zaustavlja ako se ispuni neki od sljedećih uslova:

9.24.1. Ako je predviđeno vrijeme runde isteklo.

9.24.2. U Otvorenom izazovu: Nakon što vozilo završi tri puna kruga i zaustavi se u završnoj sekciji, tako da je njegova projekcija potpuno unutar sekcije. Više detalja u Dodatku A, sekcija 2.

**Napomena 1:** Vozilo mora samostalno stati u završnoj sekciji. Ako učesnik prisilno zaustavi vozilo, poeni za završetak neće biti dodijeljeni.

**Napomena 2:** Vozilo mora potpuno stati u završnoj sekciji i ne smije nastaviti kretanje nakon 15 sekundi. Ako nastavi da se kreće, sudije mogu odlučiti da ne dodijele poene.

9.24.3. U Otvorenom izazovu: Nakon što vozilo završi tri puna kruga, prolazi kroz završnu sekciju tako da je njegova projekcija na podlogu potpuno unutar uglovne sekcije koja se nalazi pored završne sekcije u smjeru vožnje. Za više detalja pogledati Dodatak A, sekcija 3. Ako vozilo dvaput pređe granice sekcija dok se kreće u suprotnom smjeru od predviđenog smjera vožnje, runda se završava. Za više detalja pogledati Dodatak A, sekcija 4.

9.24.4. U Izazovu sa preprekama: Nakon završena tri kruga, vozilo se zaustavi u ispravnoj sekciji ili na parking mjestu.

9.24.5. U Izazovu sa preprekama: Ako vozilo prođe pored saobraćajnog znaka sa pogrešne strane i potpuno pređe liniju koja povezuje unutrašnju i spoljašnju granicu gdje se znak nalazi. Više detalja u Dodatku A, sekcija 5.

9.24.6. U Izazovu sa preprekama: Vozilo je pomjerilo saobraćajni znak izvan označenog kruga.

9.24.7. U Izazovu sa preprekama: Vozilo je dodirnulo ograničenja parking zone.

9.24.8. Dimenzije vozila i dalje prelaze ograničenja nakon 3 minuta dozvoljenog vremena za popravku.

9.24.9. Član tima dodirne vozilo bez dozvole za popravku koju daje sudija.

9.24.10. Član tima dodirne podlogu ili zid bez dozvole za popravku koju daje sudija.

9.24.11. Član tima dodirne objekte igre.

9.24.12. Vozilo izađe van staze (pomijeranjem zida) ili van takmičarskog polja.

9.24.13. Vozilo ili član tima ošteti polje ili objekat igre.

9.25. Prema ovim pravilima, tim može sam zaustaviti pokušaj (npr. dodirivanjem zida), ali neće moći nastaviti i runda će biti završena.

9.26. Sudije će donositi odluke na osnovu pravila i fer igre. Njihova odluka je konačna na dan takmičenja. Ako dođe do nejasnoća, sudije će odlučiti u korist najgoreg mogućeg ishoda za datu situaciju.

## 10. Bodovanje

10.1. Zvanični rezultat će biti izračunat na kraju svake runde izazova.

10.2. Maksimalni broj poena se računa na sljedeći način:

10.2.1. 30 poena za rundu Otvorenog izazova. (1.1 + 1.2 + 1.3)

10.2.2. 62 poena za rundu Izazova sa preprekama. (1.1 + 1.2 + 1.3 i/ili 1.4 (ili 1.5) ili 1.6 (ili 1.7) + 1.8)

10.2.3. 30 poena za inženjersku dokumentaciju u dnevniku

10.2.4. Maksimalan broj poena je 122. (≈ 75% performanse vozila i ≈ 25% dokumentacija)

	Zahtjevi	Bodovi	Ukupno dostupno
1.	<b>Otvoreni izazov i Izazov sa preprekama</b>		
1.1.	Vozilo se kreće iz sekcije u pravcu definisanom za izazov. Ovo pravilo važi za početnu sekciju, ali ne važi za završnu sekciju i sljedeću sekciju nakon nje.	1	24
1.2.	Vozilo mora uspješno proći svih osam sekcija u pravcu izazova kako bi kompletiralo jednu rundu. Početna sekcija se računa kao jedna od osam sekcija u prvoj rundi. Runda se smatra završenom kada vozilo u potpunosti napusti poslednju (ugaonu) sekciju. Nakon završetka runde, vozilo može da se kreće u suprotnom smjeru, a runda će se i dalje računati kao završena.	1	3
1.3.	Nakon završetka tri runde, vozilo se mora zaustaviti u završnoj sekciji.	3	3
	<b>Dodatni poeni za Izazov sa preprekama</b>		
	<b>Nisu kompletirana tri kruga</b>		
1.4	Jedan ili više saobraćajnih znakova je pomjeren: Vozilo mora završiti najmanje jednu rundu da bi osvojilo poene.	2	2
1.5.	Nijedan saobraćajni znak nije pomjeren: Vozilo mora završiti najmanje jednu rundu da bi osvojilo poene.	4	4
	<b>Nakon završena tri kruga</b>		
1.6	Jedan ili više saobraćajnih znakova je pomereno.	8	8
1.7	<b>Nijedan</b> saobraćajni znak nije pomeren.	10	10
1.8.1	Vozilo je započelo kretanje iz parking zone i obišlo barem jedan pun krug.	7	7
1.8.2	Uspješno parkiranje (potpuno u parking zoni i paralelno)	15	15
1.8.3	Djelimično ili neparalelno parkiranje	7	7
2.	Ako tim izvrši popravku tako što ukloni vozilo sa terena (čak i ako popravka nije bila uspješna).	Ukupni poeni iz runde podijeljeni sa faktorom 2	
3.	Za detaljan prikaz bodovanja <b>inženjerskog dnevnika i dokumentacije vozila</b> , pogledajte Dodatak C.		30

10.3. Vrijeme koje izmjeri sudija, u trenutku kada se runda Otvorenog izazova završi, bilježi se i koristi za određivanje najbolje runde. Ako je tim ili vozilo diskvalifikovano iz runde izazova, dodjeljuje im se maksimalno vrijeme (3 minuta) za tu rundu.

10.4. Sudije izračunavaju rezultat na kraju svake runde izazova. Tim mora da provjeri i potpiše bodovni list ako nema opravdane žalbe.

- 10.5. Rangiranje timova u rundama Otvorenog izazova zasniva se na broju poena iz njihove najbolje runde. Ako tim ima isti rezultat u obje runde, kao najbolja runda se bira ona sa kraćim vremenom.
- 10.6. Svi timovi učestvuju u obje runde izazova.
- 10.7. Ukupni rang timova se određuje na osnovu zbirnog broja poena iz najbolje runde Otvorenog izazova, najbolje runde Izazova sa preprekama i poena za inženjerski dnevnik i dokumentaciju vozila. Ako tim ima isti rezultat u obje runde Izazova sa preprekama, kao najbolja runda se bira ona sa kraćim vremenom.
- 10.8. U slučaju izjednačenog rezultata, rangiranje će se utvrditi prema sljedećim kriterijumima (od najvećeg ka najmanjem prioritetu):
  - 10.8.1. Zbir poena iz Otvorenog izazova, Izazova sa preprekama i inženjerskog dnevnika i dokumentacije vozila
  - 10.8.2. Poeni iz najbolje runde Izazova sa preprekama
  - 10.8.3. Vrijeme iz najbolje runde Izazova sa preprekama
  - 10.8.4. Poeni iz druge najbolje runde Izazova sa preprekama
  - 10.8.5. Vrijeme iz druge najbolje runde Izazova sa preprekama
  - 10.8.6. Poeni za inženjerski dnevnik i dokumentaciju vozila
  - 10.8.7. Poeni iz najbolje runde Otvorenog izazova
  - 10.8.8. Poeni iz druge najbolje runde Otvorenog izazova
  - 10.8.9. Vrijeme iz najbolje runde Otvorenog izazova
  - 10.8.10. Vrijeme iz druge najbolje runde Otvorenog izazova

## 11. Materijali i pravila za vozilo

- 11.1. Dimenzije vozila ne smiju prelaziti 300x200 mm i 300 mm u visinu.
- 11.2. Masa vozila ne smije prelaziti 1,5 kilograma.
- 11.3. Vozilo mora imati četiri točka, sa jednom pogonskom osovinom i jednim mehanizmom za upravljanje bilo koje vrste. Vozilo može biti sa prednjim pogonom ([https://en.wikipedia.org/wiki/Front-wheel\\_drive](https://en.wikipedia.org/wiki/Front-wheel_drive)), zadnjim pogonom ([https://en.wikipedia.org/wiki/Rear-wheel\\_drive](https://en.wikipedia.org/wiki/Rear-wheel_drive)) ili pogon na sva četiri točka ([https://en.wikipedia.org/wiki/Four-wheel\\_drive](https://en.wikipedia.org/wiki/Four-wheel_drive)). Timovi koji koriste diferencijalnu bazu ([https://en.wikipedia.org/wiki/Differential\\_wheeled\\_robot](https://en.wikipedia.org/wiki/Differential_wheeled_robot)) biće diskvalifikovani.  
**Pogon** – omogućava vozilu kretanje naprijed i nazad.  
**Upravljanje** – omogućava vozilu skretanje ulijevo ili udesno.
- 11.4. Vozilo ne smije koristiti omnidirekzione točkove, kuglasti oslonac ili sferične točkove.
- 11.5. Zabranjena je upotreba elektronskih diferencijala sa jednim motorom po strani (kao kod diferencijalnih robota).
- 11.6. Vozilo mora biti potpuno autonomno i mora da samostalno izvršava zadatke. Bilo kakva radio komunikacija, daljinsko upravljanje ili žični sistemi kontrole nisu dozvoljeni dok se vozilo kreće.
- 11.7. Učesnicima nije dozvoljeno da na bilo koji način ometaju ili pomažu vozilu dok je u radu. Ovo uključuje unos podataka putem vizuelnih, zvučnih ili drugih signala. Kršenje ovog pravila rezultira diskvalifikacijom u toj rundi.
- 11.8. Kontroler vozila može biti ili Single Board Computer (SBC) ([https://en.wikipedia.org/wiki/Single-board\\_computer](https://en.wikipedia.org/wiki/Single-board_computer)) ili Single Board Microcontroller (SBM) ([https://en.wikipedia.org/wiki/Single-board\\_microcontroller](https://en.wikipedia.org/wiki/Single-board_microcontroller)) bez ograničenja po pitanju.
- 11.9. Na vozilu može biti više SBC/SBM kontrolera.
- 11.10. Zabranjena je upotreba RF, Bluetooth, Wi-Fi ili bilo koje vrste bežične komunikacije tokom rundi. Ako je ugrađena, mora biti isključena.
- 11.11. Timovi mogu koristiti bilo koje senzore, po svom izboru – nema ograničenja u vezi sa brendom, funkcijom ili brojem senzora koji se koriste. Kamere se smatraju sensorima. Pametni telefoni se mogu koristiti kao kamere ili za obradu slikovnih podataka.
- 11.12. Timovi mogu koristiti bilo koje DC motore i/ili servo motore po svom izboru – nema ograničenja u vezi sa brendom.
- 11.13. Maksimalno dva motora mogu da se koriste za kretanje vozila naprijed ili nazad (tj. za pokretanje vozila; to su pogonski motori). Pogonski motori moraju biti direktno povezani sa osovinom koja pokreće točkove ili indirektno preko zupčastog prenosa. Dva pogonska motora ne smiju biti nezavisno povezana sa pogonskim točkovima.
- 11.14. Timovi mogu koristiti bilo koje elektronske komponente – nema ograničenja u vezi sa tipom, proizvođačem, brojem ili namjenom komponenti.
- 11.15. Timovi mogu koristiti hidraulične sisteme, barometarske uređaje ili solenoide.
- 11.16. Timovi mogu koristiti bilo koju bateriju po svom izboru – nema ograničenja u vezi sa brendom, funkcijom ili brojem baterija koje se koriste.
- 11.17. Samo žične veze su dozvoljene za komunikaciju između elektromehaničkih komponenti vozila.
- 11.18. Timovi se mogu koristiti 3D štampanim dijelovima, dijelovima pripremljenim na CNC mašinama, dijelovima izrađenim od akrila, drveta, metala ili bilo kojeg drugog materijala

- nema ograničenja u vezi sa namjenom.
- 11.19. Vozilo može biti izrađeno korišćenjem bilo kojeg seta hardverskih komponenti i bilo kojeg materijala. Ne postoje ograničenja u vezi sa određenim tipom ili bilo kojim drugim sistemom.
- 11.20. Timovi mogu koristiti električnu traku, gumene trake, vezice za kablove, najlonske vezice (vezice za kablove) itd. Bilo koji ljepljivi materijal je dozvoljen za bilo koju svrhu.
- 11.21. Timovi treba da ponesu dovoljno rezervnih dijelova. U slučaju nezgoda ili kvarova opreme, WRO (i/ili organizacioni odbor) nije odgovoran za njihovo održavanje ili zamjenu.
- 11.22. Vozila se mogu sastavljena donijeti na takmičenje.
- 11.23. Kontrolni softver može biti napisan u bilo kojem programskom jeziku – nema ograničenja u vezi sa određenim programskim jezikom.
- 11.24. Takmičari mogu unaprijed pripremiti program.
- 11.25. Timovi treba da pripreme i ponesu svu opremu, softver i prenosive računare koji su im potrebni tokom turnira.
- 11.26. Timu je dozvoljeno da na dan takmičenja ima samo jedno vozilo. Rezervna vozila nisu dozvoljena u prostoru za takmičenje.

## 12. Format takmičenja i pravila

*Opis u ovom dokumentu objašnjava kako će takmičenje biti sprovedeno na Međunarodnom finalu.*

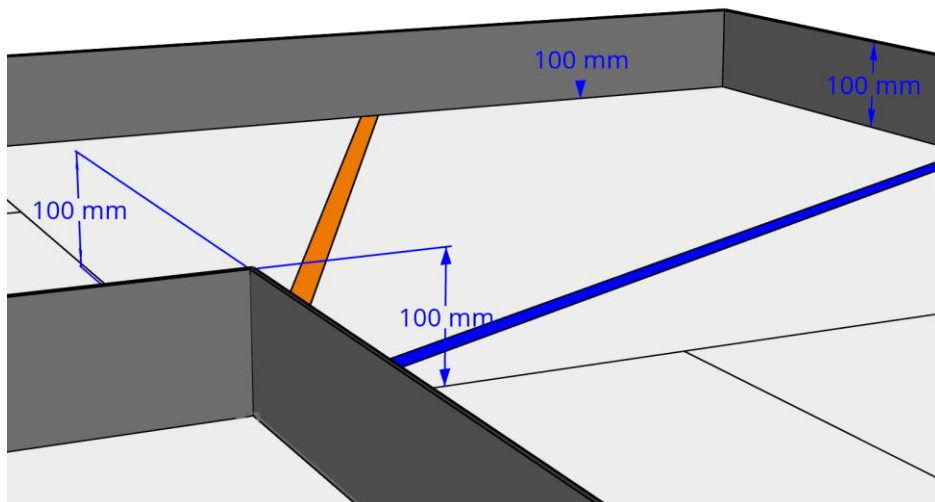
- 12.1. Takmičenje se sastoji od nekoliko rundi sa vremenom za pripremu između njih. Nakon svakog pripremnog vremena slijedi vrijeme za provjeru vozila kako bi se pregledali zahtjevi.
- 12.2. Svaki tim mora raditi tokom pripremnog vremena na svom određenom mjestu sve do vremena za provjeru, kada vozilo mora biti smješteno u određeni prostor (zona za provjeru).
- 12.3. Na dan takmičenja, najmanje 60 minuta će biće obezbijeđeno za pripremu prije početka prve runde.
- 12.4. Timovima nije dozvoljeno da dodiruju određene prostore za takmičenje prije nego što bude zvanično najavljen početak pripremnog vremena.
- 12.5. Tokom pripremnog vremena, takmičari mogu da rade na svojim mjestima ili mogu da stanu u red sa svojim vozilima za jednu probnu vožnju na takmičarskom terenu ili mogu vršiti mjerenja na takmičarskom terenu ako to ne ometa druge timove u njihovim pokušajima. Maksimalno dozvoljeno vrijeme po timu za jednu probnu vožnju je 4 minuta. Nakon isteka tog vremena, tim se može vratiti na kraj reda za još jedan pokušaj. Timovima je dozvoljeno da mijenjaju program ili mehanički podešavaju vozilo.
- 12.6. Sva vozila moraju biti postavljena na sto za provjeru u zoni za provjeru nakon završetka pripremnog perioda. **Svi kontroleri vozila moraju biti isključeni.** Nakon ovog vremena nije dozvoljeno modifikovati mehanizme ili programe.
- 12.7. Vozila mogu učestvovati na takmičenju samo ako su prošla provjeru. Provjera se odnosi na zahtjeve za vozilo i korišćene materijale, kako je opisano u prethodnim odjeljcima.
- 12.8. Ako vozilo ne prođe provjeru kod sudija, sudije mogu timu dati do 3 minuta da ispravi uočene probleme. Samo jedan period od tri minuta može biti dodijeljen timu po svakom vremenskom terminu za provjeru.

- 12.9. Ako vozilo na kraju ne prođe provjeru kod sudija, vozilo neće moći da učestvuje na takmičenju.
- 12.10. Tim ne smije prekoračiti 90 sekundi za pripremu čim ih sudije pozovu za učešće u određenoj rundi, a kada runda počne, pojedinačne runde ne smiju prelaziti vrijeme određeno u Pravilima igre.
- 12.11. Na višednevnim takmičenjima, vozilo ostaje u takmičarskoj dvorani tokom noći.

## 13. Takmičarski sto i oprema

### Takmičarski sto i oprema

- 13.1. Veličina takmičarske podloge iznosi 3200 x 3200 mm (+/- 5 mm). Unutrašnji kvadrat unutar podloge predstavlja trkačku stazu sa dimenzijama 3000 x 3000 mm (+/- 5 mm).
- 13.2. Glavna boja staze je bijela.
- 13.3. Staza je okružena spoljnim zidovima sa unutrašnjom visinom od 100 mm.
- 13.4. Unutrašnja boja spoljnih zidova je crna. Spoljna boja zidova nije definisana.
- 13.5. Postoje dodatni unutrašnji zidovi koji okružuju unutrašnji dio staze, visine 100 mm.

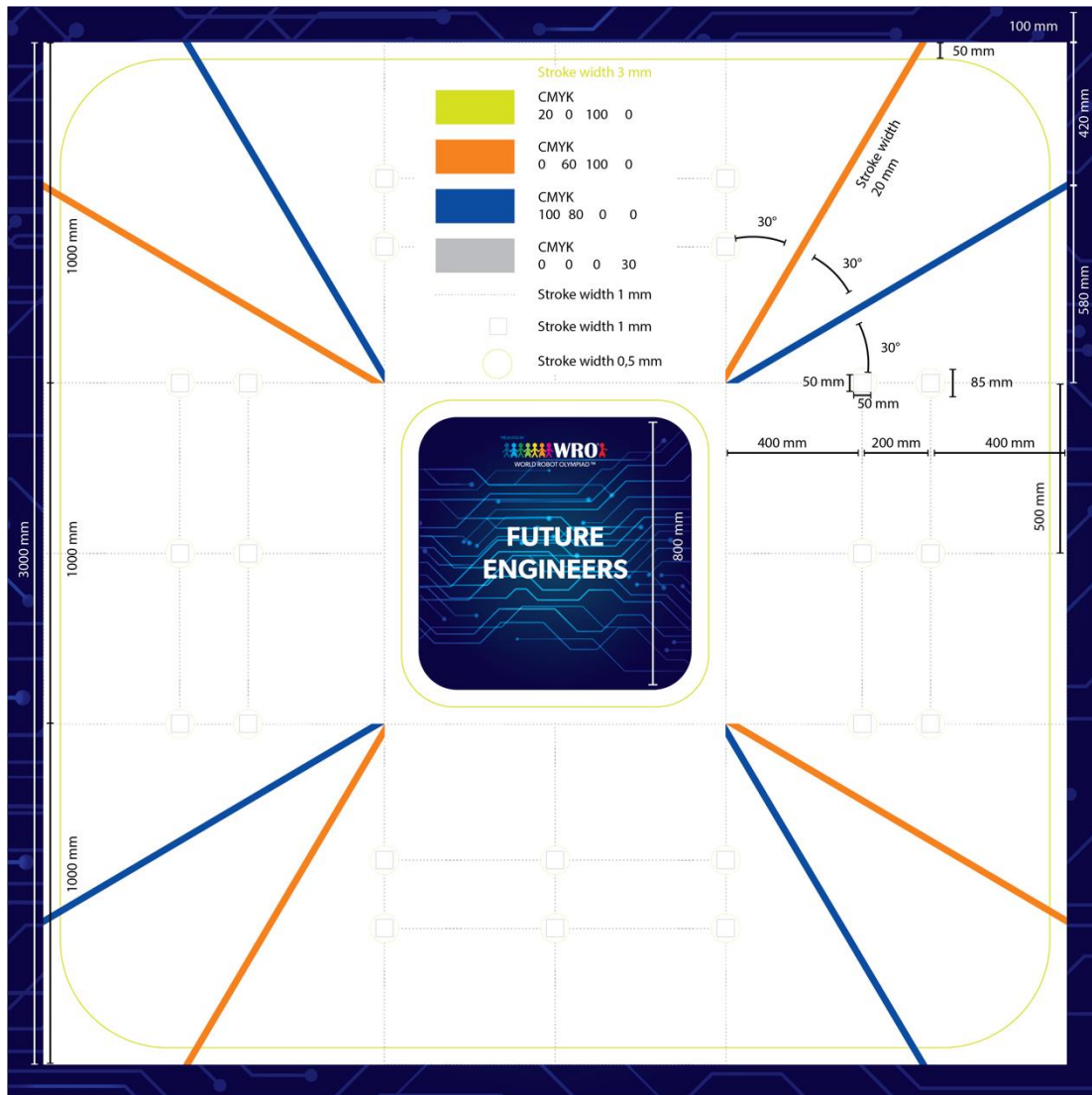


**Slika 10:** Visina spoljašnjih i unutrašnjih zidova

- 13.6. Spoljašnja boja unutrašnjih zidova je crna. Unutrašnja boja zidova je crna. Boja gornje ivice zidova je takođe crna.
- 13.7. Debljina spoljašnjih i unutrašnjih zidova nije definisana.
- 13.8. Razmak između spoljašnjih i unutrašnjih zidova zavisi od tipa runde i definisan je u sekciji Alternativne igre.
- 13.9. Na stazi se nalaze narandžaste i plave linije. Debljina linija je 20 mm. Boja narandžastih linija je CMYK (0, 60, 100, 0). Boja plavih linija je CMYK (100, 80, 0, 0).
- 13.10. Na polju se nalaze isprekidane linije debljine 1 mm koje označavaju početne zone za vozilo. Boja isprekidanih linija je CMYK (0, 0, 0, 30).
- 13.11. Veličina svake početne zone je 200 x 500 mm.
- 13.12. Na polju postoje kvadrati koji označavaju mjesta gde se mogu postaviti saobraćajni znakovi. Debljina linija za označavanje mjesta za znakove je 1 mm, a boja linije je

CMYK (0, 0, 0, 30).

- 13.13. Veličina svakog mjesta za saobraćajni znak je 50 x 50 mm.
- 13.14. Površina za procjenu da li je saobraćajni znak pomjeren određena je kao krug oko odgovarajućeg mjesta za znak. Debljina linije kruga je 0,5 mm, a boja linije je CMYK (20, 0, 100, 0).
- 13.15. Prečnik tog kruga iznosi 85 mm.



Slika 11: Mapa takmičarskog polja sa dimenzijama

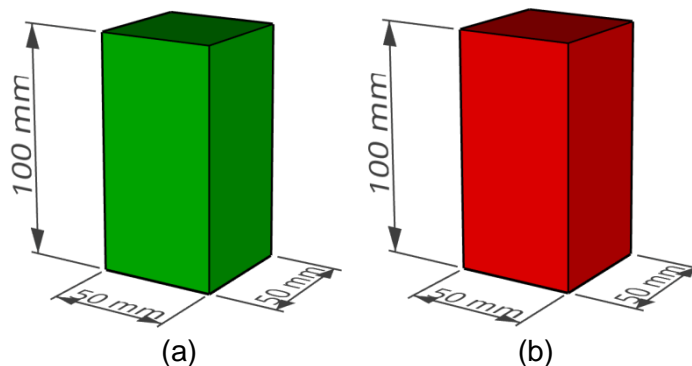
### Konfiguracija zidova za Međunarodno finale

- 13.16. Unutrašnji zidovi će biti postavljeni u kvadratnom ili pravougaonom obliku u skladu sa žrijebom. Spoljni zidovi će biti fiksirani u kvadratnom obliku i neće se mijenjati tokom izazova.
- 13.17. Boja zidova će biti crna.

- 13.18. Iako će organizatori učiniti sve kako bi boje podloge polja i objekata na polju bile što bliže CMYK specifikaciji, razlike i dalje mogu postojati. Timovi će imati priliku da kalibrišu i fino podešavaju svoja vozila u odnosu na boje na terenu i objektima tokom probnih rundi.

### Saobraćajni znakovi

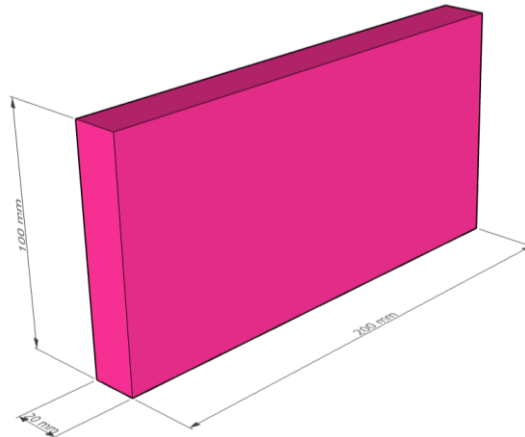
- 13.19. Svaki saobraćajni znak je pravougaoni paralelopiped dimenzija 50x50x100 mm.  
13.20. U zavisnosti od procesa nasumične postavke prije svake runde, može biti do 7 crvenih paralelopipeda i do 7 zelenih paralelopipeda.  
13.21. Boja crvenih saobraćajnih znakova je RGB (238, 39, 55).  
13.22. Boja zelenih saobraćajnih znakova je RGB (68, 214, 44).  
13.23. Materijal saobraćajnog znaka nije definisan.  
13.24. Masa saobraćajnog znaka nije definisana.



Slika 12: Dimenzije saobraćajnih znakova

### Ograničenja parking prostora

- 13.25. Svaki objekat koji služi za ograničenje parking prostora je pravougaoni paralelopiped dimenzija 200x20x100 mm.  
13.26. Jedan parking prostor sa dva ograničenja parking prostora postavlja se na podlogu u svakoj rundi izazova sa preprekama.  
13.27. Boja ograničenja parking prostora je magenta / RGB (255, 0, 255).  
13.28. Materijal nije definisan.  
13.29. Masa nije definisana.



Slika 13: Dimenzije ograničenja parking prostora

## 14. Rječnik pojmova

<b>Vrijeme za provjeru</b>	Tokom vremena za proveru, sudija će pregledati vozilo i proveriti dimenzije (npr. pomoću kocke ili sklopivog metra) i druge tehničke zahtjeve. Provjera mora biti obavljena prije svake runde.
<b>Trener</b>	Trener je osoba koja pomaže timu u učenju različitih aspekata robotike, timskom radu, rješavanju problema, upravljanju vremenom itd. Uloga trenera nije da pobijedi na takmičenju umjesto tima, već da ih poduči i vodi kroz identifikaciju problema i otkrivanje načina za rješavanje izazova na takmičenju.
<b>Organizator takmičenja</b>	Organizator takmičenja je entitet koji organizuje takmičenje kojem tim prisustvuje. To može biti lokalna škola, organizator državnog takmičenja zemlje ili zemlja domaćin WRO-a u saradnji sa WRO asocijacijom koja organizuje Međunarodno WRO finale.
<b>Takmičenje</b>	Na takmičenju postoje dve vrste rundi: kvalifikacione i finalne. Najuspešniji timovi nakon kvalifikacionih rundi učestvuju u finalnim rundama.
<b>Takmičarsko polje</b>	Takmičarsko polje je prostor u kome vozilo mora da se kreće. Ova oblast može da sadrži objekte sa kojima vozilo mora da bude u interakciji u skladu sa zahtevima takmičenja.
<b>GitHub repozitorijum</b>	GitHub repozitorijum je skladište za izvorne kodove programa kojim se upravlja pomoću sistema za kontrolu verzija Git. Skladištenje je omogućeno preko GitHub servisa ( <a href="https://github.com/">https://github.com/</a> )
<b>Runda</b>	Runda izazova podrazumeva da tim upravlja autonomnim vozilom kako bi izvršio zadatak izazova. Rezultat izazova zavisi od broja krugova koje vozilo pređe na takmičarskom polju.
<b>Pripremno vrijeme</b>	Tokom pripremnog vremena, tim može testirati vozilo na polju i može mijenjati mehaničke aspekte ili program vozila. Kalibracija je dozvoljena tokom pripremnog vremena.
<b>Tim</b>	U ovom dokumentu riječ tim podrazumeva 2-3 takmičara, a ne trenera koji treba samo da pruža podršku timu.
<b>Kontrolni program</b>	Program je skup instrukcija za mikroprocesor/mikrokontroler vozila da

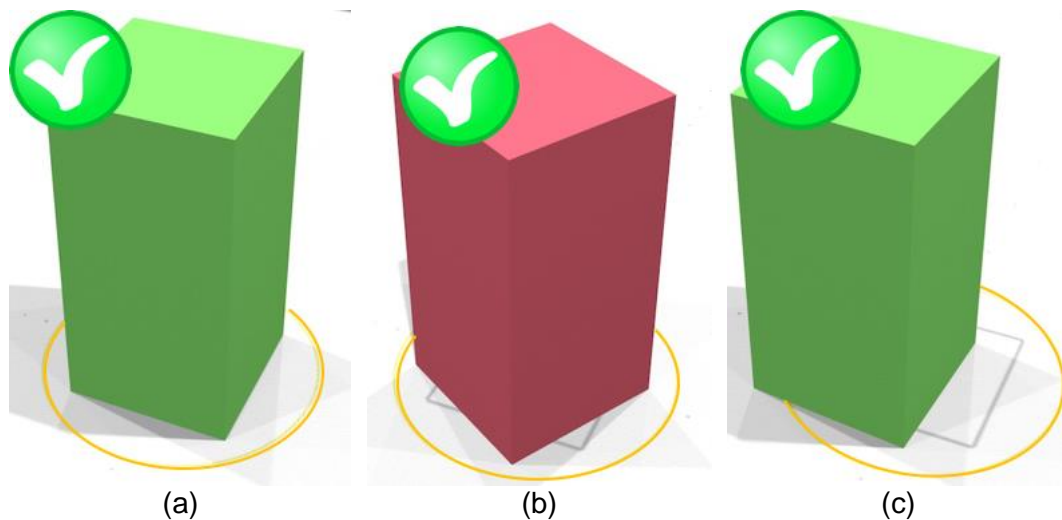
<b>vozila</b>	očita vrijednosti sa senzora, analizira ove informacije i prethodno stanje vozila kako bi dao komande motorima vozila u cilju rješavanja izazova.
<b>Pogonski motor</b>	Pogonski motori su motori povezani na osovine koje su povezane sa točkovima. Ovi motori pomijeraju vozilo napred ili nazad.
<b>Motor za upravljanje</b>	Motor za upravljanje je motor koji upravlja vozilom lijevo ili desno.
<b>WRO</b>	U ovom dokumentu, WRO označava <i>World Robot Olympiad Association Ltd.</i> , neprofitnu organizaciju koja organizuje WRO takmičenja širom svijeta i priprema sve igre i pravila takmičenja.
<b>Smjer vožnje</b>	Smjer vožnje predstavlja smer kretanja vozila tokom izazova. Ovaj smjer se određuje procesom randomizacije.

## Dodatak A: Objašnjenja i šeme

### 1. Značenje pomjerenog ili oborenog saobraćajnog znaka

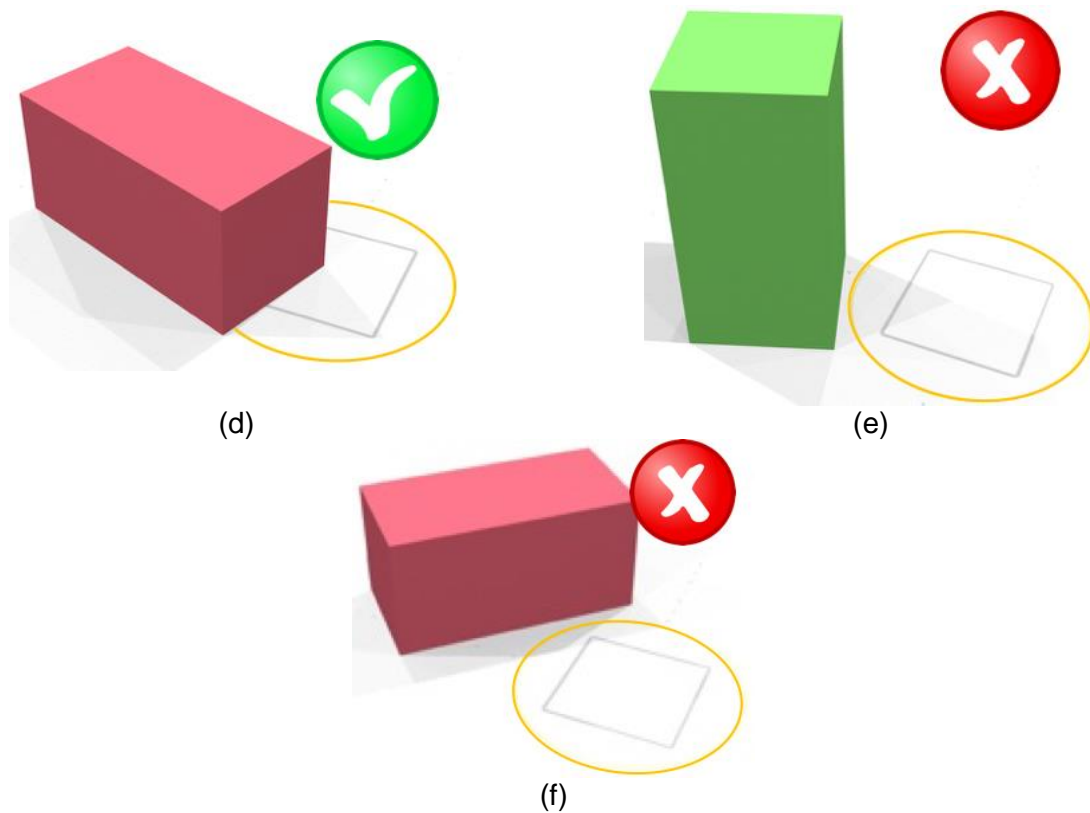
Na sljedećim šemama, saobraćajni znak:

- (a) – nije pomjeren (ostao je u svom početnom položaju)
- (b) – je pomjeren
- (c) – je pomjeren, ali ne uzrokuje prekid runde
- (d) – je oboren, ali ne uzrokuje prekid runde
- (e) – je pomjeren i uzrokuje prekid runde
- (f) – je oboren i uzrokuje prekid runde



**Slika 14:**

- a) Početna pozicija saobraćajnog znaka na početku runde**  
**b) Saobraćajni znak nije na označenom mjestu, ali je i dalje unutar kruga**  
**c) Saobraćajni znak je djelimično izvan kruga i smatra se pomjerenim**



Slika 15:

- d) Oboren saobraćajni znak koji je djelimično izvan kruga
- e) Saobraćajni znak je potpuno pomjeren izvan kruga
- f) Oboren saobraćajni znak koji je potpuno izvan kruga

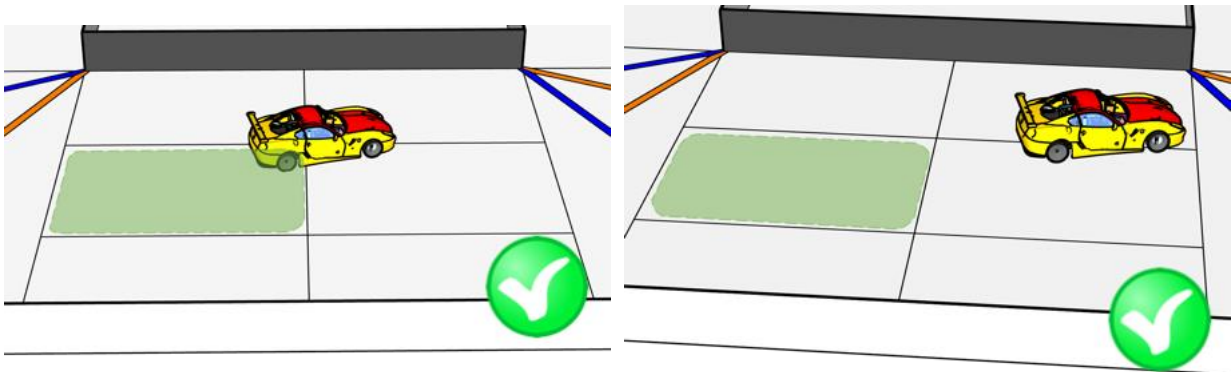
## 2. Uslovi za osvajanje poena za završetak u početnoj zoni

Da bi se utvrdilo da li je vozilo završilo kretanje u početnoj zoni, koristi se projekcija vozila na podlogu nakon potpunog zaustavljanja.

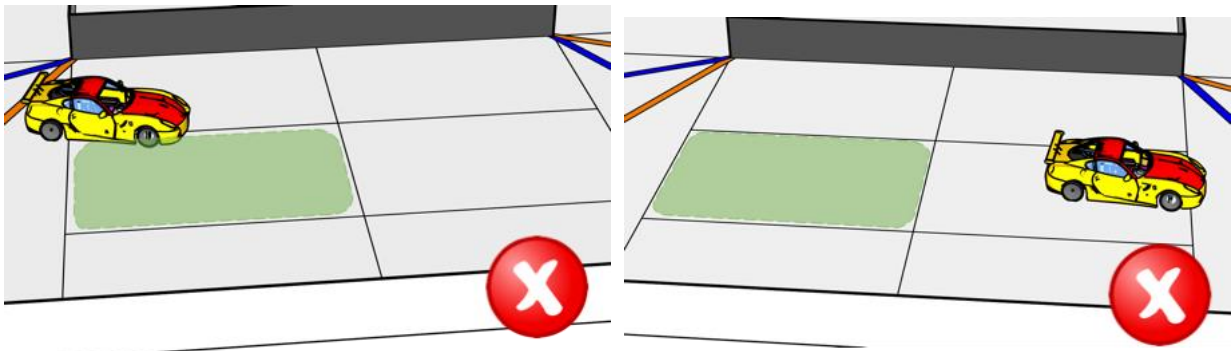
Ako bilo koji dio projekcije vozila prelazi granicu pravolinijske sekcije gdje se nalazi početna zona, smatra se da je vozilo izvan početne zone.

Provera da li je vozilo u početnoj zoni moguća je samo ako se vozilo zaustavilo i nije se pomijeralo najmanje 30 sekundi.

Na šemama ispod, početna zona je označena zelenom bojom.



Slika 16: Vozilo je završilo kretanje potpuno unutar početne zone

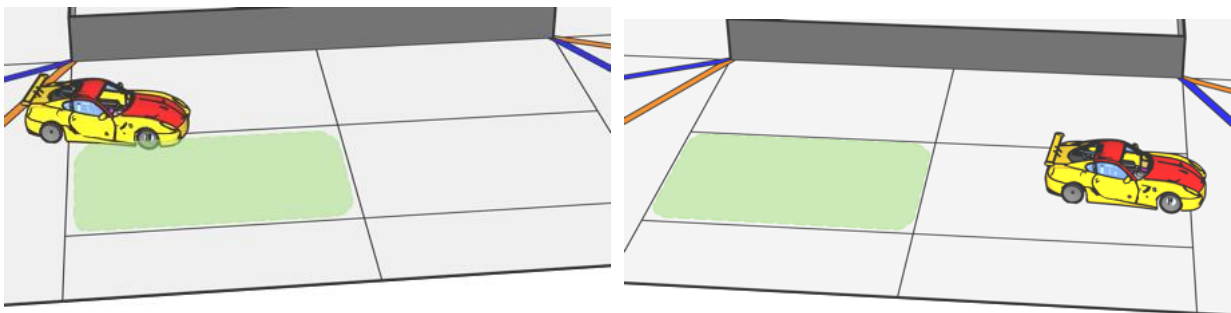


Slika 17: Vozilo je završilo kretanje izvan početne zone

### 3. Prolazak kroz početnu zonu nakon tri kruga

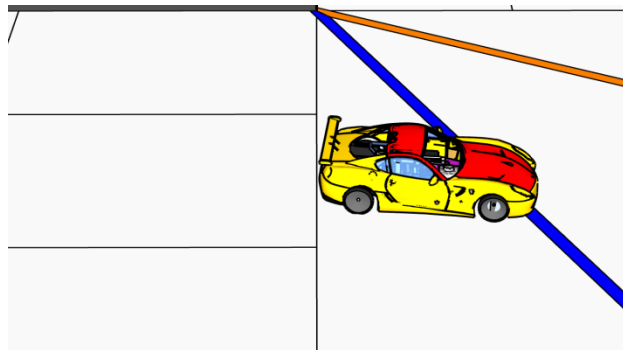
U otvorenom izazovu, sudije će završiti rundu čim vozilo prođe kroz početnu zonu nakon što završi tri kruga.

Nakon završetka tri kruga, moguće su sljedeće faze:



(a) Vozilo ulazi u početnu zonu

(b) Vozilo izlazi iz početne zone

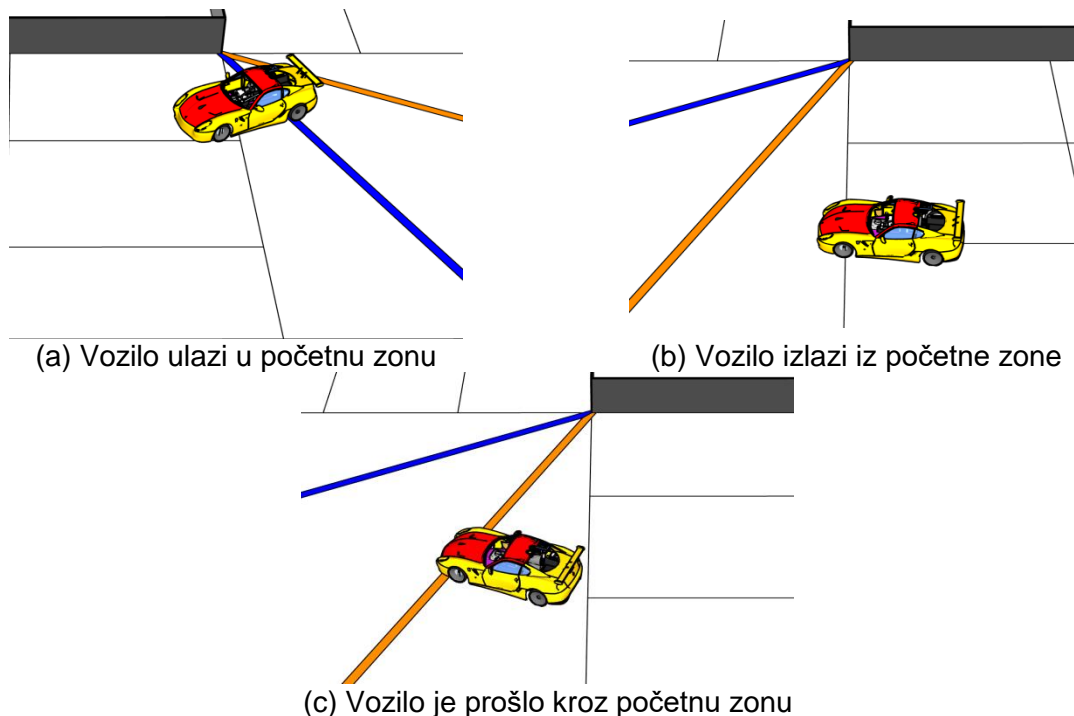


(c) Vozilo je prošlo kroz početnu zonu

**Slika 18: Faze prolaska kroz početnu zonu vozila koje se kreće suprotno od kazaljke na satu (CCW)**

Ako se vozilo i dalje kreće, sudija neće zaustaviti vrijeme u fazama (a) i (b). Međutim, čim vozilo bude potpuno u uglovnoj zoni, tj. faza (c), runda će biti završena.

Isto pravilo važi i ako je pravac vožnje u smjeru kazaljke na satu (CW).



(a) Vozilo ulazi u početnu zonu

(b) Vozilo izlazi iz početne zone

(c) Vozilo je prošlo kroz početnu zonu

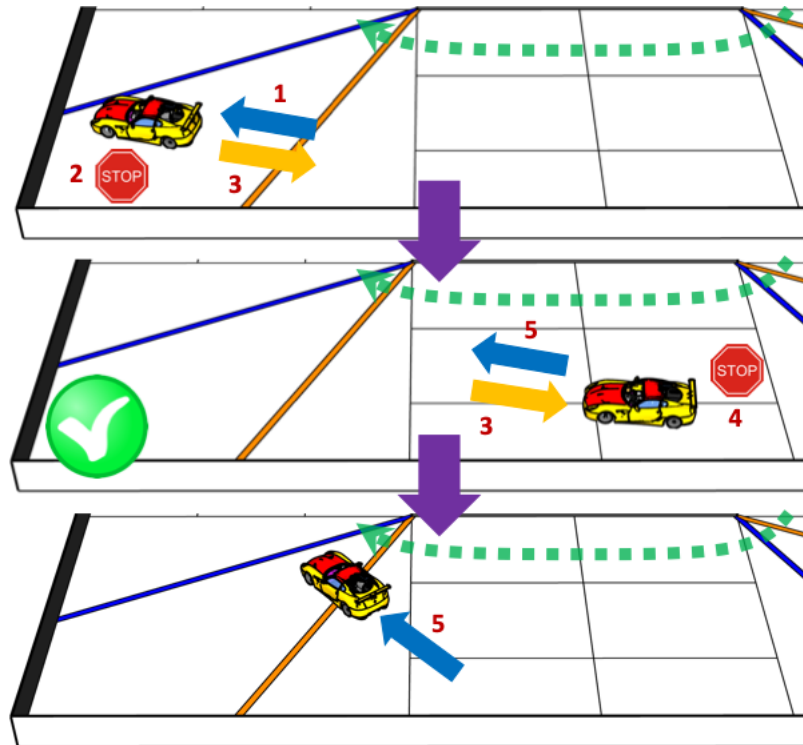
**Slika 19: Faze prolaska kroz početnu zonu vozila koje se kreće u smjeru kazaljke na satu (CW)**

**4. Vožnja u suprotnom smjeru**

Tokom runde, vozilu je dozvoljeno da se kreće u smjeru suprotnom od pravca vožnje runde samo kroz dve sekcije: sekciju u kojoj je promijenjeno kretanje i susjednu sekciju.

Razmotrićemo nekoliko slučajeva:

**Slučaj 1: Vozilo je započelo vožnju u suprotnom smjeru i potpuno se zaustavilo unutar susjedne sekcije**



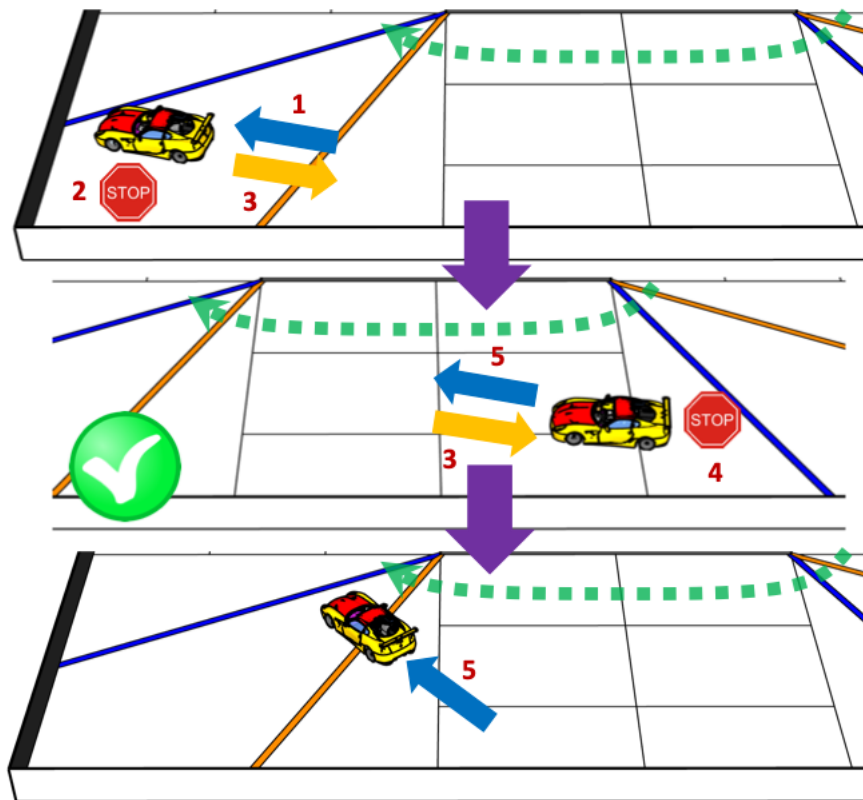
**Slika 20: Dozvoljena vožnja u suprotnom smjeru iz uglovne sekcije**

Na slici iznad smjer vožnje u rundi je u smjeru kazaljke na satu (prikazan zelenom isprekidanom strelicom pored zida):

- Faza 1: Vozilo je stiglo u uglovnu sekciju
- Faza 2: Zaustavilo se
- Faza 3: Počelo je da se kreće unazad
- Faza 4: Vozilo se zaustavilo u pravolinijskoj sekciji bez prelaska granice sekcije ka sljedećoj sekciji
- Faza 5: Nastavilo je vožnju u zadanom smjeru

Ovakav manevar je dozvoljen

**Slučaj 2: Vozilo je počelo da se kreće u suprotnom smjeru i zaustavilo se na liniji između dvije sekcije**



**Slika 21: Dozvoljeno je zaustavljanje na granici između sljedeće sekcije i sekcije nakon nje tokom vožnje u suprotnom smjeru**

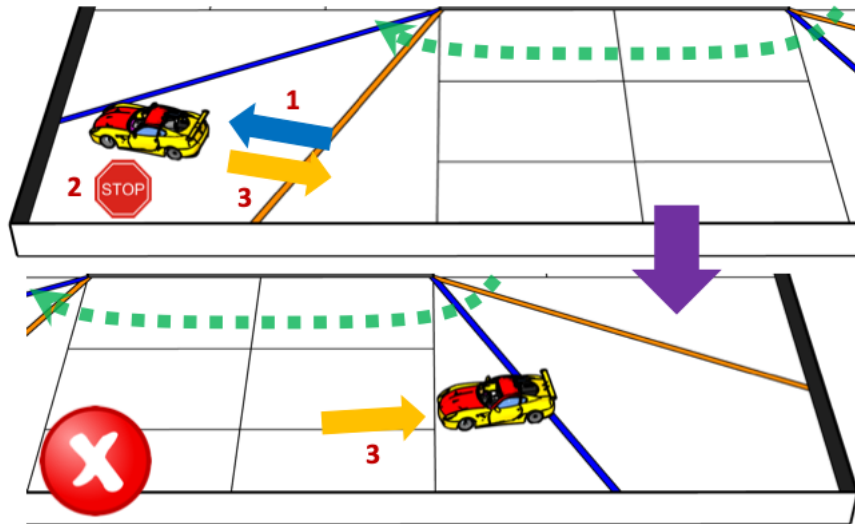
Na slici iznad smjer vožnje u rundi je u smjeru kazaljke na satu (prikazan zelenom isprekidanom strelicom pored zida):

- Faza 1: Vozilo je stiglo u uglovnu sekciju
- Faza 2: Zaustavilo se
- Faza 3: Počelo je da se kreće unazad
- Faza 4: Vozilo se zaustavilo na granici između susjedne sekcije i naredne sekcije
- Faza 5: Nastavilo je vožnju u zadatom smjeru.

**Ovakav niz pokreta je takođe dozvoljen**

**Slučaj 3: Vozilo je počelo da se kreće u suprotnom smjeru i potpuno se pomjerilo izvan susjedne sekcije**

Ako vozilo pređe granicu između susjedne sekcije i naredne sekcije, runda će biti zaustavljena.



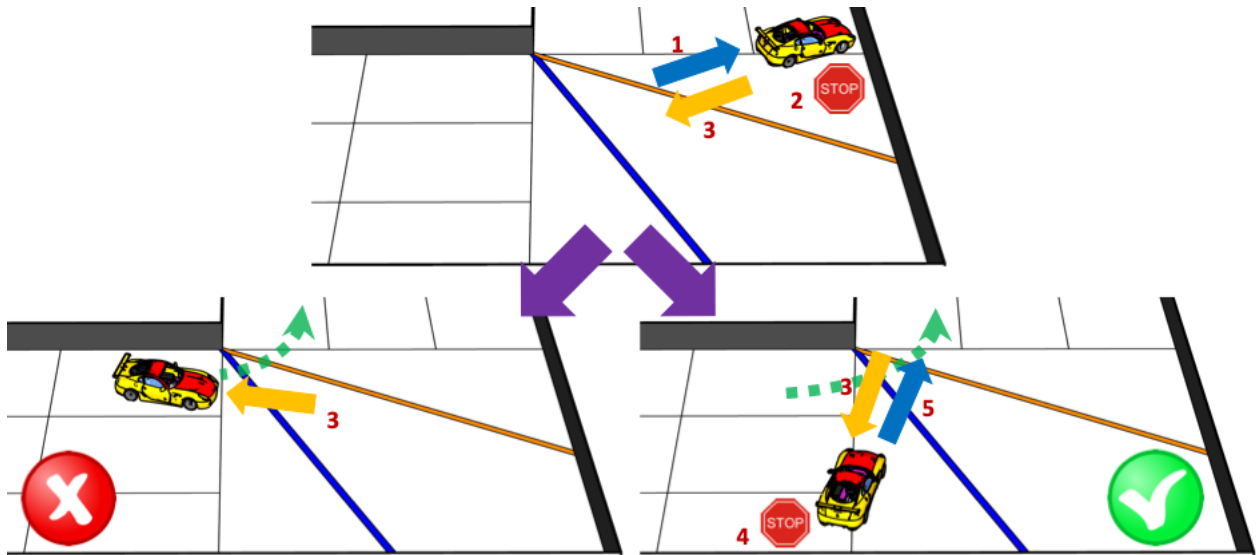
**Slika 22: Potpuno prelaženje izvan susjedne sekcije tokom vožnje u suprotnom smjeru nije dozvoljeno**

Na slici iznad:

- Faza 1: Vozilo se inicijalno kreće u zadanom smjeru, koji je u smjeru kazaljke na satu (prikazano zelenom isprekidanom strelicom pored zida)
- Faza 2: Vozilo se zaustavilo
- Faza 3: Vozilo počinje da se kreće u suprotnom smjeru i prelazi granicu dvije sekcije, čime se potpuno izmješta iz susedne sekcije.

#### Slučaj 4: Vozilo je promijenilo smjer na granici između dvije sekcije

Ako vozilo promijeni smjer dok je njegova projekcija na teren prešla liniju između dvije sekcije, naredna sekcija u smjeru vožnje se smatra kao prva sekcija za određivanje najudaljenije sekcije u kojoj je dozvoljena vožnja u suprotnom smjeru.



**Slika 23: Najudaljenija sekcija za vožnju u suprotnom smjeru kada je vozilo zaustavljeno djelimično u sekciji**

Na lijevoj strani slike iznad razmatra se sljedeći scenario:

- Faza 1: Vozilo se inicijalno kretalo suprotno od kazaljke na satu (CCW) (prikazano zelenom isprekidanom strelicom pored zida)
- Faza 2: Zaustavilo se na liniji između dvije sekcije – naredna sekcija u smjeru vožnje se smatra kao sekcija gdje je promijenjen smjer
- Faza 3: Nastavilo je da vozi u suprotnom smjeru i potpuno prešlo susjednu sekciju u odnosu na sekciju gdje je promijenjen smjer.

Ovi događaji će odmah dovesti do zaustavljanja runde.

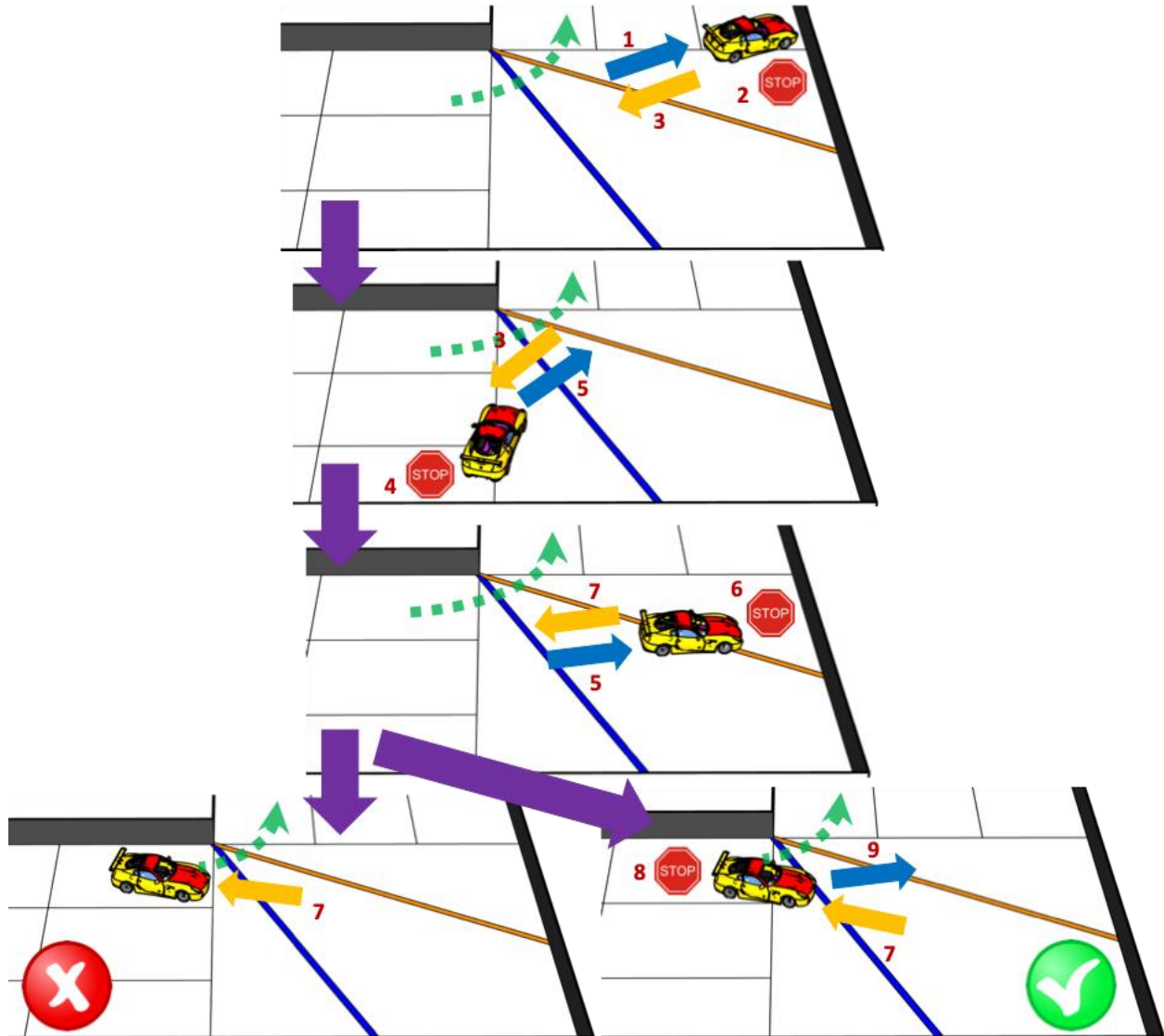
Scenario u kojem se runda nastavlja razmatra se ovako:

- Faza 1: Vozilo se inicijalno kretalo suprotno od kazaljke na satu (CCW) (prikazano zelenom isprekidanom strelicom pored zida)
- Faza 2: Zaustavilo se na liniji između dvije sekcije – naredna sekcija u smjeru vožnje se smatra kao sekcija gdje je promijenjen smjer
- Faza 3: Vozilo je promijenilo smjer i počelo da se kreće u suprotnom smjeru
- Faza 4: Vozilo se zaustavilo na granici dvije sekcije
- Faza 5: Vozilo je nastavilo da se kreće suprotno od kazaljke na satu (CCW)

Pošto je projekcija vozila i dalje djelimično u susjednoj sekciji, runda se neće zaustaviti.

### Slučaj 5: Promjena smjera više puta

Vozilu je dozvoljeno da više puta promijeni smjer, ali najudaljenija sekcija u kojoj može voziti u suprotnom smjeru određuje se na osnovu sekcije najbliže ciljnoj sekciji u kojoj je prvi put promijenjen smjer.



**Slika 24: Dozvola za višestruku promjenu smjera razmatrana na osnovu najbliže sekcije cilju**

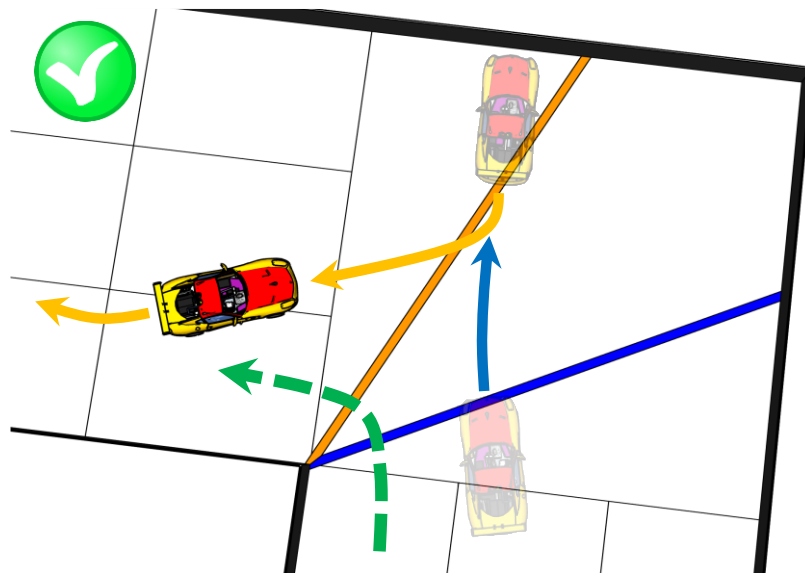
Na slici iznad prikazani su različiti ishodi za slučaj kada vozilo više puta mijenja smjer:

- Faza 1: Vozilo se inicijalno kretalo suprotno od kazaljke na satu (CCW) (prikazano zelenom isprekidanom strelicom pored zida)
- Faza 2: Zaustavilo se na liniji između dvije sekcije – naredna sekcija u smjeru vožnje se smatra kao sekcija gdje je promijenjen smjer
- Faza 3: Vozilo je promijenilo smjer i počelo da se kreće (u suprotnom smjeru)
- Faza 4 i 5: Vozilo se zaustavilo u susjednoj sekciji – pored sekcije gdje je prvobitno promijenjen smjer, a zatim nastavilo da se kreće u ispravnom smjeru

- Faza 6 i 7: Vozilo je još jednom promijenilo smjer, ali se to ne uzima u obzir jer je prethodna sekcija u kojoj je promijenjen smjer bliža cilju
- Ako vozilo potpuno izađe iz susjedne sekcije vozeći u suprotnom smjeru, runda će biti zaustavljena (lijeva strana slike)
- Ako je samo dio projekcije vozila u sekciji pored susjedne sekcije, to neće biti razlog za zaustavljanje runde (desna strana slike)

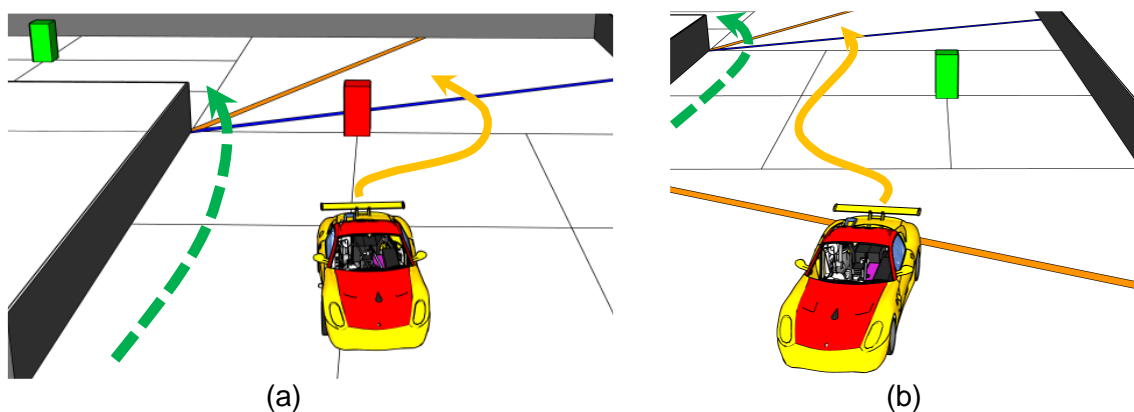
**Slučaj 6: Vožnja unazad**

Vožnja unazad je dozvoljena ako se vozilo kreće u smjeru vožnje definisanom za rundu.



**Slika 25: Vožnja unazad u zadanom smjeru kretanja**

U ovom smjeru, pravila za prolazak pored saobraćajnih znakova primjenjuju se na vozilo na isti način – crveni stub mora biti zaobiđen s desne strane, a zeleni stub mora biti zaobiđen s lijeve strane.

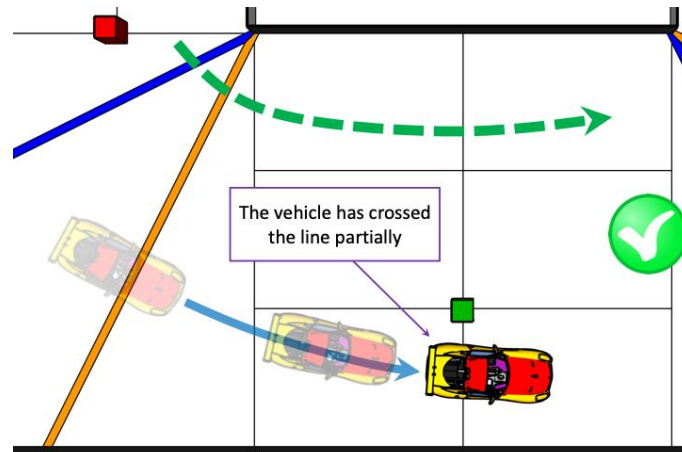


**Slika 26: Pravila za prolazak pored saobraćajnih znakova tokom vožnje unazad**

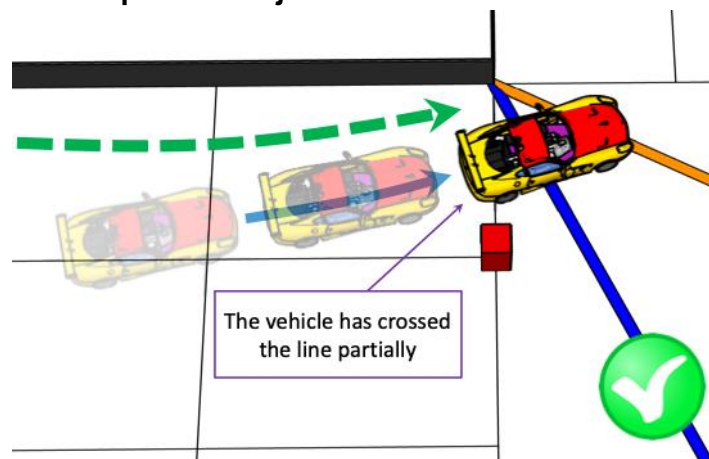
## 5. Prolazak pored saobraćajnih znakova s nepravilne strane

Iako nije dozvoljeno prolaziti pored saobraćajnih znakova sa pogrešne strane, postoji određeni prag koji vozilo može koristiti da prepozna grešku i ispravi svoje ponašanje.

Ako vozilo započne prolazak pored saobraćajnog znaka na nepravilan način, vrijeme neće biti zaustavljeno sve dok vozilo ne pređe potpuno liniju koja ide od unutrašnjeg zida do spoljašnjeg zida (u daljem tekstu radijus) gdje je saobraćajni znak postavljen.

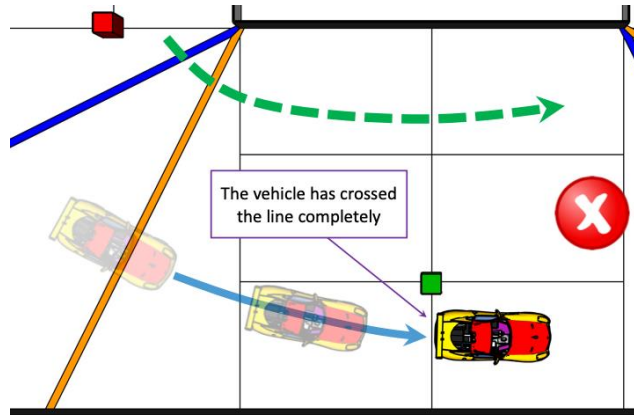


Slika 27: Vozilo ne prelazi radijus dok vozi sa desne strane zelenog stuba

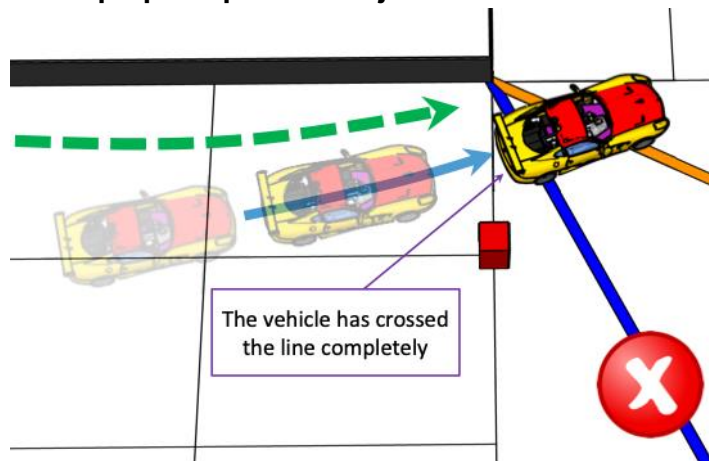


Slika 28: Vozilo ne prelazi radijus dok vozi sa lijeve strane crvenog stuba

Čim vozilo potpuno pređe radijus, sudije će zaustaviti rundu.

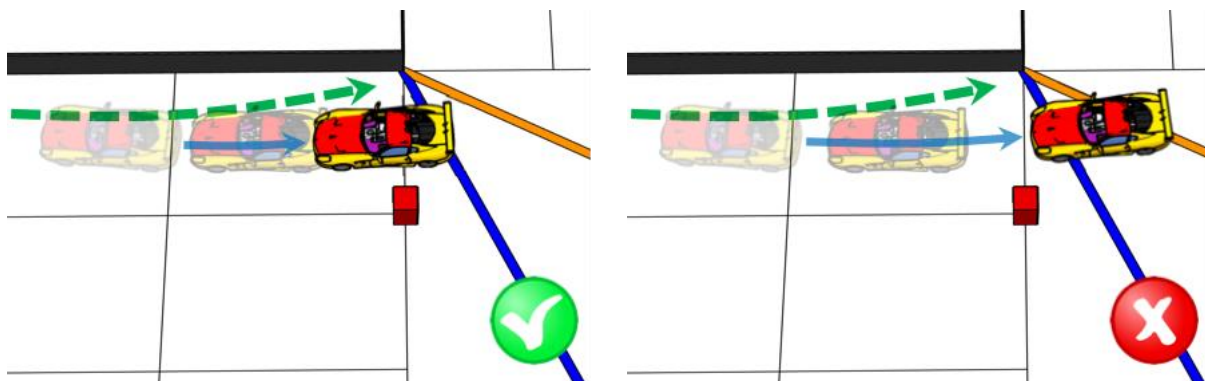


**Slika 29: Vozilo potpuno prelazi radijus sa desne strane zelenog stuba**



**Slika 30: Vozilo potpuno prelazi radijus sa lijeve strane crvenog stuba**

Isto pravilo važi i za slučaj kada se vozilo kreće unazad u smjeru zadanog kretanja.



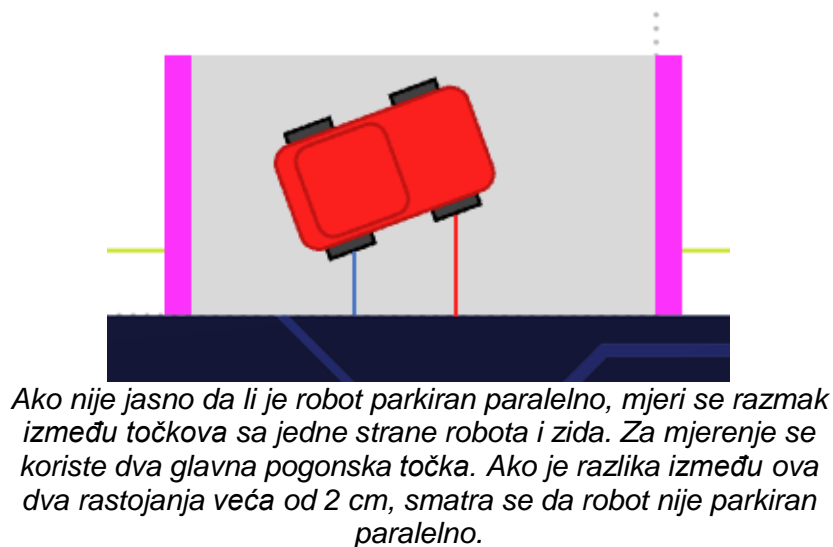
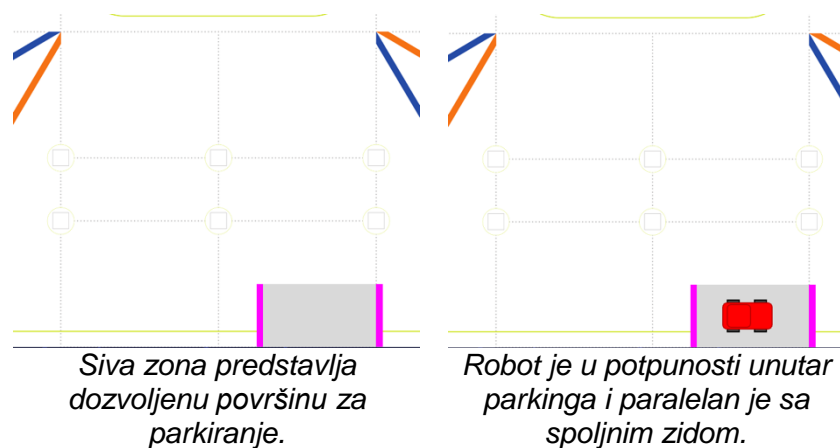
**Slika 31: Vozilo prelazi radijus dok vozi unazad**

U izazovu sa preprekama, saobraćajni znakovi se moraju poštovati samo tokom tri zvanična kruga. Na putu ka parkingu nakon završetka krugova, vozilo može zaobići znakove s desne ili lijeve strane po želji. Međutim, pomijeranje saobraćajnih znakova i dalje nije dozvoljeno.

## 6. Parkiranje na parkingu

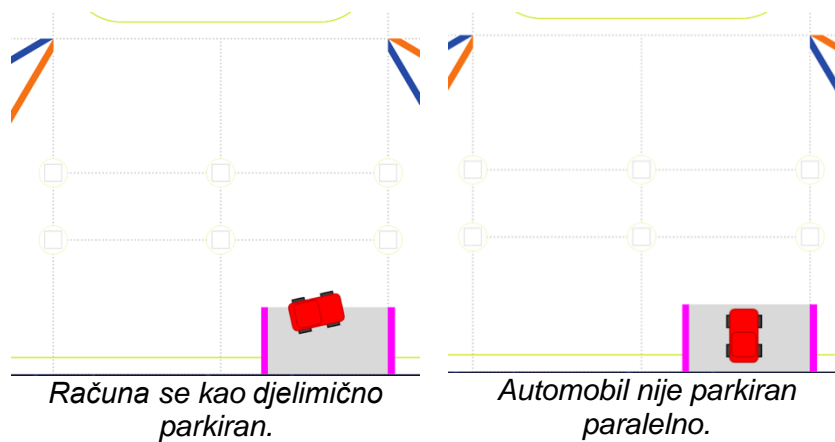
Smatra se da je robot potpuno parkiran kada je njegova projekcija na podlogu u potpunosti unutar pravougaonika između dva markera parking mjesta (označenog sivom bojom na slikama) i kada je robot parkiran paralelno sa zidom takmičarskog polja.

Robot se smatra paralelnim ako razlika između rastojanja prednjeg i zadnjeg točka sa jedne strane robota do zida ne prelazi 2 cm.



**Slika 32: Situacije kada je robot potpuno parkiran**

Smatra se da je robot djelimično parkiran kada je njegova projekcija na podlogu samo djelimično unutar parking prostora.



**Slika 33: Situacije kada je robot djelimično parkiran**

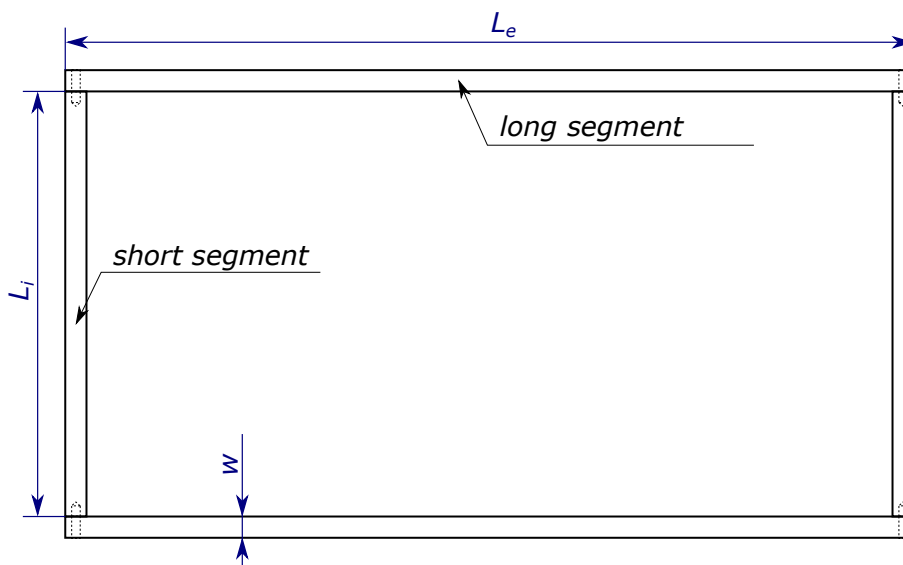
Robot ne smije da dodiruje ograničenja parking prostora. Ako ih robot dodirne, runda se zaustavlja i tim ne može da osvoji poene za parkiranje.

## Dodatak B: Takmičarsko polje za državna/regionalna finala

Glavna razlika u pripremi takmičarskog polja za državna/regionalna finala u odnosu na međunarodno finale je način izgradnje unutrašnjih zidova, jer konfiguracija zida zavisi od randomizacije koja se odvija prije svake kvalifikacione runde.

Ispod se nalazi preporuka koja može da se koristi za pripremu segmenata unutrašnjeg zida.

Prvo, ova preporuka pretpostavlja da je materijal unutrašnjeg zida drvo/iverica/MDF. Zid se sastoji od četiri dijela: dva duga segmenta i dva kratka segmenta, a debljina svakog segmenta je ista. Ovi segmenti se pričvršćuju zajedno pomoću konfirmat šrafova ili kupolastih šrafova i umetnutih matica. Visina segmenata je 100 mm. Boja segmenata je crna.



**Slika 34: Šema segmenata**

Sve moguće konfiguracije unutrašnjeg zida mogu se postići ako su pripremljeni sljedeći setovi segmenata:

Dugi segmenti	Kratki segmenti
2 segmenta dužine 1000 mm	2 segmenta dužine (1000 - 2w) mm
2 segmenta dužine 1400 mm	2 segmenta dužine (1400 - 2w) mm
2 segmenta dužine 1800 mm	2 segmenta dužine (1800 - 2w) mm
	gdje je „w“ debljina segmenta

Na primjer, ako je debljina segmenta 17 mm, dužine kratkih segmenata će biti 966 mm, 1366 mm i 1766 mm.

Nakon randomizacije prije runde, odgovarajuća kombinacija segmenata se pričvršćuje šrafovima i postavlja na polje. Kako bi konstrukcija bila teža za pomijeranje, određena težina može biti postavljena na unutrašnju stranu uglova zida.

## Dodatak C: Zahtjevi za inženjerski dnevnik i dokumentaciju

### C.1 Svrha inženjerskog dnevnika i GitHub repozitorijuma

Inženjerski dnevnik i GitHub repozitorijum zajedno čine osnovnu dokumentaciju inženjerskog rada tima u kategoriji Budući inženjeri.

Oni imaju četiri ključne svrhe:

1. Da prikažu inženjerski proces tima, a ne samo konačnog robota.
2. Da omoguće sudijama da procijene kvalitet dizajnerskih odluka i sistemskog razmišljanja.
3. Da pruže dovoljno detalja kako bi drugi tim mogao da reprodukuje robota.
4. Da služe kao faktor razdvajanja kada su performanse robota na terenu slične.

Evaluacija se ne zasniva na vizuelnoj ljepoti niti na obimu dokumentacije, već na jasnoći i dubini inženjerskog obrazloženja, kvalitetu testiranja i iteracija, kao i na mogućnosti reprodukcije sistema.

### C.2 Pregled evaluacije dokumentacije

Sudije ocjenjuju dokumentaciju koristeći pet kriterijuma, pri čemu se svaki kriterijum boduje prema skali od četiri nivoa:

1. Mobilnost i mehanički dizajn
2. Arhitektura napajanja i senzora
3. Softverska arhitektura i strategija za prepreke
4. Sistemsko razmišljanje i inženjerske odluke

## 5. Reproductivnost i kvalitet GitHub repozitorijuma

Svaki kriterijum se boduje sa 0, 2, 4 ili 6 poena:

- 0 = nema dostavljenih dokaza
- 2 = ograničeni dokazi
- 4 = kompetentno inženjerstvo
- 6 = napredno inženjerstvo sa snažnim obrazloženjem

Maksimalan ukupan broj poena je 30.

Od timova se očekuje da koriste oba sljedeća elementa:

- strukturirani inženjerski dnevnik (PDF ili sličan format) i
- dobro organizovan GitHub repozitorijum, koji sadrži kod, CAD fajlove, informacije o ožičenju i ostale tehničke fajlove.

Sudije će koristiti dokumentaciju koja je dostupna do roka definisanog pravilima. Timovi mogu ažurirati svoj repozitorijum nakon tog vremena, ali te izmjene možda neće biti uzete u obzir tokom evaluacije.

### C.3 Rubrika: kriterijumi i opisi bodova

Tabela ispod prikazuje kompletnu rubriku kojom će se sudije koristiti.

#### C.3.1 Skala bodovanja (primjenjuje se na sve kriterijume)

Poeni	Oznaka	Opšte značenje
6	Napredno inženjerstvo	Potpuno obrazložene odluke, testiranja, kompromisi i sistemsko razmišljanje
4	Kompetentno inženjerstvo	Jasan, strukturiran i reproduktivan inženjerski rad
2	Ograničeni dokazi	Postoje određene informacije, ali su nepotpune ili slabo obrazložene
0	Nema dokaza	Nedostaje, irelevantno je ili se ne može ocijeniti

#### C.3.2 Detaljni opisi kriterijuma

##### *Kriterijum 1: Mobilnost i mehanički dizajn*

Nivo	Opis
------	------

Nivo	Opis
6	Uključuje razmatranje obrtnog momenta i brzine, dizajnerske kompromise i obrazloženje izbora komponenti. Prikazuje testiranja ili iteracije koje su uticale na mehanički dizajn i poboljšale performanse
4	Jasno objašnjenje šasije, pogona i upravljanja. Uključeni su dijagrami. Drugi tim bi mogao da reprodukuje mehanički dizajn.
2	Opisuje kako robot izgleda, ali bez obrazloženja ili dijagrama.
0	Nisu dostavljene informacije ili su informacije irelevantne za mobilnost i mehanički dizajn

Šta se ocjenjuje:

- Izbor dizajna šasije
- Mehanizam upravljanja i pogona
- Razmatranje obrtnog momenta i brzine
- Mehanička stabilnost i krutost
- Obrazloženje dizajnerskih odluka

Na šta evaluatori obraćaju pažnju:

- Dokazi da je tim razumio kako mehanički dizajn utiče na performanse
- Jasno objašnjenje zašto je izabrano određeno rješenje pogona i upravljanja
- Korišćenje testiranja za unapređenje mehaničkog dizajna

#### *Kriterijum 2: Arhitektura napajanja i senzora*

Nivo	Opis
6	Uključuje budžet napajanja, poređenje senzora, obrazloženje pozicioniranja na osnovu geometrije polja, metode kalibracije, razmatranje tačaka otkaza i dokaze iteracija radi povećanja pouzdanosti.
4	Priložen je dijagram ožičenja. Objašnjeni su izbor i pozicioniranje senzora. Dokumentacija sadrži dovoljno elemenata isto reprodukovati.
2	Navodi bateriju i senzore, ali bez dijagrama ili smislenog objašnjenja.
0	Nisu dostavljene informacije o napajanju ili sensorima.

Šta se ocjenjuje:

- Arhitektura sistema napajanja
- Razmatranje potrošnje struje i njena raspodjela
- Izbor i pozicioniranje senzora
- Metode kalibracije
- Dijagrami ožičenja

Na šta evaluatori obraćaju pažnju:

- Dokazi da je tim planirao distribuciju napajanja, a ne samo povezoao komponente
- Obrazloženje izbora senzora i njihovih pozicija
- Razmatranje šuma, smetnji, sjenki i sličnih problema

### *Kriterijum 3: Softverska arhitektura i strategija za prepreke*

#### **Nivo      Opis**

- |   |   |
|---|---|
| 6 | Model stanja robota sa obrazloženjem. Algoritmi su opravdani (na primjer PID, metoda računarskog vida, fuzija IMU podataka). Granični slučajevi su obrađeni. Opisan je proces testiranja i podešavanja, uključujući mjerne pokazatelje korišćene za evaluaciju performansi. |
| 4 | Priložen je dijagram toka. Moduli i funkcije su jasno objašnjeni. Logika za prepreke je opisana i reproduktivna.  |
| 2 | Osnovni opis softvera i strategije za prepreke, ali sa ograničenim detaljima i bez jasne strukture.   |
| 0 | Kod je zalijepljen bez objašnjenja ili se strategija ne može razumjeti iz dokumentacije.  |

Šta se ocjenjuje:

- Modularnost i struktura koda
- Model stanja robota ili tok upravljanja
- Strategija praćenja trake i izbjegavanje prepreka
- Objašnjenje korišćenih algoritama
- Osnovna dokumentacija koda i komentari

Na šta evaluatori obraćaju pažnju:

- Razumijevanje kako struktura softvera podržava ponašanje robota

- Jasne strategije za praćenje linije, izbjegavanje prepreka i poštovanje strane kretanja
- Dokazi testiranja i podešavanja, a ne samo konačni kod.

#### *Kriterijum 4: Sistemsko razmišljanje i inženjerske odluke*

<b>Nivo</b>	<b>Opis</b>
-------------	-------------

- |   |  |
|---|--|
| 6 | Jasno su identifikovana ograničenja. Opisani su kompromisi i ciklusi iteracija. Razmatrani su rizici i načini otkaza, uz mjere za njihovo ublažavanje. Dokumentacija sadrži obrazloženja tipa: „odabrali smo X umjesto Y jer...“, zasnovana na podacima ili testovima. |
| 4 | Podsistemi su mapirani i objašnjene su njihove međusobne interakcije. Ograničenja su pomenuta i razmotrena na osnovnom nivou.  |
| 2 | Postoje određena obrazloženja ili opisi odluka, ali su nepotpuni ili površni.  |
| 0 | Proces donošenja odluka nije vidljiv. Dokumentacija opisuje šta je urađeno, ali ne i zašto.  |

Šta se ocjenjuje:

- Kako pod sistemi rade zajedno (mobilnost, napajanje, senzori, softver, okvir)
- Inženjersko obrazloženje odluka
- Ograničenja i kompromisi
- Ciklusi iteracija i testiranja
- Identifikacija rizika i mjere za njihovo ublažavanje

Na šta evaluatori obraćaju pažnju:

- Dokazi da je tim razmišljao o robotu kao sistemu, a ne kao o skupu odvojenih dijelova
- Jasne odluke donesene pod ograničenjima kao što su snaga, masa, obrada podataka i vrijeme

#### *Kriterijum 5: Reproductivnost i kvalitet GitHub repozitorijuma*

<b>Nivo</b>	<b>Opis</b>
-------------	-------------

- |   |   |
|---|---|
| 6 | Robot je u potpunosti podložen reprodukciji na osnovu dokumentacije. GitHub ima jasnu strukturu projekta, smisleno opisane commit poruke, dokumentovan tok testiranja i verzionisanje ili napomene o izdanjima. |
| 4 | README fajl ima najmanje 5000 karaktera. Obavezni commit-i su prisutni. Uključeni su CAD fajlovi, kod i informacije o ožičenju. Drugi tim bi mogao da reprodukuje robota uz                                     |

**Nivo Opis**

- razuman napor.
- 2 Repozitorijum postoji, ali je struktura loša, fajlovi nedostaju ili su nejasni, a mogućnost reprodukcije je ograničena.
- 0 GitHub repozitorijum nedostaje, ne funkcioniše ili je toliko nepotpun da evaluacija nije moguća.

Šta se ocjenjuje:

- Struktura i preglednost GitHub repozitorijuma
- Istorija commit-a (najmanje tri smisljena commit-a)
- Sadržaj i struktura README fajla
- Organizacija fajlova
- CAD fajlovi, kod, ožičenje i povezani tehnički fajlovi
- Mogućnost reprodukcije robota

Na šta evaluatori obraćaju pažnju:

- Profesionalna i upotrebljiva dokumentacija
- Dokazi da repozitorijum odražava inženjerski proces, a ne samo konačnu verziju koda

### C.4 Brzi referentni pregled za evaluatore

Ovaj pododjeljak je zamišljen kao jednostranični sažetak koji sudije mogu koristiti tokom bodovanja

#### C.4.1 Kompaktni pregled rubrike

Kriterijum	0 (Nema dokaza)	2 (Ograničeni dokazi)	4 (Kompetentno inženjerstvo)	6 (Napredno inženjerstvo)
<b>Mobilnost i mehanički dizajn</b>	Nema mehaničkih informacija	Samo opis izgleda	Jasan mehanički dizajn, dijagrami, moguće reprodukovati	Uključuje razmatranje obrtnog momenta i brzine, kompromise, testiranje i obrazloženje
<b>Arhitektura napajanja i senzora</b>	Nema informacija o napajanju ili sensorima	Samo lista komponenti	Dijagram ožičenja, objašnjen izbor i položaj senzora,	Razmatranje snage, kompromisi u izboru senzora, obrazloženje

			reproduktivno	pozicioniranja, kalibracija, postupanje pri otkazu sistema
<b>Softverska arhitektura i strategija za prepreke</b>	Nema objašnjenja koda ili strategije	Osnovni opis softvera	Dijagram toka, objašnjenje modula, logika za prepreke, reproduktivno	Opravdani algoritmi, model stanja robota, granični slučajevi, mjerne vrijednosti testiranja
<b>Sistemske razmišljanje i inženjerske odluke</b>	Ne postoji vidljiv proces donošenja odluka	Određeno obrazloženje, ali nepotpuno	Podsistemi mapirani i objašnjene njihove međusobne interakcije	Ograničenja, kompromisi, iteracije, rizici i mjere ublažavanja uz obrazloženje tipa „zašto smo izabrali X“
<b>Reproduktivnost i kvalitet GitHub repozitorijuma</b>	Repozitorijum nedostaje ili ne funkcioniše	Loša struktura, djelimični fajlovi	README, CAD, ožičenje i kod, moguće reprodukovati	Potpuno reproduktivno, profesionalna struktura, commit-i, tok testiranja, verzionisanje

#### C.4.2 Predloženi tok evaluacije (15 do 20 minuta)

1. Otvoriti GitHub repozitorijum tima i identifikovati README fajl i glavne direktorijume.
2. Pregledati Inženjerski dnevnik kako bi se pronašli dijelovi koji se vezuju za pet kriterijuma.
3. Za svaki kriterijum provjeriti dokaze koji odgovaraju nivoima 0, 2, 4 i 6.
4. Izabrati jedan broj poena po kriterijumu (0, 2, 4 ili 6), isključivo na osnovu dostupnih dokaza.
5. Izbjegavati prilagođavanje bodova na osnovu nacionalnosti, uzrasta, jezika ili opšteg utiska.
6. Zabilježiti bodove i kratke komentare, ako je potrebno.

Kvalitet jezika ne treba da utiče na bodovanje, osim ako onemogućava evaluatoru da razumije inženjersko obrazloženje.

#### C.5 Kontrolna lista za timove

Timovi se mogu koristiti ovom kontrolnom listom prije predaje dokumentacije.

##### C.5.1 Opšte

- Imamo inženjerski dnevnik koji prikazuje priču o našem inženjerskom radu, a ne samo korake sklapanja.
- Imamo GitHub repozitorijum sa jasnom strukturom i svim važnim fajlovima.
- Naša dokumentacija objašnjava zašto smo donosili odluke, a ne samo šta smo uradili.

## C.5.2 Po kriterijumima

### Mobilnost i mehanički dizajn

- Da li smo objasnili zašto smo izabrali ovu šasiju i pogonski sistem?
- Da li uključujemo dijagrame mehaničkog rasporeda?
- Da li smo opisali testove ili izmjene koje su unaprijedile dizajn?

### Arhitektura napajanja i senzora

- Da li prikazujemo kako se napajanje distribuira i reguliše?
- Da li smo opravdali izbor senzora i njihove pozicije?
- Da li postoji najmanje jedan dijagram ožičenja i opis kalibracije?

### Softverska arhitektura i strategija za prepreke

- Da li prikazujemo dijagram toka ili model stanja robota za naš softver?
- Da li objašnjavamo kako pratimo linije i izbjegavamo prepreke?
- Da li smo uključili neke opise testiranja ili podešavanja?

### Sistemska razmišljanje i inženjerske odluke

- Da li smo identifikovali ograničenja kao što su snaga, masa, vrijeme ili procesorski resursi?
- Da li smo prikazali barem jedan dizajnerski kompromis i objasnili svoj izbor?
- Da li smo pokazali kako se dizajn mijenjao tokom vremena (verzija 1, 2, 3)?

### Reproduktivnost i kvalitet GitHub repozitorijuma

- Da li bi drugi tim mogao da ponovo izgradi naš robot na osnovu dokumentacije?
- Da li naš README objašnjava kako sistem funkcioniše i kako se gradi?
- Da li imamo najmanje tri smisljena commit-a sa jasnim porukama?
- Da li se svi CAD fajlovi, ožičenje i kod nalaze unutar repozitorijuma?

## C.6 Rječnik pojmova za mlađe timove

Ovaj rječnik pojmova je namijenjen timovima uzrasta od 14 do 16 godina, ali je koristan za sve.

- Ograničenje (constraint): granica unutar koje morate raditi, kao što su maksimalna masa, ograničen kapacitet baterije, budžet ili vrijeme.
- Kompromis (trade-off): izbor između dvije opcije pri kojem poboljšanje jedne dovodi do pogoršanja druge (na primjer veća brzina, ali manja preciznost).
- Obrtni moment (torque): sila okretanja koju stvara motor. Veći obrtni moment pomaže pri pomjeranju težih tereta ili savladavanju uspona.

- Budžet snage (power budget): procjena koliko struje i snage koristi svaki dio robota, kao i da li baterija i regulatori mogu to da podrže.
- Model stanja robota (state machine): način opisivanja ponašanja robota kao skupa „stanja“ (na primjer pretraga, praćenje trake, izbjegavanje prepreka), sa pravilima koja određuju kada robot prelazi iz jednog stanja u drugo.
- Kalibracija: proces podešavanja očitavanja senzora ili kontrolnih parametara kako bi robot pravilno mjerio i ponašao se očekivano.
- Šum (noise): neželjene varijacije u očitavanjima senzora ili signalima koje mogu izazvati nestabilno ponašanje.
- Iteracija: ponavljanje ciklusa „planiraj – izgradi – testiraj – unaprijedi“ radi dobijanja boljeg dizajna. Verzije 1, 2 i 3 predstavljaju iteracije.
- Način otkaza (failure mode): način na koji robot može da zakaže ili loše funkcioniše, na primjer proklizavanje točkova ili zaslijepljivanje senzora svijetlom.
- Reproductivnost: mogućnost da druga osoba, prateći vašu dokumentaciju, izgradi isti robot sa sličnim performansama.

## C.7 Primjeri izvoda za nivoe 6 / 4 / 2 / 0 po svakom kriterijumu

Ovi primjeri su kratki i pojednostavljeni, ali pokazuju razliku između četiri nivoa.

### C.7.1 Mobilnost i mehanički dizajn

- **Primjer za nivo 6**

„Testirali smo dva prenosna odnosa: 1:30 i 1:50. Sa odnosom 1:30, robot je dostizao veću brzinu, ali nije mogao precizno da se zaustavi prije linije zaustavljanja. Sa odnosom 1:50, ubrzanje je bilo manje, ali je robot zadržavao bolju kontrolu u oštrim krivinama. Izabrali smo odnos 1:50 jer je povećao konzistentnost krugova sa 60% na 85% tokom 20 vožnji.“

- **Primjer za nivo 4**

„Naš robot se koristi diferencijalnim pogonom sa dva DC motora od 12 V i omni točkovima. Raspored šasije i montaža motora prikazani su na slici 3. Upravljanje se ostvaruje promjenom brzine lijevog i desnog motora. Međuosovinsko rastojanje i širina traga prikazani su na kotiranom crtežu u Dodatku A.“

- **Primjer za nivo 2**

„Naš robot ima čvrstu šasiju sa četiri točka i dva motora. Dobro se kreće i stabilan je na stazi.“

- **Primjer za nivo 0**

„Ovo je slika našeg robota.“ (bez daljeg objašnjenja)

### C.7.2 Arhitektura napajanja i senzora

- **Primjer za nivo 6**

„Ukupna potrošnja struje tokom maksimalnog ubrzanja iznosi približno 3,2 A za pogonske motore i 0,8 A za elektroniku. Zbog toga smo izabrali step-down regulator od 5 A. Testirali smo dvije pozicije kamere. Prva pozicija je izazivala odsjaj od gornjeg osvjetljenja, pa smo kameru pomjerali 3 cm više i nagnuli je za 10 stepeni naniže, čime smo smanjili pogrešnu detekciju za 40%.“

- **Primjer za nivo 4**

„Slika 5 prikazuje naš dijagram ožičenja. Glavna LiPo baterija sa 3 ćelije napaja liniju od 12 V za motore i regulator od 5 V za Raspberry Pi i senzore. Koristimo dva ToF senzora u prednjim uglovima za detekciju stubova i objašnjavamo njihov položaj tako da pokriju obje strane robota.“

- **Primjer za nivo 2**

„Koristimo LiPo bateriju i nekoliko senzora: dva ultrazvučna senzora, kameru i IMU. Povezujemo ih na ploču za distribuciju napajanja.“

- **Primjer za nivo 0**

Nema pomena o tome kako se dijelovi napajaju ili gdje su senzori postavljeni.

### C.7.3 Softverska arhitektura i strategija za prepreke

- **Primjer za nivo 6**

„Naše praćenje linije koristi proporcionalni regulator zasnovan na bočnom odstupanju detektovanog centra trake. Isprobali smo bang-bang kontrolu, ali je ona izazivala oscilacije u blizini krivina. Konačna stanja robota na slici 8 prikazuje stanja LaneFollow, AvoidPillarLeft i AvoidPillarRight. Bilježimo broj intervencija po krugu i podesili smo regulator tako da minimizujemo te intervencije.“

- **Primjer za nivo 4**

„Slika 7 prikazuje dijagram toka našeg glavnog programa. Prvo detektujemo traku, zatim izračunavamo ugao upravljanja, provjeravamo prisustvo stubova i u skladu s tim prilagođavamo putanju. Svaki od ovih blokova implementiran je u posebnom Python modulu, koje objašnjavamo u tekstu.“

- **Primjer za nivo 2**

„Napisali smo kod koji očitava kameru i senzore, a zatim upravlja motorima. Robot skreće od prepreka kada ih uoči.“

- **Primjer za nivo 0**

Prikazane su samo liste koda bez objašnjenja šta kod radi ili kako se robot ponaša.

#### C.7.4 Sistemsko razmišljanje i inženjerske odluke

- **Primjer za nivo 6**

„Razmatrali smo dvije arhitekture: isključivo obradu slike na robotu i podijeljeni sistem sa obradom na ivici mreže van robota. Zbog kašnjenja i zavisnosti od bežične komunikacije, izabrali smo potpuno procesiranje na samom robotu, iako je to povećalo opterećenje procesora. Smanjili smo brzinu obrade sa 30 fps na 15 fps kako bismo zadržali opterećenje CPU-a ispod 70%. Naša tabela rizika identifikovala je pregrijavanje kao način otkaza, pa smo dodali ventilator i provjerili da temperature ostanu ispod 60 stepeni celzijusa tokom vožnje od 15 minuta.“

- **Primjer za nivo 4**

„Naš cjelokupni sistem prikazan je na blok dijagramu na slici 2. Pogonski, senzorski, procesorski i energetski podsistemi povezani su kao što je prikazano. Ukratko objašnjavamo kako međusobno djeluju da bi se završio jedan krug.“

- **Primjer za nivo 2**

„Tokom sezone donijeli smo više odluka, na primjer promjenu motora i pomjeranje senzora. Ove promjene opisujemo, ali bez detaljnog obrazloženja.“

- **Primjer za nivo 0**

Dokumentacija opisuje samo konačni dizajn, bez pomena izbora, kompromisa ili problema.

#### C.7.5 Reproductivnost i kvalitet GitHub repozitorijuma

- **Primjer za nivo 6**

„Naš GitHub repozitorijum sadrži sav kod, CAD fajlove, STL fajlove i dijagrame ožičenja. README fajl objašnjava kako se robot sklapa korak po korak. Svaka veća izmjena zabilježena je commit porukom, kao što su 'Added PID tuning' i 'Improved pillar detection'. Izdanje v1.0 odgovara regionalnom takmičenju, dok v2.0 odgovara finalnoj međunarodnoj verziji. Naš tok testiranja dokumentovan je u fajlu tests.md.“

- **Primjer za nivo 4**

„Repozitorijum uključuje kompletan izvorni kod, 3D modele i dijagram ožičenja. README opisuje kako instalirati softver i pokrenuti glavni program. Imamo najmanje tri commit-a koji prikazuju napredak.“

- **Primjer za nivo 2**

„Postavili smo konačni kod na GitHub. README ukratko opisuje našeg robota.“

- **Primjer za nivo 0**

Repozitorijum nedostaje, prazan je ili ga sudije ne mogu otvoriti.

## Dodatak D: Minimalni set elektromehaničkih komponenti

Lista ispod predstavlja preporučeni spisak opreme koja može da se koristi za elektromehaničke dijelove vozila. Ovo je preporuka, a ne obavezni zahtjev. Timovi mogu, ali nisu u obavezi, da prate ove smernice.

- Jednobordni računar (Single Board Computer – SBC): koristi se za obradu video zapisa u realnom vremenu, analizu podataka sa senzora i slanje/upravljanje signalima ka kontroleru motora.
- Jednobordni mikrokontroler (Single Board Microcontroller – SBM) + adapter za motore (motor shield): ovaj spoj prima upravljačke signale od glavnog SBC-a i upravlja motorima u skladu s tim.
- Širokougaona kamera: omogućava širi pregled okoline
- Dva senzora udaljenosti: koriste se za detekciju prepreka i mjerenje razdaljine
- Dva svjetlosna senzora: pomažu u detekciji linija ili svjetlosnih signala na stazi
- Servomotor: upravlja skretanjem vozila
- Jednosmjerni motor (DC-motor) sa prenosnikom: kontroliše brzinu kretanja vozila
- Najmanje jedan enkoder: omogućava mjerenje ugaone brzine DC motora
- IMU (inertial measurement unit) – kombinacija žiroskopa i akcelerometra, koristi se za poboljšanje navigacije vozila
- Dvije baterije: jedna napaja SBC i SBM, a druga napaja motore
- Stabilizator napona: obezbjeđuje adekvatno napajanje za SBC/SBM
- Dva prekidača: koriste se za povezivanje baterija sa potrošačima energije (SBC/SBM, motori)
- Taster (Push button): može se koristiti kao okidač za početak runde

Primjer konfiguracije vozila može biti:

- Šasija sa daljinski upravljanoj (RC) automobila
- Glavni kontroler – Raspberry Pi 3 (<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>), a MicroSD karticom za operativni sistem i programe.
- Kamera (<https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>) sa dodatnim širokougaonim objektivom

- Kontroler za motore i senzore – Arduino UNO (<https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>) sa protoshield-om (<https://store.arduino.cc/proto-shield-rev3-uno-size>)
- Kontroler za DC motor (<https://www.robotshop.com/en/cytron-13a-5-30v-single-dc-motor-controller.html>)
- DC motor za pogon vozila (može biti dio šasije)
- Servo motor za upravljanje (može biti dio šasije)
- IMU senzor (<https://www.sparkfun.com/products/13762>)
- dva ultrazvučna senzora za mjerenje udaljenosti (<https://www.sparkfun.com/products/15569>)
- dva analogna senzora linije (<https://www.sparkfun.com/products/9453>)
- Rotacioni enkoder (<https://www.sparkfun.com/products/10790>)
- Eksterni USB punjač sa razdjelnikom za napajanje između Raspberry Pi i Arduino-a
- Dodatna baterija za napajanje DC motora (može biti dio šasije)