

Šolski center Celje

Srednja šola za strojništvo in mehatroniko

**Ločevalnik plastenk in pločevink
(FSF-sistem)**

Avtorji:

Urban Ferenčak, S-4. b

Andraž Ferleš, S-4. b

Primož Skutnik, S-4. b

Mentor:

Janez Trotovšek, p. u., str.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2010

KAZALO VSEBINE

KAZALO SLIK	4
KAZALO PRILOG	Napaka! Zaznamek ni definiran.
1 POVZETEK	6
2 UVOD	7
2.1 Hipoteze	8
2.2 Izbor in predstavitev raziskovalnih metod	8
2.3 Pot do ideje	8
2.4.1 Prva ideja	9
2.4.2 Druga ideja	10
2.4.3 Tretja ideja	11
2.4.4 Četrta ideja	12
3 POSTOPEK NAČRTOVANJA IN IZDELAVE IZDELKA	13
3.1 Mlin za mletje plastenk	13
3.1.1 4-krako držalo	13
3.1.2 Ohišje mlina	15
3.1.3 Rezalna ploščica	16
3.2 Ležajno ohišje	17
3.3 Distančna puša	18
3.4 Gred mlina	19
3.5 Os razvrščevalnika	20
3.6 Drsni ležaj	21
3.7 Ohišje stiskala	21
3.8 Stiskalo	22
3.9 Distančnik stiskala	23
3.10 Elektromotor	24

3.11 Servomotor	26
3.12 Senzorji.....	27
3.12.1 Induktivni senzor	27
3.12.2 Kapacitivni senzor	27
3.13 Konstrukcija ločevalnika	28
4 PROGRAMIRANJE _____	30
4.1. Siemensov programabilni krmilnik Simatic S7.....	30
4.2 Program	32
4.3 Funkcijski diagram	34
5 IZRAČUN MAKSIMALNE STISKALNE SILE _____	35
6 OPIS DELOVANJA CELOTNEGA LOČEVALNIKA _____	37
7 PREDSTAVITEV REZULTATOV _____	40
7.1 Hipoteze.....	40
8 ZAKLJUČEK _____	42
9 ZAHVALA _____	43
10 VIRI IN LITERATURA _____	44
11 PRILOGE _____	45

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Prva zamisel ločevalnika</i>	<i>9</i>
<i>Slika 2: Druga zamisel ločevalnika.....</i>	<i>10</i>
<i>Slika 3: Tretja zamisel ločevalnika</i>	<i>11</i>
<i>Slika 4: 4-krako držalo 1</i>	<i>14</i>
<i>Slika 5: 4-krako držalo 2</i>	<i>14</i>
<i>Slika 6: Ohišje 1</i>	<i>15</i>
<i>Slika 7: Ohišje 2</i>	<i>15</i>
<i>Slika 8: Rezalna ploščica 1</i>	<i>16</i>
<i>Slika 9: Rezalna ploščica 2</i>	<i>16</i>
<i>Slika 10: Ležajno ohišje 1</i>	<i>17</i>
<i>Slika 11: Ležajno ohišje 2</i>	<i>17</i>
<i>Slika 12: Distančna puša 1.....</i>	<i>18</i>
<i>Slika 13: Distančna puša 2.....</i>	<i>18</i>
<i>Slika 14: Gred 1</i>	<i>19</i>
<i>Slika 15: Gred 2</i>	<i>19</i>
<i>Slika 16: Os razvrščevalnika 1</i>	<i>20</i>
<i>Slika 17: Os razvrščevalnika 2.....</i>	<i>20</i>
<i>Slika 18: Ohišje stiskala 1</i>	<i>21</i>
<i>Slika 19: Ohišje stiskala 2</i>	<i>22</i>
<i>Slika 20: Stiskalo 1</i>	<i>22</i>
<i>Slika 21: Stiskalo2.....</i>	<i>23</i>
<i>Slika 22: Distančnik stiskala 1</i>	<i>23</i>
<i>Slika 23: Distančnik stiskala 2</i>	<i>24</i>
<i>Slika 24: Mere elektromotorja</i>	<i>24</i>
<i>Slika 25: Elektromotor 1</i>	<i>25</i>
<i>Slika 26: Elektromotor 2</i>	<i>25</i>
<i>Slika 27: Servomotor.....</i>	<i>26</i>
<i>Slika 28: Induktivni senzor.....</i>	<i>27</i>
<i>Slika 29: Kapacitivni senzor</i>	<i>28</i>
<i>Slika 30: Aluminijski profil</i>	<i>28</i>
<i>Slika 31: Aluminijski profil 2</i>	<i>29</i>
<i>Slika 32: Siemensov krmilnik S7</i>	<i>31</i>
<i>Slika 33: Surovec stiskalnice 1</i>	<i>38</i>
<i>Slika 34: Surovec stiskalnice 2.....</i>	<i>38</i>
<i>Slika 35: Izdelana vreteno in matica.....</i>	<i>39</i>
<i>Slika 36: Sestavljeno stiskalo</i>	<i>39</i>

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Simbolna tabela

Priloga 2: Program

Priloga 3: Načrt distančnika motorja

Priloga 4: Načrt distančne puše

Priloga 5: Načrt ležajnega ohišja

Priloga 6: Načrt gredi

Priloga 7: Načrt ohišja stiskala

Priloga 8: Distančnik stiskala

Priloga 9: Načrt stiskala

Priloga 10: Os Delilnega kanala

Priloga 11: 4- krako držalo

Priloga 12: Rezalna ploščica

1 POVZETEK

Odpadki predstavljajo veliko obremenitev za okolje. Vsak dan se s tem problemom srečujemo tudi na naši šoli. Veliko onesnaževanje predstavlja embalaža, ki ostaja od avtomatov z napitki. Te s svojim velikim volumnom polnijo koše, veliko pa je leži tudi na tleh. V tem smo zaznali problem, zato smo se odločili zanj poiskati rešitev.

Ugotovili smo, da avtomati ponujajo napitke v plastični in pločevinasti embalaži. Vsaka od njih zahteva svojo tehnološko rešitev reciklaže. Težko je verjeti, da bi dijaki sami dosledno ločevali plastenke in pločevinke, zato smo predvideli enotno odlagališče in samodejno ločevanje. Odločili smo se, da bomo plastenke mleli v granulato, pločevinke pa stiskali.

Na tržišču nismo našli niti ustreznega mlina niti stiskalnice, zato smo najprej naredili načrte za obe napravi. Ločevalnik embalaže je na prvi pogled enostaven element, a zaradi možnosti vnosa neželenih predmetov in prehitrega doziranja reciklirancev predstavlja zahtevno tehnično rešitev. Zanj smo oblikovali kar štiri različne rešitve in se po tehtnem premisleku odločili za slednjo. Napravo upravlja Siemensov programabilni krmilnik Simatic S7. Vse elemente smo povezali v enotnem ohišju.

Ugotavljamo, da je lahko svet lepši, če tudi sami kaj prispevamo k temu.

2 UVOD

Odpadki predstavljajo veliko obremenitev za okolje. Vsak dan nas različni mediji obveščajo in opozarjajo na posledice onesnaževanja in globalnega segrevanja. Naš projekt sicer ne pripomore veliko k zmanjšanju globalnega segrevanja, pripomore pa k čistejšemu okolju šol z okolico.

V raziskovalni nalogi se bomo lotili izdelovanja ločevalnika plastenk in pločevink, ki jih najdemo v avtomatih po šolah in javnih zavodih. Pred nami je velik izziv, kako dijake srednjih šol pripeljati do tega, da bodo ločevali plastenke in pločevinke na zanimivejši način. Hkrati pa tovrstni ločevalnik še ni izdelan, zato moramo načrte pripraviti sami, prav tako pa bo naša naloga izdelati večino strojnih elementov.

Zavedamo se, da je pred nami veliko dela, toda to smo pričakovali, saj nameravamo izdelati napravo, ki na tržišču še ne obstaja. Menimo, da bi lahko z našo inovacijo veliko pripomogli tako k razvoju tehnologije kot ozaveščenosti dijaka ali posameznika, da plastenk ne bi odvrnel na tla, ampak bi jih recikliral s pomočjo naše naprave. Tehnologija in inovativnost sta bili vedno zanimivi za človeka. Kar ga je zanimalo, je raje počel, s tem pa je pridobival tudi določene navade, kar je v našem primeru najpomembnejše.

Projekt bi lahko imel na dolgi rok zelo pozitiven učinek na čistočo poslovnih prostorov, saj bi lahko napravo namestili v vsako bolnišnico, šolo ali tovarno.

Seveda se investicija ne bi obrestovala takoj, toda dolgoročno lahko trdimo, da bi predstavljen način ločevanja plastenk in pločevink zagotovo pripeljal do pozitivnega učinka glede ozaveščanja ljudi o skrbi za okolje, v katerem živimo.

2.1 Hipoteze

V nadaljevanju predstavljamo hipoteze naše raziskovalne naloge.

Hipoteza 1: Menimo, da naprava na tržišču še ne obstaja.

Hipoteza 2: Menimo, da je ločevalnik mogoče izdelati.

Hipoteza 3: Menimo, da je ločevalnik cenovno dostopen dobaviteljem in posrednikom.

Hipoteza 4: Menimo, da bi ločevalnik lahko uporabljali v šolah in javnih prostorih, s čimer bi pripomogli k večji reciklaži materiala.

Hipoteza 4: Menimo, da je ločevalnik dovolj preprost za uporabo.

2.2 Izbor in predstavitev raziskovalnih metod

Pri raziskovalnem delu bomo uporabljali različne metode dela. Najprej je potrebno pridobiti informacije za naše delo in preučiti strokovno literaturo. To bomo napravili z analizo virov na spletu.

Raziskovalna metoda našega dela bo tudi uporaba modelirnika Proengineer. Z omenjenim programom nameravamo skonstruirati večino strojnih elementov, ki jih za našo inovacijo potrebujemo.

Tretja raziskovalna metoda pa bo uporaba programa Simatic manager, s katerim bomo programirali krmilnik Siemens S7.

2.3 Pot do ideje

Do zamisli izdelave ločevalnika smo prišli na zanimiv način. Med odmorom ure mehatronike smo razmišljali o idejah, kakšno inovacijo bi posredovali na slovensko tržišče. Bolj kot smo razmišljali, večjo praznino smo imeli v glavi. Nakar je sošolec pohodil pločevinko. Takrat se je utrnila zamisel, zakaj ne bi izdelali avtomat, ki stiska pločevinke.

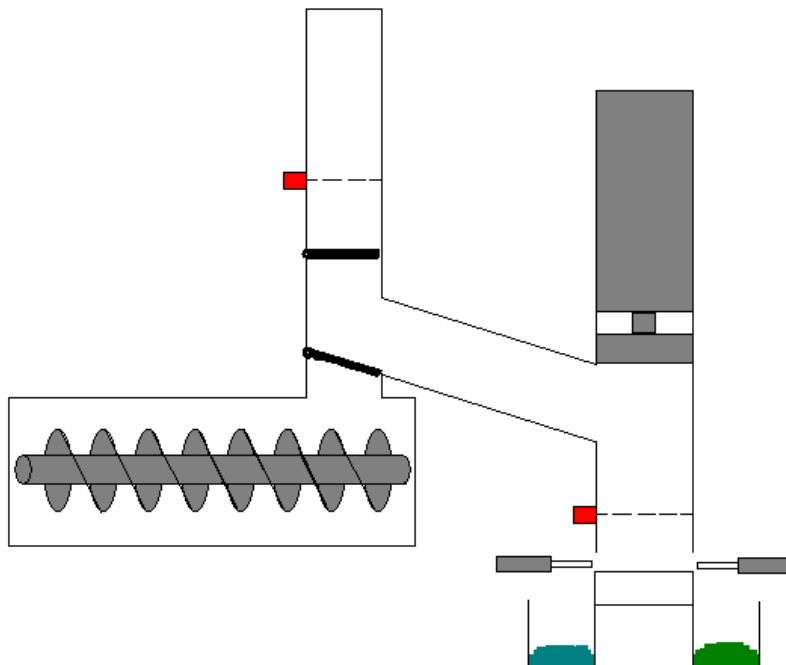
Nato smo idejo dodelali. Avtomatu za stiskanje pločevine smo dodali še mlin za mletje plastenk. Tako je nastala osnovna ideja.

Naj poudarimo, da smo za idejo, kakršna je v končni fazi, potrebovali precej nadgradnje. Tako smo oblikovali 4 različne ideje. Z vsako idejo smo spoznali, da lahko ločevalnik izboljšamo in s tem rešimo precej težav, ki bi kasneje nastopile pri izdelavi.

Ideje smo razvijali tako dolgo, da smo razvili edinstven in popolnoma avtomatiziran sistem za ločevanje plastenek in pločevink.

2.4.1 Prva ideja

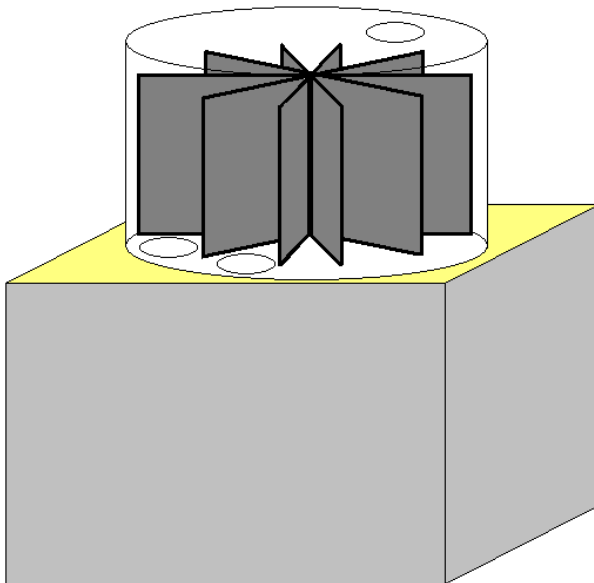
Prva ideja je bila, da bi naredili preprosto cev, ki bi imela na koncu dve loputici. Ta elementa bi spreminjala smer pločevinke ali plastenke do zelene razvrstitve. Ideja ni bila slaba, toda kmalu smo ugotovili, da trenutna izvedba nima zbiralnika, kar bi pomenilo velike preglavice v primeru gneče med malicami in najrazličnejšimi odmori. Zato smo morali dobro zamisel, skice in načrte zavreči. Obstoječo idejo smo tako poskušati nadgraditi.



Slika 1: Prva zamisel ločevalnika

2.4.2 Druga ideja

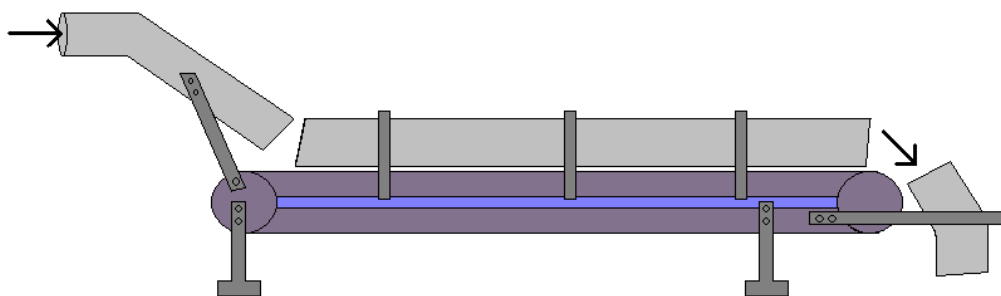
Z drugo idejo smo nadgradili prvo. Na celotnem vrhu spodnjega dela smo želeli na namestiti boben oz. »revolver«, ki bi predstavljal zbiralnik. Tako bi celotno razvrščanje bolj potekalo. Revolver bi imel devet prostih mest, vrtel bi se v smeri urinega kazalca, na spodnji strani pa bi bile luknje, ki bi se odpirale ali zapirale glede na vsebnost pločevinke ali plastenke v zbiralniku. Pločevinke in plastenke bi nadaljevale pot do mlina ali do stiskalca pločevink, toda težave bi v nadaljevanju nastopile predvsem zaradi vrtenja revolverja. Prav tako bi morali več programirati. Ker želimo imeti čim enostavnejši sistem, ki ne bi predstavljal zapletov v programiranju, smo tudi to idejo zavrgli.



Slika 2: Druga zamisel ločevalnika

2.4.3 Tretja ideja

Tretja ideja zasnove celotnega izdelka je bila skorajda dokončno oblikovana, kajti predhodne težave smo rešili s tekočim trakom, ki bi olajšal celoten postopek ločevanja. Namestili smo tudi senzorje in dodali zbiralnik, ki bi bil dovolj velik, da lahko vanj položimo več plastenk in pločevink. Ko smo na ločevalnik dogradili tekoči trak, smo ugotovili, da bi celoten izdelek postal zelo nefunkcionalen zaradi prevelike dolžine ter videza. Zato smo se odločili, da tretjo idejo prav tako zavržemo.



Slika 3: Tretja zamisel ločevalnika

2.4.4 Četrta ideja

Pri četrti ideji, ki je morala biti zaradi časovne stiske tudi zadnja, smo se odločili, da trak nadomestimo s cevjo, v katero bi lahko naenkrat vstavljali le eno pločevinko ali platenko. To bi sicer pomenilo, da bi za vsako platenko oz. pločevinko porabili nekaj časa, preden bi lahko vanjo spet vstavili drugo. Ker je izdelek še v začetni fazi izdelave in raziskovanja, bi to moralo zadostovati želeni potrebi po ločevanju. S tem smo rešili prehitro vstavljanje pločevink in plastenk, ki bi lahko povzročile zmedo pri razvrščanju le-teh. Ker s tem sistemom lahko vstavimo le eno pločevinko ali platenko, lahko rešimo to težavo. Ne želimo namreč, da bi naš izdelek v primeru napačnega zaznavanja senzorja povzročil stiskanje plastenk in mletje pločevink ter opravljal stvari, ki niso bile predvidene.

3 POSTOPEK NAČRTOVANJA IN IZDELAVE IZDELKA

Pri dodelavi četrte ideje smo uporabili že vse pridobljeno znanje o težavah in tehničnih rešitvah, s katerimi smo se predhodno ukvarjali. Načrtovali smo nestandardne strojne elemente. Načrtovanje je potekalo v več fazah. Vse opisane strojne elemente smo konstruirali z napredno CAD-programsko opremo Proengineer. Ta omogoča tako konstruiranje 3D-modelov kot tudi izdelavo načrtov za te modele. Celoten načrtovalni postopek nam je omenjena programska oprema zelo olajšala, saj smo lahko sestavili več sklopov in dobili pogled na celoten izdelek.

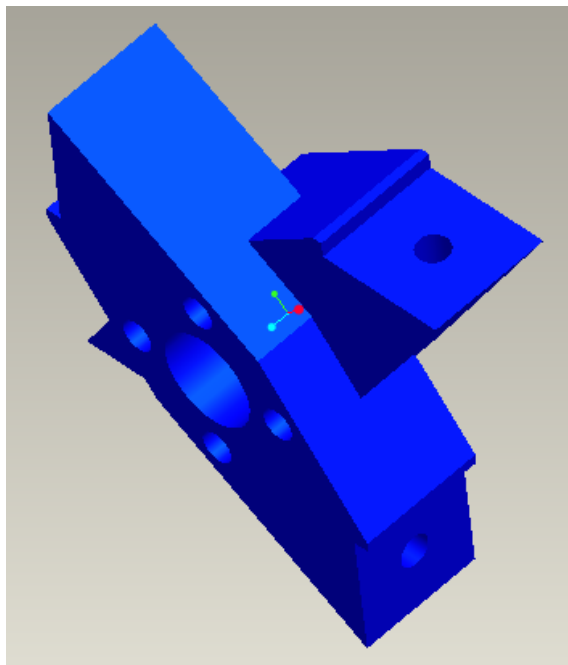
3.1 Mlin za mletje plastenk

Najprej smo se lotili mlina za mletje plastenk, saj je predstavljal ključni element, hkrati pa največji problem naše raziskovalne naloge. Vedeli smo, da takšni mlini že obstajajo, zato smo opravili nekaj ogledov mlinov, da bi videli, ali ustrezajo potrebni velikosti in naši finančni zmožnosti. Kmalu smo ugotovili, da so vsi mlini veliko večji, kot ga potrebujemo, ali predragi. Spomnili smo se, da bi lahko za mletje plastenk uporabili drobilnik vej, ki je veliko cenejši in enostavnejši od celotnega mlina. V drobilnik smo vrgli plastenko in ugotovili, da jo ta samo odbija, namesto da bi jo mlel. S tem poskusom smo ugotovili, da moramo biti pozorni na pravilen rezalni kot in rezalno površino. S pomočjo skic enega izmed ogledanih mlinov smo se lotili načrtovanja manjšega mlina za mletje pollitrskih plastenk. Skonstruirati smo morali ohišje mlina, 4-krako držalo rezalnih ploščic in rezilne ploščice.

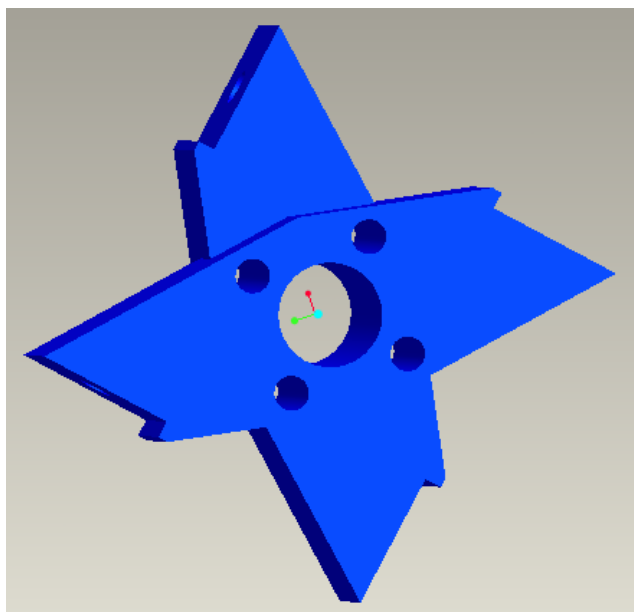
3.1.1 4-krako držalo

4-krako držalo rezalnih ploščic smo konstruirati tako, da ima čim večjo maso. Z maso pridobimo pri vrtenju vztrajnostni moment, kar služi za miren in enakomeren tek pri povečani obremenitvi mlina. Kot med kraki smo prilagodili višini steklenice, saj je pomemben za nošenje in sekanje plastenke. Sedišče rezalnih ploščic na držalu smo oblikovali proti zasuku

nožev. To smo izvedli z oblikovanjem naslona rezalne ploščice in s pritrditvijo dveh vijakov v rezalno ploščico. Držalo ima dva para zamaknjenih krakov. S tem kotom zamika pridobimo večjo sekalno površino.



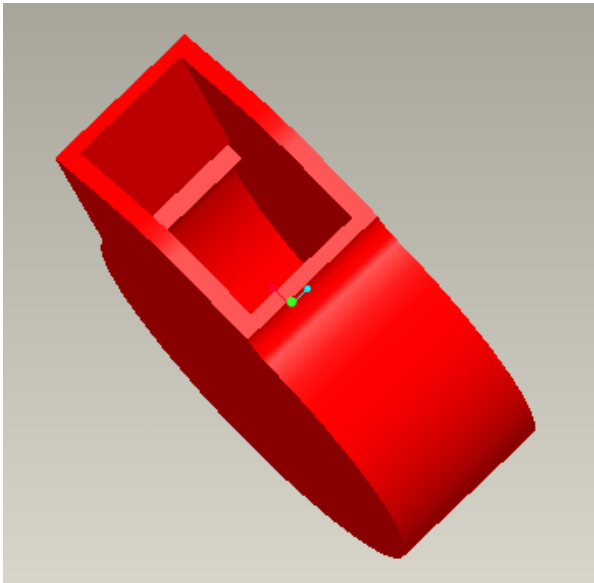
Slika 4: 4-krako držalo 1



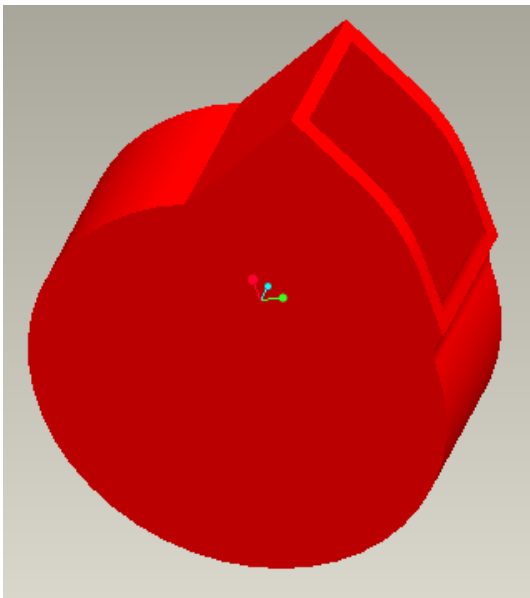
Slika 5: 4-krako držalo 2

3.1.2 Ohišje mlina

Za ohišje mlina smo uporabili debelo stensko cev premera 170 mm. Na eni strani cevi smo privarili pokrov, na drugi strani pa pokrov pritrdili z vijaki, da lahko v primeru obrabe nožev le-te zamenjamo. V izvrtino privarjenega pokrova je vstavljena gred mlina. V ohišju sta dva fiksna nasproti delujoča si noža. Na dnu ohišja je vstavljeno sito. Njegov premer lukenj določa velikost zmlate plastike.



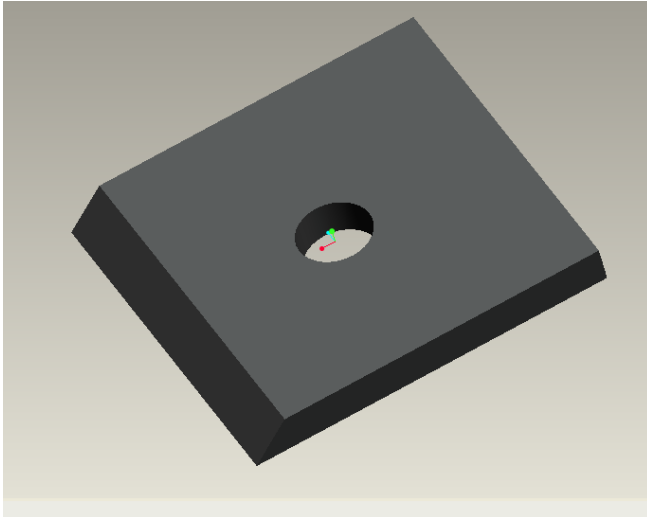
Slika 6: Ohišje 1



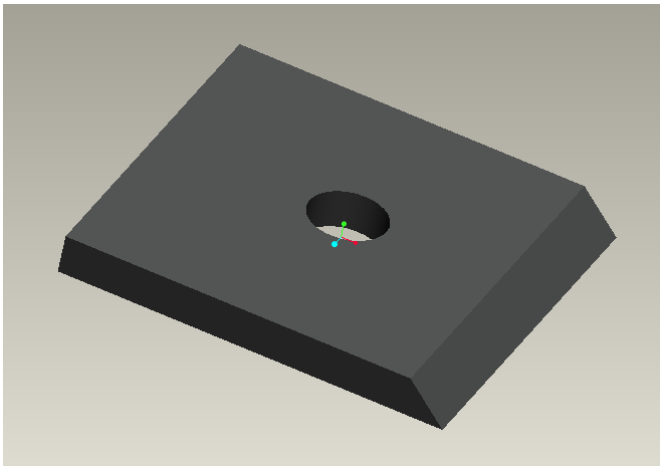
Slika 7: Ohišje 2

3.1.3 Rezalna ploščica

Ploščica je izdelana iz hitroreznega jekla, rezalni rob ploščice pa smo zakalili. Pri načrtovanju ploščice smo sami s pomočjo poskusov v programu Proengineer določili rezalne kote. Ploščica je skonstruirana tako, da pri obrabi rezalne površine samo zbrusimo.



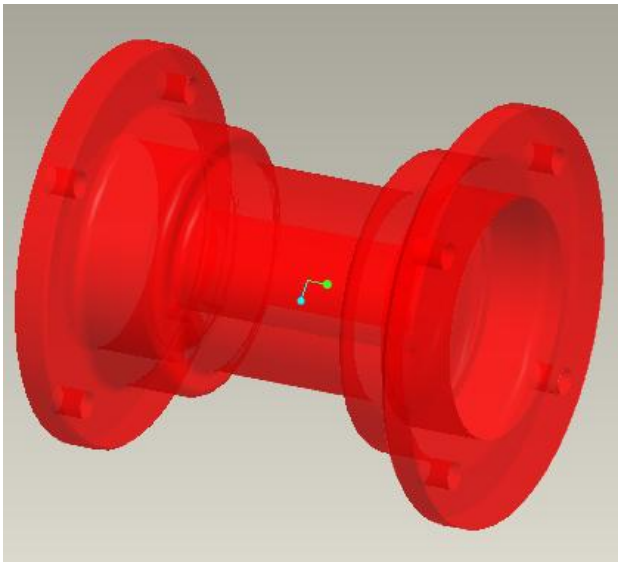
Slika 8: Rezalna ploščica 1



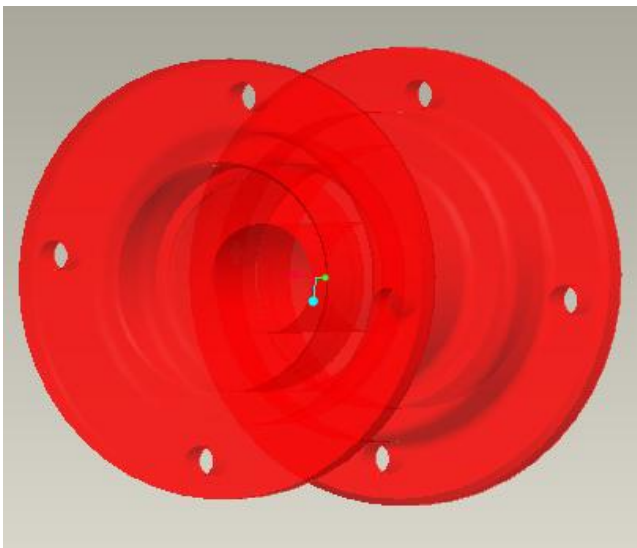
Slika 9: Rezalna ploščica 2

3.2 Ležajno ohišje

Ležajno ohišje služi za vgraditev dveh krogličnih ležajev, v katera namestimo gred, ki povezuje mlin in motor. Na obeh koncih ležajnega ohišja smo morali oblikovati prirobnico, ki se prilega na eni strani ohišju mlina, na drugi strani pa distančni puši.



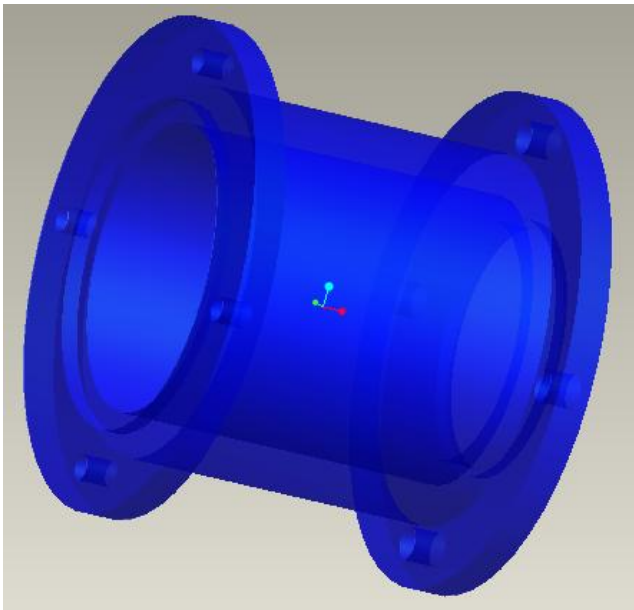
Slika 10: Ležajno ohišje 1



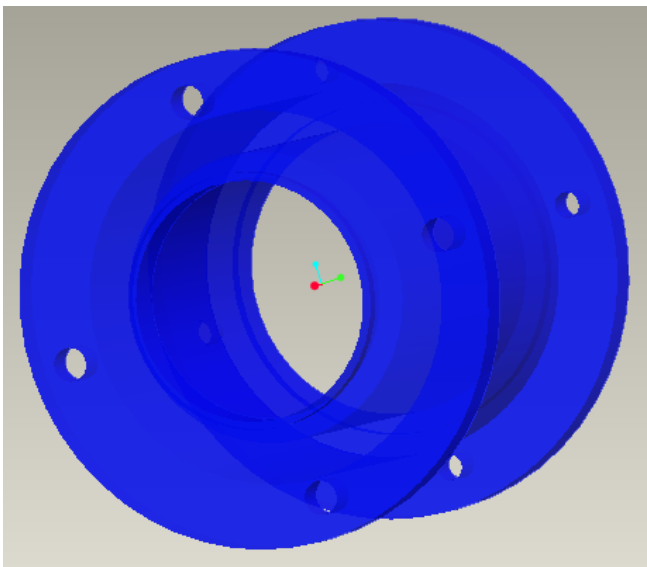
Slika 11: Ležajno ohišje 2

3.3 Distančna puša

Distančno pušo smo skonstruirali zato, da smo na motor pritrdili ležajno ohišje ter mlin. Na vsaki strani puše sta izdelani prirobnici. Druga prirobnica je konstruirana tako, da se prilega ležajnemu ohišju. V to pušo namestimo na motor in gred pritrjeno elastično gredno sklopko, ki ima vlogo zaznavati majhne zasučne kote, tresljaje in sunke.



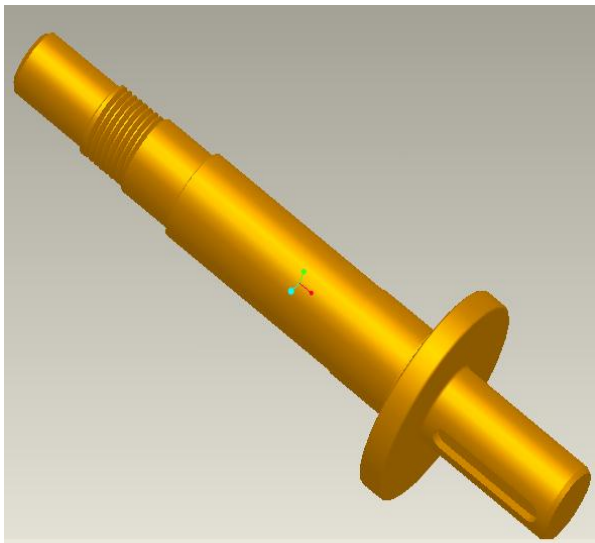
Slika 12: Distančna puša 1



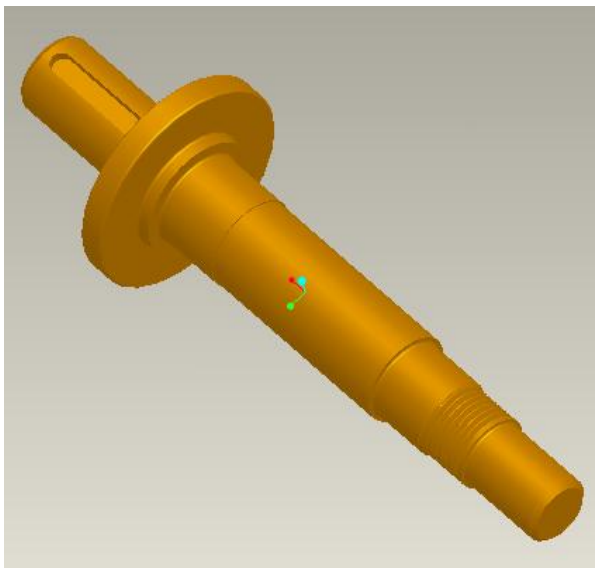
Slika 13: Distančna puša 2

3.4 Gred mlina

Gred mlina povezuje električni motor ter mlin. Poteka skozi distančno pušo, ležajno ohišje, na koncu pa je pritrjena na 4-krako držalo rezalnih ploščic. Na koncu gredi je narejen moznik, ki je namenjen čvrsti pritrditvi 4-krakega držala. Gred ima tudi navoj, ki služi za pritrditev ležaja v ležajno ohišje z matico in podložko.



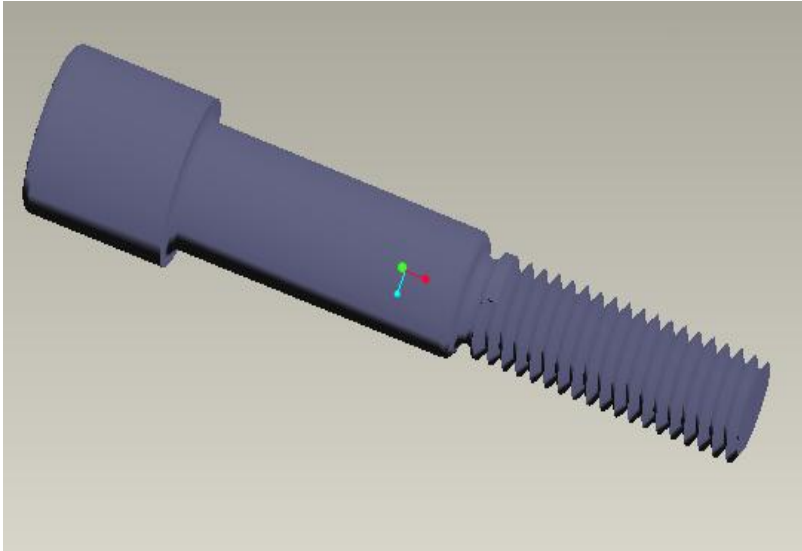
Slika 14: Gred 1



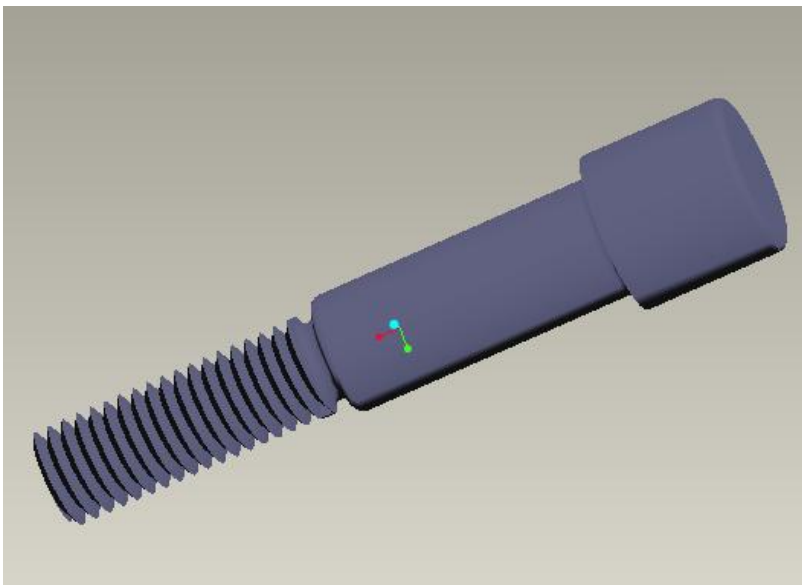
Slika 15: Gred 2

3.5 Os razvrščevalnika

Os razvrščevalnika je pritrjena na razvrščevalnik. Na os spada drsni ležaj, ki je s podložko in matico varovan proti snetju z osi. Na koncu osi je navoj. Navoj služi za pritrnitev ležaja na os in pritrnitev prirobnice servomotorja. Os obračamo s servomotorjem.



Slika 16: Os razvrščevalnika 1



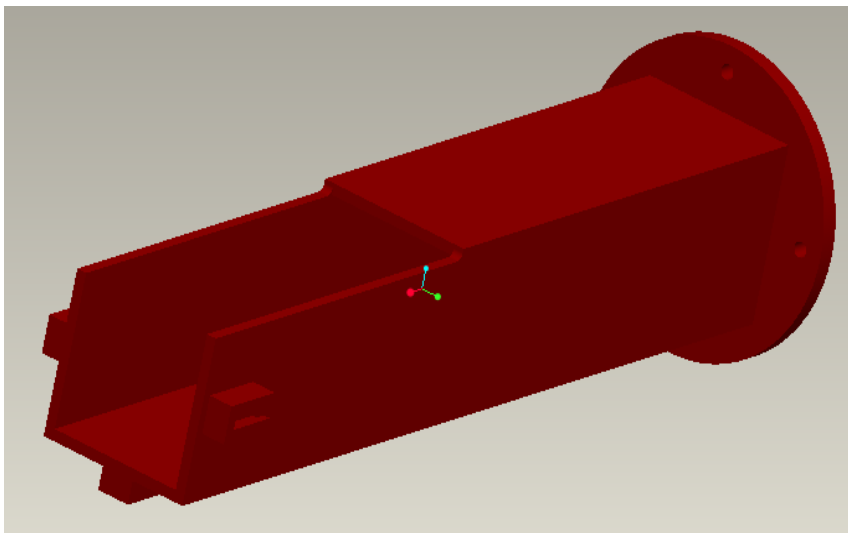
Slika 17: Os razvrščevalnika 2

3.6 Drsni ležaj

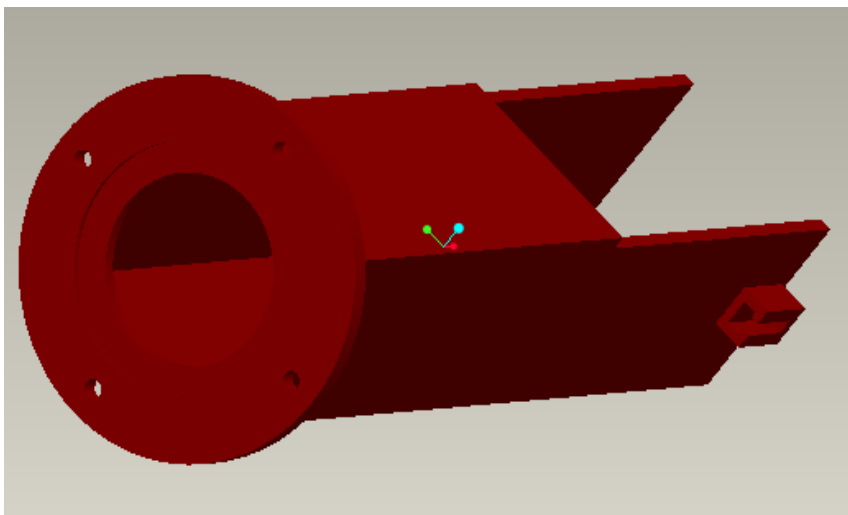
Drsni ležaj smo v celoti zasnovali in izdelali sami. Naredili smo ga zato, ker ga veliko lažje pritrdimo na nosilec. Če bi izbrali kroglični ležaj, bi imeli velike težave z izdelovanjem ustreznega ležajnega ohišja. Ohišje ležaja je narejeno iz konstrukcijskega jekla, puša pa iz medenine. Medenino smo izbrali zaradi dobrih drsnih lastnosti.

3.7 Ohišje stiskala

Pri ohišju stiskala je bilo zelo pomembno konstruiranje prirobnice, da bo le-ta ustrezala standardni prirobnici asinhronskega motorja 80B. Na prirobnico smo privarili kvadratni profil. Na ta profil smo izdelali tri vpetja za stiskalno steno. Vpetja imajo utor, ki ustreza standardni kvadratni matici. Z matico v utoru in vijakom stikalne stene smo vse skupaj dobro pritrdili. V ohišje stiskala je pritrjeno gibljivo vpeto stiskalo. Iz ohišja smo morali izrezkati stranico kvadratnega profila, da lahko pločevinke prihajajo do stiskala.



Slika 18: Ohišje stiskala 1

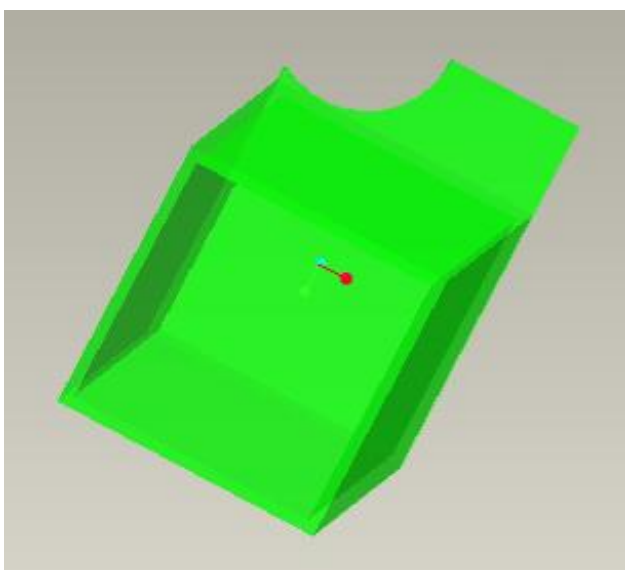


Slika 19: Ohišje stiskala 2

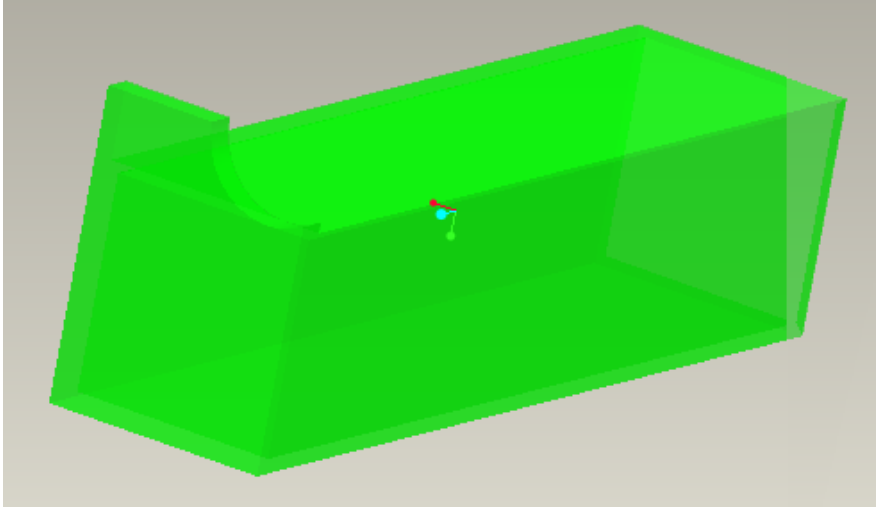
3.8 Stiskalo

Osnova stiskala je kvadratni profil s stranico 60 mm. Na ta profil je s postopkom varjenja TIG privarjena kvadratna plošča s stranico 80 mm. Privarjena plošča ima zaradi estetskega in praktičnega pomena zaokrožene robe.

V stiskalu je zavarjena trapezna navojna matica, ki se pomika na trapeznem navojnem vretenu.



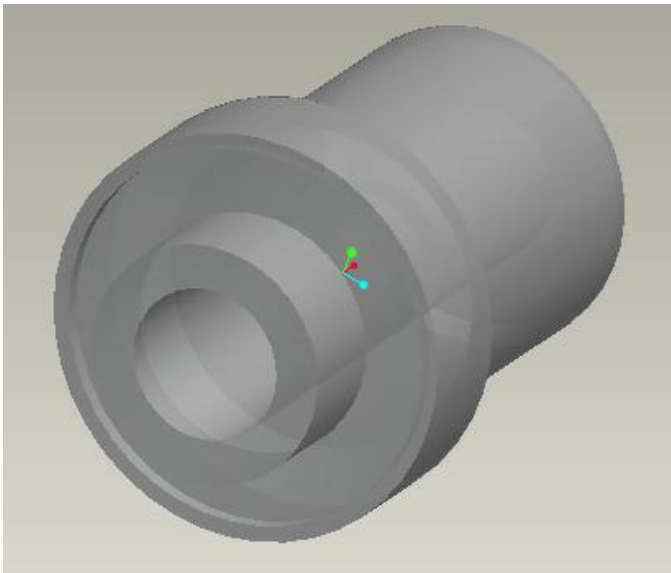
Slika 20: Stiskalo 1



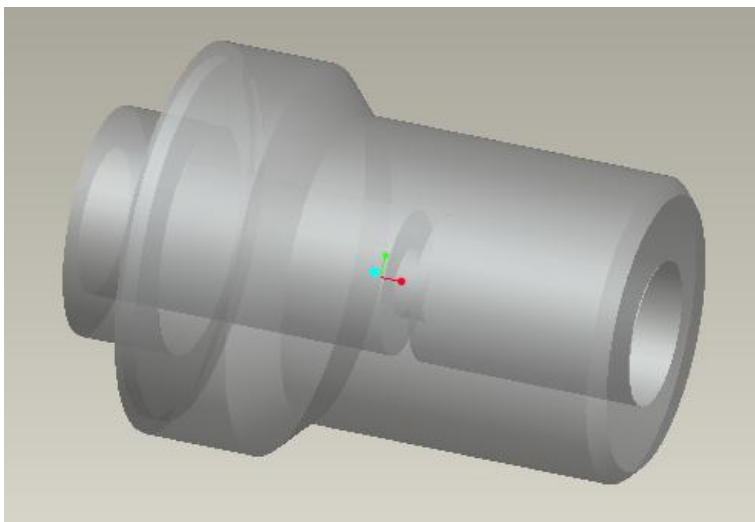
Slika 21: Stiskalo2

3.9 Distančnik stiskala

Distančnik stiskala smo oblikovali zaradi vpetja trapeznega navojnega vretena in ležaja, v katerem je prednost, da prenaša velike obremenitve v aksialni smeri. Distančnik je pritrjen na os motorja in trapezno vreteno. Vreteno pomika matico s stikalom naprej in nazaj.



Slika 22: Distančnik stiskala 1

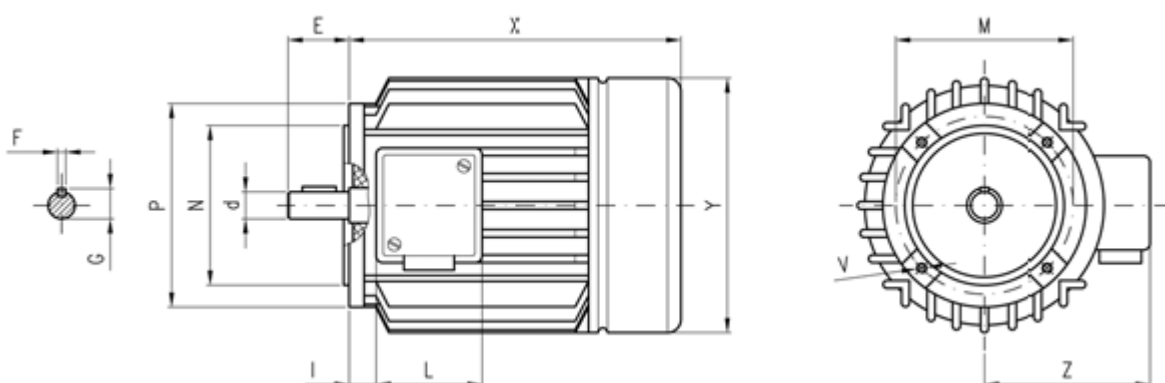


Slika 23: Distančnik stiskala 2

3.10 Elektromotor

Izbrati smo morali dva trifazna motorja. Motor z oznako 80A po standardu DIN smo izbrali zaradi najboljšega razmerja med maso motorja in njegovo močjo. Motor 80A smo uporabili za stiskanje pločevink.

Motor z oznako 80B pa smo uporabili za mletje plastenk. Je nekoliko močnejši od motorja 80A in ima večje število vrtljajev. Močnejši motor potrebujemo zato, ker ima celoten mlin veliko maso, ki jo je treba poganjati pri visokem številu vrtljajev.



Slika 24: Mere elektromotorja



Slika 25: Elektromotor 1



Slika 26: Elektromotor 2

3.11 Servomotor

Servomotor smo uporabili pri razvrščevalniku oz. osi razvrščevalnika. Servomotor smo izbrali, ker ima majhne dimenzije in je ravno dovolj močan za premikanje razvrščevalnika. Na servomotor smo pritrčili prirobnico, ki je bila v kompletu z motorjem. Na izbiro smo imeli več različnih oblik prirobnic. Servomotor se zelo dobro krmili. To pomeni, da mu nastavljamo kot zasuka v + in – smer, kar v našem primeru pomeni: če mora razvrstiti pločevinko, se obrne v levo smer (+ smer), če pa ima plastenko, se obrne v desno smer (– smer).



Slika 27: Servomotor

Tehnični podatki

Način shranjevanja	enostavni kroglični ležaj
Mere	(D x Š x V) 40,5 x 20 x 40,5 mm
Vtični sistem	JR
Pogonski – material	umetna masa
Servočas (4,8 v)	- /0,13 s /50
Servomoment (4,8 v)	0/56 Ncm
Teža	56 g

3.12 Senzorji

V ločevalnik smo vgradili dve vrsti senzorjev:

- induktivni senzor (zaznava vse vrste trdnih snovi),
- kapacitivni senzor (zaznava samo kovine).

3.12.1 Induktivni senzor

Induktivni senzor zaznava samo kovine. Deluje na spremembi magnetnega polja, ki jo zaznava upor.



Slika 28: Induktivni senzor

3.12.2 Kapacitivni senzor

V našem projektu ima ta senzor nalogo, da zaznava plastenke, vendar ima slabost, da zaznava vse trdne snovi. Deluje na osnovi kondenzatorja. Tako nismo smeli uporabiti samo tega senzorja, ampak smo uporabljali še induktivni senzor, ki zaznava kovine.

Tip kapacitivnega senzorja smo izbrali na podlagi njegovega premera, dolžine in dolžine zaznavanja.



Slika 29: Kapacitivni senzor

3.13 Konstrukcija ločevalnika

Konstrukcija ločevalnika je sestavljena iz aluminijastih profilov, na katere so pritrjene PVC-plošče. Aluminijasti profili omogočajo hitro sestavljanje konstrukcije z vijachenjem. Imajo možnost, da lahko po potrebi vstavljamo aluminijaste prečke v že gotovo konstrukcijo hitro in enostavno. Za plastične plošče smo se odločili zato, ker lahko tako opazujemo potek razvrščanja plasten in pločevink. Ta »prozornost« plošč daje izdelku privlačnejši videz. Izdelek stoji na gumijastih nogicah, ki so nastavljive po višini s pomočjo matice.



Slika 30: Aluminijasti profil



Slika 31: Aluminijasti profil 2

4 PROGRAMIRANJE

Kot smo že omenili, je naša naprava v celoti avtomatizirana. Za avtomatizacijo ločevalnika sta potrebna: -

- delovni program,
- Siemensov programabilni krmilnik Simatic S7.

4.1. Siemensov programabilni krmilnik Simatic S7

Siemensov programabilni krmilnik Simatic S7 spada v družino modularnih krmilnikov, kar pomeni, da ga sestavljamo na montažni letvi in ima naslednje elemente:

- napajalnik,
- CPU- centralno procesno enoto,
- vhodno- izhodne module.

Krmilnik Simatic S7 priklopimo na enosmerno (DC) napetost 24 V. Njegova največja prednost pred ostalimi krmilji je, da lahko korekcije izvajamo v samem programu. V krmilniku samem oz. centralni procesni enoti se izvajajo naslednje spremenljivke, ki jih moramo pojasniti tako za nadaljnjo razumevanje krmilnika kot tudi za programiranje le-tega.

Izvajane spremenljivke so:

- vhodi (INPUT-I) so programske preslikave digitalnih vhodov,
- izhodi (OUTPUT- Q) so programske preslikave digitalnih izhodov,
- zastavice (MERKER- M) so pomožne spominske lokacije,
- časovnik (TIMER- T) - z njim realiziramo časovno zakasnitev,
- števne funkcije (COUNT- C) so programski števcji,
- začasni lokalni podatki (LOCAL- L) služijo za dinamično shranjevanje vmesnih podatkov.

Krmilnik smo vgradili na montažno letev in ga preko napajalnega kabla povezali na enosmerno napetost 24 V.

V vhodno enoto smo povezali naslednje elemente:

- kapacitivni senzor,
- induktivni senzor,
- končno stikalo s koleščkom,
- startno tipko,
- tipko stop,
- tipko za zasilno zaustavitev.

Vhodna enota (INPUT) ima v krmilniku nalogo, da sprejema signale potrjevalnih elementov (senzorji, tipke, končna stikala ...) in jih pošilja v centralno procesno enoto. Tam se ti vhodni signali s pomočjo uporabniškega programa pretvorijo v izhodne signale, ki potujejo do izvršilnih elementov (motorjev, valjev, šob, tekočih trakov ...). Vsi potrjevalni elementi so z vhodno enoto povezani preko žic.

Izhodna enota (OUTPUT) pa omogoča krmilniku, da ukazi centralne procesne enote preidejo na izvršilne elemente. Prav tako so izvršilni elementi povezani z žicami na izhodno enoto. Na izhodno enoto so povezani:

- servomotor razvrščevalnika,
- servomotor loputice,
- motor tipa 80A (stiskanje pločevink),
- motor tipa 80B (mletje plastenk).



Slika 32: Siemensov krmilnik S7

4.2 Program

Za programiranje krmilnika S7 smo uporabili program Simatic manager. Simatic manager uporablja programski jezik Bit logic (step 7). Preden začnemo programirati, moramo nastaviti nekaj osnovnih ukazov, kot je IP-naslov krmilnika. S tem naslovom preko omrežnega kabla pošljemo program v krmilnik.

Za lažje programiranje si v začetku narišemo funkcijski diagram. Diagram omogoča natančen pogled, kako se v določenem zaporedju vrstijo ukazi. Iz njega lahko razberemo, kdaj se določen element vklopi ali izklopi. Torej je predpogoj za dober program natančno dodelan funkcijski diagram.

Pri izrisu diagrama moramo predvideti morebitne težave v samem programu. Zatem začnemo vrisovati zaporedno izvajanje ukazov, ki smo jih sami določili. Z zaključenim diagramom smo začeli pisati program.

V začetku programiranja moramo narediti simbolno tabelo, s pomočjo katere kasneje v programu veliko lažje izbiramo signalnike oz. elemente. Simbolna tabela vsebuje podatke o vseh elementih, ki jih bo krmilnik upravljal. Programiramo po zaporedju, kot smo izrisali funkcijski diagram.

V našem 1. koraku se dozirni motor vklopi (K5). Za vklop motorja mora imeti dva pogoja: pritisnjeno startno tipko in aktiviran senzor za zaznavanje materiala v cevi (S3).

V 2. koraku se dozirni motor izklopi (K5). Izklopi se samo takrat, kadar je mejni signalnik dozirnega motorja aktiviran (5S1) in preteče čas 1 s po vklopu motorja.

Po 2. koraku sledi razvejitev sistema za aktiviranje stiskalnice in mlina.

3. korak vklopi motor razvrščevalnika (K3), da se premakne v stanje za ločevanje pločevink. Vkllopi se le takrat, kadar je aktiviran senzor za zaznavanje kovine (S2).

4. korak vrne razvrščeni motor v začetno pozicijo (K3), če je aktiviran mejni signalnik, ki določa končno lego razvrščevalnika pri preusmeritvi pločevink (3S2), in sicer po preteku časa 2 s.

5. korak vklaplja stiskalnico pločevink (K2). Vklopi se takrat, če je aktiviran mejni signalnik, ki določa končno lego razvrščevalnika pri preusmeritvi platenk (3S1).

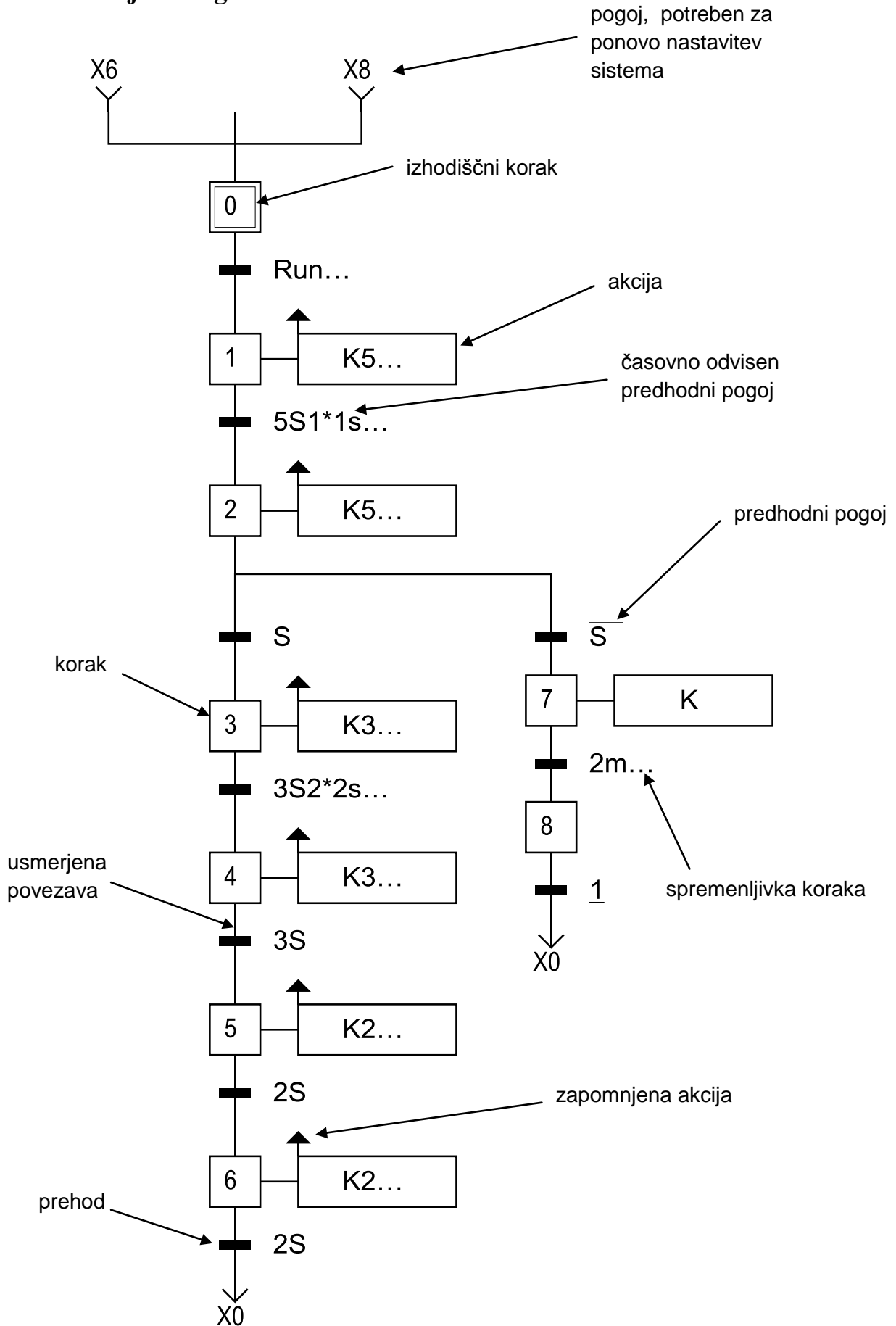
6. korak izklopi stiskalnico pločevink (K2), če je aktiviran mejni signalnik stiskalnice (2S1).

7. korak se dogaja na razvejitvi sistema. Vklaplja mlin (K1), če induktivni senzor ni aktiviran (S2).

8. korak izklopi mlin po 2 min. njegovega delovanja.

Po pritisnjeni startni tipki krmilnik ciklično izvaja navedeni program.

4.3 Funkcijski diagram



5 IZRAČUN MAKSIMALNE STISKALNE SILE

Izračunali smo maksimalno stiskalno silo, ki naj jo ponuja izbran motor moči 0,55 kW pri vrtljajih $n = 1400 \text{ min}^{-1}$.

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$\omega = \frac{n \times \pi}{30}$$

$$T = \frac{0,55 \text{ kW} \times 10^3}{146,60 \text{ s}^{-1}}$$

$$\omega = \frac{1400 \text{ min}^{-1} \times \pi}{30}$$

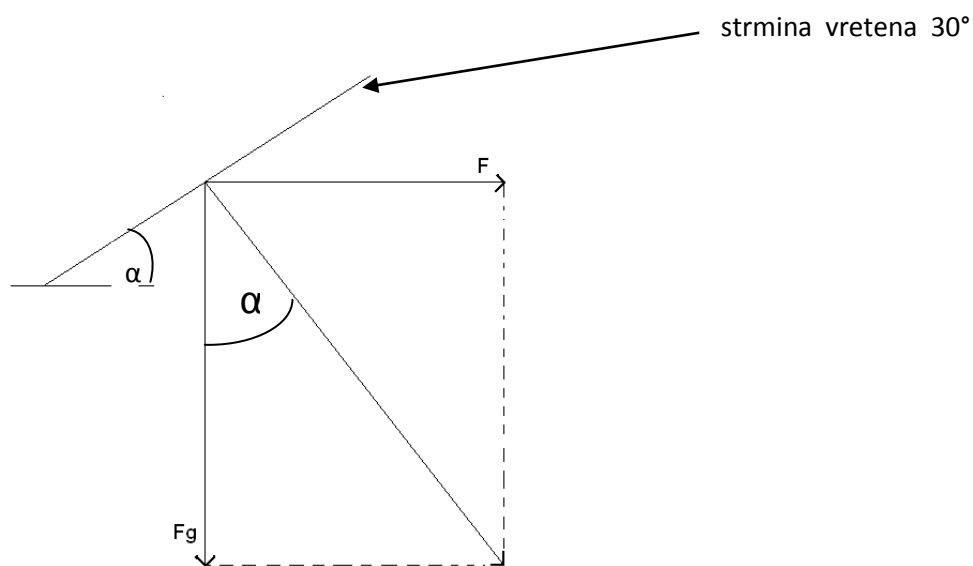
$$T = 3,71 \text{ Nm}$$

$$\omega = 146,60 \text{ s}^{-1}$$

$$T = F \times \frac{a}{2} \implies F = \frac{2 \times T}{a}$$

$$F = \frac{2 \times 3,71 \times 10^3}{0,8}$$

$$F = 9377,5 \text{ N}$$



$$\tan \alpha = \frac{F}{F_g} \implies F_g = \frac{F}{\tan \alpha}$$

$$F_g = \frac{9377,5 \text{ N}}{\tan 30^\circ}$$

$$F_g = 16242,3 \text{ N}$$

Pri izbranem motorju lahko dobimo največjo silo 9377.5 N oz. 937 kg stiskalne moči.

Silo, ki jo dejansko potrebujemo, pa smo izmerili s poskusom. Pločevinko smo postavili na analogno osebno tehtnico in z nogo pričeli pritiskati nanjo. Pritiskali smo počasi, da smo lažje odčitali, koliko kilogramov smo že dosegli. Pločevinka se je začela počasi deformirati. Ko smo dosegli kritično stikalno silo, se je pločevinka uklonila. V tistem trenutku smo razbrali, da za stisk pločevinke potrebujemo 65 kg, kar pomeni 650 N stikalne sile.

Na osnovi predstavljenega poskusa smo se prepričali, da bo naša stikalnica proizvedla dovolj sile za stisk pločevink

6 OPIS DELOVANJA CELOTNEGA LOČEVALNIKA

Pri vstavljanju plastenke ali pločevinke v cev, ki vodi do razvrščevalnika, upoštevamo najpomembnejši faktor, ki bi lahko zaustavil oz. pokvaril napravo. Dozirno cev smo izbrali takšnega premera, da je največja stvar, ki jo lahko spraviš v cev, plastenka ali pločevinka. V primeru vstavljanja manjših stvari smo v cevi izrezali luknjo, skozi katero napačni predmeti popadajo v zbiralnik.

Nekje na sredini cevi se nahaja loputa, ki jo poganja servomotor. Loputa je v začetni poziciji zaprta. Pred njo je vgrajen kapacitivni senzor, ki zazna, da je določen material prisoten v cevi. Po zaznavi kapacitivnega sensorja se aktivira še induktivni senzor. Če induktivni senzor zazna kovino, se v istem hipu na koncu dozirne cevi razvrščevalnik obrne tako, da pločevinki preusmeri pot do stiskalnice. Loputa, ki zadržuje pločevinko, se odpre takrat, ko je razvrščevalnik v pravi poziciji za preusmeritev le-te. Enak postopek se ponovi, če kapacitivni senzor zazna material v cevi, induktivni senzor ga ne zazna, vendar tokrat prepozna plastenko in razvrščevalnik se obrne v drugo stran. S tem preusmeri plastenki pot do mlina.

Če smo razvrstili pločevinko, je ta po cevi padla na klančino pred stiskalnico. Klančina omogoča zalogovnik pločevink. Njen namen pride do izraza takrat, kadar je v razvrščevalniku niz večjih pločevink naenkrat. Stiskalnica ne more dovolj hitro stiskati, zato se na klančini ustvari zalogovnik.

Stiskalo deluje neprenehoma. Ustavi se takrat, kadar je pretekel določen čas po zadnji odložitvi pločevinke v ločevalnik. Stiskalo ima v začetni in končni legi montirana dva stikala, ki se aktivirata s povozitvijo kolesčka. To pomeni, da se stiskalnica izvleče samo takrat, kadar je povozila »klocni kolesček« (stikalo). Enak princip je pri uvleku. Prav tako mora stiskalo povoziti »klocni kolesček«, če se hoče uvleči.

Ko imamo pločevinko v stiskalnici, jo ta stisne na stiskalno steno. Med ohišjem stiskala in steno stiskal je prazen prostor, skozi katerega pade stisnjena pločevinka v zbiralnik. To razdaljo smo določili po več poskusih. Merilo tega je bilo, na koliko začetne višine se stisne pločevinka.

Pri razvrstitvi plastenke je postopek malo manj zapleten. Po aktiviranju razvrščevalnika in preusmeritvi plastenke v pravo cev ta nadaljuje pot naravnost v mlin za mletje plastenk.

Mlin seka plastenke tako dolgo, dokler sekanci niso primerne velikosti, da popadajo skozi sito na dnu mlina. Zmleto plastiko zbiramo v posebnem zabojniku z vrečo. Mlin se izklopi po 5 minutah, odkar je bila odvržena zadnja plastenka v razvrščevalnik.



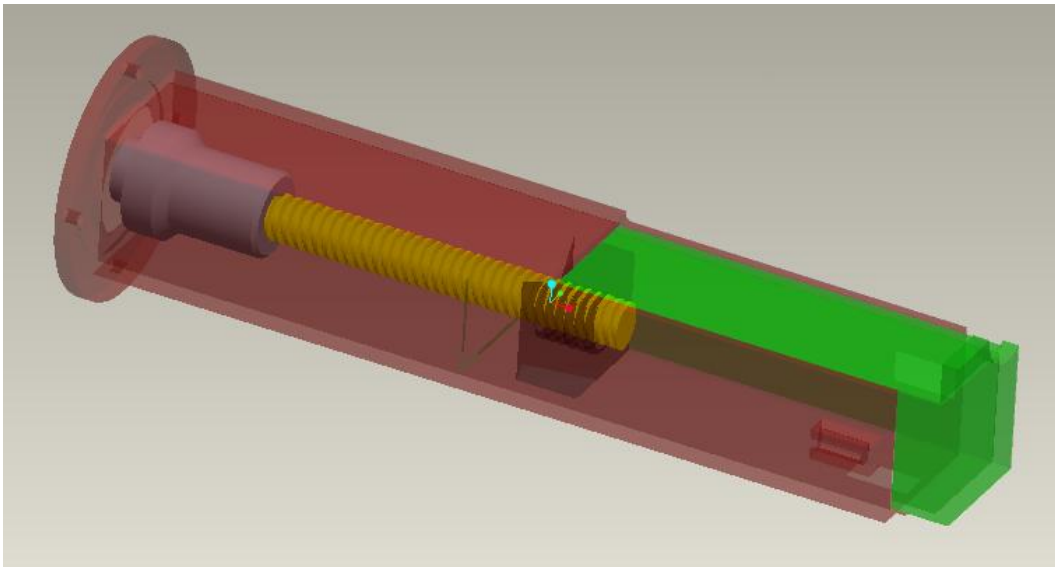
Slika 33: Surovec stiskalnice 1



Slika 34: Surovec stiskalnice 2



Slika 35: Izdelana vreteno in matica



Slika 36: Sestavljeno stiskalo

7 PREDSTAVITEV REZULTATOV

7.1 Hipoteze

Hipoteza 1: Menimo, da naprava na tržišču še ne obstaja.	POTRJENA
Hipoteza 2: Menimo, da je ločevalnik mogoče izdelati.	POTRJENA
Hipoteza 3: Menimo, da je ločevalnik cenovno dostopen dobaviteljem in posrednikom.	OVRŽENA
Hipoteza 4: Menimo, da bi ločevalnik zaživel v šolah in javnih prostorih, s čimer bi pripomogli k večji reciklaži materiala	POTERJENA
Hipoteza 5: Menimo, da je ločevalnik dovolj preprost za uporabo.	POTERJENA

Hipotezo 1 lahko z gotovostjo potrdimo, saj smo po svetovnem spletu pregledali zelo veliko proizvajalcev, ki bi bili zmožni narediti takšno napravo. Pri nobenem nismo zasledili, da bi podobno napravo proizvajali ali posredovali dobaviteljem.

Hipotezo 2 smo dokazali s tem, da smo sami izdelali ločevalnik.

Hipotezo 3 smo ovrgli. Celoten strošek izdelave je znašal okoli 2.000,00 evrov. Najdražja komponenta je bila Siemensov krmilnik S7. Tega nam je posodila šola, zato so se naši stroški občutno znižali.

Verjamemo, da bo z masivno proizvodnjo ločevalnika ter vgraditvijo cenejšega krmilnika ločevalnik postal veliko cenejši in dostopnejši izdelovalcem oz. ponudnikom.

Hipotezo 4 smo potrdili. Prepričani smo, da je naprava zanimiva za uporabnika, saj predstavlja nekaj novega v njegovem svetu ločevanja odpadkov. S tem pritegnemo pozornost ljudi in opozorimo na naš ločevalnik.

Hipotezo 5 smo potrdili. Prepričani smo, da lažjega načina ločevanja plastenk in pločevink skorajda ni. Uporabnik ločevalnika mora recikliranec odvreči v eno samo luknjo oz. cev, vse ostalo pa naredi ločevalnik sam. Zato vemo, da je ločevalnik dovolj preprost za uporabo.

8 ZAKLJUČEK

Sistem ločevanja plastenk in pločevink smo poimenovali FSF-sistem. FSF so začetne črke naših priimkov. Predstavljen sistem je namreč inovacija, zato smo ga poimenovali po avtorjih.

Ob raziskovalni nalogi FSF-sistem oz. ločevalnik plastenk in pločevink smo spoznali, da smo v štiriletnem srednjem šolanju usvojili številna znanja, spretnosti in veščine, na katerih bomo gradili svojo nadaljnjo poklicno pot. Za naš obsežen projekt pa ni bilo dovolj le znanje, ki smo ga pridobili v šoli, temveč smo se morali pošteno poglobiti v določeno strokovno literaturo. Po začetnem spreminjanju načrtov se nam je v določenih trenutkih zazdelo, da projekta ne bomo uspeli dokončali, vendar se je kasneje izkazalo, da je naša pot prava. Verjamemo, da smo z razvijanjem izdelka od ideje do končnega izdelka pridobili občutek za samostojno delo in reševanje težav, hkrati pa bo v raziskovalni nalogi predstavljen način ločevanja plastenk in pločevink zagotovo pripeljal do pozitivnega učinka tudi glede ozaveščanja ljudi o skrbi za okolje, v katerem živimo.

Menimo, da bi tovrstni projekti morali biti sestavni del vzgojno-izobraževalnega procesa v vseh letnikih šolanja. Tako namreč pridobimo veliko praktičnih izkušenj in se navajamo na samostojno delo.

9 ZAHVALA

Posebno zahvalo izrekamo mentorju Janezu Trotovšku, ki nas je s svojimi nasveti in z znanjem spodbujal in usmerjal pri našem raziskovalnem delu.

Zahvaljujemo se tudi Simoni Črep za lektoriranje raziskovalne naloge, Franu Horjaku za pomoč pri izvedbi delov ločevalnika in Mateju Vebru za pomoč pri dograditvi ideje in izrečenih spodbudah.

Prav tako se za pomoč zahvaljujemo podjetju Elektro nabava.

Vsem izrekamo še enkrat iskreno zahvalo, saj bi brez Vas bila raziskovalna naloga precej »trd oreh«.

10 VIRI IN LITERATURA

1. Bartenschlager, J. (2009). Mehatrinika. Ljubljana: Pasadena.

2. www.conrad.si (2010) [Online]. [8. januar 2010; 13:54].

Dostopno na [http:// www.conrad.si](http://www.conrad.si)

3. Čretnik, S. (2005). Pro/ Engineer Wildfire. Ljubljana: Pasadena.

4. www.fluidsim.de (2010) [Online]. [3. februar 2010; 17:33].

Dostopno na [http:// www.fluidsim.de](http://www.fluidsim.de)

5. www.ideal-velenje.si (2010) [Online]. [3. februar 2010; 19:18].

Dostopno na [http:// www.ideal-velenje.si](http://www.ideal-velenje.si)

6. Kraut, B. (2003). Krautov strojniški priročnik. 14. Izdaja, Ljubljana: Littera picta.

7. www.strojnistvo.com (2009) [Online]. [20. december 2009; 16:03].

Dostopno na [http:// www.strojnistvo.com](http://www.strojnistvo.com)

11 PRILOGE