



**FUTURE
ENGINEERS**

A SELF-DRIVING
CAR CHALLENGE

AGE GROUPS:
14-22

WRO[®] 2025
САМОБОЗЕЊИ АУТОМОБИЛИ



aramco 

WRO international premium partner

fischertechnik 

ROBOROBO
LEARNING FUTURE

Садржај

1. Генералне информације	3
2. Дефиниција екипа и старосних група	4
3. Одговорности и властити рад екипе	4
4. Документи игре и хијерархија правила	5
5. Опис игре и поље за игру.....	6
6. Правило изненађења	9
7. Инжењерска документација на GitHub-у	9
8. Изазовни кругови.....	11
9. Специфична правила игре.....	18
10. Бодовање.....	22
11. Материјали и прописи за возила	24
12. Формат и процедура турнира	25
13. Сто и опрема за игру.....	27
14. Речник.....	30
Прилог А: Објашњавајући дијаграми.....	31
Прилог В: Поље за игру за национална/регионална финала	45
Прилог С: Евалуација техничког дневника.....	48
Прилог D: Минимални сет електромеханичких компоненти.....	53

Ажурирања општих правила од 2024. до 2025. године

- Продужено дозвољено старосно доба до 22 године
- Поновно увођење процеса рандомизације
- Уклањање окретања у последњем кругу
- Подешавање правила у вези са (паралелним) паркирањем

Напомена: током сезоне могу се појавити појашњења или додаци на правила од стране званичних WRO Questions & Answers (питања и одговори). Одговори се сматрају додатком правила. WRO 2025 Питања и одговоре можете наћи страници: <https://wro-association.org/competition/questions-answers/>

ВАЖНО: Употреба овог документа на националним такмичењима

Правила из овог документа користе се за оцењивање на међународним догађајима. Овај правилник је направљен за сва WRO такмичења широм света, али за национална такмичења, Национални организатор WRO има право да прилагоди ова међународна правила како би одговарала локалним околностима. Све екипе који учествују на националном WRO такмичењу треба да користе Општа правила која им обезбеђује њихов Национални организатор

1. Генералне информације

Увод

У WRO категорији (Future Engineers), екипе треба да се фокусирају на све делове инжењерског процеса. Екипе добијају поене за документовање свог процеса и креирање јавног GitHub репозиторијума. Свака година ће доносити промене у износу од 20 до 30% у односу на изазове. Целокупан изазов ће се мењати свака 4-5 година.

У изазову Самовозећи аутомобили, роботско возило треба да се креће аутономно на паркурима који се насумично мењају за сваки круг такмичења.

Области у фокусу

Свака WRO категорија и игра има посебан фокус на учење с роботима. У категорији WRO Future Engineers ученици ће се фокусирати на развој у следећим областима:

- Коришћење рачунарског вида и спајања сензора за процену стања паркура и самог возила.
- Радно возило са отвореним хардвером као што су електромеханички компоненти и контролери.
- Планирање акција и контрола робота са покретним деловима и кинематиком која се разликује од диференцијалног погона (нпр. управљање точковима).
- Оптималне стратегије за решавање мисије, укључујући стабилност решавања мисије.
- Тимски рад, комуникација, решавање проблема, управљање пројектима, креативност.
- Инжењерски дневник за праћење напретка и стратегије дизајна.

За екипе који су заинтересоване за учешће у овој категорији, креиран је водич за почетак. Овај водич објашњава више о захтевима за возило, могућим техничким решењима и грешкама. Овде студенти могу почети да стекну представу о томе како да поставе возило за ово такмичење. Погледајте водич за почетак овде!

[\(Look at the Getting Started guide here!\)](#)

Учење

је

најважније

WRO жели да инспирише ученике широм света за STEM области и да помогне ученицима да развију своје вештине кроз играчко учење на нашим такмичењима. Стога, следећи аспекти су кључни за све наше такмичарске програме:

- ❖ Наставници, родитељи или други одрасли могу помагати, водити и инспирисати екипу, али нису дозвољени да граде или кодирају/програмирају робота.
- ❖ Екипе, тренери и судије прихватају наша WRO Упутства и WRO Етички кодекс који треба да нас све учине свесним фер и образовног такмичења.
- ❖ Током дана такмичења, екипе и тренери поштоваће коначну одлуку коју судије донесу и радити са другим екипама и судијама на фер такмичењу.

Више информација о етичком кодексу WRO можете пронаћи овде: link.wro-

association.org/Ethics-Code

2. Дефиниција екипа и старосних група

- 2.1. Екипа се састоји од 2 или 3 ученика.
- 2.2. Екипу води тренер.
- 2.3. Један члан екипе и један тренер се не сматрају екипом и не могу учествовати.
- 2.4. Екипа може учествовати само у једној од WRO категорија у сезони.
- 2.5. Сваки учесник може учествовати само у једноје екипи.
- 2.6. Минимална старост тренера на међународном такмичењу је 18 година.
- 2.7. Тренери могу радити са више екипа.
- 2.8. **Узраст за ову категорију је од 14 до 22 године. (У сезони 2025: рођени од 2003. до 2011. године).**
- 2.9. **Максимални узраст односи се на узраст који учесник навршава у календарској години такмичења, а не на његов/њен узраст на дан такмичења.**

3. Одговорности и властити рад екипе

- 3.1. Екипа треба да игра поштено и да поштује екипе, тренере, судије и организаторе такмичења. Такмичећи се у WRO, екипе и тренери прихватају WRO упутства (Guiding Principles) која се могу наћи на: link.wro-association.org/Ethics-Code.
- 3.2. Свака екипа и тренер треба да потпишу Етички кодекс WRO. Организатор такмичења ће дефинисати начин прикупљања и потписивања Етичког кодекса
- 3.3. Конструкцију и кодирање робота може радити само екипа. Задатак тренера је да организационо прати екипу и да их унапред подржи у случају питања или проблема, али не и да сами раде конструкцију и програмирање робота. Ово се односи и на дан такмичења и на припреме.
- 3.4. Екипи није дозвољено да на било који начин комуницира са људима изван такмичарског простора док такмичење траје. Ако је комуникација неопходна, судија може дозволити члановима екипе да комуницирају са другима под надзором судије.
- 3.5. Члановима екипе није дозвољено да уносе и користите мобилне телефоне или било који други комуникациони уређај у простор за такмичење.
- 3.6. Деструкција или мешање у такмичарске стазе/табле, материјале или возила других екипа је забрањено.
- 3.7. Није дозвољено користити програм за контролу возила који је (а.) исти или превише сличан решењима која се продају на интернету или (б.) исти или превише сличан другом решењу на такмичењу и очигледно није рад саме екипе. Ово укључује решења екипа из исте институције и/или земље. Роботска возила направљена од модуларних грађевинских сетова и компоненти биће проверена на плагијат. Пошто се произведена возила/сетови могу користити на такмичењу, ова возила неће бити проверена на плагијат.

- 3.8. Ако постоји сумња у вези са правилима 3.3 и 3.7, екипа ће бити подвргнут истрази, а било које последице које су наведене у правилима 3.9 могу се применити. Посебно у овим случајевима, правило 3.9.4 може се користити да се овој екипи не дозволи напредовање на следеће такмичење, чак и ако екипа освоји такмичење са решењем које вероватно није њихово.
- 3.9. Ако било које од правила наведених у овом документу буду прекршена или нарушена, судије могу донети одлуку о једној или више следећих последица. Пре тога, екипа или појединачни чланови екипе могу бити интервјуисани како би се сазнало више о могућем кршењу правила. Ово може укључивати питања о возилу или програму.
- 3.9.1. Екипи може бити забрањено учешће у једној или више изазовних кругова.
 - 3.9.2. Екипи може бити додељен смањен резултат до 50% у једној или више изазовних кругова
 - 3.9.3. Екипа се можда неће квалификовати за следећи круг турнира
 - 3.9.4. Екипа се не може квалификовати за национално/међународно финале.
 - 3.9.5. Екипа може бити потпуно дисквалификован са такмичења.

Напомена: Желимо да истакнемо неке понављане повреде правила које су довеле до казни на претходним такмичењима. Молимо вас да имате ово на уму како бисте избегли непотребна одлагања за прилагођавање током такмичења и спречили казне:

Системи погона: Погонске тачке треба физички повезати, на пример, путем мењача. Није дозвољено користити један мотор по страни (погледајте правила 11.3 и 11.5).

Процедура покретања: Робот мора следити процедуру покретања као што је описано у правилима: један тастер за укључивање робота и други тастер за покретање програма. Додатне интеракције нису дозвољене (погледајте правила 9.10 и 9.11).

GitHub репозиторијуми: GitHub репозиторијуми морају остати онлајн и јавно доступни најмање годину дана након догађаја. Ако овај захтев није испуњен, репозиторијум ће поново бити објављен од стране WRO асоцијације (погледајте поглавље 7).

Независни развој робота: Роботи морају бити развијени независно од стране сваког тима (погледајте поглавље 3). Заједнички развој робота са мањим прилагођавањима која их чине различитим на први поглед није дозвољен. Такви роботи ће се и даље класификовати као идентични. Ово понашање се сматра намерним обмањивањем и представља повреду Етичког кодекса.

4. Документи игре и хијерархија правила

- 4.1. Сваке године, WRO објављује нову верзију општих правила за ову категорију, укључујући конкретан опис игре самовозећег возила. Ова правила су основа за сва међународна WRO такмичења.
- 4.2. Током сезоне, WRO може објавити додатна питања и одговоре (Q&A) који могу појаснити, проширити или поново дефинисати правила у играма и општим правилима.

Екипе би требало да прочитају Q&A пре такмичења.

4.3. Документ са општим правилима и Q&A могу се разликовати у различитим земљама због локалних адаптација које спроводи Национални организатор. Екипе треба да се информишу о правилима која важе у њиховој земљи. За било које међународно WRO такмичење, релевантне су само информације које је WRO објавио. Екипе које су се квалификовали за било које међународно WRO такмичење треба да се информишу о могућим разликама у односу на локална правила.

4.4. Током дана такмичења, примењује се следећа хијерархија правила:

4.4.1. Документ са општим правилима чини основу за правила у овој категорији.

4.4.2. Питања и одговори (Q&A) могу променити правила у игри и општим правилима.

4.4.3. Главни судија на дану такмичења има последњу реч у свакој одлуци.

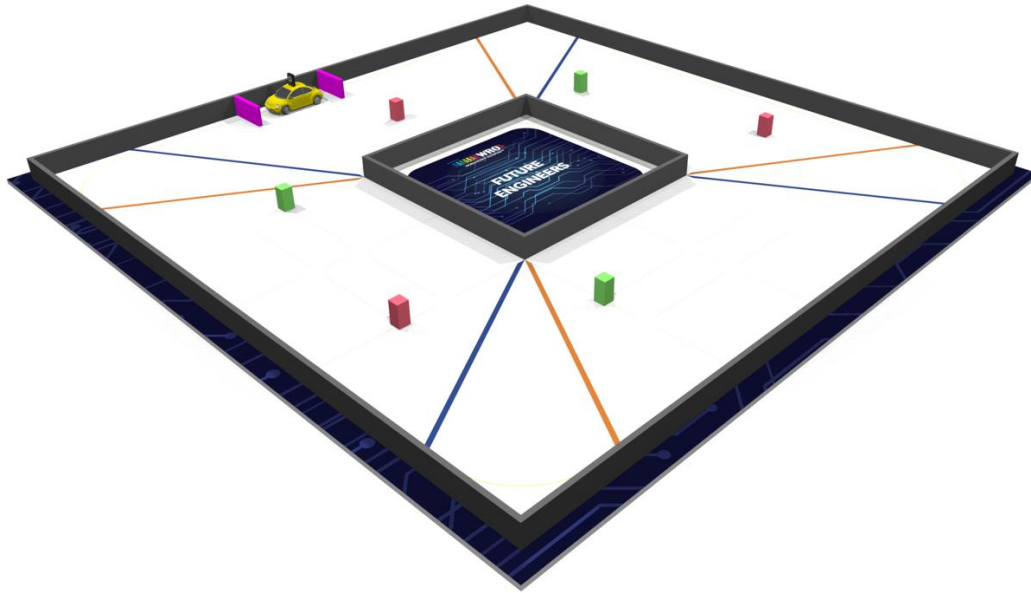
5. Опис игре и поље за игру

Изазови самовозећих возила у овој сезони су трке на време (Time Attack): на стази неће бити више возила истовремено. Уместо тога, једно возило по покушају ће настојати да постигне најбоље време тако што ће прећи неколико кругова у потпуности аутономно. Два изазова су следећа:

Отворени изазов (Open Challenge): Возило мора завршити три (3) круга на стази са насумично постављеним унутрашњим зидовима стазе.

Изазов са препрекама (Obstacle Challenge): Возило мора завршити три (3) круга на стази са насумично постављеним зеленим и црвеним саобраћајним знацима. Саобраћајни знаци указују на страну траке коју возило мора следити. Црвени стуб означава да возило треба да се држи десне стране траке. Зелени стуб означава да возило треба да се држи леве стране траке. Возило не сме померати саобраћајне знакове. Након завршетка три круга, робот мора пронаћи паркинг место и извршити паралелно паркирање.

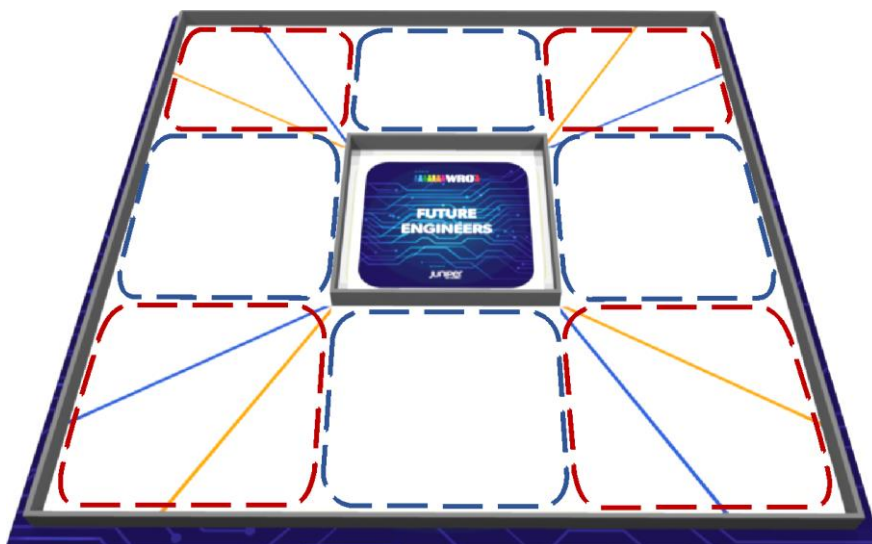
Почетни правац у коме возило мора возити на стази (у смеру или супротно од казаљке на сату) ће се мењати у различитим круговима изазова. Почетни положај возила, као и број и положај саобраћајних знакова, насумично се одређују пре круга (након времена за проверу). Следећа графика приказује терен за игру са објектима за игру.



Слика 1: Детаљан терен за игру

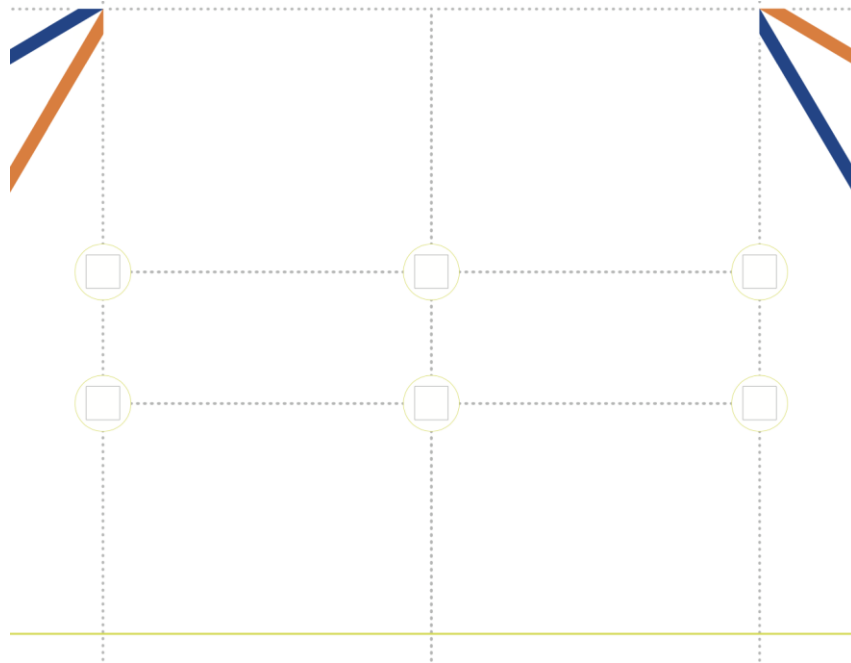
Терен за игру представља тркачку стазу на којој су постављени саобраћајни знаци (представљени обојеним препрекама – стубовима).

Стаза се састоји од осам секција: четири угловне секције и четири праволинијске секције. Угловне секције су обележене црвеним испрекиданим линијама на наредној илустрацији. Праволинијске секције су обележене плавим испрекиданим линијама.



Слика 2: Различите врсте секција на терену за игру

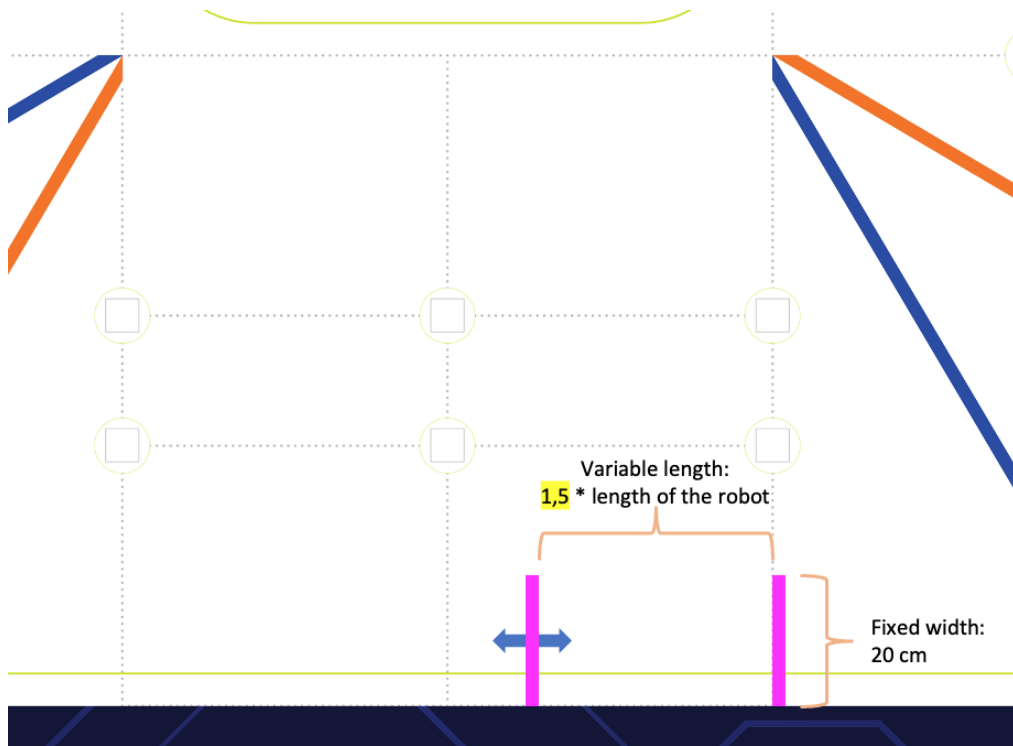
Свака праволинијска секција подељена је на 6 зона. Шест унутрашњих зона унутар секције намењено је за почетну позицију аутомобила. Четири Т-раскрснице и две Х-раскрснице користе се за постављање саобраћајних знакова. Места на којима се саобраћајни знаци могу поставити називају се "седишта саобраћајних знакова".



Слика 3: Зоне и седишта саобраћајних знакова у праволинијској секцији

У изазову са препрекама, паркинг место се налази у праволинијској секцији која се користи за стартовање робота. Ширина паркинг места је увек 20 cm. Дужина паркинг места је променљива и рачуна се као 1,5 пута дужина робота.

Паркинг место је ограничено са два дрвена елемента димензија 20 cm x 2 cm x 10 cm у магента боји. Десни елемент се поставља одмах поред испрекидане линије. Позиција левог елемента је дефинисана као описано горе.



Слика 4: Дефиниција величине паркинг места (дужина робота може се променити 1.5 метара ширина робота је фиксна и износи 20 центиметара).

6. Правило изненађења

Правило изненађења за међународно такмичење може бити објављено пре Међународног финала. Ово правило може додати, модификовати или променити постојећа правила, а квалификоване екипе ће имати времена да се припреме пре догађаја.

7. Инжењерска документација на GitHub-у

Право инжењерство подразумева креирање решења и комуникацију или дељење идеје с другима како би се цела идеја померила корак даље. Поред дизајнирања и програмирања возила, екипе морају доставити документацију која представља њихов инжењерски напредак, коначан дизајн возила и изворни код возила. Ова документација мора бити постављена на јавни GitHub репозиторијум, а штампана копија мора бити предата на међународном финалу. Детаљи о бодовању документације могу се наћи у Додатку Ц овог документа. За међународно такмичење, све информације и документација на GitHub-у морају бити на енглеском језику.

Свака екипа мора доставити следеће:

- Дискусију, информације и мотиве за мобилност возила, напајање, сензоре и управљање препрекама.
- Фотографије возила (са свих страна, са врха и са дна), као и фотографију екипе.
- URL до YouTube видеа (који треба да буде јаван или доступан преко линка) који приказује возило како се креће аутономно. Тај део видеа у којем је демонстрација вожње мора бити дуг најмање 30 секунди. Један видео за сваки изазов мора бити обезбеђен.
- Линк до **јавног** GitHub репозиторијума са кодом за све компоненте које су програмиране за учешће на такмичењу. Репозиторијум може такође укључивати фајлове за моделе који су коришћени од стране 3D штампача, машина за ласерско сечење и CNC машина за производњу елемената возила. Историја комита треба да садржи најмање 3 комита:
 - први комит не касније од 2 месеца пре такмичења – мора да садржи најмање 1/5 коначне количине кода.
 - други комит не касније од 1 месеца пре такмичења.
 - трећи комит не касније од 2 недеље пре такмичења.
 - више комита је дозвољено.

Репозиторијум мора садржати README.md фајл са кратким описом на енглеском језику (не мање од 5000 карактера) дизајнираног решења. Циљ описа је да појасни из којих модула се код састоји, како су они повезани са електромеханичким компонентама возила и који је процес за изградњу /компилацију/ кључног кода на контролере возила. Шаблон за GitHub репозиторијуме је доступан на <https://github.com/World-Robot-Olympiad-Association/wro2022-fe-template>.

Репозиторијум мора бити јаван од тренутка када се поднесе за међународно такмичење и мора остати јаван најмање 12 месеци након такмичења. Циљ Future Engineers је да подстакне нове екипе и помогне им у проналажењу постојећих решења и инспирацији из њих. Ако репозиторијум није јаван пре догађаја, екипа ће добити смањене бодове за документацију. WRO Асоцијација има право да поново објави репозиторијум у било ком тренутку.

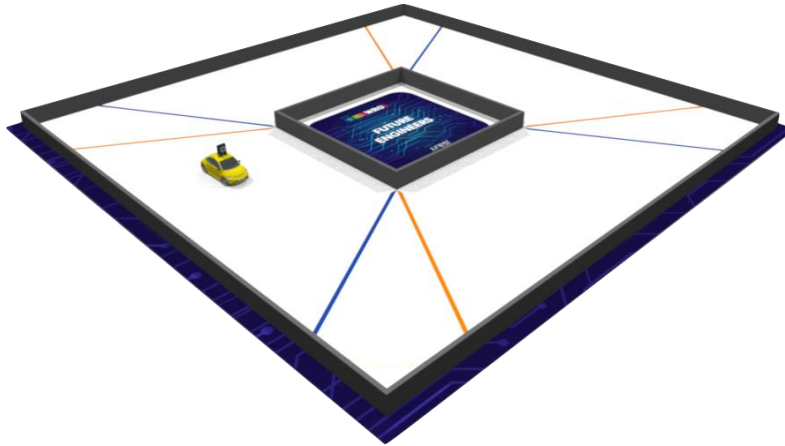
- GitHub репозиторијуми морају бити постављени за јавно прегледање и садржај мора бити видљив.
- Код који се достави на GitHub-у и у штампаном формату мора бити добро документован са коментарима у коду. Судиије можда неће имати приступ специфичним програмима које екипе користе за развој свог кода, као што су EV3, Spike или Scratch.

8. Изазовни кругови

За **Међународни финале** биће најмање четири круга, два за Отворени изазов и два за Изазов са препрекама. Правац за сваки изазов, почетна позиција и распоред стазе биће изабрани насумично. Правац у којем возило мора да се креће током изазова дефинисан је као правац вожње изазова.

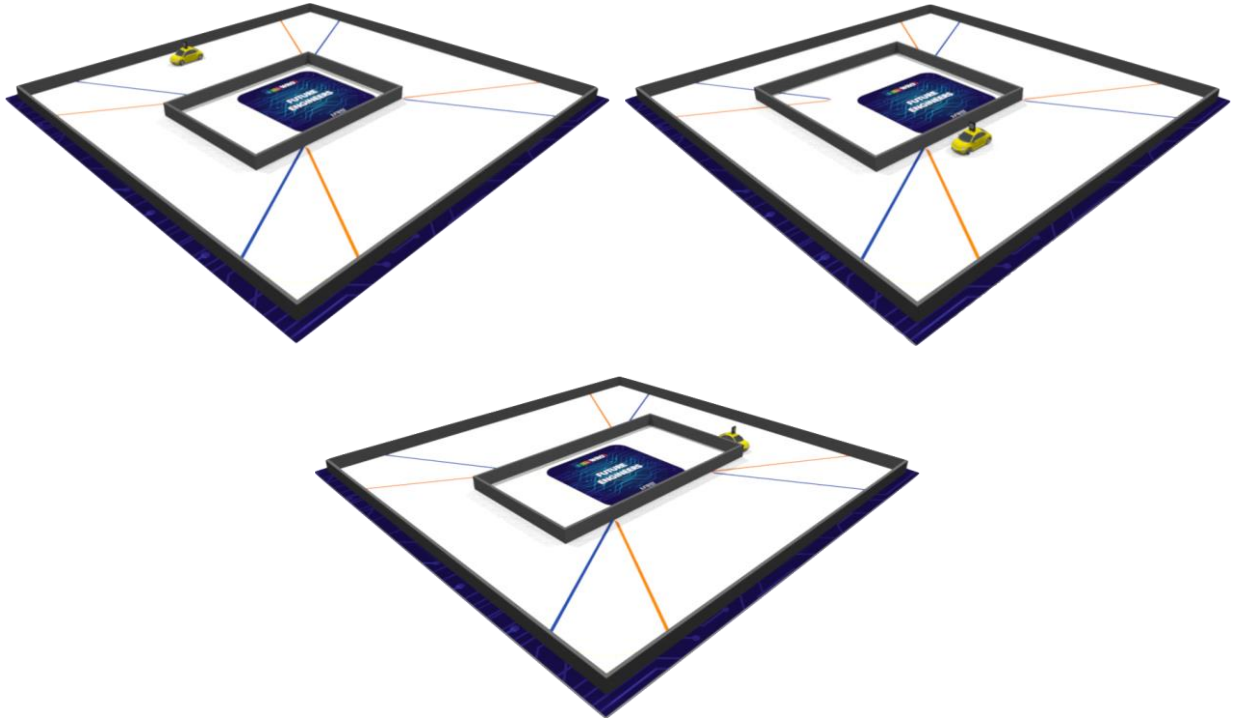
Отворени изазов кругови

Током кругова Отвореног изазова, на тркачкој стази неће бити саобраћајних знакова.



Слика 5: Поља за игру за кругове првог изазова

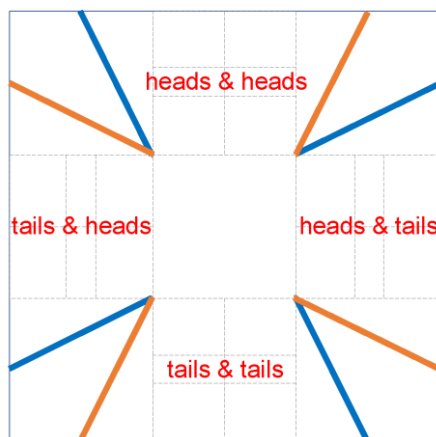
Удаљеност између ивица стазе може бити или 1000 мм или 600 мм (+/- 100 мм за Међународно финале).



Слика 6: Примери варијација поља за игру за кругове Отвореног изазова:

Након што се одреди правац вожње на стази, следећа процедура може се користити за одређивање почетне тачке возила и удаљености између ивица стазе:

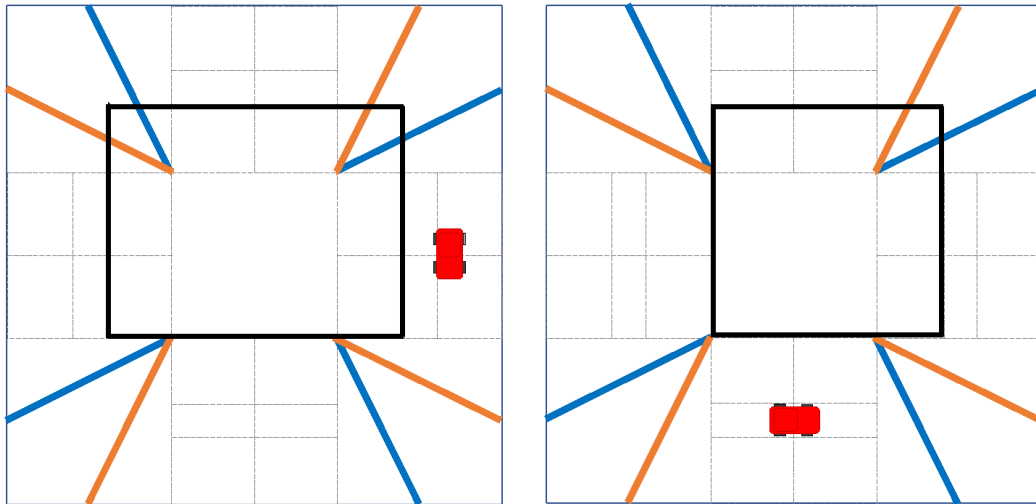
1. Бацање новчића два пута да се одреди почетни део стазе. Следећа слика показује који део стазе одговара којој комбинацији бацања новчића (на пример, “ писмо и главе” значи да је прво бацање писма, а друго главе).



(heads= галва, talis=писмо)

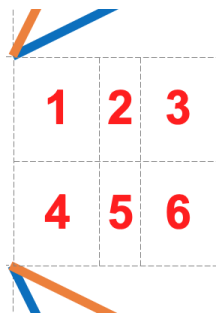
Слика 7а. Комбинације бацања новчића за одређивање почетног дела стазе.

- Бацајте новчић четири пута да бисте одредили део стазе где ће удаљеност између ивица стазе бити смањена. Прво бацање је за почетни део, друго за следећи део у смеру казаљке на сату и тако даље. Главне значе широки коридор, а пауза значи ужи коридор.



**Слика 7b. Лева шема је за резултат бацања новчића "писмо-глава-писмо-писмо".
 Десна шема је за резултате бацања новчића "глава-глава-писмо-писмо".**

- Бацајте коцку да бисте одредили тачну почетну зону. Горња лева зона је за "1", доња десна зона је за "6". Ако је зона унутар зидова, коцка треба поново да се баци.



Слика 7c. Кореспонденција зона са лицима коцке:

Ова процедура ће бити изведена након времена за проверу пре сваког квалификационог круга, тако да ће почетна позиција возила и раздаљине између ивица стазе бити различите у сваком кругу изазова.

Кругови изазова са препрекама

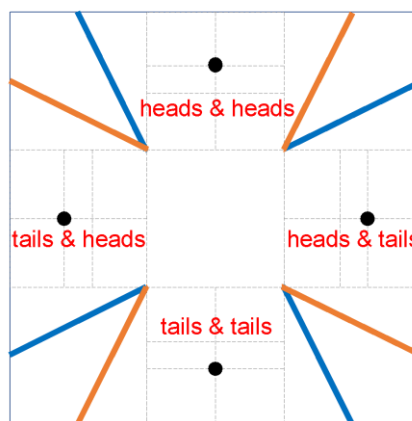
Током кругова изазова са препрекама, црвени и зелени стубови ће бити постављени на стази као саобраћајни знакови. Поред тога, биће постављене две границе које ће формирати паркинг. Раздаљина између ивица стазе ће увек бити 1000 мм (+/- 10 мм за Међународни финале).



Слика 8а: Примери поља за игру за кругове изазова са препрекама

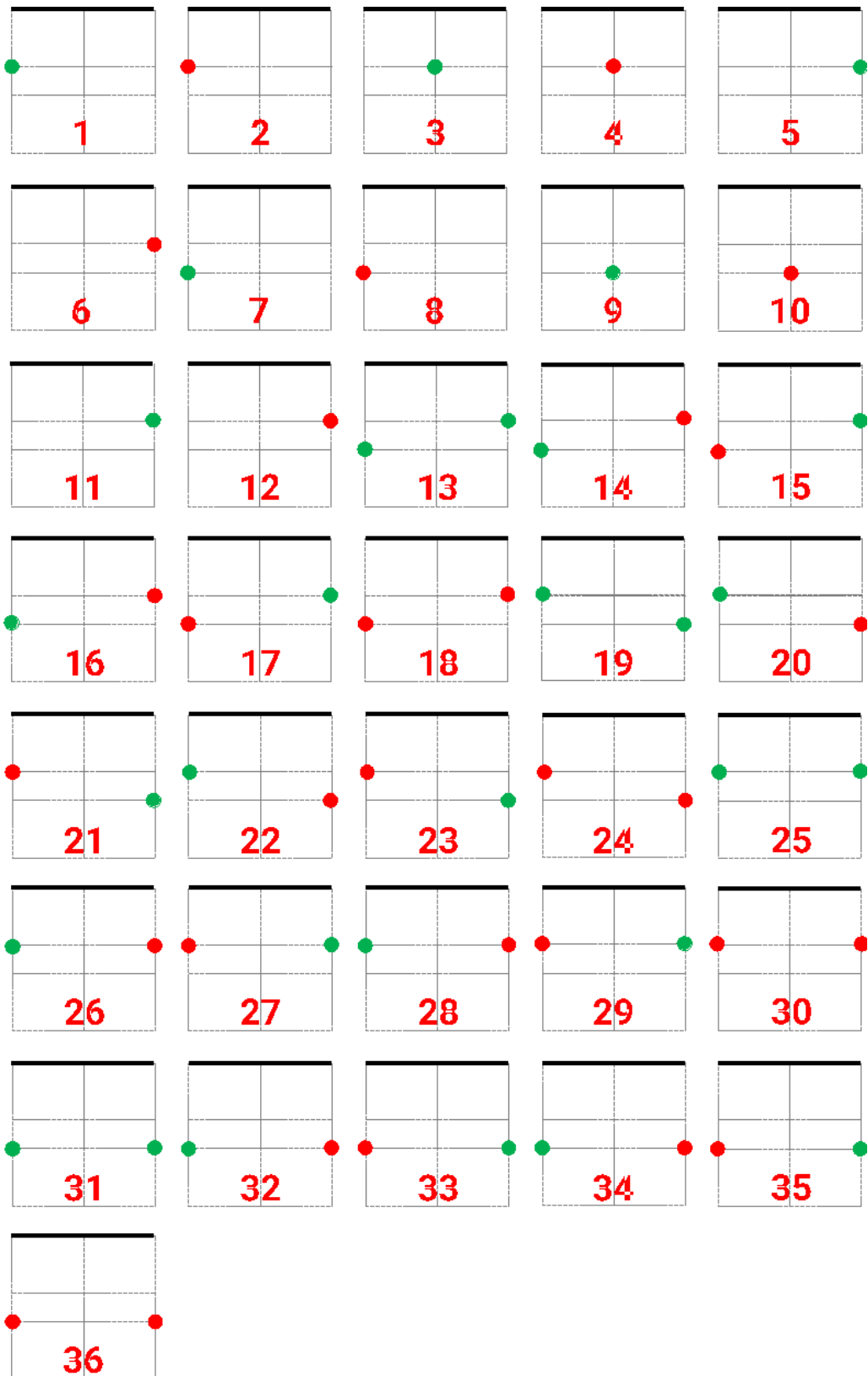
Почетни део возила, положаји обојених стубова и положај паркинга могу се одредити следећом процедуром (под претпоставком да је смер вожње одређен посебно):

1. Баците новчић два пута да бисте одредили део на којем ће бити постављен један саобраћајни знак. На слици испод је приказано који део одговара којој комбинацији бацања (на пример, "писмо и глава" значи да је прво бацање је писмо , а друго глава).



Слика 8б. Комбинације бацања новчића за одређивање дела са једним саобраћајним знаком.

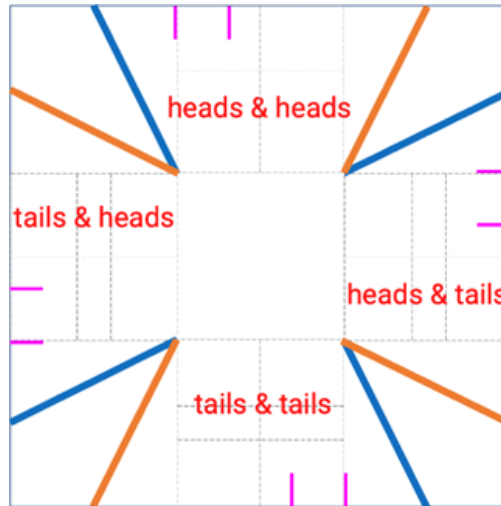
2. Бацање новчића једном одређује боју саобраћајног знака у делу одређеном у претходном кораку. Глава означава зелени знак, а писмо означава црвени знак.
3. Узмите 36 картица као на слици 11 и уклоните картицу 9 или 10 из скупа у зависности од боје знака изабране у претходном кораку: ако је изабран зелени знак, уклоните картицу 9; ако је изабран црвени знак, уклоните картицу 10. Ставите преосталих 35 картица у непрозирну кутију или кесу. Извуците једну картицу из кутије – она ће одредити положаје саобраћајних знакова у првом наредном праволинијском делу (гледано у смеру казаљке на сату) након дела одређеног у претходном кораку. Дебела црна линија на картици означава унутрашњу границу поља за игру. Картица се не враћа у кутију. Поново извуците другу картицу – она ће одредити положаје саобраћајних знакова у следећем праволинијском делу. Поновите овај поступак за преостале праволинијске делове.



Слика 8с. 36 картица са позицијама саобраћајних знакова у оквиру једног дела.

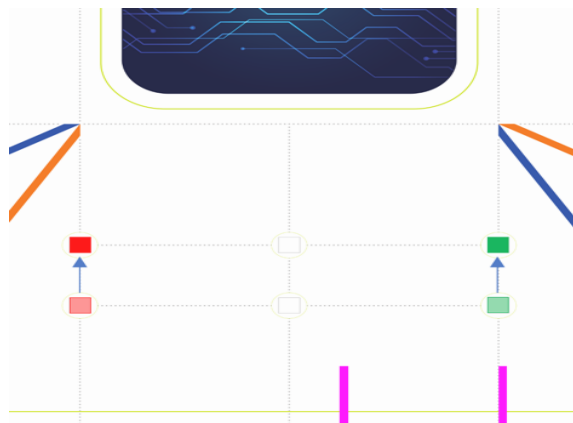
** Дуплирање неких картица је намерно.

4. Паркинг ће увек бити смештен у почетном делу стазе. Положај почетног дела (укључујући и паркинг) одређује се још једним паром бацања новчића.



Слика 8д. Бацање новчића за паркинг

Након што се паркинг постави, сви саобраћајни знаци у том делу стазе ће бити премештени на позиције ближе унутрашњем зиду.



Слика 8е. Постављање семафора у зависности од положаја паркинг места.

Тим одлучује да ли жели да покрене робота из паркинг зоне или из средње зоне изнад паркинг зоне (погледајте слику 8а). Покретање из паркинг зоне доноси додатне поене.

9. Специфична правила игре

Време за изазовне кругове

- 9.1. Кругови за отворени изазов трају три минута.
- 9.2. Кругови за изазов са препрекама трају три минута.

Почетна конфигурација

- 9.3. Правац кретања по стази бира се насумично пре сваког круга изазова у серији, након времена за проверу.
- 9.4. Почетна позиција возила и конфигурација поља утврђују се пре почетка сваког круга, након времена за проверу.
- 9.5. Правац кретања, почетна позиција и конфигурација поља остају исти за све екипе током истог круга.

Почетак круга

- 9.6. Возило се поставља у почетну зону у потпуности ИСКЉУЧЕНО.
- 9.7. Позиција возила у почетној зони мора бити таква да пројекција возила на подлогу за игру буде у потпуности унутар почетне зоне.
- 9.8. Возило мора бити оријентисано тако да су два точка на предњој осовини (судије морају унапред питати екипу која осовина је предња) ближа следећој угаоној секцији у правцу војње у кругу, док су друга два точка ближа угаоној секцији у супротном смеру.
- 9.9. Физичка подешавања су дозвољена (ово је део припремног времена). Међутим, није дозвољено уносити податке у програм променом позиције или оријентације делова возила, нити вршити било какву калибрацију сензора на возилу. Такође, није дозвољено уносити податке променом конфигурације прекидача, ако их има. Ако екипа унесе податке физичким подешавањима, биће дисквалификована у том кругу.
- 9.10. Возило се затим укључује. Дозвољен је само један прекидач за укључивање возила.
- 9.11. Након што се возило укључи, оно треба да буде у стању чекања, спремно да започне након притиска дугмета за старт. Дугме за старт може бити на главном SBC/SBM (рачунарском контролеру) или посебно инсталирано дугме. Дозвољено је само једно дугме за старт.
Код EV3 контролера, дозвољен је само један програм. Дугме за покретање програма мора бити притиснуто како би се покренуо последњи програм који је био активан на EV3. Након тога, EV3 мора да чека притисак дугмета за старт. Дугме за старт на EV3 може бити тач сензор (touch sensor) или десно стрелица дугме (right arrow button). Код Spike робота, може се користити само први слот (Slot One). Мора се следити исти поступак као за EV3.
- 9.12. Одговорност екипе је да провери изглед стазе за трке и да се увери да је исправан. Судија ће питати да ли је екипа спремна. Екипа мора одговорити са „Да“ како би показала прихватање изгледа стазе. Поновно покретање није дозвољено

ако екипа, након почетка, схвати да изглед стазе није био исправан.

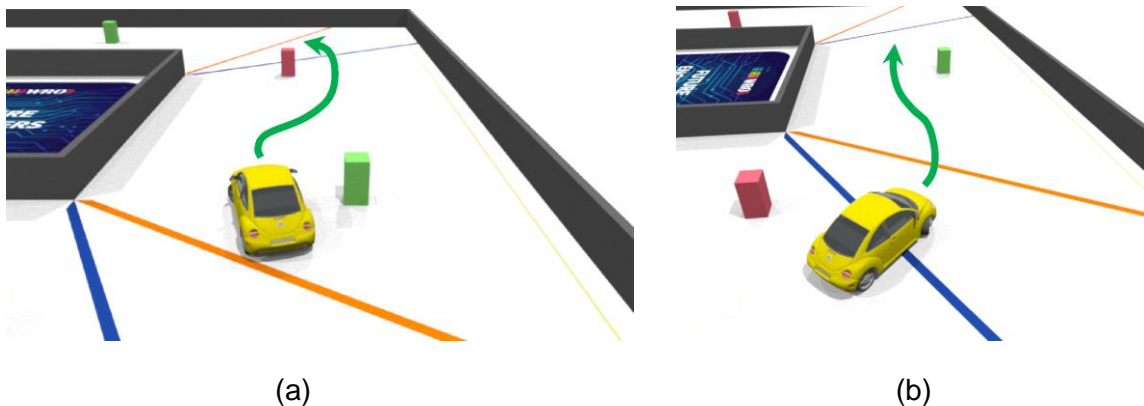
- 9.13. Судија даје знак за почетак кретања возила. Судија броји: „Три, два, један, крените“. На команду „крените“ притиска се стартно дугме и време за покушај почиње да тече. Возило има време предвиђено у *правилима игре* да заврши круг.
- 9.14. Притискање стартног дугмета мора покренути акцију возила за покушај круга изазова и возило треба да почне да се креће.

Додатни делови

- 9.15. Возило није дозвољено да оставља додатне делове на пољу за игру или да оставља трагове који се не могу уклонити (нпр. боја) током круга намерно. Ако возило прекрши ово правило, круг ће бити заустављена, а возило мора бити заустављено од стране једног члана екипе. Резултат за овај круг ће бити нула, а време ће бити максимално. Судије имају право да прегледају код екипе ако сумњају у овакву ситуацију.

Током круга

- 9.16. Возило мора да се креће у правцу који је дефинисан као правац изазова пре почетка круга.
- 9.17. Димензије возила не смеју прећи 300x200 мм и 300 мм у висину.
- 9.18. Возило не сме **померати** зидове (ако нису у потпуности фиксни на терену). Возило које прекрши ово правило биће заустављено од стране члана екипе, резултат за овај круг ће бити нула, а време ће бити максимално. Уколико возило додирне или удари у зидове, а зидови нису померени, возило може наставити круг и неће бити наметнуте казне. Ако возило удари у зидове и заустави се као резултат удара, поправка је могућа, али ће бити наметнуте казне. Током отворених изазова возило не сме додиривати спољни зид границе.
- 9.19. Возило мора проћи саобраћајни знак представљен црвеним стубом с десне стране (слика а) и саобраћајни знак представљен зеленим стубом с леве стране (слика б). Прилог А, одељак 5 дефинише када је саобраћајни знак прошао с погрешне стране и како ће бити оцењено.



Слика 9: Правила за пролазак поред саобраћајних знакова

- 9.20. Возилу је дозвољено да додирује, помера или обара саобраћајне знакове (обојене стубове) док је пројекција саобраћајног знака унутар круга који је нацртан око места на коме се налази саобраћајни знак. За више детаља погледајте Прилог А, одељак 1.
- 9.21. Возилу је дозвољено да се креће у супротном смеру од дефинисаног смерног правца за две секције: секцију где је промењен смер и суседну секцију.
- 9.22. Возило мора да се врати у стартну секцију након три завршена круга како би освојило додатне поене. Напомена: чим возило делимично напусти стартну секцију, та секција такође постаје завршна секција.
- 9.23. Једном по кругу, екипа може затражити дозволу за поправке: да изнесе возило, поправи механичке или електронске делове и врати возило на стазу у центар секције из које је извучено. Возило може бити искључено када се изнесе са стазе. Возило може бити укључено након што буде постављено на стазу. Возило може поново бити покренуто и стављено у покрет притиском на стартни дугме. Тајмер круга неће бити заустављен током поправке. Дозвола може бити дата само ако је возило стајало. Могући разлози за заустављање су проблеми са електроником/механиком или зато што је возило ударило у зид и застрело, или ако возило једноставно стане без разлога. Дозвола неће бити дата за возило које се креће – ако било који његов део пређе око 50 мм у року од 5 секунди. Дозвола неће бити дата ако је возило започело трећи круг (потпуно прошло кроз угловну секцију пре последњег круга). Није дозвољено учитавање програма на било који контролер возила као део поправке. Није дозвољено уносити било какве податке. Екипа која прекрши ова правила биће дисквалификована из овог круга: резултат за овај круг биће нула, а време ће бити максимално.

Завршни круг :

- 9.24. Круг се завршава и време се зауставља ако се испуни било која од следећих ситуација

9.24.1. Истече време круга.

9.24.2. У отвореном изазову: Након три комплетне туре, возило се зауставља у завршној секцији тако да пројекција возила на пољу буде потпуно унутар те секције. За више детаља погледајте Прилог А, одељак 2.

Напомена 1: *Возило мора да се заустави у завршној секцији аутономно. Ако члан екипе присили крај круга коришћењем неке од метода описаних у наставку када је возило унутар завршне секције, ово неће бити сматрано као аутономно заустављање и поени за заустављање у завршној секцији неће бити додељени.*

Напомена 2: *Да би се демонстрирало потпуно заустављање у завршној секцији, возило не сме наставити са кретањем након 15 секунди. Ако, након завршетка круга, возило настави да се креће, судије могу сматрати понашање возила нејасним и можда неће доделити поен за заустављање у завршној секцији.*

9.24.3. У отвореном изазову: Након три комплетне туре, возило пролази кроз завршну

секцију тако да је његова пројекција на пољу потпуно унутар угловне секције која се налази поред завршне секције у смеру кретања круга. За више детаља погледајте Прилог А, одељак 3. Возило прелази границе секција два пута, кретањем у смеру који је супротан од смера кретања круга. За више детаља погледајте Прилог А, одељак 4.

- 9.24.4. У изазову с препрекама: Након што су три круга успешно завршена, возило се зауставља. Или у исправној секцији или у паркингу
- 9.24.5. У изазову с препрекама: Након што возило прође са погрешне стране саобраћајни знак, оно потпуно прелази линију која иде од унутрашње границе до спољне границе, на којој се налази овај саобраћајни знак. За више детаља погледајте Прилог А, одељак 5.
- 9.24.6. У изазову с препрекама: Робот је померио саобраћајни знак ван круга.
- 9.24.7. У изазову с препрекама: Робот дотиче границе паркинга.
- 9.24.8. Димензије возила и даље превазилазе ограничење, након 3 минута времена за поправку.
- 9.24.9. Било који члан екипе додирне возило за поправку без дозволе судије.
- 9.24.10. Било који члан екипе додирне поље или зид без дозволе судије за поправку.
- 9.24.11. Било који шлан екипе додирне елементе за игру.
- 9.24.12. Возило излази ван стазе (померањем зида) или ван поља игре.
- 9.24.13. Возило или члан екипе оштећује поље или елемент игре.
- 9.24.14. Напомена: Према горе наведеним правилима, екипа може да заустави свој покушај (нпр. додиривањем зида поља или кршењем било ког од горе наведених правила). Међутим, неће бити у могућности да настави покушај након заустављања и круг ће бити завршена.
- 9.24.15. Судије ће своје одлуке заснивати на правилима и фер игри. Они имају коначну одлуку на дан такмичења. Ако постоји било каква нејасноћа током извођења задатка, судије ће своју одлуку усмерити ка најгорем могућем исходу у контексту ситуације.

10. Бодовање

10.1. Званичан резултат биће израчунат на крају сваког круга изазова.

10.2. Максимални резултат се израчунава на следећи начин:

10.2.1. 30 поена за круг отвореног изазова. (1.1 + 1.2 + 1.3)

10.2.2. 62 поена за круг изазова са препрекама. (1.1 + 1.2 + 1.3 или 1.4 (или 1.5) или 1.6 (или 1.7) + 1.8)

10.2.3. 30 поена за коментацију у инжењерском дневнику.

10.2.4. Максималан број поена је 122. ($\approx 75\%$ перформансе возила и $\approx 25\%$ документација)

	Услови	Вредност поена	Укупно доступни поени
1.	Вожња у оквиру отвореног изазова и изазова са препрекама		
1.1.	Возило се креће из секције у правцу одређеном за изазов. Ово важи за стартну секцију, али не важи за завршну секцију и следећу секцију после ње.	1	24
1.2.	Возило је прешло целу туру. Осам секција је успешно прешло у правцу који је одређен за изазов. Стартна секција је укључена у тих осам секција за прву туру. Тура се сматра завршеном ако возило потпуно изађе из последње (угловне) секције у туру. Дакле, возило може почети да се креће у супротном правцу након овога и тура ће бити и даље сматрана завршеном.	1	3
1.3.	Након завршетка три туре, возило се зауставило у завршној секцији.	3	3
	<i>Додатни поени за кругове изазов са препрекама:</i>		
	<i>Није завршено три круга</i>		
1.4	Један или више саобраћајних знакова су померени. Возило мора завршити бар један круг да би било квалификовано за бодове.	2	2
1.5.	Саобраћајни знакови нису померени. Возило мора завршити бар један круг да би било квалификовано за бодове.	4	4
	<i>Након завршетка три круга</i>		
1.6	Један или више саобраћајних знакова су померени.	8	8
1.7	Ниједан саобраћајни знак није померен.	10	10

1.8.1	Возило је кренуло из паркинг зоне.	7	7
1.8.2	Паркирање успешно (потпуно у паркинг зони и паралелно)	15	15
1.8.3	Паркирање делимично или није паралелно у паркинг зони.	7	7
2.	Екипа је извела акције поправке извлачењем возила са поља, чак и ако поправке нису биле успешне.	Укупни бодови круга подељени са фактором 2.	
3.	Инжењерски дневник и документација возила. Погледајте Прилог Ц за детаљан распоред бодовања инжењерског дневника.		30

- 10.3. Време које судија измери, а које означава крај отвореног круга изазова, биће записано и касније коришћено за идентификовање најбољег круга. Ако је екипа или возило дисквалификовано за тај круг изазова, максимално време (3 минута) биће додељено за тај круг.
- 10.4. Бројање бодова врше судије на крају сваког круга изазова. Екипа мора да провери и потпише листу са бодовима након круга ако нема праведних примедби.
- 10.5. Рангирање екипа за отворене кругове изазова базирано је на бројевима које је свака екипа освојила у свом најбољем отвореном кругу. Ако две екипе имају исти број бодова у оба круга, круг са најкраћим временом биће одабрана као најбољи отворени круг изазова.
- 10.6. Све екипе ће се такмичити у оба круга изазова.
- 10.7. Рангирање екипа за укупан конкурс засновано је на збиру бодова које је свака екипа освојила у свом најбољем отвореном кругу, бодова освојених у најбољем кругу изазова са препрекама и бодова освојених за инжењерски дневник и документацију возила. Ако две екипе имају исти број бодова у оба круга изазова са препрекама, круг са најбржим временом биће одабрана као најбољи круг изазова са препрекама.
- 10.8. Ако дође до изједначења између две екипе, рангирање ће се одредити разматрањем следећих резултата (прва на листи има највиши приоритет, последња на листи најнижи приоритет):
- 10.8.1. Збир бодова освојених у отвореном кругу изазова, бодова освојених у кругу изазова са препрекама и бодова освојених за инжењерски дневник и документацију возила.
 - 10.8.2. Бодови у најбољем кругу изазова са препрекама.
 - 10.8.3. Време у најбољем кругу изазова са препрекама.
 - 10.8.4. Бодови у другом најбољем кругу изазова са препрекама.
 - 10.8.5. Време у другом најбољем кругу изазова са препрекама.
 - 10.8.6. Бодови за инжењерски дневник и документацију возила
 - 10.8.7. Бодови за најбољи отворени круг изазова
 - 10.8.8. Бодови у другом најбољем отвореном кругу изазова
 - 10.8.9. Време у најбољем отвореном кругу изазова
 - 10.8.10. Време у другом најбољем кругу изазова.

11. Материјали и прописи за возила

- 11.1. Димензије возила не смеју бити веће од 300x200 мм и 300 мм у висину.
- 11.2. Тежина возила не сме бити већа од 1,5 килограма.
- 11.3. Возило мора бити четвороточкаш са једном погонском осовином и једним актуатором за управљање било ког типа. Може бити погон на предње точкове (https://en.wikipedia.org/wiki/Front-wheel_drive), погон на задње точкове (https://en.wikipedia.org/wiki/Rear-wheel_drive) или погон на сва четири точка (https://en.wikipedia.org/wiki/Four-wheel_drive). Екипа са возилима која користе диференцијалну точковну базу (https://en.wikipedia.org/wiki/Differential_wheeled_robot) биће дисквалификовани.
Покретање: кретање возила напред и назад.
Управљање: окретање возила лево или десно.
- 11.4. Возило не сме користити било какве омнидирекционалне точкове, кугличне или сферне точкове
- 11.5. Коришћење електронских диференцијала са једним мотором по страни (као код робота са диференцијалним точковима) није дозвољено.
- 11.6. Возило мора бити аутономно и мора самостално извршавати „мисије“. Било каква радио комуникација, даљинско управљање или жичани управљачки системи нису дозвољени током рада возила. Екипе које прекрше ово правило биће дисквалификовани.
- 11.7. Учесницима није дозвољено да ометају или помажу возилу док је у функцији (током извођења „мисије“). Ово укључује унос података у програм или давање визуелних, аудио или других сигнала возилу током круга. Тимови који прекрше ово правило биће дисквалификовани током тог круга .
- 11.8. Контролер који се користи за возило може бити једноплочни рачунар (SBC) (https://en.wikipedia.org/wiki/Single-board_computer) или једноплочни микроконтролер (SBM) (https://en.wikipedia.org/wiki/Single-board_microcontroller) без ограничења у погледу марке.
- 11.9. На возилу може бити више SBC/SBM контролера.
- 11.10. Екипе не смеју користити било какве RF, Bluetooth, Wi-Fi или било које друге компоненте за бежичну комуникацију у својим возилима током такмичарских кругова. Ако је ова функција уграђена у контролер, мора бити искључена, а судије могу проверити код и возило како би потврдили да није коришћена ни на који начин.
- 11.11. Екипе могу користити било које сензоре по свом избору – нема ограничења у погледу марке, функције или броја сензора који се користе. Камере се сматрају сензорима. Паметни телефони могу се користити као камере и за обраду података о слици.
- 11.12. Екипе могу користити било које електричне DC моторе и/или серво моторе по свом избору – нема ограничења у погледу марке мотора и/или серво мотора који се користе.
- 11.13. Максимално два мотора могу се користити за покретање возила напред или назад (тј. покретање робота, ово су погонски мотори). Погонски мотори морају бити повезани директно са осовином која покреће точкове или индиректно преко

- система зупчаника. Два погонска мотора не могу бити независно повезана са погонским точковима.
- 11.14. Екипе могу користити било које електронске компоненте – нема ограничења у погледу врсте, компаније, броја или намене.
 - 11.15. Екипе могу користити хидрауличну опрему под притиском, барометарску опрему или соленоиде.
 - 11.16. Екипе могу користити било коју батерију по свом избору – нема ограничења у погледу марке, функције или броја батерија које се користе.
 - 11.17. Само жичане везе су дозвољене за комуникацију између електромеханичких компоненти возила.
 - 11.18. Екипе могу користити елементе штампане на 3D штампачу, елементе припремљене CNC машином, елементе исечене од акрила/дрвета/метала или било које елементе од било ког материјала – нема ограничења у погледу намене..
 - 11.19. Возило може бити направљено коришћењем било које врсте хардверских комплета и било ког материјала. Не постоји ограничење на одређену врсту или систем изградње.
 - 11.20. Екипе могу користити електричну траку, еластичне траке, кабловске обујмице, најлонске траке (кабловске везице) итд. Било који лепљиви материјал је дозвољено користити за било коју намену.
 - 11.21. Екипе треба да понесу довољно резервних делова. У случају било каквих незгода или квара опреме, WRO (и/или организациони комитет) није одговоран за њихово одржавање или замену.
 - 11.22. Возила могу бити састављена пре турнира.
 - 11.23. Контролни софтвер може бити написан на било ком програмском језику – нема ограничења на одређени језик.
 - 11.24. Такмичари могу припремити прогам унапред.
 - 11.25. Екипе треба да припреме и понесу сву опрему, софтвер и преносне рачунаре који су им потребни током турнира.
 - 11.26. Екипи је дозвољено да има само једно возило за дан такмичења. Резервна возила нису дозвољена унутар такмичарског подручја.

12. Формат и процедура турнира

Опис у овом документу објашњава како ће се такмичење одвијати на међународном финалу. Национална и регионална такмичења могу користити овај модел или га прилагодити за своја такмичења.

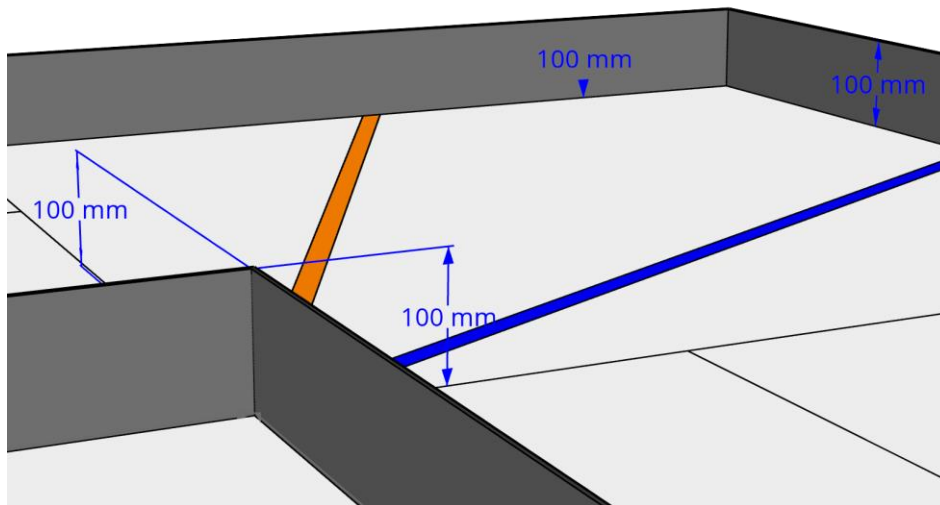
- 12.1. Такмичење се састоји од неколико круга изазова са временом за вежбу између њих. Након сваког времена за вежбу, постојаће време за проверу возила ради прегледа испуњености захтева..
- 12.2. Свака екипа мора радити током времена за вежбу на свом одређеном месту све до времена за проверу, када возило екипе мора бити постављено на означено место (подручје за проверу).
- 12.3. На дан такмичења, постојаће минимум 60 минута за вежбу пре почетка првог круга,

- 12.4. Екипе не смеју дирати означене такмичарске области пре него што буде објављен почетак времена за вежбу.
- 12.5. Током времена за вежбу, такмичари могу радити на својим местима, или могу чекати у реду са својим возилима за један тест покушај на терену за игру, или могу вршити мерења на терену за игру уколико то не омета тест покушаје других тимова. Максимално дозвољено време по тиму за један тест покушај је 4 минута. Након 4 минута, екипа се може вратити на крај реда за нови тест покушај. Екипама је дозвољено да праве измене у програму или механички подешавају возило.
- 12.6. Сва возила морају бити постављена на прегледни сто у подручју за проверу ради припремног прегледа (провера возила) након завршетка периода за вежбу. **Сви контролери возила морају бити искључени.** Ниједан механизам или програм не смеју бити мењани након овог тренутка.
- 12.7. Возила могу учествовати у такмичењу само након што су прошла проверу возила. Провера се односи на захтеве за возило и коришћене материјале, као што је описано у претходним секцијама.
- 12.8. Ако возило не прође проверу возила од стране судија, судије могу дати тиму до 3 минута да реши уочене проблеме. Само један период од три минута може бити одобрен тиму по свакој провери.
- 12.9. Ако возило коначно не прође проверу возила од стране судија, возило не може бити коришћено у такмичењу.
- 12.10. Екипа не сме прекорачити 90 секунди за припрему када их судије позову за учешће у одређеном кругу изазова, а једном започете, индивидуални кругови не смеју прекорачити време одређено правилима игре.

13. Сто и опрема за игру

Сто и поље за игру

- 13.1. Величина подлоге за игру је 3200 x 3200 mm (+/- 5 mm). Унутрашњи квадрат унутар подлоге је тркачка стаза величине 3000 x 3000 mm (+/- 5 mm).
- 13.2. Главна боја стазе је бела.
- 13.3. Стаза је окружена (спољашњим) зидовима унутрашње висине 100 mm.
- 13.4. Унутрашња боја спољашњих зидова је црна. Спољашња боја зидова није дефинисана.
- 13.5. Постоје додатни (унутрашњи) зидови који окружују унутрашњи део стазе, висине 100 mm.

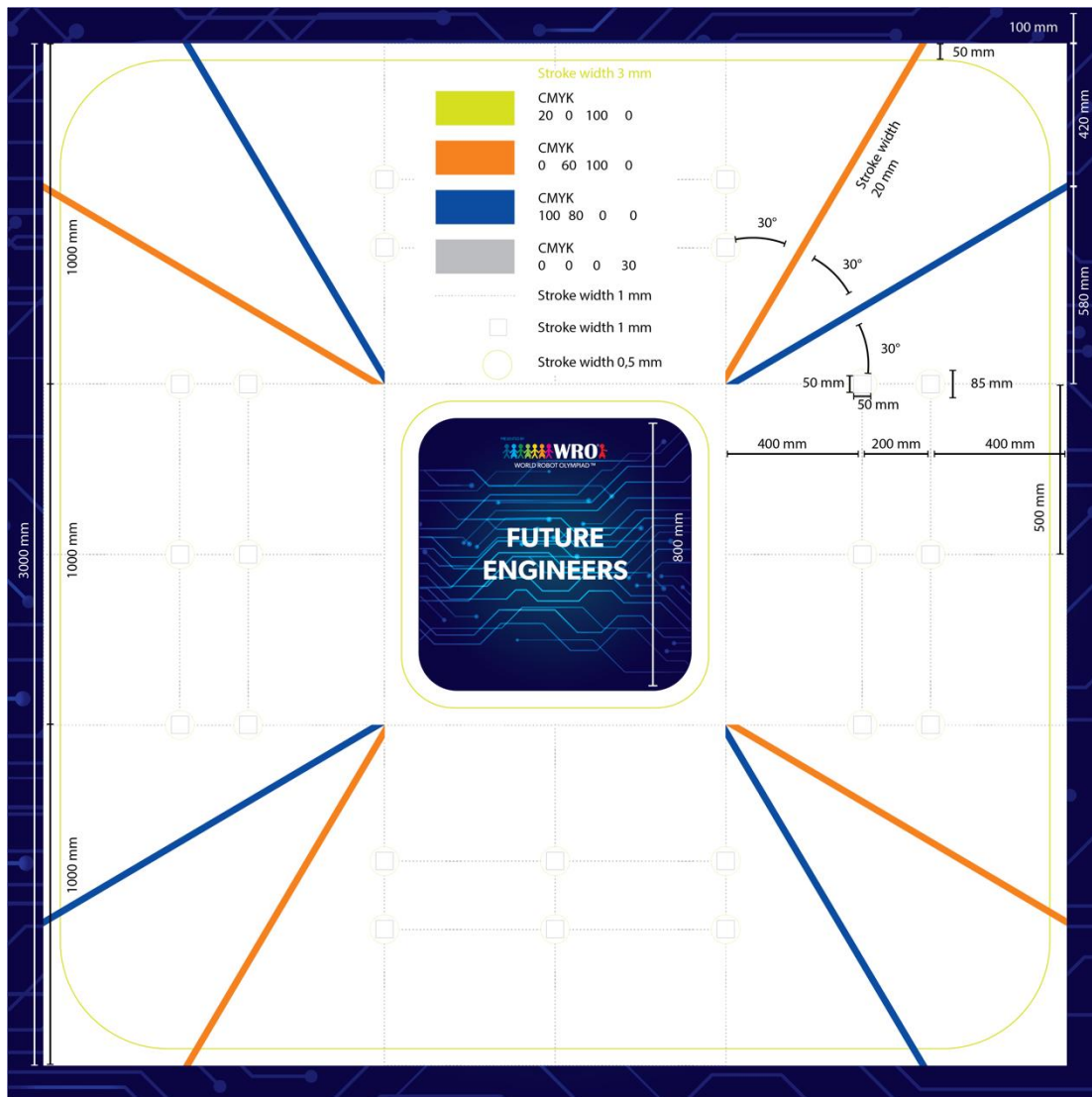


Слика 10: Висина спољашњих и унутрашњих зидова

- 13.6. Спољашња боја унутрашњих зидова је црна. Унутрашња боја зидова је црна. Боја горње ивице зидова је црна.
- 13.7. Дебљина и спољашњих и унутрашњих зидова није дефинисана.
- 13.8. Раздаљина између спољашњих и унутрашњих зидова зависи од типа круга и наведена је у одељку "Алтернативе игре".
- 13.9. На стази постоје наранџасте и плаве линије. Дебљина линија је 20 mm. Боја наранџастих линија је СМУК (0, 60, 100, 0). Боја плавих линија је СМУК (100, 80, 0, 0).
- 13.10. На терену се налазе испрекидане линије дебљине 1 mm које означавају зоне за старт возила. Боја испрекиданих линија је СМУК (0 0 0 30).
- 13.11. Величина сваке стартне зоне је 200 x 500 mm.
- 13.12. Постоје квадрати који означавају места где могу бити постављени саобраћајни знаци. Дебљина линија квадрата је 1 mm, а боја је СМУК (0 0 0 30).
- 13.13. Величина сваког квадрата за саобраћајни знак је 50 x 50 mm..
- 13.14. Подручје за процену да ли је саобраћајни знак померен дефинисано је као круг око одговарајућег квадрата. Дебљина линије круга је 0,5 mm. Боја линије је СМУК (20 0 100 0).

13.15. Пречник круга је 85 mm.

Слика 11: Мапа терена са димензијама

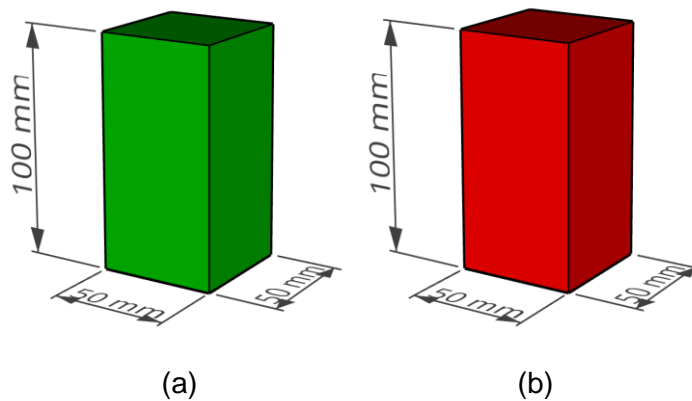


Конфигурација зидова за међународно финале

- 13.16. Унутрашњи зидови ће бити постављени у квадратном или правоугаоном облику у складу са сликом. Спољашњи зидови ће бити фиксирани у квадратном облику и неће се мењати током изазова.
- 13.17. Боја зидова ће бити црна.
- 13.18. Иако ће организатори учинити све да боје подлоге и објеката на терену буду што ближе CMYK спецификацији, могуће је да ће постојати одређене разлике. Екипе ће имати прилику да калибришу и фино подесе своја возила на боје на подлози и објектима током тестирања.

Саобраћајни знаци

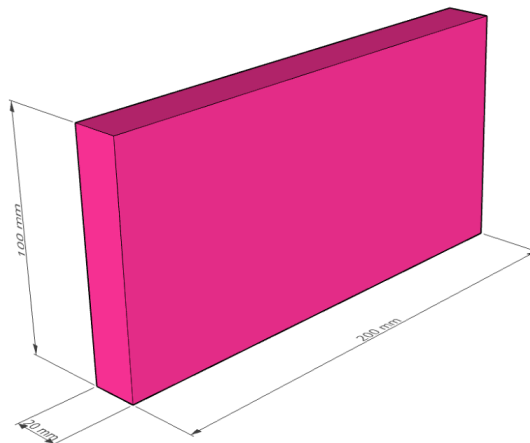
- 13.19. Сваки саобраћајни знак је правоугаони паралелепипед са димензијама 50 x 50 x 100 mm.
- 13.20. У зависности од процеса случајног одабира пре сваког круга, може бити до 7 црвених паралелепипеда и до 7 зелених паралелепипеда..
- 13.21. Боја црвених саобраћајних знакова је RGB (238, 39, 55).
- 13.22. Боја зелених саобраћајних знакова је RGB (68, 214, 44).
- 13.23. Материјал од којег су направљени саобраћајни знаци није дефинисан.
- 13.24. Тежина саобраћајних знакова није дефинисана.



Слика 12: Димензије саобраћајних знакова

Ограничења паркинг места

- 13.25. Свака ограничења паркинг места су правоугаони паралелепипед димензија 200 x 20 x 100 mm.
- 13.26. Једно паркинг место са два ограничења паркинг места налази се на подлози у сваком кругу изазова са препрекама.
- 13.27. Боја ограничења паркинг места је магента / RGB (255, 0, 255).
- 13.28. Материјал ограничења паркинг места није дефинисан.
- 13.29. Тежина ограничења паркинг места није дефинисана.



Слика 13: Димензије ограничења паркинг места

14. Речник

Време за проверу	Током времена за проверу, судија ће погледати возило и проверити мерење (на пример, помоћу куба или савитљивог метра) и друге техничке захтеве. Провера мора да се обави пре сваког круга.
Тренер (coach)	Особа која помаже екипи у процесу учења различитих аспеката роботике, тимског рада, решавања проблема, управљања временом и других вештина. Улога тренера није да победи у такмичењу за екипу, већ да их научи и усмери кроз процес идентификације проблема и откривања начина решавања такмичарског изазова.
Организатор такмичења	Организатор такмичења је организација која домаћински организује такмичење на које екипа долази. То може бити локална школа, национални организатор земље која организује национално финале или земља домаћин WRO-а заједно са WRO асоцијацијом која организује међународно WRO финале.
Такмичење	Постоје два типа круга у такмичењу: квалификациони и финални. Најбоље пласиране екипе након квалификационих кругова учествују у финалним круговима.
Поље за игру	Подручје кроз које возило мора да се креће. Подручје може садржати објекте са којима возило мора да интерагује према захтевима такмичења.
GitHub репо	Складиште за изворне кодове програма које управља систем за контролу верзија Git. Складиште је обезбеђено од стране GitHub услуге (https://github.com/).
Круг	Екипа управља аутономним возилом како би завршио задатак из изазова. Број поена за изазов зависи од броја кругова које возило прође на пољу за игру.
Време за вежбање	Током времена за вежбање, екипа може тестирати возило на терену и може мењати механичке аспекте или кодирање возила. Калибрација је дозвољена током времена за вежбање.
Екипа	У овом документу, реч екипа обухвата 2-3 учесника (ученика) екипе, а не тренера који треба да подржава екипу.
Програм за контролу возила	Сет (или сетови) инструкција за микропроцесор/микроконтролер возила који чита вредности са сензора и анализира ове информације и претходно стање возила како би дао команде моторима возила за решавање изазова.
Погонски мотор	Мотори повезани са осовинама које су повезане са точковима. Ови мотори померају возило напред или назад.
Мотор за управљање	Мотор који усмерава возило у лево или десно.

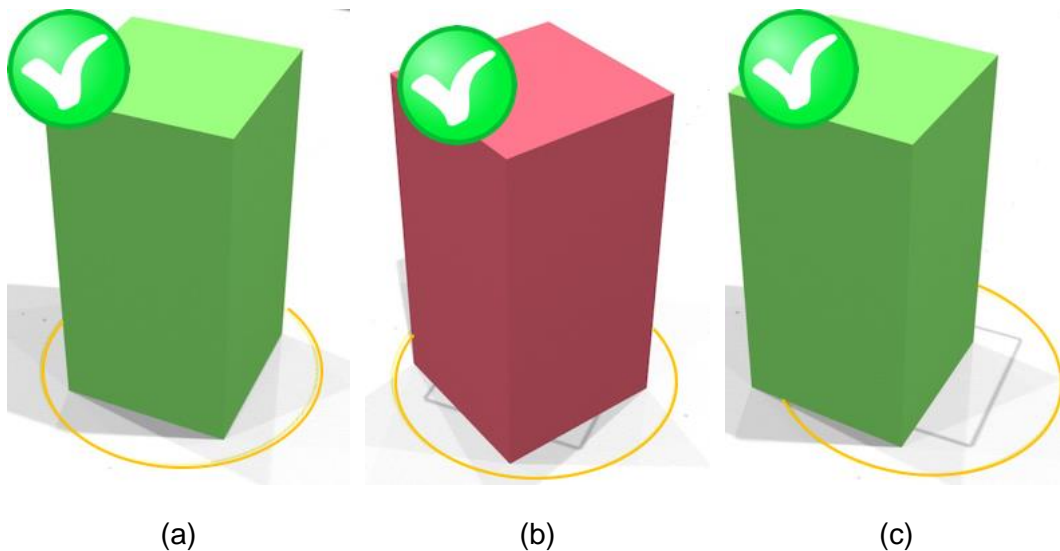
WRO	У овом документу, WRO означава World Robot Olympiad Association Ltd., непрофитну организацију која организује WRO широм света и припрема све игре и документа са правилима.
Правац вожње	Правац у коме возило мора да се креће током изазова. Ово се одређује путем рандомизације

Прилог А: Објашњавајући дијаграми

1. Значење помереног или обореног саобраћајног знака

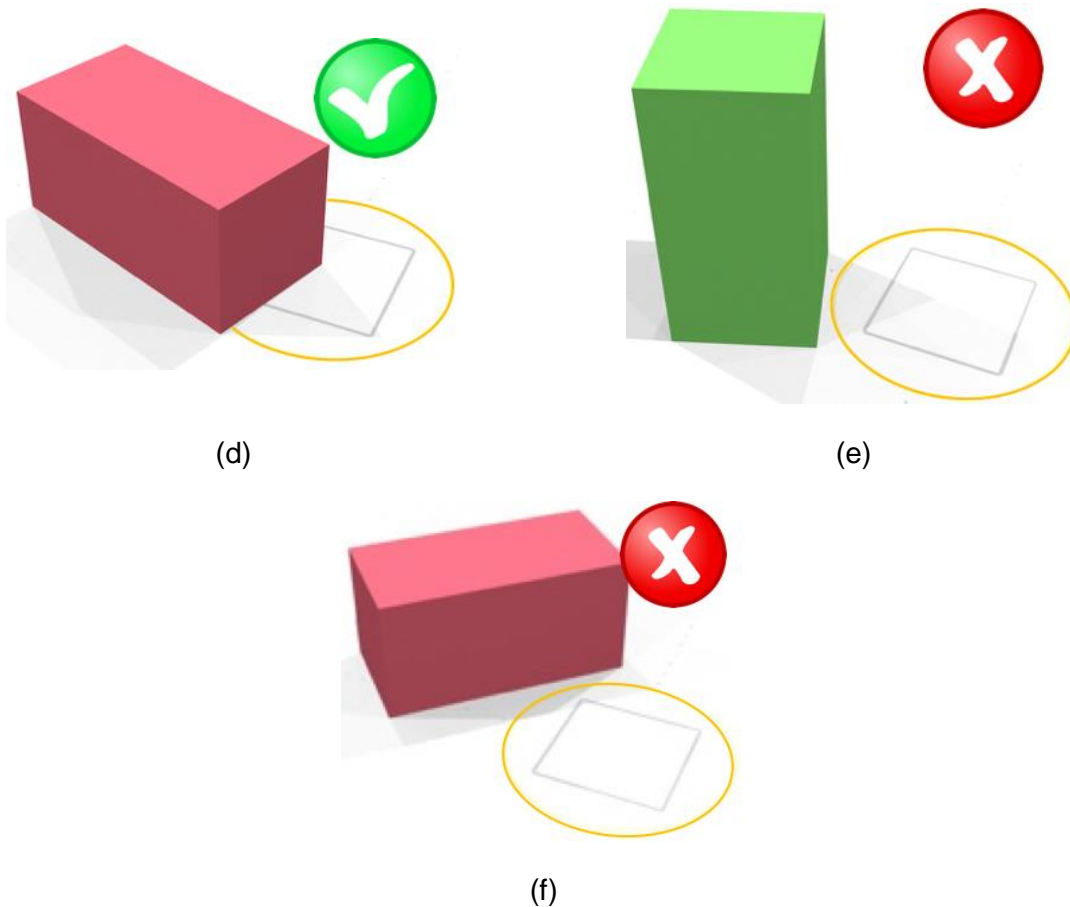
На дијаграмима испод, саобраћајни знакови се сматрају као:

- (a) – није померен
- (b) – померен
- (c) – померен али не узрокује заустављање круга
- (d) – оборен али не узрокује заустављање круга
- (e) – померен и узрокује заустављање круга
- (f) – оборен и узрокује заустављање круга



Слика 14:

- а) почетни положај саобраћајног знака на почетку круга**
б) саобраћајни знак није на свом месту, али је још увек унутар круга
в) саобраћајни знак је делимично изван круга и сматра се помереним



Слика 15:

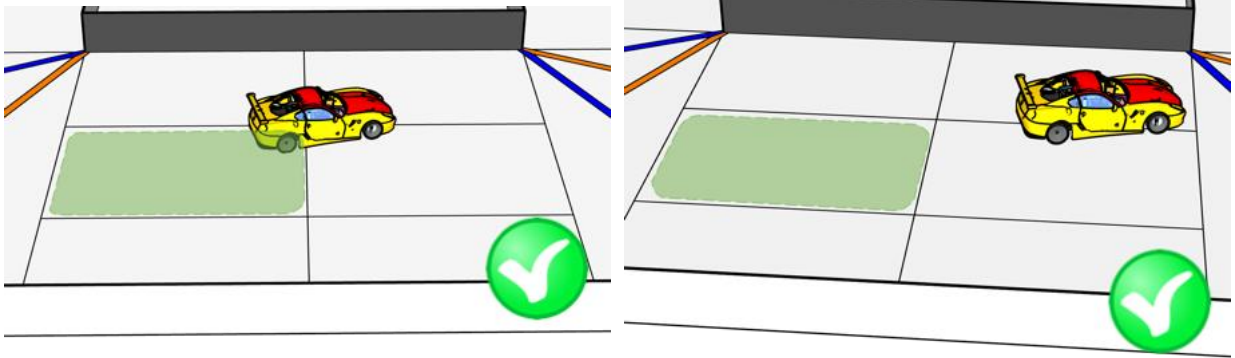
- д) оборени саобраћајни знак је делимично изван круга**
- е) саобраћајни знак је померен потпуно изван круга**
- ф) оборени саобраћајни знак је потпуно изван круга**

2. Услови за добијање поена за завршетак у почетној секцији

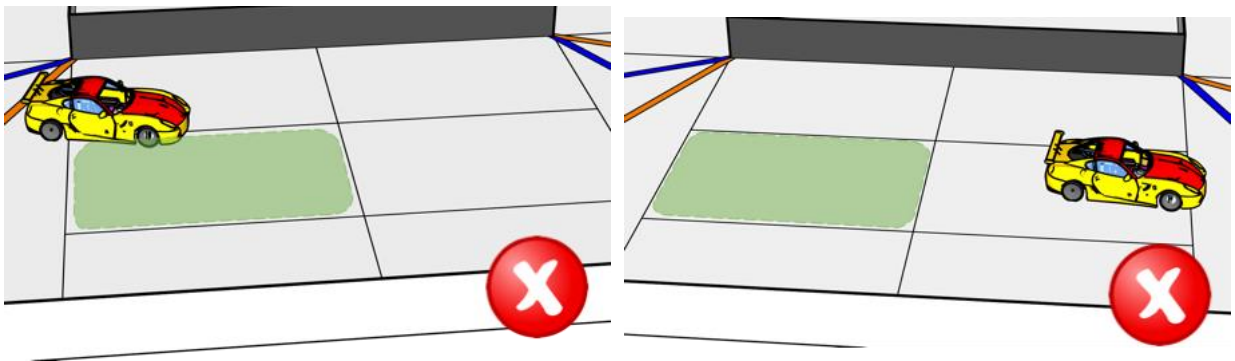
Да би се утврдило да ли је возило завршило у почетној секцији или не, користи се пројекција возила на подлогу након потпуног заустављања. Ако је било који део пројекције изван праволинијске секције где се налази почетна зона, возило се сматра изван почетне секције.

Разматрање да ли је возило унутар почетне зоне могуће је само ако је возило стало и није се померало најмање 30 секунди.

Почетна зона на шемама испод означена је зеленом бојом.



Слика 16: Возило је завршило потпуно унутар почетне секције.

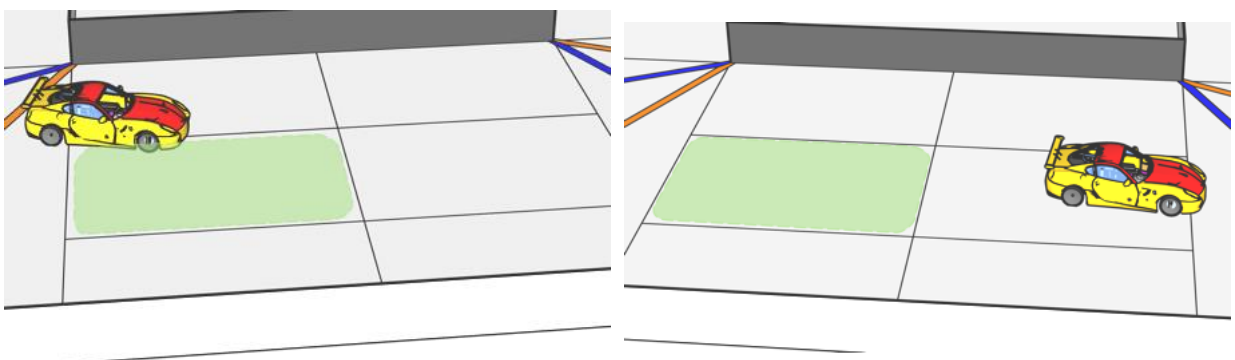


Слика 17: Возило је завршило ван почетне секције.

3. Пролазак почетне секције након три круга

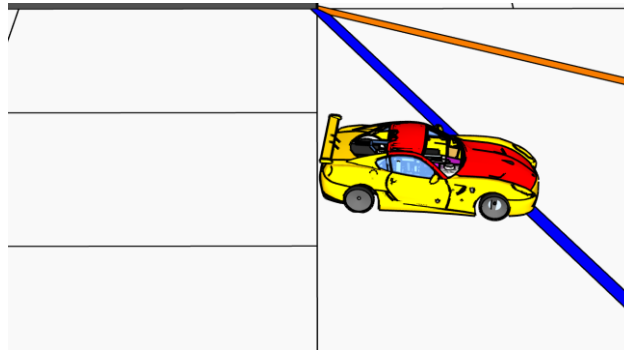
Судије ће завршити круг чим возило прође почетну секцију након вожње три круга.

Када су три круга завршена, могуће су следеће фазе:



(a) возило се креће ка почетној секцији

(b) возило излази из почетне секције

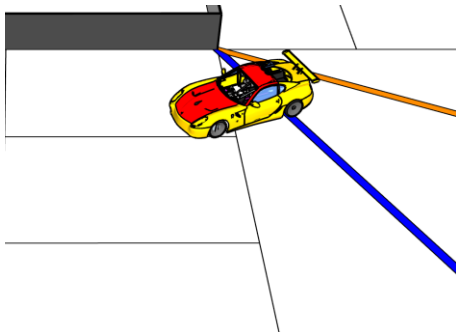


(c) возило је прошло почетну секцију

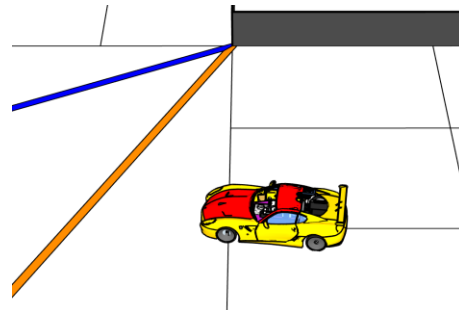
Слика 18: Фазе проласка почетне зоне возила које се креће у смеру супротном од казаљке на сату

Ако се возило још увек креће, судија неће зауставити време у фазама (a) и (b). Али чим се возило у потпуности нађе у угловној зони, у фази (c), круг ће бити завршен.

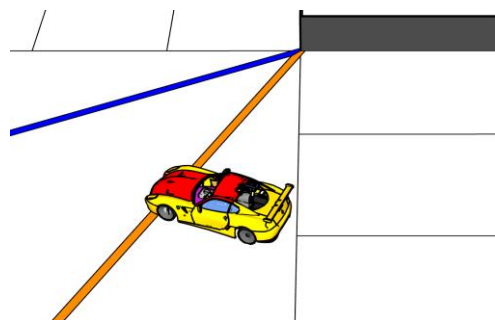
Исто важи и ако је смер вожње у кругу у смеру казаљке на сату.



(a) возило вози ка почетној зони



(b) возило излази из почетне зоне



(c) возило је прошло почетну зону

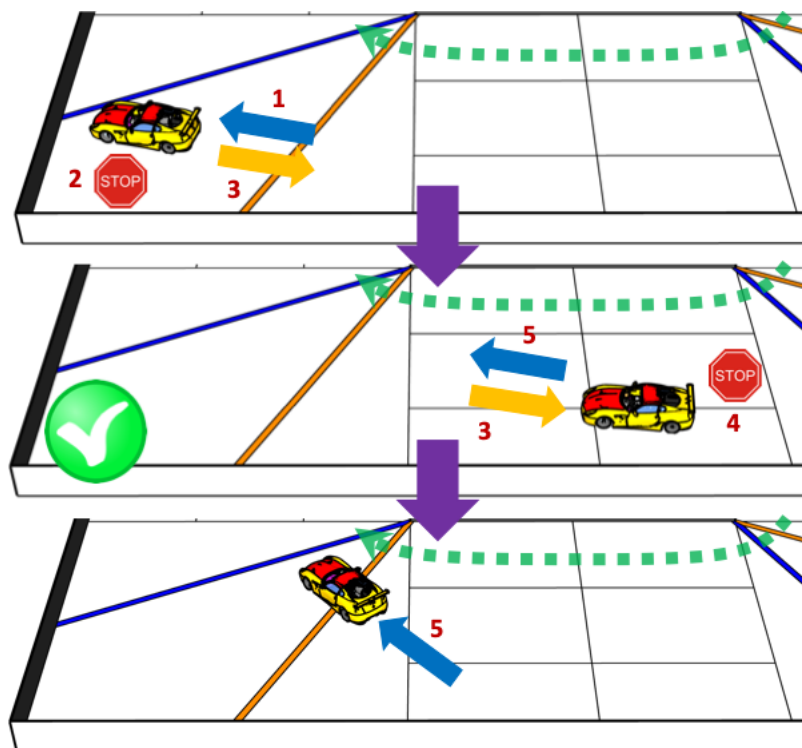
Слика 19: Фазе проласка возила кроз стартну зону кретањем у смеру казаљке на сату

4. Вожња у супротном смеру

Током круга возилу је дозвољено да се креће у смеру супротном од смера кретања круга само на два сегмента: сегменту на којем је промењен смер и суседном сегменту.

Размотримо неколико случајева:

Случај 1: Возило је почело да се креће у супротном смеру и потпуно се зауставило у суседном сегменту



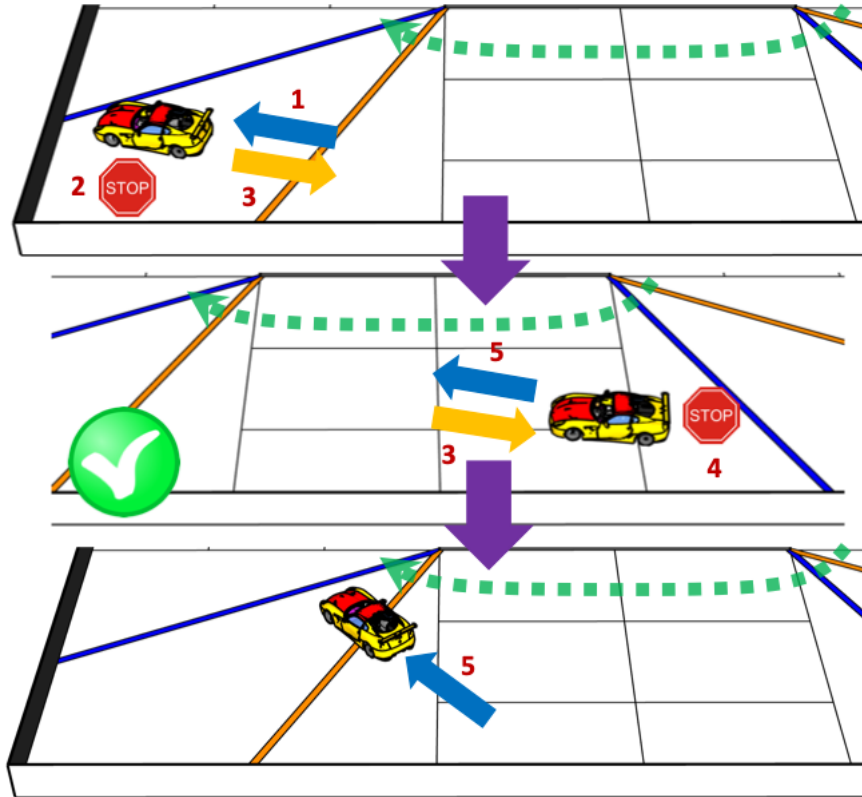
Слика 20: Дозвољено кретање у супротном смеру из угловног сегмента

На слици изнад смер кретања круга је у смеру казаљке на сату (означен зеленом испрекиданом стрелицом поред зида):

- 1. фаза: возило је стигло у угловни сегмент.
- 2. фаза: зауставило се.
- 3. фаза: почело је да се креће уназад.
- 4. фаза: возило се зауставило у суседном сегменту, без преласка границе са следећим сегментом.
- 5. фаза: наставило је кретање у смеру круга.

Оваква маневрисања су дозвољена.

Случај 2: Возило је почело да се креће у супротном смеру и зауставило се на линији између два сегмента



Слика 21: Дозвољено заустављање на граници између два сегмента током кретања у супротном смеру

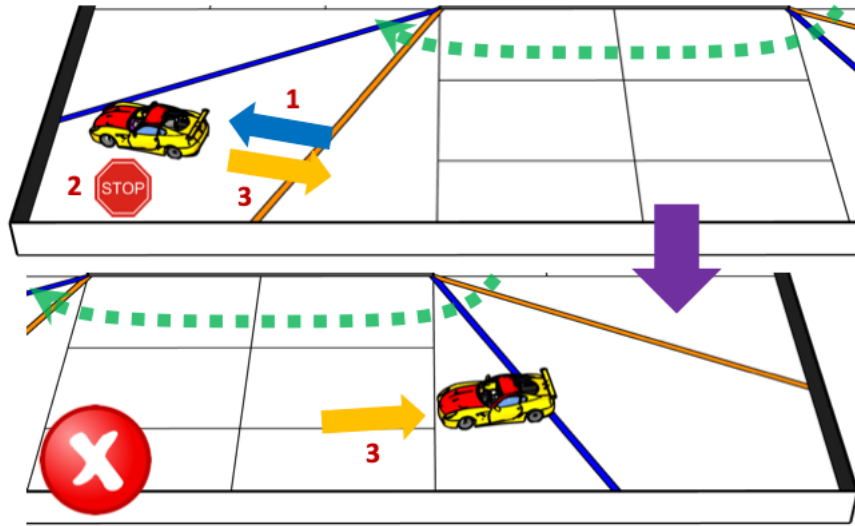
На слици изнад смер кретања круга је у смеру казаљке на сату (означен зеленом испрекиданом стрелицом поред зида):

- 1. фаза: возило је стигло у угловни сегмент.
- 2. фаза: зауставило се.
- 3. фаза: почело је да се креће уназад.
- 4. фаза: возило се зауставило на граници између два сегмента.
- 5. фаза: наставило је кретање у смеру круга.

Овакав низ кретања је такође дозвољен.

Случај 3: Возило је почело да се креће у супротном смеру и потпуно изашло из суседног сегмента

Ако возило пређе границу између суседног сегмента и следећег сегмента, круг ће бити прекинут.



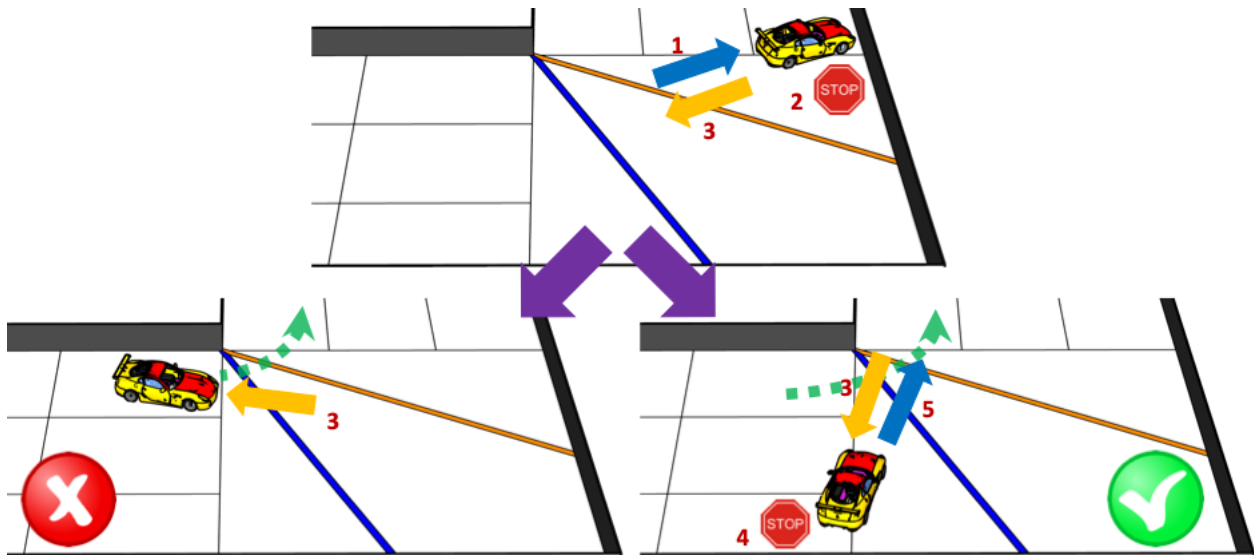
Слика 22: Излазак изван суседног сегмента током кретања у супротном смеру није дозвољен

На слици изнад:

- 1. фаза: Возило се првобитно кретало у смеру круга, у смеру казаљке на сату (означено зеленом испрекиданом стрелицом поред зида).
- 2. фаза: Зауоставило се.
- 3. фаза: почео је да се креће у супротном правцу и прелази две секције, тако да је потпуно изван суседне секције.

Случај 4: Возило је променило смер на граници између два сегмента

Ако возило промени смер док је његова пројекција на терену прешла линију између два сегмента, напредни сегмент у смеру круга се сматра првим за одређивање најудаљенијег сегмента у којем је дозвољено кретање у супротном смеру.



Слика 23: Најудаљенији сегмент за кретање у супротном смеру када се возило зауставило делимично у сегменту

На левој страни горње слике разматра се завршетак следећег сценарија:

- Фаза 1: Возило се у почетку кретало стазом у смеру супротном од казаљке на сату (означено зеленом испрекиданом стрелом близу зида).
- Фаза 2: Зауставило се на линији између две секције – предња секција у смеру круга сматра се секцијом у којој је промењен смер.
- Фаза 3: Наставило је да се креће у супротном смеру и потпуно прошло секцију која је суседна секцији у којој је промењен смер.

Овакво понашање доводи до тренутног заустављања круга.

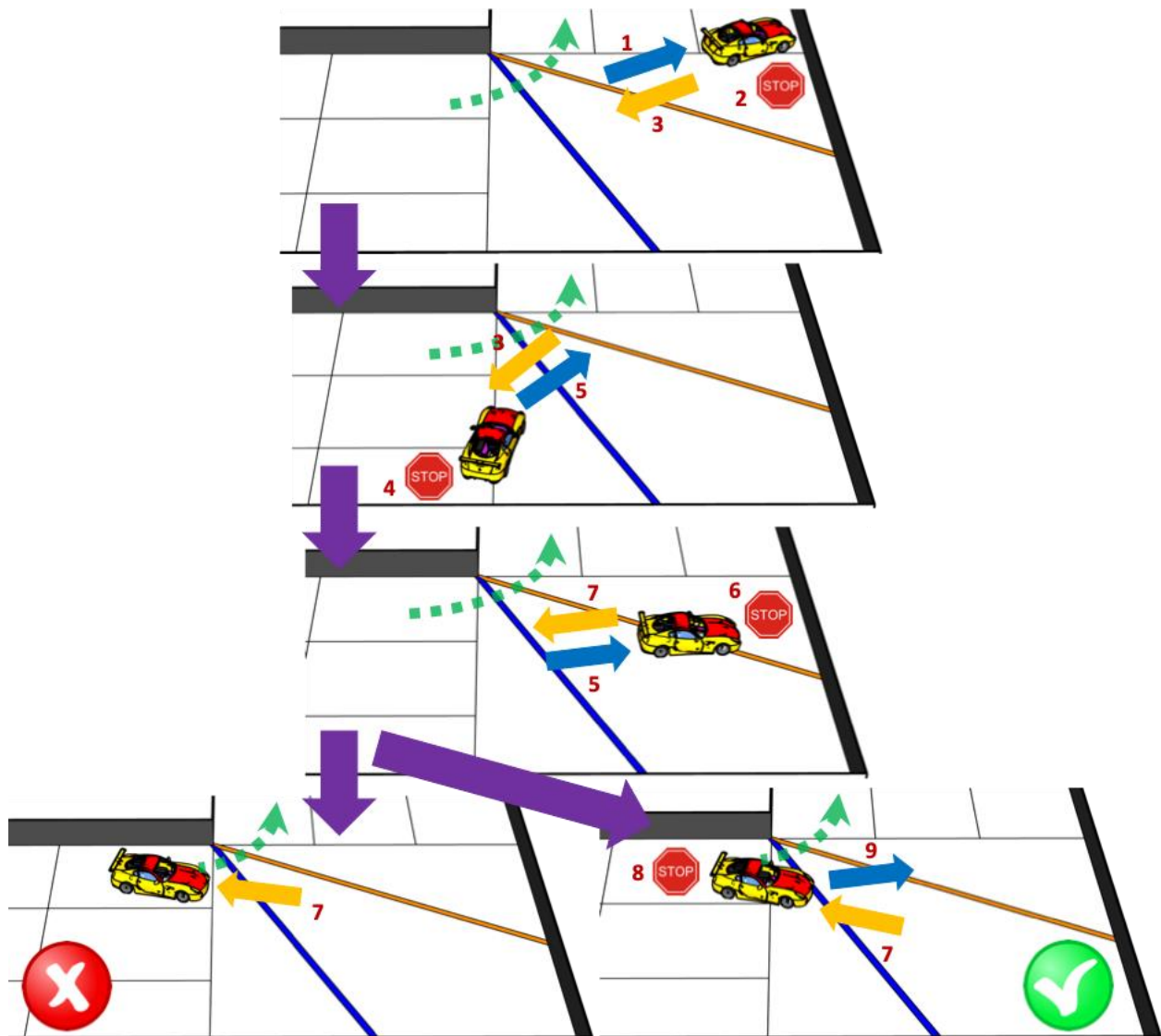
Сценарио у којем се круг наставља се разматра:

- Фаза 1: Возило се у почетку кретало стазом у смеру супротном од казаљке на сату (означено зеленом испрекиданом стрелом близу зида).
- Фаза 2: Зауставило се на линији између две секције – предња секција у смеру круга сматра се секцијом у којој је промењен смер.
- Фаза 3: Променило је смер и почело да се креће у супротном смеру.
- Фаза 4: Возило се зауставило на граници две секције.
- Фаза 5: Наставило је да се креће у смеру супротном од казаљке на сату.

Пошто је пројекција возила и даље делимично у суседној секцији, круг се не зауставља.

Case 5: Вишеструке промене смера

Возилу је дозвољено да промени смер више пута, али најудаљенији сегмент за кретање у супротном смеру се одређује на основу сегмента најближег завршетку где је смер први пут промењен.



Слика 24: Дозвола за промену смера више пута разматрана на основу најближе секције у односу на циљ

Горња слика омогућава разматрање различитих исхода у случају када возило више пута мења смер:

- Фаза 1: Возило се у почетку кретало стазом у смеру супротном од казаљке на сату (означено зеленом испрекиданом стрелом близу зида).
- Фаза 2: Зауоставило се на линији између две секције – предња секција у смеру круга сматра се секцијом у којој је промењен смер.
- Фаза 3: Променило је смер и почело да се креће у супротном смеру.

- Фазе 4 и 5: Возило се зауставило у суседној секцији – поред секције у којој је првобитно промењен смер, затим је наставило кретање у исправном смеру.

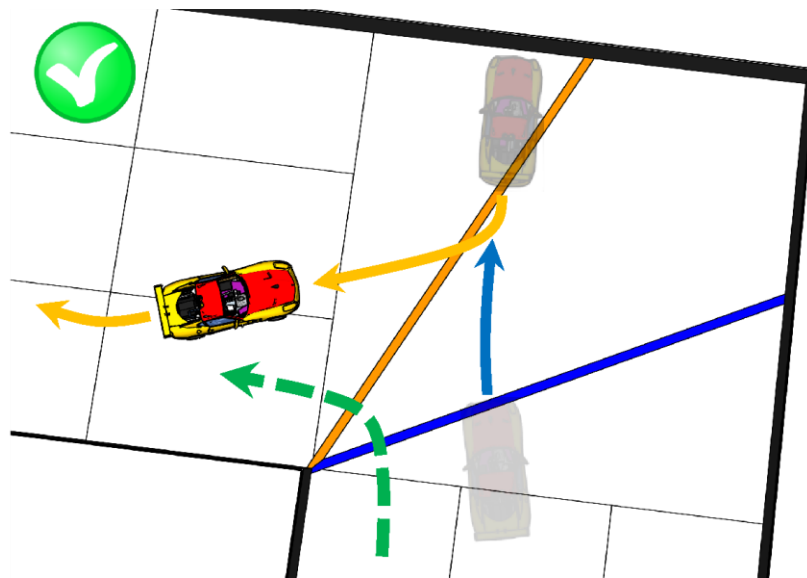
- Фазе 6 и 7: Возило је још једном променило смер, али то се не узима у обзир јер је претходна секција у којој је смер промењен у супротан ближа циљу.

- Ако возило потпуно изађе из суседне секције крећући се у супротном смеру, круг ће бити заустављен (леви део слике).
- Ако је само део пројекције возила у секцији поред суседне секције, то се неће сматрати разлогом за заустављање круга (десни део слике).

Случај 6: Вожња назад у смеру круга.

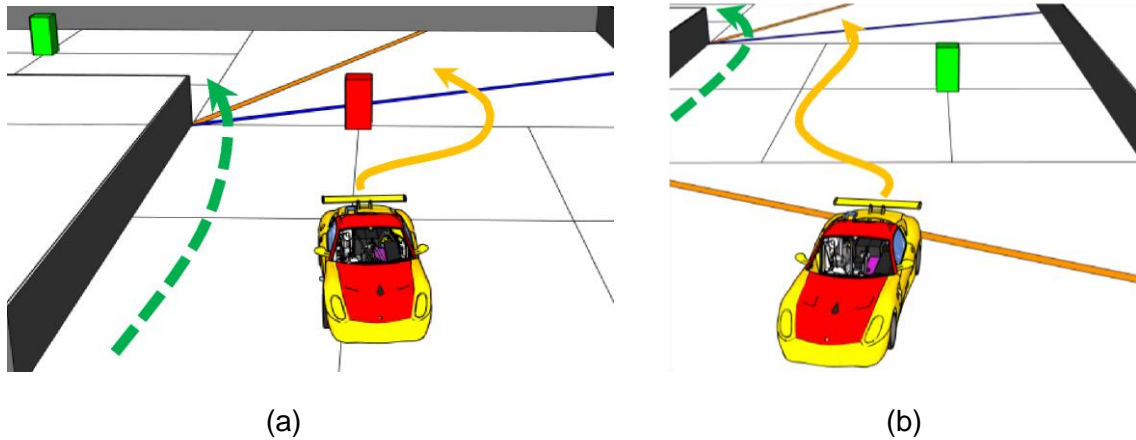
Напомена: Стари случај 6, „пролазак поред саобраћајног знака у супротном смеру“, је уклоњен.

Кретање возила уназад је дозвољено ако се возило креће у смеру круга.



Слика 25: Вожња назад у смеру круга

У овом смеру примењују се правила заобилажења саобраћајних знакова: црвени стуб се мора заобићи са десне стране, а зелени са леве стране.

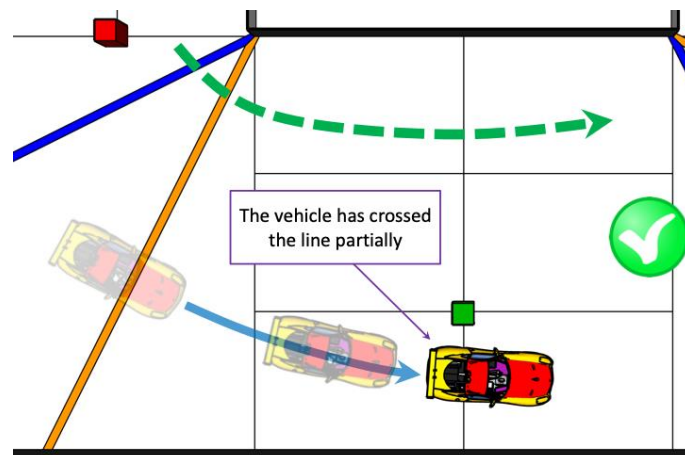


Слика 26: Правила заобилажења саобраћајних знакова током вожње назад

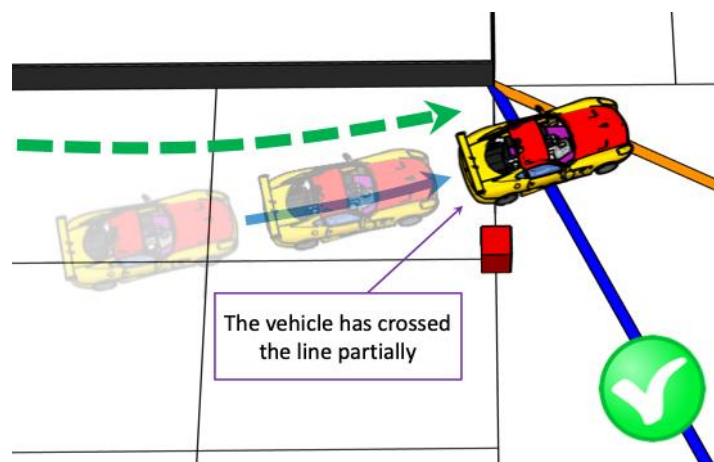
5. Пролазак саобраћајних знакова са погрешне стране

Иако није дозвољено пролазити саобраћајне знакове са погрешне стране, постоји праг који омогућава возилу да препозна стање грешке и исправи понашање.

Ако возило започне пролазак саобраћајног знака неправилно, време се неће зауставити уколико возило не пређе потпуно линију која иде од унутрашњег зида до спољашњег зида (касније, "радијус") и где је знак постављен.

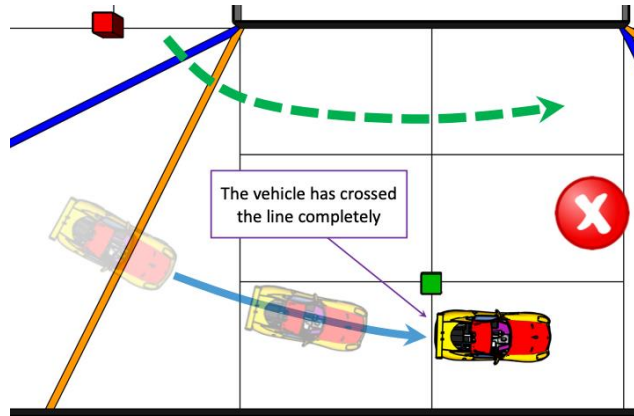


Слика 27: Возило не прелази радијус док се креће с десне стране зеленог стуба.

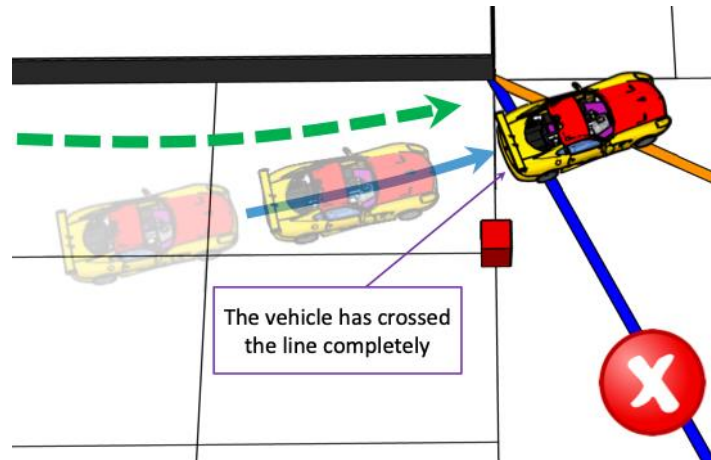


Слика 28: Возило не прелази радијус док се креће с десне стране црвеног стуба

Чим возило потпуно пређе радијус, судије ће зауставити круг.

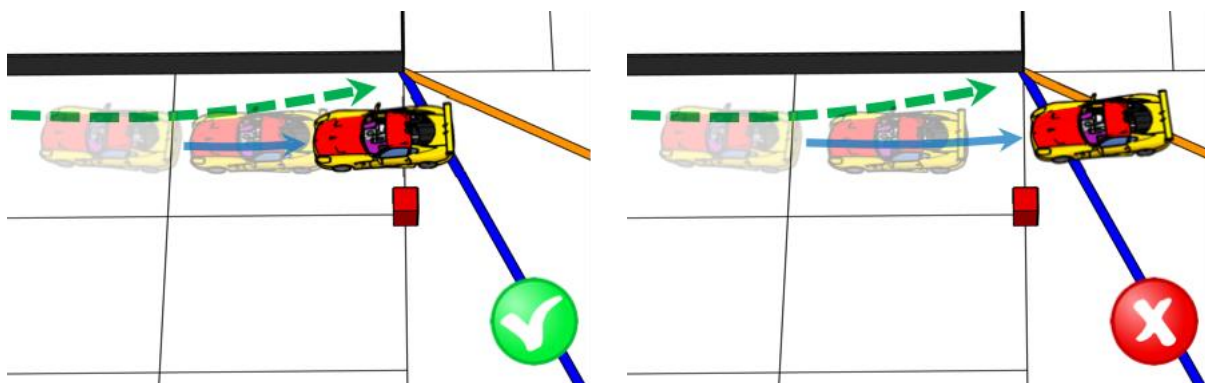


Слика 29: Возило потпуно прелази радијус са десне стране зеленог стуба.



Слика 30: Возило потпуно прелази радијус са леве стране црвеног стуба.

Исто важи и за случај када се возило креће "унатрашке" у смеру кретања круга.

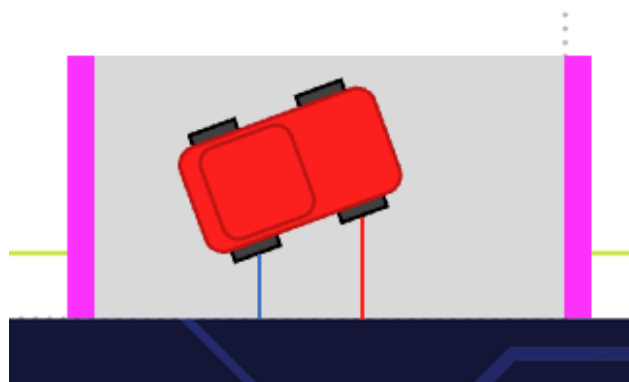
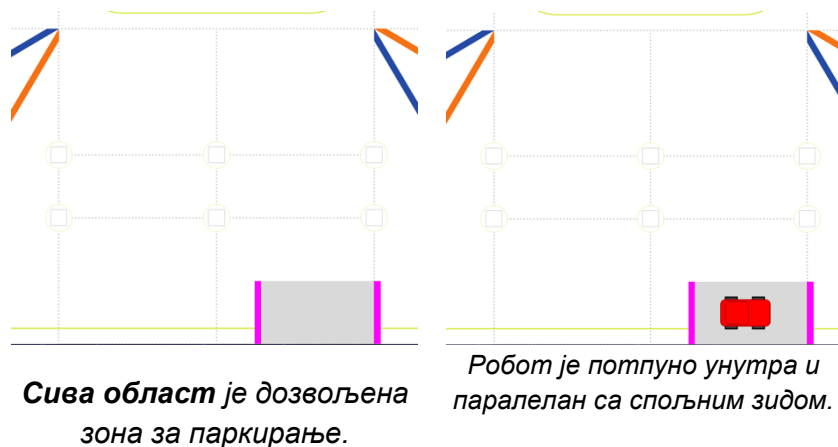


Слика 31: Возило прелази радијус док се креће "унатрашке".

У изазову са препрекама, саобраћајни знакови морају се поштовати само током три званична круга. На наредној релацији до паркинг простора могу се заобилазити десно или лево по жељи. Померање знакова и даље није дозвољено.

6. Паркирање у паркинг простору

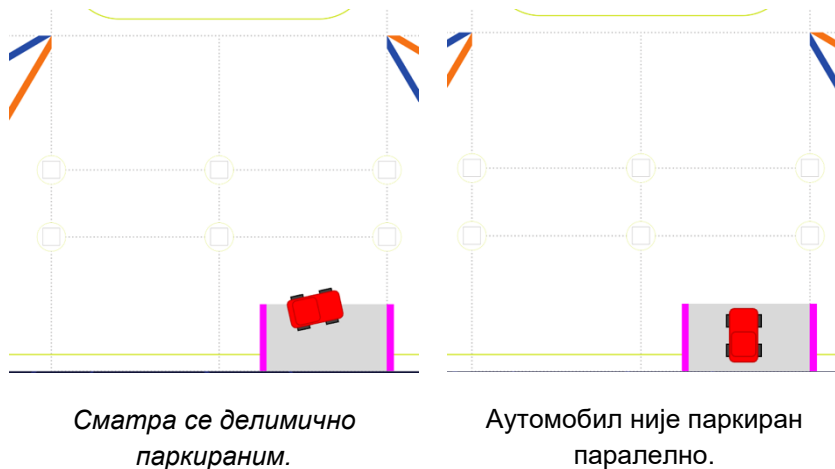
Робот се сматра потпуно паркираним када је његова пројекција на подлогу потпуно унутар правоугаоника између два маркера паркинг простора (обележеног сивом бојом на сликама) и робот је паркиран паралелно са зидом поља за игру. Робот се сматра паралелним ако разлика између растојања два точка на једној страни и зида није већа од 2 см.



Ако није јасно да ли је робот паркиран паралелно, мери се растојање између точка на једној страни и зида. За мерење се користе два главна точка за вожњу. Ако је разлика између два растојања већа од 2 см, робот се не сматра паркираним паралелно.

Слика 32: Потпуно паркиране ситуације.

Робот се сматра делимично паркираним ако је његова пројекција на подлози само делимично унутар паркинг простора.



Слика 33: Делимично паркиране ситуације.

Робот не сме додиривати ограничења паркинг простора. Ако их додирне, робот се зауставља и не могу се освојити поени за паркирање.

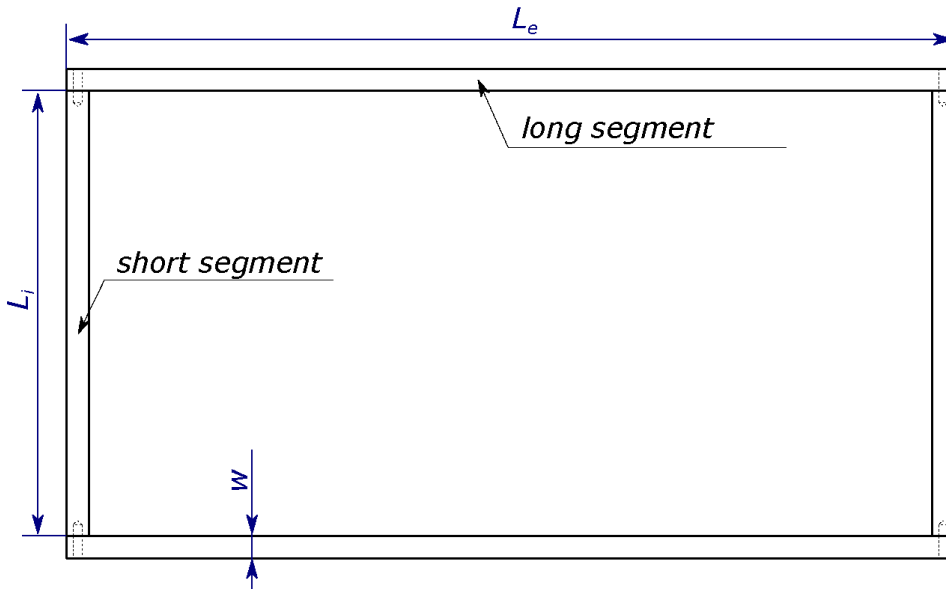
Прилог В: Поље за игру за национална/регионална финала

Главна разлика у припреми поља за игру за национална/регионална финала у односу на међународно финале односи се на израду унутрашњег зида, пошто конфигурација зида зависи од случајне комбинације која се одређује пре сваког квалификационог круга.

Испод су препоруке за припрему сегмената унутрашњег зида.

Прво, материјал за унутрашњи зид је дрво, иверица или МДФ. Затим, зид се састоји од четири дела: два дугачка сегмента и два кратка сегмента, при чему је дебљина свих сегмената иста.

Сегменти се причвршћују помоћу конформатних шrafoва или куполастих шrafoва и уложака са навојем. Висина сегмената је 100 мм, а боја је црна.



Слика 34: Шема сегмената коришћених за унутрашњи зид. (short segment=кратки сегмент, long segment =дугачки сегмент)

Све могуће конфигурације унутрашњег зида могу се постићи ако се припреме следећи сетови сегмената:

Дугачки сегменти:	Кратки сегмент
2 сегмента дужине 1000 mm	2 сегмента дужине $(1000 - 2w)$ mm
2 сегмента дужине 1400 mm	2 сегмента дужине $(1400 - 2w)$ mm
2 сегмента дужине 1800 mm	2 сегмента дужине $(1800 - 2w)$ mm
	где је "w" дебљина сегмента.

На пример, ако је дебљина сегмента 17 мм, дужине кратких сегмената биће 966 мм, 1366 мм и 1766 мм.

После рандомизације пре круга, одговарајућа комбинација сегмената се причвршћује шрафовима и поставља на поље. Да би конструкција била отпорнија на померање возила, на унутрашњој страни угла зид може се поставити одређена тежина.

Прилог С: Евалуација техничког дневника

Следеће смернице ће се користити за евалуацију техничког дневника и документације возила. Испод је листа области евалуације и критеријума за сваки од њих:

	Зона за бодовање	Максима лан број бодова
1.	Управљање мобилношћу.	4
2.	Управљање снагом и сензорима	4
3.	Управљање препрекама	4
4.	Слике- екипа и возило	4
5.	Видеозапис извођења	4
6.	Коришћење GitHub платформа	4
7.	Инжењерски фактор	4
8.	Општи утисак судија	2
	Укупно бодова	30

Процес за извођење оцене документације возила могао би бити следећи:

1. Постоји најмање три судије које ће оцењивати документацију.
2. Свака судија се упознаје са документацијом возила и даје своју оцену за сваки критеријум у складу са описаним смерницама. Судија нема право да прескочи ниједан критеријум. У овој фази није дозвољена дискусија између судија. Процена сваког критеријума заснована је на разумевању судије о датим смерницама и његовом утиску о томе како су ти критеријуми одражени у документацији – не ради се о поређењу документације различитих екипа.
3. Просечна вредност за сваки критеријум израчунава се на основу оцена судија.
4. Збир свих просечних оцена по критеријумима представља укупну оцену документације возила за одређени тим.

Објашњење скале оцењивања:

Нема доказа или дискусија	Ништа није достављено
Неадекватно	Премало информација или информације нису разумљиве.

Потребна побољшања	Обезбеђене су довољне информације, али је јасно да се инжењерски рад не може поновит
Испуњава очекивања	На основу датих информација, било који тим би могао да изгради возило без већих напора.
Надмашује очекивања:	Не само да може лако да се изгради на основу доступних информација, већ постоје и обимне информације о целом процесу развоја.

Рубрика за оцењивање инжењерске документације

1	Управљање мобилношћу	
	Разматрање управљања мобилношћу треба да обухвати како се кретање возила управља. Који мотори су одабрани, како су одабрани и имплементирани. Може се пружити кратка расправа о дизајну или избору шасије возила, као и о монтирању свих компоненти на шасију/структуру возила. Разматрање може укључити инжењерске принципе као што су брзина, обртни момент, снага и слично. Упутства за израду или монтажу могу бити обезбеђена заједно са 3D CAD фајловима за 3D штампу делова.	
	Нема доказа или пружене дискусије	0
	Неадекватно	1
	Потребна побољшања	2
	Испуњава очекивања	3
	Надмашује очекивања	4

2	Управљање снагом и сензорима	
	Разматрање управљања снагом и сензорима треба да обухвати извор снаге за возило, као и сензоре који су неопходни за обезбеђивање информација возилу како би превазишао различите изазове. Разматрање може укључити разлоге за одабир различитих сензора и како се користе на возилу, заједно са потрошњом енергије. Дискусија може укључивати дијаграм повезивања са списком материјала (BOM) за возило који обухвата све аспекте професионалних дијаграма повезивања.	
	Нема доказа или пружене дискусије	0
	Неадекватно	1
	Потребна побољшања.	2
	Испуњава очекивања.	3
	Надмашује очекивања	4

Подршка информацијама за дијаграме повезивања:

1. <https://www.edrawsoft.com/wiring-diagram.html>
2. <https://www.smartdraw.com/wiring-diagram/>
3. <https://www.doityourself.com/stry/3-different-types-of-electrical-wiring-diagrams-explained>
4. <https://www.allaboutcircuits.com/projects/build-your-own-robot-design-and-schematic/>

3	Управљање препрекама	
	Дискусија о управљању препрекама треба да укључује стратегију за кретање возила кроз курс са препрекама за све изазове. Ово може укључивати дијаграме тока, псеудокод и изворни код са детаљним коментарима.	

	Није обезбеђен изворни код или дискусија	0
	Неадекватно.	1
	Потребна побољшања.	2
	Испуњава очекивања.	3
	Надмашује очекивања.	4

4	Слике – Екипа и возило	
	Слике екипа и робота морају бити обезбеђене. Слике робота морају покривати све стране робота, бити јасне, у фокусу и показивати аспекте мобилности, снаге и сензора, као и управљања препрекама. У дискусијама у секцијама 1, 2 и 3 може се правити референца на ове слике. Слика екипа је неопходна како би судија могао да се повезује и идентификује екипу током локалних и међународних такмичења.	
	Није обезбеђена слика екипе и возила.	0
	Неадекватно	1
	Потребна побољшања.	2
	Испуњава очекивања.	3
	Надмашује очекивања.	4

5	Видеозаписи извођења	
	Видеозаписи извођења морају показивати рад возила од почетка до краја за сваки изазов. Видеозаписи могу укључивати коментаре, наслове или анимације као преклоп. Видео такође може обухватити аспекте секција 1, 2 или 3.	
	Није обезбеђен видео доказ	0
	Неадекватно	1
	Потребна побољшања	2
	Испуњава очекивања	3
	Надмашује очекивања	4

6	Коришћење GitHub платформа	
	Git и GitHub су доступни за управљање отвореним пројектима и контролу верзија фајлова. Као део процеса дизајна и развоја, тимови морају користити ову платформу за документовање свог напретка, развој кода и дељење фајлова. Оцењивање платформе укључује како је информација комплетна, како су информације структурисане и колико често су вршене комите. Екипе такође могу користити ову платформу за пружање додатних информација о свом инжењерском дизајну и програмирању возила.	
	Није обезбеђен доказ о коришћењу GitHub-а	0
	Неадекватно.	1
	Потребна побољшања.	2
	Испуњава очекивања.	3
	Надмашује очекивања.	4

Подршка за коришћење GitHub-а:

1. <https://careerfoundry.com/en/blog/web-development/what-do-developers-use-github-for-heres-why-its-vital/>
2. [What is GitHub?](https://www.youtube.com/watch?v=8mQXzUvUo54)
3. <https://apiumhub.com/tech-blog-barcelona/using-github/>
4. <https://kinsta.com/knowledgebase/what-is-github/>
5. <https://en.wikipedia.org/wiki/GitHub>
6. <https://www.howtogeek.com/180167/htg-explains-what-is-github-and-what-do-geeks-use-it-for/>
7. <https://www.simplilearn.com/tutorials/git-tutorial>

7	Инжењерски фактор	
	Нема доказа или описа дизајна.	0
	Стандардни "готови" RC или модуларни конструкцијски комплет без промена у дизајну.	1
	Стандардни "готови" RC или модуларни конструкцијски комплет са малим променама у дизајну.	2
	Стандардни "готови" RC или модуларни конструкцијски комплет са променама у дизајну и екипом који је додала компоненти по свом дизајну, као што су носачи сензора.	3
	Власнички дизајн и производња возила и компоненти, уз употребу стандардних електричних компоненти, као што су мотори и сензори.	4

8	Општи утисак жирија	
	Информације на GitHub-у су слабе и лоша комуникација дизајна возила и програмирања. Напори се не могу реплицирати.	0
	Информације на GitHub-у су просечне, комуникација дизајна возила и програмирања. Репликација напора ће бити тешка.	1
	Информације на GitHub-у су одлична комуникација дизајна возила и програмирања. Репликација напора ће бити лака.	2

Прилог D: Минимални сет електромеханичких компоненти

Ниже је листа опреме која може бити коришћена за електромеханичке делове возила. Ово је предлог, а не захтев. Тимови су на свом избору да ли ће се придржавати ових предлога или не.

- SBC (Single Board Computer-Једнополни рачунар): биће коришћен за обраду видео сигнала у реалном времену, нализу података са сензора, слање/управљање сигнаlima ка контролеру мотора.
- SBM (Single Board Microcontroller- Једнополни микроконтролер) + моторски штит: ова комбинација опреме прима сигнале за управљање од главног SBC-а и управља моторима.
- Широкоугаона камера
- Два сензора удаљености
- Два светлосна сензора
- Серво мотор: контролише управљање правцем.
- DC мотор са мењачем: контролише брзину возила.
- Најмање један енкодер: омогућава возилу да мери углу брзину DC мотора.
- IMU (јединица инерцијалног мерења) – обично комбинација жirosкопа и акцелометара: може се користити за побољшање навигације возила.
- Две батерије: једна за SBC и SBM, друга за моторе.
- Стабилизатор напона: потребан за обезбеђивање адекватног напајања за SBC/SBM.
- Два прекидача за повезивање батерија са потрошачима напајања: SBC/SBM, мотори.
- Дугме за старт: може се користити као покретач за покретање круга.

Пример конфигурације возила може бити:

- Шасија из RC (даљински управљаних) возила.
- Главни контролер -- Raspberry Pi 3 (<https://www.raspberrypi.org/products/raspberrypi-3-model-b-plus/>), и MicroSD картица за чување оперативног система и програма.
- Камера модул (<https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>) са екстра широкоугаоним сочивом.
- Контролер мотора и сензора -- Arduino UNO (<https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>) са прототипском штитом (<https://store.arduino.cc/proto-shield-rev3-uno-size>)
- DC контролер мотора (<https://www.robotshop.com/en/cytron-13a-5-30v-single-dc-motor-controller.html>)
- DDC мотор за покретање возила (може бити део шасије),
- Серво мотор за управљање (може бити део шасије).
- IMU сензор (<https://www.sparkfun.com/products/13762>)
- 2 Ултразвучна сензора удаљености (<https://www.sparkfun.com/products/15569>)
- 2 Аналогна сензора за праћење линије (<https://www.sparkfun.com/products/9453>)
- Ротациони енкодер (<https://www.sparkfun.com/products/10790>)

- Спољна USB батерија са хабом за поделу потрошње између Raspberry Pi и Arduino.
- Додатна батерија за напајање DC мотора (може бити део шасије).