

Ručno upravljanje robotskim vozilima osigurava kontrolu fizičkih ili virtualnih uređaja, kao što su daljinski upravljači, mobilne aplikacije ili upravljačke ploče. Razumijevanje osnovnih principa rada omogućuje napredak i učenje te olakšava svakodnevnu primjenu u različitim životnim situacijama. Daljinsko upravljanje osigurava daljinski upravljač ili upravljanje mobilnom aplikacijom pri upravljanju gibanjem robotskog vozila. Kontrolu prijenosne kontrolne ploče omogućuju tipkala ili prekidači s pomoću kojih upravljamo robotskim vozilom. Virtualno upravljanje olakšava osposobljavanje u simulacijama ili tijekom profesionalne obuke, gdje korisnik upravlja robotskim vozilom primjenom programskih sučelja pokretanim na računalu ili mobilnom uređaju.

Primjena u svakodnevnom životu je raznolika i ovisno o ljudskim afinitetima izazovna. Ručno upravljana robotska vozila često se koriste u hobbijima kao što su modelarstvo, utrke robotskih vozila i robotičkim natjecanjima. Učestala primjena u obrazovnim institucijama: školama, sveučilištima ili istraživačkim institucijama, ručno upravljana robotska vozila se upotrebljavaju za učenje osnovnih principa robotike, programiranja ili za istraživanje. Suvremena industrijska proizvodnja upotrebljava robotska mobilna vozila za transport materijala ili teške opreme na zahtjevnim poslovima, a ručno upravljanje se primjenjuje u situacijama gdje je nužna fleksibilnost koju automatizirani sustavi ne mogu izvršiti. Sigurnost i nadzor olakšavaju ručno upravljana robotska vozila i koristimo ih za istraživanje opasnih ili teško dostupnih područja.

Izrada konstrukcije modela robotskog vozila izvodimo postepeno u nekoliko faza. Definiranje ciljeva i tehničkih karakteristika određuje dimenzije, oblik i terenske uvjete na kojima će se robotsko vozilo upotrebljavati te funkcionalnosti tijekom izvršavanja radnih zadataka. Dizajn i konceptualni plan robotskog vozila zahtjeva crtanje skica, tehničkih crteža i primjenu programskih alata za modeliranje.

## Robotsko vozilo ručno upravljano

Model robotskog vozila je izrađen od građivnih elemenata, pogonskog mehanizma (elektromotora), prijenosnog mehanizma (getriba) i gonjenog mehanizma (kotači). Upravljanje robotskim vozilom omogućavaju dodirni senzori (tipkala) koji su spojeni vodičima s izvorom napajanja (baterija), elektromotorima i LED lampicama.

### Slika1\_RVY

Konstrukcija modela robotskog vozila izrađena je od građivnih Fischertechnik elemenata, kojom upravljamo s pomoću dodirnih senzora (tipkala). Izrada konstrukcije i kretanje vozila u svim smjerovima, olakšava popis potrebnih konstrukcijskih blokova i način spajanja elektrotehničkih elemenata.

### Slika2\_FT\_elementi

#### Robotsko vozilo – izrada konstrukcije

Sastavljanje konstrukcije robotskog vozila, povezivanje vodičima sa spojnicama i spajanje dodirnih senzora, signalnih LED lampica i elektromotora za vrtnju kotača.

Konstrukcijski izazov pri sastavljanju modela je stabilan raspored građivnih elemenata robotskog vozila i uredno spajanje elektrotehničkih elemenata s vodičima i izvorom napajanja (baterija).

Faze izrade konstrukcije robotskog modela:

- Izrada konstrukcije modela robotskog vozila,
- Izrada upravljačkog sklopa s dodirnim sensorima (četiri tipkala),
- Postavljanje svjetlosne signalizacije (četiri LED lampice),
- Povezivanje električnih elemenata vodičima i izvorom napajanja.

*Napomena:* Duljina vodiča sa spojnicama određena je udaljenošću električnih elemenata na robotskom vozilu od upravljačkog sklopa (četiri tipkala) i pozicijom izvora napajanja (baterija U = 9 V).

Model robotskog vozila građen je od dva elektromotora, četiri signalne LED lampice i upravljačkog sklopa s četiri dodirna senzora (tipkala).

Konstrukcijski i inženjerski izazovi: građivnim elementima izraditi stabilnu i funkcionalnu konstrukciju robotskog vozila s ručno upravljanim sklopom i električne elemente povezati vodičima i izvorom napajanja.

### Slika3\_konstrukcijaA

### Slika4\_konstrukcijaB

Mali građevni blok s dva spojnika pozicionirajte i učvrstite između dva elektromotora koji osiguravaju stabilnu bazu robotskog vozila. Dodajte između njih identičan građevni blok. Pokretanje prijenosnog mehanizma osigurava elektromotor koji prenosi vrtnju na osovinu spoenu na kotač. Dva građevna bloka povezuje građevni element s dva spojnika koji je smješten između njihovih unutarnjih stranica. Ovim je osiguran čvrsti spoj dva usporedna elektromotora.

### Slika5\_konstrukcijaC

### Slika6\_konstrukcijaD

### Slika7\_konstrukcijaE

Pogonski elektromotor s prijenosnim mehanizmom umetnite u krajnji položaj utora istog. Prijenos kružnog gibanja (rotacije) elektromotora na prijenosni mehanizam zupčanika ostvarena je čvrstom vezom. Pogonski elektromotor povezan je s prijenosnim mehanizmom koji osigurava promjenu smjera rotacije s pomoću tri međusobno povezana zupčanika različitih veličina. Osovina pužnog oblika istosmjernog elektromotora se vrti kada kroz njegove polove prolazi struja iz izvora napajanja. Vrtnja osovine pužnog vijka elektromotora se neposredno prenosi na pogonski mehanizam i vrtnju prenosi na zupčanike unutar pogonskog mehanizma. Pužni navoji elektromotora dodiruju zupčanik koji je direktno povezan s tri zupčanika različitog promjera i broja zubaca. Uloga zupčanika je smanjivanje broja okretaja i usporavanje vrtnje osovine oba kotača.

*Napomena:* Vrtnja elektromotora nije moguća sve dok ga ne povežemo vodičima s upravljačkim sklopom i izvorom napajanja (baterija).

*Napomena:* Pozicija lijevog i desnog elektromotora definirana je oblikom i zahtjevima robotske konstrukcije. Točno podešavanje i simetrično pozicioniranje elektromotora s prijenosnim mehanizmima osigurava funkcionalnost robotskog vozila.

Dva velika građevna bloka smještena na prednjem dijelu konstrukcije robotskog vozila osiguravaju stabilnost konstrukcije robotskog vozila.

### Slika8\_konstrukcijaF

Metalnu osovinu sa zupčanikom umetnite se vanjske strane prijenosnog mehanizma i učvrstite ju krajnji položaj utora istog. Ovim je osigurana kontinuirana rotacija zupčanika povezanog s osovinom lijevog i desnog kotača. Kotači su učvršćeni steznim maticama okrenutim prema prijenosnom mehanizmu.

Spajanje zupčanika s dijelovima prijenosnog mehanizma odvija se preko osovine, pri čemu dolazi do prijenosa gibanja na kotače vozila. Spajanje oplata kotača s gumom i steznom maticom osigurava povezivanje u funkcionalnu cjelinu spajanjem elemenata za sastavljanje lijevog i desnog kotača (stezna matica).

*Napomena:* Čvrsto stegnute steznu maticu na kotaču radi sigurnosti pri kretanju robotskog vozila tijekom promjene smjera gibanja. Krajnji položaj stezne matice na osovinu zupčanika omogućava čvrstoću spoja pri rotaciji kotača.

Potpuno simetrična konstrukcija robotskog vozila osigurava umetanje različitih senzora: za detektiranje crte, fototranzistora s LED lampicama smještenih između velikih crnih građevnih blokova. Visina položaja senzora je definirana visinom modela robotskog vozila (promjer kotača).

### Slika9\_konstrukcijaG

### Slika10\_konstrukcijaH

Elektromotori osiguravaju neovisno pokretanje/zustavljanje i omogućuju potpunu kontrolu pri upravljanju robotskim vozilom. Ovim je osigurana stabilnost tijekom gibanja i upravljanje robotskim vozilom u svim smjerovima. Treći i četvrti kotači umetnite sa stražnje strane konstrukcije robotskog vozila u mali dvostrani građevni crni blok s dva provrta (manji i veći). Mali pomoćni kotači se vrte oko svoje osi u trenutku promjene smjera robotskog vozila.

Sastavljanje konstrukcije trećeg i četvrtog kotača omogućuje umetanje malog vratila s krajnikom koji je provučen kroz dva provrta nosača i trećeg provrta malog kotača robotskog vozila. Pozicija omogućava potpuni dodir s površinom kojom se robotsko vozilo giba. Ovim je osigurana stabilnost robotskog vozila tijekom vožnje i olakšano je upravljanje (skretanje) promjenom smjera kretanja.

Kroz središte trećeg malog kotača prolazi mala osovinu oko koje se rotira mali kotač i omogućuje promjenu pozicije (vrtnju). Treći i četvrti pomoćni mali kotači olakšavaju promjenu smjera kretanja robotskog vozila i osiguravaju stabilnost istog. Time je omogućeno upravljanje i pokretanje robotskog vozila u svim smjerovima (naprijed, nazad, lijevo, desno).

*Napomena:* Spojni blok rotirajućeg kotača umetnite u provrt s manjim otvorom i okrenutom prema podlozi.

### Slika11\_konstrukcijaI

### Slika12\_konstrukcijaJ

### Slika13\_konstrukcijaK

Ispred malog dvostranog građevnog crnog bloka s dva provrta umetnite spojni element s četiri utora i u prednji uter umetnite signalnu rasvjetu (LED lampice) s bijelom zaštitnom kapicom.

*Napomena:* Ponovite postupak i postavite LED lampicu na nosač četvrtog pomoćnog malog kotača.

### Slika14\_konstrukcijaL

Pozicionirajte dva velika građivna elementa kutnog profila (120 mm) žute boje i umetnite ih u građivni element s dvije spojnice smještene između elektromotora. Na vrhu istog umetnite vodilicu u obliku potkove. Dvije vodilice su postavljene s unutarnje strane nosača pomoćnih malih kotača smještenih sa stražnje strane elektromotora.

*Napomena:* vodilica u obliku potkove olakšava uredno postavljanje vodiča i omogućava preglednost istih.

Postavite vodiče duljine približno dva metra i povežite ih s elektromotorima i upravljačkim sklopom te ih provucite kroz vodilice preko vrha velikog građevnog elementa kutnog profila (120 mm). Ovim je osigurana zaštita od uplitanja vodiča u kotače tijekom vožnje robotskog vozila.

### Slika15\_konstrukcijaM

### Slika16\_konstrukcijaN

Svjetlosnu signalizaciju s dvije LED lampice postavite s prednje strane robotskog vozila na velike građivne elemente konstrukcije.

*Napomena:* Signalizaciju postavljamo radi bolje vidljivosti tijekom kretanja vozila u prometu.

### Upravljački sklop

Jednostavnost tijekom sastavljanja i funkcionalnost konstrukcije upravljačkog sklopa definira projektni inženjer.

### Upravljački sklop – izrada konstrukcije

Elementi konstrukcije upravljačkog sklopa (četiri tipkala, izvor napajanja - baterija i vodiči) povezani su međusobno u cjelinu čime je osigurana funkcionalnost i upravljanje tijekom vožnje robotskog vozila. Baterija je smještena ispod upravljačkog sklopa.

*Napomena:* Izvor napajanja (bateriju) je moguće brzo zamijeniti u trenutku kada napon padne ispod (U = 9V).

### Slika17\_y

### Slika18\_y1

Postavljanjem četiri tipkala u lako dostupnu poziciju osigurana je potpuna ergonomija tijekom upravljanja robotskim vozilom. Udaljenost između dodirnih senzora određena je pozicijom spajanja vodiča sa spojnicama na upravljačkom sklopu. Nakon što su tipkala i baterija postavljeni i povezani, provjerite jesu li svi dijelovi ispravno spojeni. Testirajte svako tipkalo i provjerite njegovu funkcionalnost kada ga pritisnemo. Provjerite vodiče koji povezuju bateriju s upravljačkim sklopom i izmjerite napon baterije pod opterećenjem.

Tijek povezivanja elektrotehničkih elemenata (elektromotora M1 i M2) je uvijek s lijeve na desnu stranu robotskog vozila. Pravi princip spajanje vodiča olakšava podešavanje i kontrolu ispravnosti elektrotehničkih elemenata tijekom provjere.

### Upravljački sklop – ručno upravljanje

Povezivanje električnih elemenata sa upravljačkim sklopom:

- dodirni senzori: robotsko vozilo NAPRIJED (I1 – lijevi M1, I4 – desni M2)
- robotsko vozilo NATRAG (I2 – lijevi M1, I3 – desni M2),
- elektromotori (M1 – lijevi, M2 – desni) s upravljačkim sklopom,
- izvor napajanja - baterija (U = 9V) s upravljačkim sklopom.

*Napomena:* Podešavanje duljine vodiča na optimalnu duljinu omogućava uštedu materijala i bolju preglednost spojeva vodiča. Uredno spajanje vodiča i njihovo grupiranje omogućava uplitanje u rotirajuće pogonske elemente (kotači i zupčanici) robotskog vozila.

- Kontrola i provjera prije pokretanja robotskog vozila:
- vizualno pregledati robotsko vozilo i ispraviti uočene nedostake,
- provjeriti vodiče i spojnice s izvorom napajanja (baterijom U = 9V),
- provjeriti rad elektrotehničkih elemenata (elektromotora) i dodirnih senzora (tipkala).

*Zadatak\_1:* Konstruiraj model robotskog vozila i izradi upravljački sklop s četiri tipkala koji omogućava upravljanje robotskim vozilom. Tipkala i bateriju postavi modularno radi izmjene baterije u kratkom vremenu. Robotizirani model vozila može se kretati u svim smjerovima (naprijed, natrag, lijevo, desno, okret lijevo, okret desno).

Upravljanje robotskim vozilom omogućavaju četiri tipkala povezana dugačkim vodičima s upravljačkim sklopom. *Napomena:* Prikladna duljina vodiča (2m) kojima su spojeni elektromotori omogućava jednostavnu primjenu robotskog vozila tijekom edukacije mladih robotičara.

Upravljački sklop (način rada):

- pritiskom tipkala (I1 i I4) robot se giba naprijed
- pritiskom tipkala (I2 i I3) robot se giba natrag
- pritiskom tipkala (I1 ili I3) robot skreće desno
- pritiskom tipkala (I2 ili I4) robot skreće lijevo

*Napomena:* provjerom rada dodirnih senzora kontroliramo smjer vrtnje elektromotora prije vožnje. Ako je smjer vrtnje elektromotora suprotan, moramo zamijeniti mjesta vodičima (polaritet) na jednom elektromotoru.

### Upravljački sklop – autonomno upravljanje

Poveži električne elemente s TXT međusklopom i testiraj programski rad spojenih elemenata.

Tipkala				Motori		Lampice	
I1 (lijevi)	I2 (lijevi)	I3 (desni)	I4 (desni)	M1 (lijevi)	M2 (desni)	L	D
1	0	0	1	cw(naprijed)	cw(naprijed)	1	1
1	0	1	0	cw(naprijed)	ccw(nazad)	0	1
0	1	0	1	ccw(nazad)	cw(naprijed)	1	0
0	1	1	0	ccw(nazad)	ccw(nazad)	1	1

Tablica stanja ulaznih/izlaznih elemenata

DODIRNI SENZORI (tipkala)				AKTUATORI (motori)	
I1	I2	I3	I4	M1 (lijevi)	M2 (desni)
1	0	0	1	cw (naprijed)	cw (naprijed)
1	0	0	0	cw (naprijed)	ccw (natrag)
0	0	0	1	ccw (natrag)	cw (naprijed)
0	1	1	0	ccw (natrag)	ccw (natrag)

Tablica stanja ulaznih/izlaznih elemenata

*Zadatak\_2:* Konstruiraj model robotskog vozila, napiši algoritam i dijagram tijeka (program) koji omogućava upravljanje robotskim vozilom upravljačkim sklopom s četiri tipkala. Robotizirani model vozila može se kretati u svim smjerovima (naprijed, natrag, lijevo, desno, okret lijevo, okret desno). Izradi algoritam gibanja robota i program kojim tipkalo I1 pokreće motor M1 naprijed i I4 pokreće motor M2 naprijed, a tipkala I2 i I3 pokreću motore natrag. Prilagodi brzinu motora (v = 6) tijekom gibanja robotskog vozila naprijed i nazad.

Vježbe upravljanja robotskim vozilom:

*Vježba\_1.* Postavite na čvrstu podlogu usporedno dvije crne izolirane trake duljine pola metra, međusobno udaljene trideset centimetra. Prenesite program na TXT međusklop i pokrenite robotsko vozilo. Upravlajte robotskim vozilom prema naprijed bez dodirivanja kotačima rubove izolirane trake. Prilagodite programski brzinu robota.

*Vježba\_2.* Na istoj stazi upravljajte robotskim vozilom prema natrag bez dodirivanja kotačima rubove izolirane trake. Prilagodite programski brzinu robota.

*Vježba\_3.* Postavite na čvrstu podlogu dvije crne izolirane trake proizvodnje duljine, usporedno u obliku slova (B), međusobno udaljene četrdeset centimetra. Prenesite program na TXT međusklop i pokrenite robotsko vozilo. Upravlajte robotskim vozilom prema naprijed bez dodirivanja rubova izolirane trake. Obavezno prilagodite programski brzinu robota.

*Vježba\_4.* Postavite na čvrstu podlogu crnu izoliranu traku koja će opisati elipsu ili kružnicu promjera pola metra. Prenesite program na TXT sučelje i pokrenite robotsko vozilo. Upravlajte robotskim vozilom prema naprijed tako da desni kotač uvijek dodiruje crnu izoliranu traku.

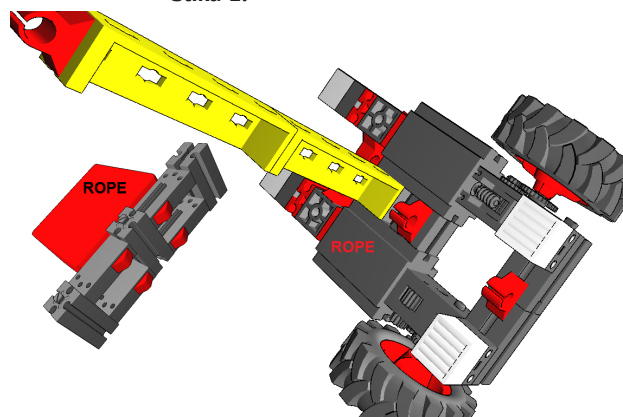
*Vježba\_5.* Postavite na čvrstu podlogu prepreku koju senzor mora detektirati na udaljenosti od 10 cm i robot mora zaobići s lijeve strane i nastaviti kretanje prema naprijed. Prenesite program na TXT međusklop, pokrenite robotsko vozilo i prilagodite programski brzinu robota.

*Vježba\_6.* Postavite na poligon podloge prepreku koju senzor mora detektirati na udaljenosti od 15 cm. Detekcijom prepreke robot se zaustavi na tri sekunde i robot ju mora zaobići s desne strane i nastaviti kretanje prema naprijed. Prenesite program na TXT međusklop i pokrenite robotsko vozilo.

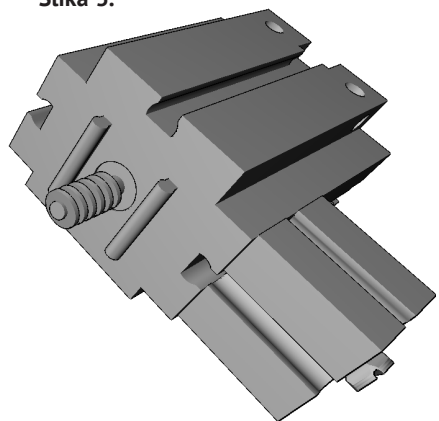
Petar Dobrić, prof.

# Robotski modeli za učenje kroz igru u STEM-nastavi – Fischertechnik (65)

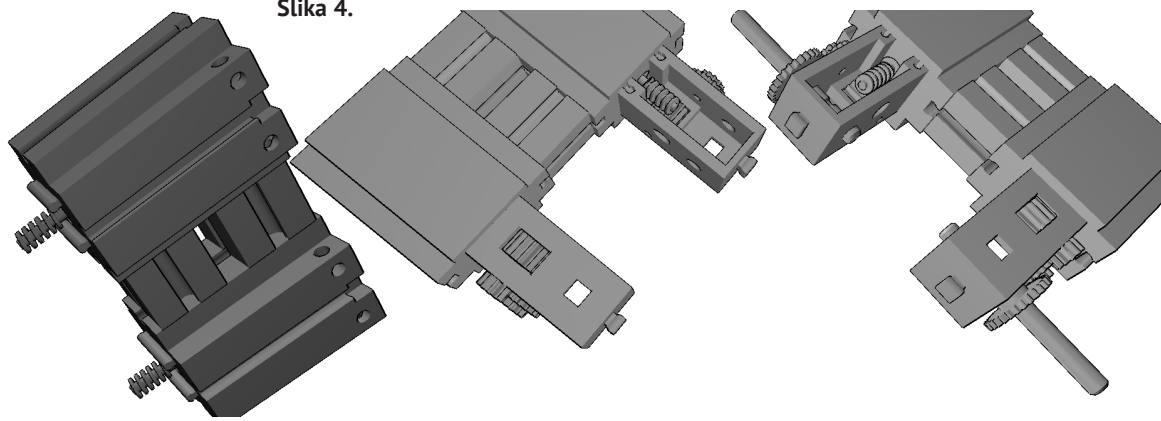
Slika 1.



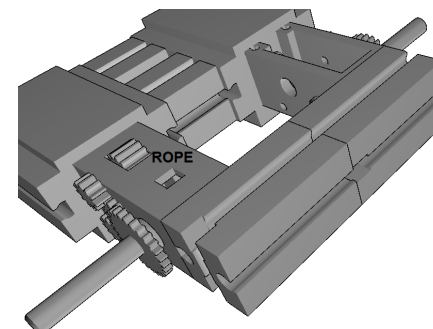
Slika 3.



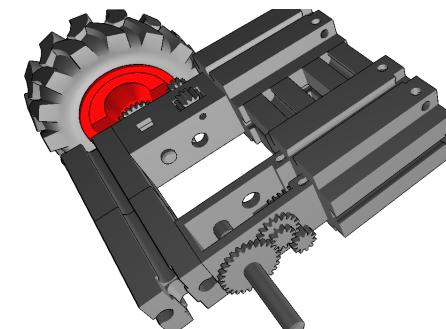
Slika 4.



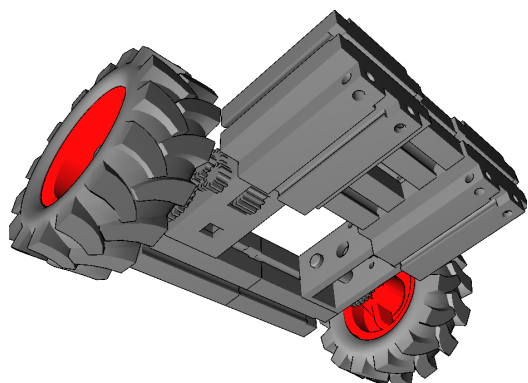
Slika 5.



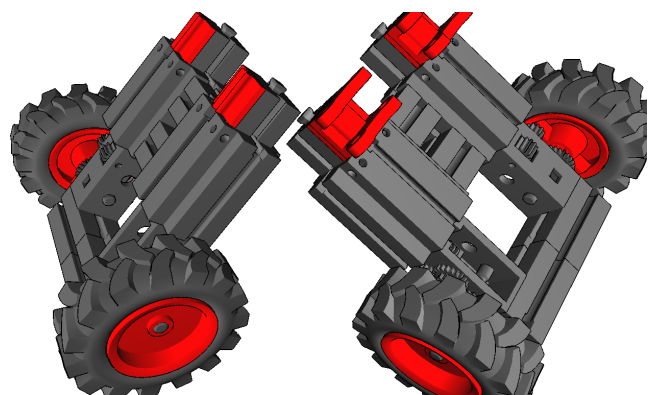
Slika 6.



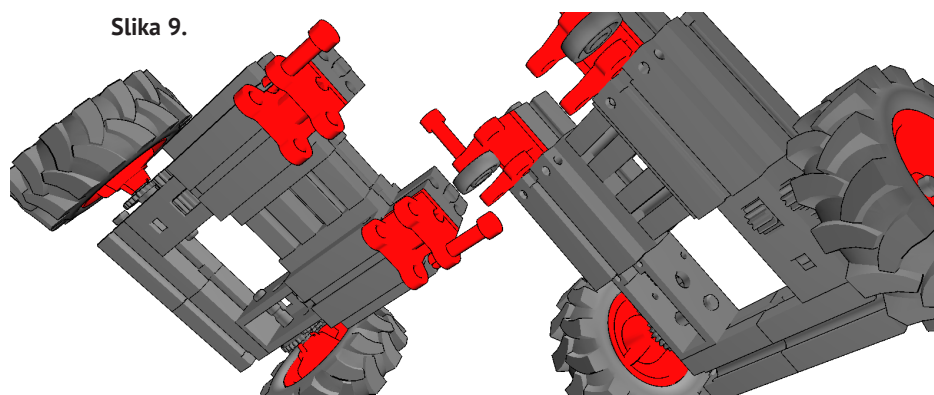
Slika 7.



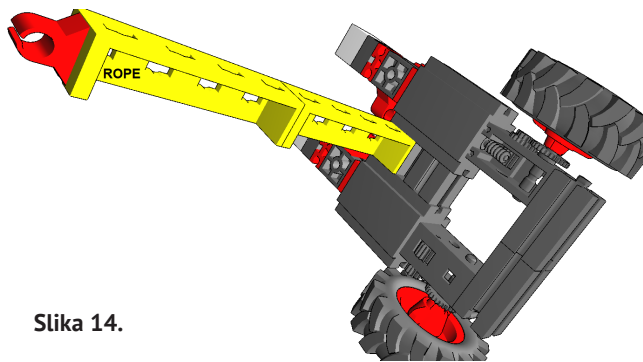
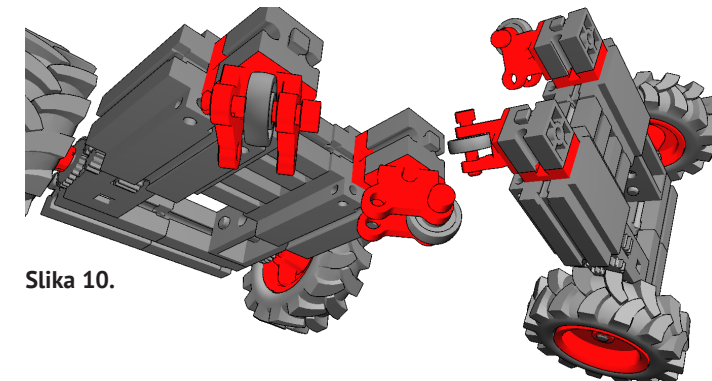
Slika 8.



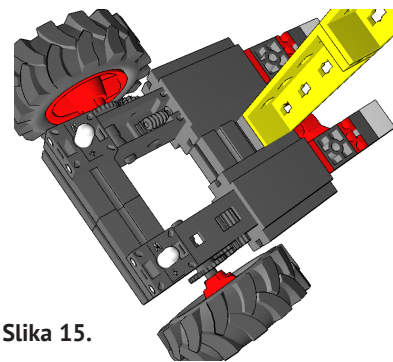
Slika 9.



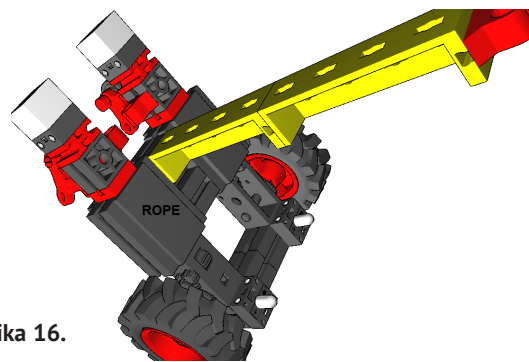
Slika 10.



Slika 14.

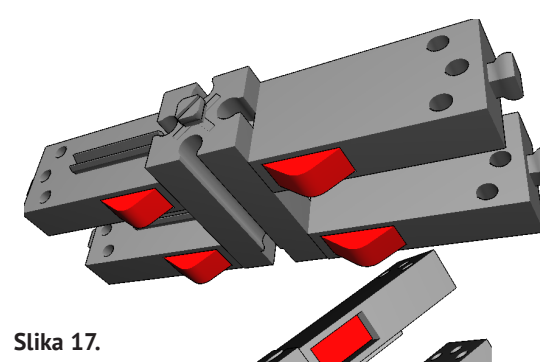
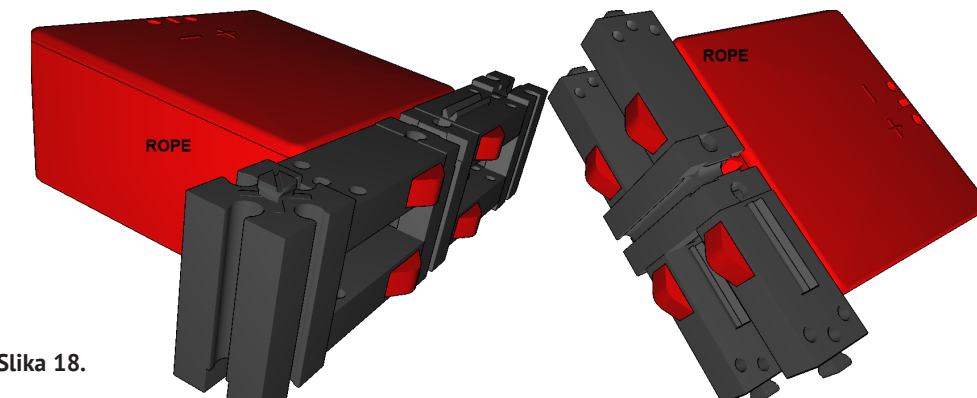


Slika 15.



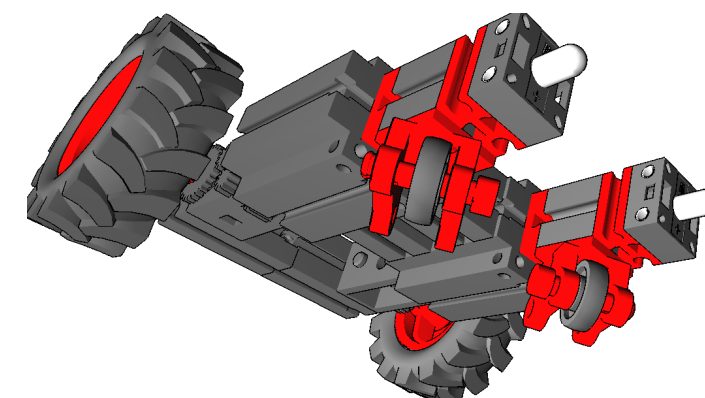
Slika 16.

Slika 18.

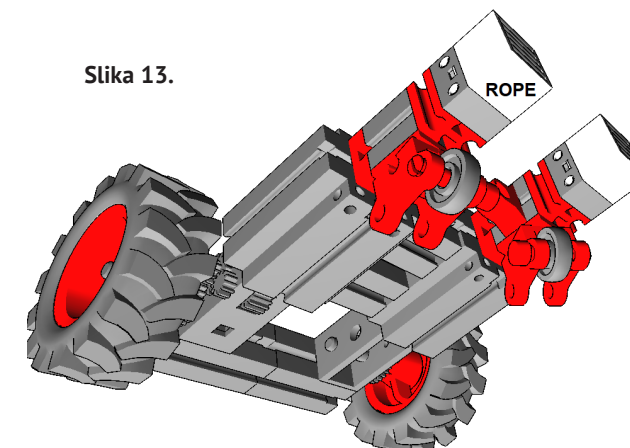


Slika 17.

Slika 11.



Slika 13.



Slika 12.

