

ŠOLSKI CENTER VELENJE  
ELEKTRO IN RAČUNALNIŠKA ŠOLA  
Trg mladosti 3, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

**IZDELAVA IN MERITVE KAVNEGA AVTOMATA**

Tematsko področje: MEHATRONIKA

Avtor:  
Jan Zidar, 4. letnik

Mentor:  
Primož Šajna, inž. elektronike

Velenje, 2019

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Šolskem centru Velenje, Elektro in računalniški šoli.

Mentor: Primož Šajna, inž. elektronike

Datum predstavitve: marec 2019

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	ŠCV, Elektro in računalniška šola, šolsko leto 2018/2019
KG	kava/kavni avtomat/različne naprave/črpalka
AV	ZIDAR, Jan
SA	ŠAJNA, Primož
KZ	3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3
ZA	Elektro in računalniška šola Velenje
LI	2019
IN	<b>IZDELAVA IN MERITVE KAVNEGA AVTOMATA</b>
TD	Raziskovalna naloga
OP	14. str., 6 dl.
IJ	SL
JJ	SL/EN
AI	Avtor v nalogi predstavi izdelavo in opravljanje meritev na kavnem avtomatu. V prvem delu je predstavljena izdelava kavnega avtomata, in sicer vse od načrtovanja do končanega izdelka, prikazani so vsi problemi, ki so pri tem nastali. V osrednjem delu je opisano opravljanje meritev na avtomatu in tehnična podlaga merilnega sistema, ki je povsem prilagojen napravi. V zaključku je predstavljena raziskava vpliva komponent naprave na njeno delovanje. Sklep predstavi glavne ugotovitve glede problematike sestave, izdelave in meritev kavnega avtomata, vplive različnih komponent na okus ter strukturo kave.

*Ključne besede:* Kavni avtomat, izdelava, meritve, sestavni elementi, razlike delovanja

## KEY DOCUMENTATION INFORMATION

ND	ŠCV, Electrical and Computer School, school year 2018/2019
CX	coffee / coffee machine / various devices / pump
AU	ZIDAR, Jan.
AA	ŠAJNA, Primož
PP	3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3
PB	Elektro and computer school Velenje
PY	2019
TI	<b>PRODUCTION AND MEASUREMENT OF COFFEE AUTOMATIC</b>
DT	Research paper
NO	14 str., 6 dl.
LA	SL
AL	SL / EN
AB	In the paper, the author presents the production and performance of measurements at the coffee maker. In the first part, the production of the coffee machine is presented, from the planning to the finished product and all the problems that have arisen. The central part describes the performance of measurements on the machine and the technical basis of the measuring system, which is fully adapted to the device. In conclusion, a study of the impact of the components of the device on its operation is presented. The conclusion is to present the main findings regarding the problem of composition, manufacture and measurements of the coffee machine and the effects of various components on the taste and the structure of the coffee.

Keywords: Coffee machine, production, measurements, component elements, operating differences

## KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
2	NAČRTOVANJE .....	2
2.1	GRAFIČNO NAČRTOVANJE .....	2
2.2	STROJNO NAČRTOVANJE .....	3
2.3	ELEKTRO NAČRTOVANJE.....	4
3	IZDELAVA .....	4
4	MERITVE .....	5
5	RAZISKAVA .....	8
6	SKLEP.....	8
7	POVZETEK .....	9

## KAZALO SLIK

Slika 1: Skica kavnega avtomata .....	2
Slika 2: Zadnja različica 3D modela .....	3
Slika 3: Strojni načrt A .....	3
Slika 4: Elektro načrt vezave krmilja .....	4
Slika 5: Črpalka s pritiskom 9 barov .....	5
Slika 6: Pretočni grelec za vodo .....	5
Slika 7: Aplikacija za meritve.....	6
Slika 8: Blok diagram 1 (grafični program) .....	7
Slika 9: Blok diagram 2 (grafični program) .....	7

## **SEZNAM KRATIC**

- ICO : International coffee organization (Mednarodna kavna organizacija)
- 3D : Tridimenzionalno
- MIC : Medpodjetniški izobraževalni center
- CNC : Computer numerical control (Računalniška numerična kontrola)

## ***1 UVOD***

"Káva je napitek iz prevrelih zmletih zrn rastline kavovca. Je tradicionalno poživilo, katerega pitje je za pivce obred. Redni pivci težka začnejo dan brez skodelice potrebnega napitka ..."  
(<https://sl.wikipedia.org/wiki/Kava>)

Zgoraj zapisani citat opisuje napitek - kavo, ki ga lahko naredimo s pomočjo naprave, ki je predmet te raziskovalne naloge. Iz citata je razvidno, da je pitje kave za mnoge pivce vsakodnevni obred, če to povzamemo, po statistiki ICO vsak dan vsi pivci kave sveta zaužijemo 1.4 milijarde skodelic kave, kar je precej vplivna številka. Tudi sami Slovenci precej izstopamo, smo na 14. mestu na svetu po porabi kave letno, kar znaša 5.8 kg na osebo. Torej je kavna industrija precej široka in globalno zaželena, kar v nadaljevanju olajša opisano raziskavo.

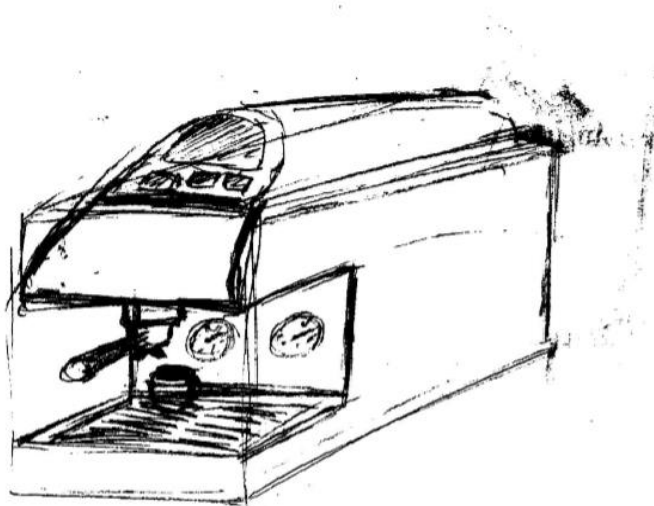
Osnovni namen moje raziskovalne naloge je raziskati potek načrtovanja in izdelave kavnega avtomata in potek meritev na le-tem ter spoznati razlike med napravami za kuho kave z različnimi komponentami. S pregledom literature sem poskušal parametre, ki so tudi merjeni ob meritvah, za optimalen okus in strukturo kave, upoštevati kot primarno zahtevo uporabnika kavnega avtomata in pojasniti, v kolikšni meri so ti parametri v razmerju s ceno naprave na trgu sploh dosegljivi. Torej ugotoviti, ali je možno izdelati kavni aparat, ki bo zadovoljil potrebe rednih pivcev kave in bo tudi cenovno primeren za nakup.



## 2 NAČRTOVANJE

### 2.1 GRAFIČNO NAČRTOVANJE

Načrtovanje je temeljni, a najtežji del. V prvi fazi je na prazen papir potrebno zarisati obliko, kar pa ni enostavno zaradi dokaj velike ponudbe podobnih naprav. Iz tega razloga in zaradi časovne omejitve sem z oblikovanjem malo pohitel in izbral povsem navadno, nezahtevno obliko. A vseeno sem potreboval približno mesec dni za risanje in popravljanje skic. Rezultat je prikazan na spodnji sliki (Slika 1).



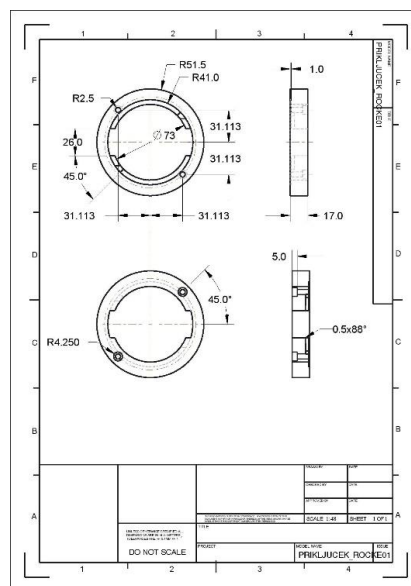
*Slika 1: Skica kavnega avtomata*

## 2.2 STROJNO NAČRTOVANJE

Nato se začne strojniško načrtovanje, risanje 3D modelov ter strojniških shem. Za ta proces sem uporabil programsko opremo PTC Creo 3.0, študentsko različico, in postopoma začel z industrijskim oblikovanjem. Iz dneva v dan so se mi porajale nove ideje in s tem je bilo potrebnih veliko popravkov. Kadar sem dodal nov element, ki ni ustrežal trenutnim meram na načrtih, je prišlo do merskega neskladja in potrebno je bilo prilagoditi element ali pa v večini primerov načrte. Tako je ustvarjanje načrtov in 3D modelov do trenutnih rezultatov trajalo 3/tri mesece, potrebnih pa je bilo pet različic kavnega avtomata.



Slika 2: Zadnja različica 3D modela

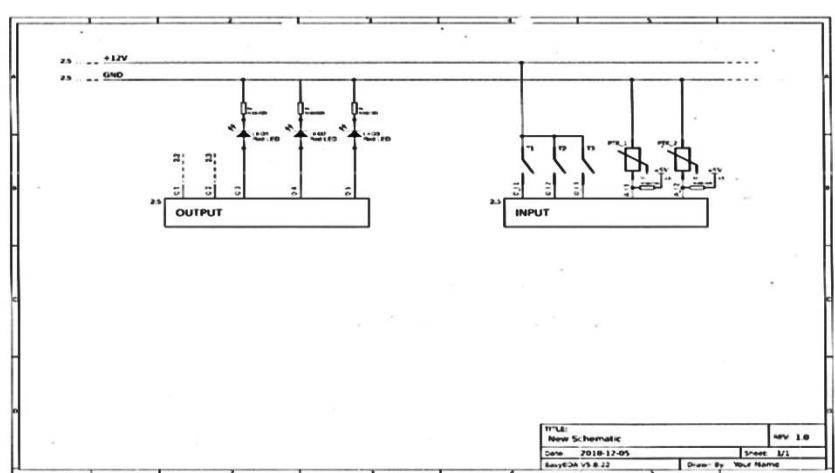


Slika 3: Strojni načrt A

## 2.3 ELEKTRO NAČRTOVANJE

Za avtomatsko delovanje je potrebno mikrokrmilje, ki vklaplja in izklaplja električne dele kavnega avtomata, torej sem izrisal še načrt električne vezave, ki pa je deljen na močnostni in krmilni tok. To ni povzročalo težav, saj sam električni sklop ni obširen, načrt obsega le 3 strani.

Na načrtu je razvidno vse od elementov vezave, do parametrov zahtevanega priključenega omrežja, brez katerih je naprava neuporabna.



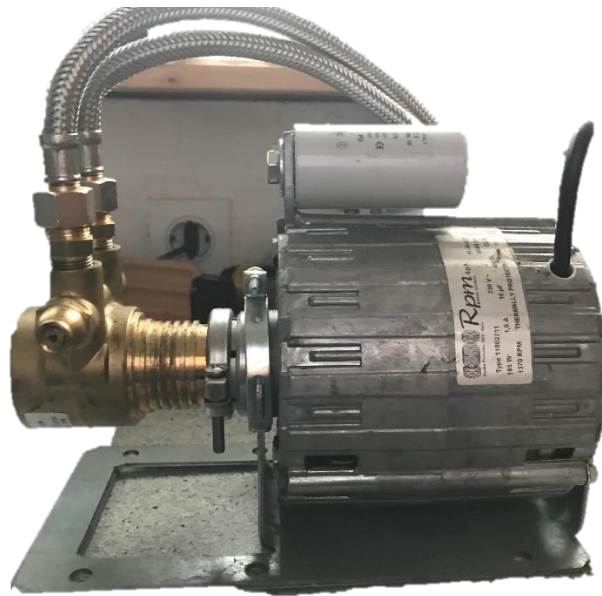
Slika 4: Elektro načrt vezave krmilja

## 3 IZDELAVA

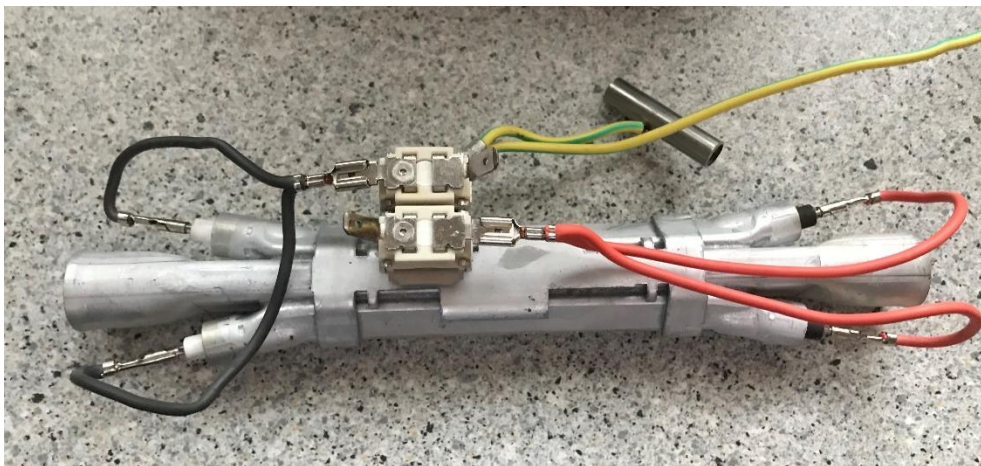
Po končanem načrtovanju sledi izdelava posameznih elementov. Ta je potekala v prostorih MIC-a v Velenju, kjer so mi nudili odlično mentorstvo in dostop do potrebnih orodij ter naprav. Pri izdelavi sem začel s "srcem" naprave, ki poskrbi za kuho kave. Potrebno je bilo povezati črpalko, ki ustvari pritiska 9 barov, in pretočni grelec, ki segreje vodo na 93°C. Zaradi tako velikega pritiska in temperature so potrebni trpežnejši materiali in kvalitetna izdelava linijskih povezav. Večinoma sem uporabljal aluminij, ki je korozijsko odporen in dovolj trden, da vzdrži tako visok tlak. Obdelava le-tega ni tako zahtevna, nekoliko več težav je povzročilo spajanje, sploh če je bil vključen kakšen drug material.

Za obdelovanje sem uporabljal tri aksialne stružnice in rezkalnike, navadne kot CNC. Te, kot sem omenil, sem lahko uporabljal v prostorih šole, za zahtevnejše kose pa sem pristopil k lokalnim podjetjem, ki so zaradi že predhodnih dobrih odnosov z menoj brez premisleka sprejela prošnjo za pomoč, nekatera so jo celo sama ponudila.

Tako so se elementi začeli nabirati in začel sem lahko s sestavo. Ta je trajala dlje, kot je bilo načrtovano, in sicer zaradi raznih neskladij, v zaključku pa je uspešno nastala celota kavnega avtomata. Tega je bilo potrebno še ožičiti in sprogramirati, preden sem lahko nadaljeval s testiranjem in prilagajanjem. V nekaj urah je elektronski sklop deloval pod ustreznim programom, ki sem ga ustvaril s platformo Arduino. S tem se je izdelovanje naprave zaključilo in sem lahko nadaljeval z ostalimi sklopi naloge.



*Slika 5: Črpalka s pritiskom 9 barov*

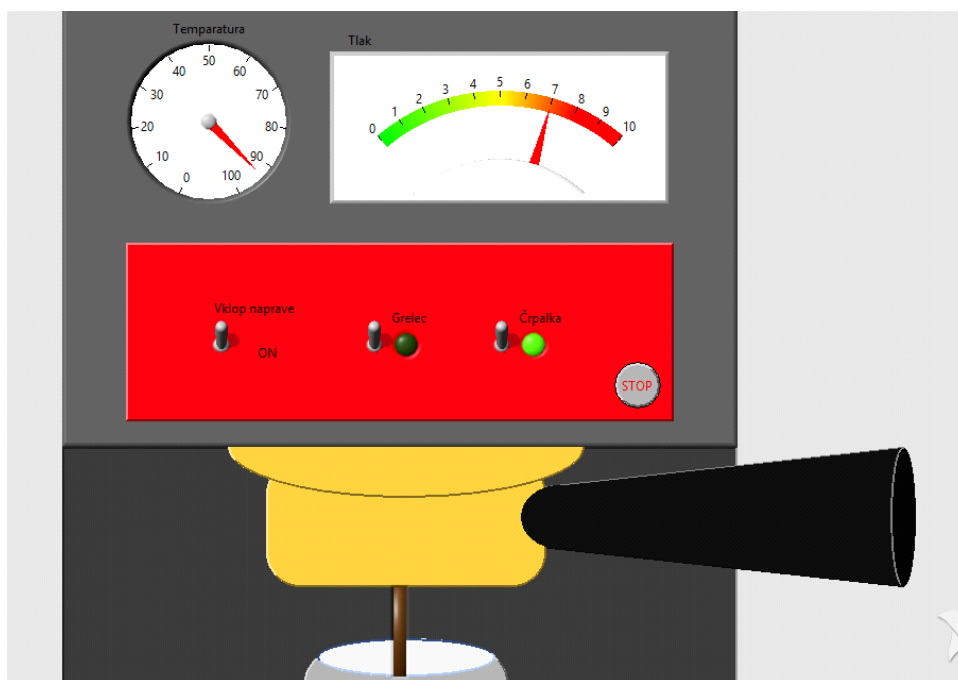


*Slika 6: Pretočni grelec za vodo*

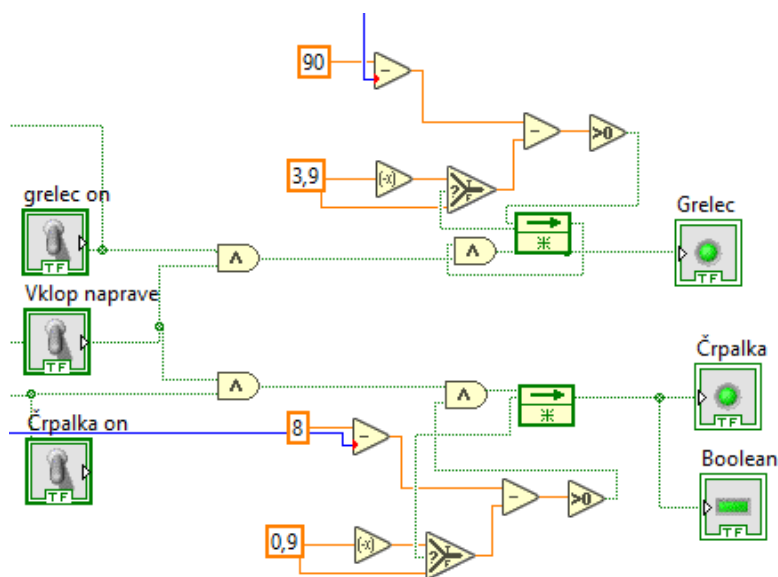
#### **4 MERITVE**

Po izdelavi je sledilo optimiziranje naprave in nastavljanje parametrov. Tukaj so nastopile meritve naprave, ki so se izvajale v programski opremi LabView 2018 preko MyDaq vmesnika, ki procesira električne signale senzorjev na kavnem avtomatu v računalniku koristne digitalne signale. Računalnik jih nato sprejme in jih znotraj aplikacije programa LabView, ki sem jo ustvaril sam, inducira v obliki numeričnih vrednosti. Te vrednosti so na primer temperature in tlak. S tem lahko nato beležimo statistiko delovanja, ki jo lahko uporabimo pri nastavljanju aparata, vključimo pa lahko tudi varnostne sisteme, če so vrednosti previsoke ali prenizke.

Tako imamo polno kontrolo nad delovanjem kavnega avtomata, ponudimo lahko napravo, ki dosega optimalne standarde za kuhanje kave.

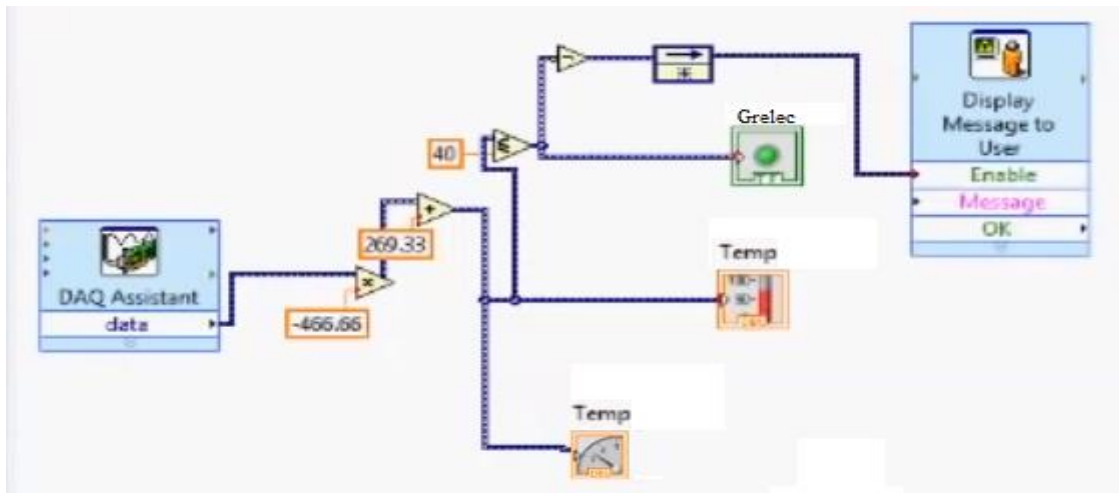


Slika 7: Aplikacija za meritve



Slika 8: Blok diagram 1 (grafični program)

Zgornji del programa zajema delovanje histereze z zgornjo ter spodnjo mejo merilnika temperature in tudi tlaka.



Slika 9: Blok diagram 2 (grafični program)

V tako imenovanem Block diagramu zgoraj (slika 8) je zapisana programska pot signalov, katere prejmemo iz senzorjev, ti so v našem primeru analogni. In sicer ta signal je v obliki napetosti ter ga je potrebno spremeniti v binarni zapis, da ga bo lahko računalnik razumel. Za to poskrbi MyDaq vmesnik. Naslednji signal, ki pa pride iz tega se pa zapiše v spominske celice računalnika in s pomočjo LabView programske opreme ta signal preberemo in procesiramo v logično funkcijo. Iz slike (8) je razvidno, da to funkcijo sestavlja množenje ter seštevanje s koeficientoma, kar je imenovano skaliranje, nato s primerjanjem postavimo mejne vrednosti, katere kasneje vklaplajo grelec in podobne elemente.

## 5 RAZISKAVA

Ob načrtovanju naprave je bila ključnega pomena raziskava o kuhanju kave in napravah, namenjenih za to. Ugotovil sem, da je na trgu veliko število proizvajalcev teh naprav, ki imajo različne cene in tehnične specifikacije, ampak enak princip delovanja.

Vse raziskane naprave izkoriščajo pritisk vroče vode za pridobitev kavnega ekstrakta, le da je v nekaterih pritisk manjši, v drugih pa velikokrat večji. Zato sem naredil preizkus, z namero, da ugotovim, kakšna je razlika v kavi, ki jo naredimo z enim ter z drugim. Prva očitna razlika je v sestavi naprave. Avtomat z manjšim doseženim pritiskom nudi samo uporabo kavnih kapsul, ki se vstavijo v napravo in so v večini primerov samo za enkratno uporabo. Pri močnejših se pa uporablja medeninasta ročka, v katero sami doziramo mleto kavo in je dolgoročno uporabna. Najpomembnejša razlika je v strukturi in okusu kave. Zaradi večjega pritiska vode, ki priteče skozi šobe, je kavni ekstrakt bolj kremast, na gladini se ustvari pena svetlo rjave barve, okus je bistveno močnejši. Pri nižjem tlaku pa je okus bolj voden in prazen, struktura manj kremasta, sloj pene tanjši. Edina razlika v prid avtomatu z nizkim tlakom je cena, ki je bistveno nižja.

Na podlagi raziskave sem ugotovil, kakšen je vpliv moči črpalke na kavo in zakaj se nekje uporablja šibkejša, drugje močnejša. Sam sem se odločil za močnejšo črpalko, ker imam

osebno rajši močan okus kave in me posledično visoka cena ne obremenjuje.

## **6 SKLEP**

Po opravljenih raziskavah in po končanem izdelku sem prišel do sklepa, da na okus kave in njeno strukturo vplivajo zmožnosti elementov kavnega avtomata, kot sta črpalka in grelec. Če je črpalka močnejša, pridobimo boljšo strukturo kave, in če je grelec natančnejši, je kava stalno primerne temperature, ampak to terja višjo ceno, ki je upravičena, saj posledično to vpliva tudi na število uporabnikov naprave oz. na kupno moč izdelka v primeru vstopa na trg.

Glede uporabe različnih vrst kave in vpliv komponent na te, je pa to zelo subjektiven pogled, saj nekomu bolj pristaja drugačna vrsta kave pri enakih specifikacijah naprave za kuho te. V kolikor pa ta opazi potrebo po spremembi kuhe se lahko glede na njegov okus komponente prilagodijo. Na primer povišamo tlak in tako dosežemo močnejši ekstrakt, ampak to je povsem po želji uporabnika oziroma pivca kave.

Torej aparat redko spremenimo zaradi vrste kave ampak zaradi uporabnikov in zahtev le teh.

## **7 POVZETEK**

Raziskava je izhajala predvsem iz praktičnega dela, izdelave kavnega avtomata in pojasni razlike med različnimi avtomati. Prav tako je opisan potek meritve, ki je ključna pri testiranju in raziskavi, katere elemente za izdelavo izbrati, da skuhamo kavo po našem okusu. Tako pridemo do sklepa, da je za optimalno strukturo kave potreben višji pritisk vode, ki ga povzroči črpalka, ker je pa ta dokaj drag element, vidimo na trgu veliko več naprav z nižjimi pritiski.

## **8 ZAHVALA**

Zahvale gredo mentorju gospodu Primožu Šajni, profesorjem Primožu Golobu, Vladu Seitlu ter Zvonetu Cencnu, ki so mi pomagali pri izvajanju strokovnih del naloge ter pri svetovanju. Prav tako ostalim profesorjem, ki so me pri tem spodbujali in mi omogočali nemoteno delo.

## **9 VIRI IN LITERATURA**

Modeliranje z značilkami Solidworks, Jože Duhovnik, Ivan Demšar, Primož Drešar 2017, prenovljena izdaja

Programski paket Caddy za risanje električnih shem

Programski paket Labview 2018 za aplikacijo virtualnih meritev

<https://sl.wikipedia.org/wiki/Kava>