

# Mladi za napredek Maribora 2015

## 32. srečanje

### Robotizirana linija s tekočim trakom

Raziskovalno področje: ELEKTROTEHNIKA, ELEKTRONIKA

Inovacijski predlog



Avtor: LUKA SENČAR, DOMINIK GRIL

Mentor: MILAN IVIČ

Šola: SREDNJA ELEKTRO-RAČUNALNIŠKA ŠOLA MARIBOR

**Maribor, 2015**

## 1. KAZALO VSEBINE

2. POVZETEK.....	4
3. ZAHVALA.....	4
4. UVOD.....	4
5. VSEBINSKI DEL .....	5
6. Sestavni deli.....	5
5.1. Razvojna plošča Arduino .....	6
5.2. Senzor barv TSC3200.....	6
5.3. Senzor pritiska .....	7
5.4. IR senzor ovire .....	8
5.5. Bluetooth modul HC-06.....	9
5.6. Delovanje robotske roke .....	9
5.7. Pogon tekočega traku .....	10
7. IZDELAVA MAKETE IN PROGRAMSKE KODE.....	11
6.1. Vključitev IR senzorja.....	11
6.2. Vključitev koračnega motorja .....	13
6.3. Izdelava tekočega traka .....	15
8. ZAKLJUČEK .....	16
9. DRUŽBENA ODGOVORNOST.....	16
10. VIRI.....	17

### Kazalo slik:

Slika 1: Arduino Mega 2560.....	6
---------------------------------	---

Slika 2: Senzor barv TSC3200 .....	7
Slika 3: Graf spreminjanja upornosti v odvisnosti od sile .....	8
Slika 4: Senzor pritiska .....	8
Slika 5: IR senzor .....	9
Slika 6: Bluetooth modul .....	9
Slika 7: Robotska roka.....	10
Slika 8: Krmilje koračnega motorja .....	10
Slika 9: Graf logičnih stanj IR senzorja (vir: Avtor naloge).....	11
Slika 10: Delovanje IR senzorja (vir: Avtor naloge).....	12
Slika 11: Koračni motor.....	13
Slika 12: Krmilje koračnega motorja (vir: Avtor naloge) .....	13
Slika 13: 3D maketa tekočega traka (vir: Avtor naloge).....	15

## **2. POVZETEK**

V našem inovacijskem predlogu smo si zadali cilj, da raziščemo kako deluje neka avtomatizirana linija z robotsko roko in tekočim trakom. Za lažjo predstavo smo se odločili, da naredimo maketo z robotsko roko in tekočim trakom. Maketo bomo krmili z razvojno ploščo Arduino, saj se nam je zdela primerna za to nalogo. V nalogi smo si poiskali več idej, iz katerih smo potem izbrali najboljše in rekli, da mora roka sama reagirati, ko se po tekočem traku pripelje paket. Paket mora sortirati po barvi, linija bo tako morala prepoznavati barve paketov. Na liniji bo montiran tudi IR senzor, ki bo robotski roki in tekočemu traku sporočil, kdaj mora priti po paket. Na robotski roki bo nameščen senzor pritiska, da bo ta lahko prejela pakete različnih velikosti. Celotno linijo bomo krmilili prek bluetooth povezave s pametnim telefonom.

## **3. ZAHVALA**

Zahvaljujemo se mentorju za podporo, pomoč in nasvete pri izdelavi inovacijskega predloga ter vsem ostalim, ki so na kakršenkoli način prispevali k izdelavi inovacijskega predloga ter s tem pripomogli k uspešnemu zaključku.

## **4. UVOD**

V inovacijskem predlogu smo se zamislili, kako deluje robotizirana linija v industrijskem obratu. V osnovi se je pojavilo vprašanje: Kako sploh deluje robotska roka, ki zloga pakete iz tekočega traku. Zato smo se odločili, da si zadamo izziv in izdelamo maketo.

Dandanes se v industriji vedno bolj pojavljajo robotizirane linije, ki povečajo produktivnost tovarne ter razbremenijo delavce za tekočim trakom. V našem

inovacijskem predlogu je predstavljena prav takšna robotizirana linija, ki zlaga pakete iz tekočega traku na palete, te pakete tudi barvno sortira, in jih ustrezno zloži na paleto. Ker ima roka senzor za pritisk, ni pomembna velikost paketa saj se klešče na roki avtomatsko ustavijo ob povečanem pritisku. To delo bi lahko upravljal tudi delavec, a je lahko delo tudi fizično naporno ob kakšnih večjih paketih, kar robotski roki ne predstavlja težav, delavca pa lahko pošteno izmuči. Poleg tega lahko robotska roka dela 24 ur na dan in ne potrebuje počitka, razen če je potrebno vzdrževanje ali pa popravilo.

## **5. VSEBINSKI DEL**

### **4.1. Kaj je robotizirana linija?**

Robotizirana linija je sestavljena iz več komponent. V osnovi si takšno linijo predstavljamo kot tekoči trak z robotsko roko, ki nato sama nekaj zlaga, nalaga, prelaga, lahko pa je tudi kaj bolj kompleksnega kot so varilne in ličarske linije. So zelo pomemben del današnje industrije. Brez teh si industrije skorajda ni mogoče predstavljati.

### **4.2. Sestava robotske roke**

V osnovi je robotska roka tako imenovani manipulator. Takšni manipulatorji so po navadi več osni. To pomeni, da so bolj prilagodljivi. Os pomeni pri robotu enako kot pri ljudeh sklep. Po navadi srečamo 6-osne robotske roke. Tudi v našem inovacijskem predlogu je uporabljena 6-osna robotska roka s kleščami.

## **6. SESTAVNI DELI**

Robotizirana linija je zelo kompleksen sistem, sestavljen iz velikega števila raznovrstnih senzorjev, ki morajo biti vključeni v sistem, da ta uspešno deluje. Tudi naša robotizirana linija ni izjema in ima kar nekaj senzorjev, kot so senzor za ugotavljanje barve, senzor za pritisk in IR senzor. Za krmilnik robotizirane linije smo izbrali razvojno ploščo Arduino, saj se nam je zdela najbolj primerna za to vrsto

naloge. Vključen je tudi bluetooth modul, ki omogoča zagon in nadzor linije prek pametnega telefona.

### 5.1. Razvojna plošča Arduino

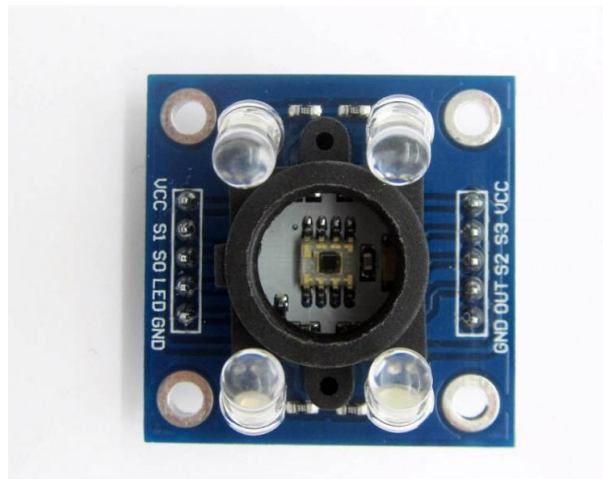
Za naš inovacijski projekt se nam je zdela najbolj primerna razvojna plošča Arduino mega 2560, saj ima dovolj vhodov in izhodov. Razvojna plošča temelji na mikrokontrolerju Atmel 2560, ki ima 54 digitalnih vhodov in izhodov ter 16 analognih vhodov. Razvojna plošča ima tudi svoje napajanje 5 V, kar zadostuje vsem našim senzorjem in ni potrebnega dodatnega napetostnega napajanja. Ploščo enostavno preko USB vhoda povežemo z računalnikom. Programiramo jo v programskem okolju Arduino, ki temelji na programskem jeziku C++. Programiranje ni tako zahtevno, kot če bi programirali mikrokontrolerje družine PIC.



Slika 1: Arduino Mega 2560

### 5.2. Senzor barv TSC3200

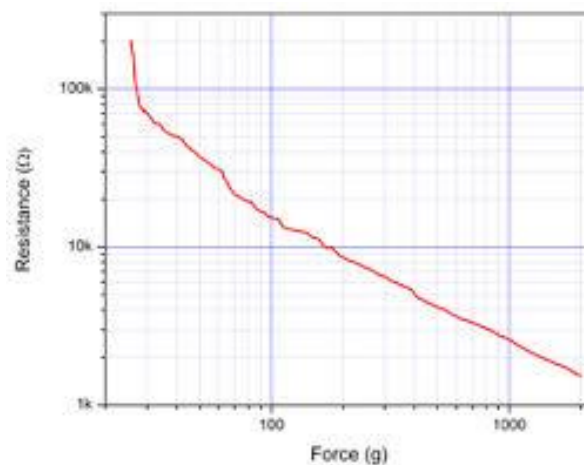
Na naši liniji smo uporabili tudi senzor za prepoznavanje barv. Senzor zaznava le tri barve, to so rdeča, zelena in modra, zato je zelo enostaven za uporabo. Senzor je v prvi vrsti namenjen za uporabo na razvojnih ploščah Arduino. Deluje kot pretvornik barvne svetlobe v frekvenco. Na izhodu sensorja dobimo pravokotni signal, frekvenca signala pa se spreminja sorazmerno z jakostjo barve svetlobe.



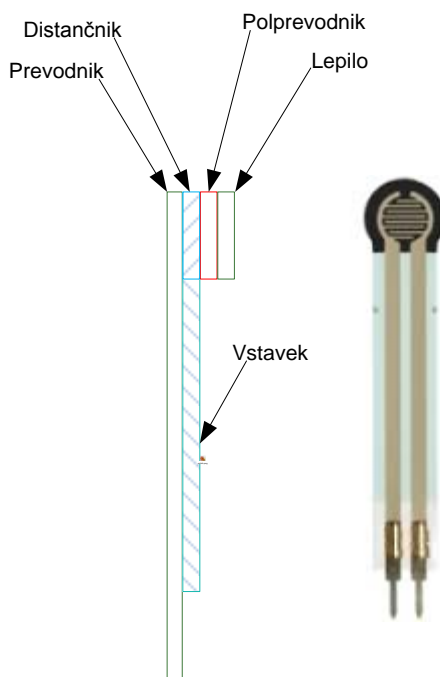
Slika 2: Senzor barv TSC3200

### 5.3. Senzor pritiska

Senzor pritiska smo v inovacijskem predlogu namestili na prijemalne klešče z namenom, da lahko te zagrabijo različno velike pakete. Senzor pritiska je v bistvu upor, ki spreminja svojo upornost v odvisnosti od sile, s katero pritiskamo nanj. Naš senzor zaznava sile od 0,1 N do 10 N (10 g do 1000 g) kar popolnoma zadostuje našim potrebam. Prednost uporabljenega senzorja je tudi ta, da je zelo majhen in ga zato ni težko namestiti na prijemalne klešče.



Slika 3: Graf spreminjanja upornosti v odvisnosti od sile



Slika 4: Senzor pritiska

#### 5.4. IR senzor ovire

Senzor ovire smo v inovacijskem predlogu uporabili zato, da zazna ali je prišel kašen paket na konec tekočega traka. Če je, krmilnik ustavi tekoči trak in pošlje robotski roki signal, da pobere paket in ga obloži na paleto. Senzor zaznava ovire na razdalji od 2 cm do 40 cm in mu lahko nastavljamo občutljivost. Deluje tako, da IR dioda oddaja IR signal in če je na poti signala kašna ovira, se signal od ovire odbije. Ta odboj pa nato zazna IR sprejemnik, ki deluje na frekvenčnem območju 38 kHz.





Slika 5: IR senzor

## 5.5. Bluetooth modul HC-06

V našem inovacijskem predlogu smo uporabili bluetooth modul za povezavo linije s pametnim telefonom (OS Android). Na tak način bomo robotsko roko vklopili in izklopili prek pametnega telefona, pa tudi nadzor delovanja robotske roke bo mogoč prek pametnega telefona. Naš bluetooth modul deluje na frekvenčnem območji okoli 2,4 GHz in omogoča maksimalen prenos podatkov s hitrostjo 2,1 Mbps. Za napajanje potrebuje napetost 3,3 V, ki je na voljo na razvojni plošči Arduino. Modul ima tri priključne pine, dva sta za napetostno napajanje (Vcc in GND) en pa je TXD za prejemanje podatkov, ki jih nato posreduje Arduinovi plošči preko RX pina.



Slika 6: Bluetooth modul

## 5.6. Delovanje robotske roke

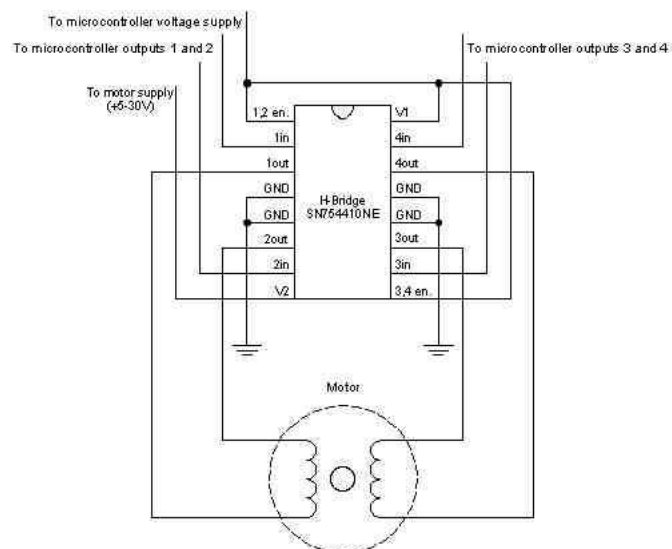
Robotska roka v našem inovacijskem predlogu deluje s pomočjo servo motorjev, ki jih lahko zelo enostavno poganjamo (krmilimo) z Arduinovo ploščo. Servo motorji na naši robotski roki so zmožni 180° obrata z navorom 13 kg/cm, kar je več kot dovolj za našo robotsko roko, saj nebo dvigovala težkih bremen. Roka vsebuje 6 takšnih servo motorjev kar pomeni, da je 6 osni manipulator z nameščenimi prijemalnimi kleščami.



Slika 7: Robotska roka

### 5.7. Pogon tekočega traku

Za pogon tekočega traku smo izbrali bipolarni koračni motor saj ima dovolj velik navor in je zmožen poganjati trak. Vendar potrebuje za to posebno krmilje "Driver". To krmilje je izvedeno z integriranim vezjem SN754410NE. Krmilje je prikazano na sliki 6; koračni motor vsebuje štiri priključke in je sestavljen iz dveh navitij, katerim krmilje pošilja signale. Vsak signal pomeni premik motorja za en korak.

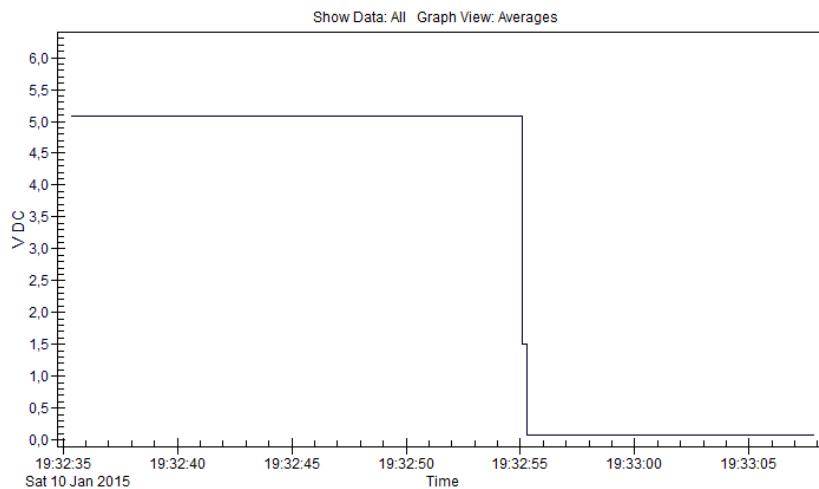


Slika 8: Krmilje koračnega motorja

## 7. IZDELAVA MAKETE IN PROGRAMSKE KODE

### 6.1. Vključitev IR senzorja

Infra rdeči senzor smo nastavili tako, da zaznava objekt na razdalji cca 5 cm. Uporabljeni IR senzor ima tri priključne kontakte, dva od teh sta namenjena za napetostno napajanje (Vcc, GND) tretji je izhodni kontakt (out). Ta ima dva možna izhodna signala, logična 0 oz. logična 1 => 0 V oz. 5 V. Ta kontakt priključimo na digitalni pin Arduinove plošče. V programu nastavimo pin kot digitalni vhod, ki lahko zaznava logična stanja. Na podlagi prebranega podatka lahko na primer vklopimo LED diodo.



Slika 9: Graf logičnih stanj IR senzorja (vir: Avtor naloge)

Na grafu sta lepo razvidna dva napetostna nivoja. Ko je napetost na visokem nivoju (5 V) senzor nič ne zaznava, ko pa napetost na izhodu senzorja pade na nizek nivo (0 V) pa je senzor zaznal oviro. To je lepo vidno v spodnji programski kodi, kjer program stalno preverja ali je izhod senzorja na nizkem nivoju, če se to zgodi, vklopi LED diodo, v nasprotnem primeru je LED dioda izklopljena.

```
//Določitev pinov:  
int senzor = 9;           //Na digitalni pin 9 je priključen IR senzor.  
int LEDpin = 8;          // Na digitalni pin 8 je priključena LED dioda.  
int stanjeSenzor = 0;    //Inicijalizacija spremenljivke za branje senzorja.
```

```

void setup()
{
  pinMode(senzor ,INPUT);    //Digitalni pin 9 je vhod.
  pinMode(LEDpin, OUTPUT);  //Digitalni pin 8 je izhod.
}
void loop()
{
  stanjeSenzor = digitalRead(senzor);  //Branje stanja senzorja.

  if(stanjeSenzor == LOW)    //Ali je prisotna ovira?
  {
    digitalWrite(LEDpin, HIGH);      //Če je pogoj rasničen, vklopi LED diodo.
    delay(100);                      //Zakasnitev 100 ms.
  }

  else
  {
    digitalWrite(LEDpin, LOW);       //Če ni ovire izklopi LED diodo.
    delay(100);
  }
}

```

Na spodnji sliki je prikazano delovanja našega IR senzorja, ko smo mu nastavili območje, v katerem mora zaznati objekt. Nastavljen je na cca 5 cm, kar je razvidno tudi na sliki.



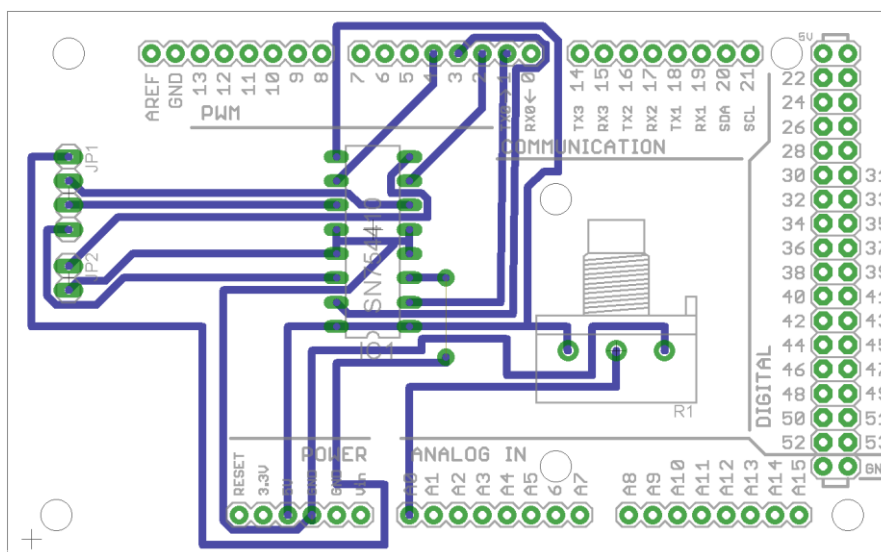
Slika 10: Delovanje IR senzorja (vir: Avtor naloge)

## 6.2. Vključitev koračnega motorja



Slika 11: Koračni motor

V našem inovacijskem predlogu smo koračni motor uporabili za pogon tekočega traka, saj ni potrebno uporabiti zobniških prenosov. Koračni motor ima že sam dovolj velik navor pa tudi hitrost se mu lahko nastavlja. Koračnega motorja ne smemo priključiti direktno na Arduinovo ploščo, zato potrebujemo krmilje (driver). Za naš koračni motor smo izbrali integrirano vezje SN754410NE ki zdrži tokove do 1 A, kar je za naš motor več kot dovolj, saj za delovanje potrebuje tok 0,33 A pri napetosti 12 V. Na spodnji sliki je prikazano naše krmilje. Izdelano je tako, da ga lahko pritrdimo direktno na Arduinovo ploščo, to je tako imenovani Arduino shield.



Slika 12: Krmilje koračnega motorja (vir: Avtor naloge)

Kot že samo ime koračni motor pove, da je to motor, ki se vrti po korakih. Naš motor naredi v enem obratu (360°) 200 korakov. To pomeni, da predstavlja en korak obrat za 1,8°. Izbrali smo bipolarni koračni motor, ki ima dva navitja in štiri priključne kable, za vsako navitje dva. Da motor pravilno deluje, potrebuje še krmilnik v našem primeru je to Arduinova ploščica, ki pa jo je za takšno nalogo potrebno sprogramirati. V krmilje smo dodali še potenciometer za nastavljanje hitrosti koračnega motorja, tudi tega smo priključili na Arduinovo ploščico, kar je vidno v spodnji programski kodi.

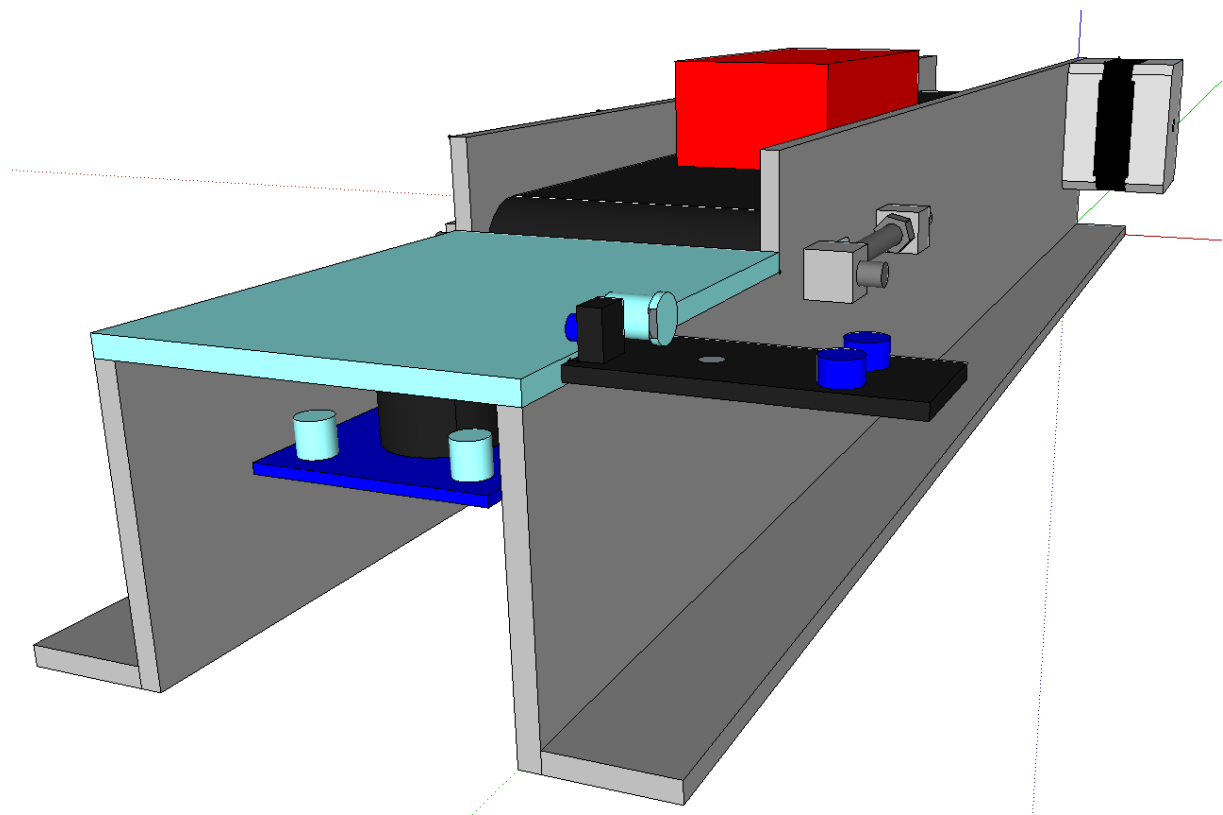
```
#include <Stepper.h> //Vključitev knjižice za koračni motor.

const int stepsPerRevolution = 200; //Vpišemo koliko korakov naredi koračni
//motor za en obrat. V našem primeru je to 200.

//Določimo pine na katere bo koračni motor priključen:
Stepper myStepper(stepsPerRevolution, 1,2,3,4);
int stepCount = 0;
void setup()
{
}
void loop()
{
  int sensorReading = analogRead(A0); //Preberi podatek iz analognega pina A0.
  int motorSpeed = map(sensorReading, 0, 1023, 0, 100); //Rangiraj prebrani podatek od 0 do 100.
  if (motorSpeed > 0) // Nastavitev hitrosti motorja.
  {
    myStepper.setSpeed(motorSpeed);
    myStepper.step(stepsPerRevolution/100);
  }
}
```

### 6.3. Izdelava tekočega traka

Tekoči trak smo morali izdelati sami, kar je predstavljalo veliki izziv saj trak vsebuje veliko mehanskih komponent, ki jih je potrebno natančno izdelati. Pogon tekočega traka predstavlja koračni motor, ki zagotavlja dovolj velik navor in ravno pravšnje število obratov. Na tekočem traku bosta nameščena tudi senzor barv in IR senzor za zaznavo objekta. Načrt kako bi naj tekoči trak izgledal smo narisali v programu za 3D modeliranje, in je prikazan na sliki 13.



Slika 13: 3D maketa tekočega traka (vir: Avtor naloge)

## **8. ZAKLJUČEK**

Izdelava tega inovacijskega projekta je bila zelo koristna saj smo dobro spoznali delovanje različnih senzorjev in kako jih dejansko uporabiti na Arduinovi ploščici. Pridobili smo tudi nova znanja v svetu programiranja s programskim jezikom C++ in poznavanju razvojne plošče Arduino. Ker je maketa tudi mehansko zelo zahtevna, je bilo potrebno uporabiti tudi nekaj znanje iz fizike in mehanike.

## **9. DRUŽBENA ODGOVORNOST**

Robotizirane linije se dandanes vedno več uporabljajo v industriji in si brez njih industrije dandanes skoraj ni mogoče predstavljati. Kljub temu si manjša podjetja robotiziranih linij ne morajo privoščiti saj je to zelo velik strošek, ki pa se ne povrne hitro. Kljub temu robotizirane linije zelo razbremenijo delavce, ki delajo za tekočim trakom pa še veliko večja bremena lahko dvigujejo in vse to počnejo veliko bolj hitro, kot bi to naredil delavec. Zato so bolj učinkovite, poleg tega lahko delajo 24 ur na dan 7 dni v tednu. Vzdrževanje je potrebno morda le enkrat letno razen če pride do kakšnih drugih okvar. Vendar pa se kaže tudi slaba stran robotiziranih linij, saj podjetje, ki se odločijo za robotizirano linijo potem ne potrebujejo več delavcev, ki so pred tem delali za tekočim trakom. To pa lahko doprinese k vedno večji brezposelnosti v državi.



## 10. VIRI

- <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>
- <http://forum.arduino.cc/index.php?topic=229449.0>
- <http://www.interlinkelectronics.com/resistors.php>
- [http://www.bristolwatch.com/arduino/arduino\\_ir.htm](http://www.bristolwatch.com/arduino/arduino_ir.htm)
- <http://www.aliexpress.com/item-img/Aluminium-Robot-6-DOF-Arm-Clamp-Claw-Mount-Kit-Mechanical-Robotic-Arm-for-Arduino-Compatible/2046308708.html>
- <http://arduino.cc/en/Reference/StepperBipolarCircuit>
- <http://medialappi.net/lab/equipment/other/mercury-stepper-motor-sm-42byg011-25/>
- [http://botscience.net/store/index.php?route=product/product&product\\_id=69](http://botscience.net/store/index.php?route=product/product&product_id=69)
- [http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ams.com%2Fchi%2Fcontent%2Fdownload%2F250260%2F976013%2Ffile%2FTCS3210\\_Datasheet\\_EN\\_v1.pdf&ei=JOinVNyPHYb0UsTngugK&usg=AFQjCNF0\\_85B2s81d5qtOdnChCwzlkuvw&sig2=oQHuDtJK1E\\_ij0\\_A3pMU4w](http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ams.com%2Fchi%2Fcontent%2Fdownload%2F250260%2F976013%2Ffile%2FTCS3210_Datasheet_EN_v1.pdf&ei=JOinVNyPHYb0UsTngugK&usg=AFQjCNF0_85B2s81d5qtOdnChCwzlkuvw&sig2=oQHuDtJK1E_ij0_A3pMU4w)
- <https://www.sparkfun.com/products/9673>
- <http://blog.whatgeek.com.pt/arduino/keysir-obstacle-avoidance-sensor/>
- <http://www.dx.com/p/bluetooth-board-module-4-pin-121326#.VLvMB2w5CmS>
- <http://www.novosti.rs/vesti/naslovna/reportaze/aktuelno.293.html:367051-Bezicni-roboti-stizu-iz-Srema>