

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Tamara Sviličić

Zagreb, 2009

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

“STROJ ZA SORTIRANJE POVRĆA PREMA PROMJERU”

Voditelj rada:

Prof. dr. sc. Neven Pavković

Student:

Tamara Sviličić

Zagreb, 2009

## OPIS ZADATKA:

Koncipirati i konstruirati stroj za sortiranje mrkve, peršina i sličnih oblika povrća. Povrće treba sortirati prema promjeru na tri grupe. Povrće ulazi u stroj sa pokretne trake i izlazi iz stroja na pokretne trake ili kanale. Pogon na standardnu mrežu 220V, kapacitet stroja cca 3t/h. Metodičkom razradom obuhvatiti različita projektna rješenja uređaja uz upotrebu standardnih sklopova i dijelova. Tehnoekonomskom analizom odabrati projektno rješenje. Odabранo projektno rješenje stroja razraditi s potrebnim proračunima nestandardnih dijelova. Pri konstrukcijskoj razradi paziti na tehnologično oblikovanje dijelova. Analizirati kritična mjesta. Izraditi 3D model proizvoda. Opseg konstrukcijske izrade, modeliranja i izrade tehničke dokumentacije dogоворити тijekom izrade rada.

## SAŽETAK:

U ovom završnom radu obrađena je tema "Stroj za sortiranje povrća prema promjeru". Bilo je potrebno koncipirati i konstruirati stroj za sortiranje mrkve, peršina i sličnih oblika povrća. Osnovni zahtjevi koje je bilo potrebno zadovoljiti bili su pogon na standardnu mrežu 220V, kapacitet stroja od 3 t/h, jednostavnost korištenja, kompaktne dimenzije, optimalna cijena. Prilikom konstruiranja korištene su standardne europske ISO norme.

Metodičkom razradom bilo je potrebno obuhvatiti različita projektna rješenja, pa rad sadrži analizu tržišta, funkciju strukturu, morfološku matricu proizvoda, koncepte (moguća principijelna varijantna rješenja), te jedan odabrani koncept, koji je na kraju u potpunosti razrađen. Za dani koncept izrađen je 3D model i tehnička dokumentacija u predviđenom opsegu.

## Sadržaj

OPIS ZADATKA: .....	3
SAŽETAK: .....	4
POPIS SLIKA .....	7
POPIS TABLICA .....	8
POPIS OZNAKA .....	9
1. UVOD.....	11
2. OPIS STROJA .....	12
3. KONCIPIRANJE.....	13
3.1 Identifikacija potreba kupaca.....	13
3.2 Analiza sličnih proizvoda.....	14
3.2.1 Stroj za sortiranje povrća “Kerianmachines” .....	15
3.2.2 Stroj za sortiranje povrća “Allround” .....	16
3.2.3 Global-agritech .....	17
3.2.4 Optički uređaj za sortiranje povrća po promjeru .....	18
3.2.5 Linija za sortiranje.....	18
3.3 Određivanje ciljanih karakteristika.....	19
3.4 Generiranje koncepata stroja za sortiranje povrća .....	20
3.4.1 Funkcijsko modeliranje proizvoda.....	20
3.4.1.1 Modeliranje funkcije pomoću toka i funkcijalna struktura.....	20
3.4.2 Morfološka matrica .....	22
3.4.3 Koncepti.....	24
3.4.4 Izbor najprikladnijeg koncepta .....	30
4. KONSTRUIRANJE.....	31
4.1 Pogon stroja .....	31
4.2 Prijenos snage .....	34
4.2.1.1. Udarna snaga u lancu.....	35
4.2.1.2. Brzina lanca.....	38
4.2.1.3. Vučna sila u lancu .....	39
4.2.1.4. Uvjet sigurnosti .....	39

4.3	Kućište stroja.....	41
4.4	Ladice za prihvat razvrstanog povrća.....	41
4.5	Zaštita .....	42
5.	NAČIN SKLAPANJA .....	43
6.	PRILOG .....	46
6.1	Tehnička dokumentacija .....	46
7.	ZAKLJUČAK .....	47
8.	LITERATURA.....	48

## POPIS SLIKA

<i>Slika 3. Primjer koncipiranja.....</i>	13
<i>Slika 3.2.1 Stroj za sortiranje povrća "Kerianmachines".....</i>	15
<i>Slika 3.2.2a. Model R80.70.....</i>	16
<i>Slika 3.2.2b. Model R80.70.3.....</i>	16
<i>Slika 3.2.3a. Stroj za razvrstavanje povrća Global-agritech.....</i>	17
<i>Slika 3.2.3b. Stroj za razvrstavanje krumpira i luka.....</i>	17
<i>Slika 3.2.4 Model Celox RV12 tvrtke "Newtech" .....</i>	18
<i>Slika 3.2.5 ATTIVA Linija za sortiranje voća i povrća.....</i>	18
<i>Slika 3.4.1.1a. Modeliranje funkcije pomoću toka.....</i>	20
<i>Slika 3.4.1.1b. Funkcijska struktura stroja za sortiranje povrća.....</i>	21
<i>Slika 3.4.2. Morfološka matrica stroja za sortiranje povrća.....</i>	22, 23
<i>Slika 3.4.3.a Koncept 1.....</i>	24
<i>Slika 3.4.3.b Shematski prikaz rješenja promjene razmaka valjaka.....</i>	25
<i>Slika 3.4.3.c Pojednostavljeni model Koncepta 1.....</i>	26
<i>Slika 3.4.3.d Koncept 2 .....</i>	27
<i>Slika 3.4.3.e Koncept 3 .....</i>	28
<i>Slika 3.4.3.f Zaglavljene proizvode između valjaka .....</i>	29
<i>Slika 3.4.3.g Letva za valjke.....</i>	30
<i>Slika 4.1 Elektromotor.....</i>	33
<i>Slika 4.2. Skica lančanog prijenosa (vodoravni položaj) .....</i>	34
<i>Slika 4.2b. Lančani prijenos stroja za sortiranje povrća.....</i>	34
<i>Slika 4.3 Kućište stroja.....</i>	40
<i>Slika 4.5a. Zaštitni lim za pogonsku stranu.....</i>	41
<i>Slika 4.5b. Zaštitni lim za nepogonsku stranu.....</i>	41
<i>Slika 5a. Dispozicijski crtež.....</i>	43
<i>Slika 5b. Stroj za razvrstavanje po promjeru.....</i>	44

## POPIS TABLICA

<i>Tablica 3.1 Potrebe kupaca.....</i>	14
<i>Tablica 4.2.1.1 a Faktor snage k.....</i>	35
<i>Tablica 4.2.1.1 b Faktor udarca c.....</i>	36
<i>Tablica 4.2.1.1 c Udarna snaga <math>P_D</math> u kW koja se može prenijeti jednostrukim valjkastim lancima.....</i>	37
<i>Tablica 4.2.1.1 d Dimenzije i tehnički podaci o valjkastim lancima.....</i>	38
<i>Tablica 4.2.1.1 e Značajke udara Y.....</i>	39
<i>Tablica 4.2.1.1 f Potrebni faktori sigurnosti <math>S_D</math>.....</i>	40

## POPIS OZNAKA

Oznaka	Mjerna jedinica	Opis
P	[kW]	snaga elektromotora
P <sub>D</sub>	[kW]	udarna snaga
m		faktor nošenja lanca
z <sub>1</sub>		broj zubi pogonskog lančanika
k		faktor snage
c		faktor udara
n <sub>1</sub>	[s <sup>-1</sup> ]	brzina vrtnje pogonskog lančanika
v	[m/s]	brzina lanca
F	[kN]	vučna sila u lancu
F <sub>M</sub>	[kN]	lomna sila lanca
S <sub>M</sub>		sigurnost protiv loma
S <sub>D</sub>		potreban faktor sigurnosti protiv loma
Y		značajka udara

*Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno, svojim znanjem, te uz pomoć navedene literature.*

*Zahvala:*

*Zahvaljujem mentoru, Dr. sc. Nevenu Pavkoviću na podršci, savjetima i primjedbama tijekom izrade ovog rada.*

*Također se zahvaljujem svima ostalima koji su mi na bilo kakav način pomogli u izradi.*

*Ipak, posebnu zahvalu posvećujem svojim roditeljima, koji su bili uz mene tijekom svih godina moga školovanja.*

## 1. UVOD

Prijelomni koraci u racionalizaciji proizvodnje kroz povijest bili su uvjetovani trenutnim društvenim odnosima i dostignutim stupnjem tehnološkog razvoja. Razvoj tehnologije se kreće u smjeru smanjenja fizičkog napora, primjenom boljih alata i naprednije tehnologije. Nakon prve i druge industrijske revolucije slijedi razdoblje automatizacije. Strojevi postepeno zamjenjuju ljude u tvornicama. Danas se većina jednoličnih, fizičkih poslova, koje je čovjek prije ručno radio uspješno obavlja strojevima. Stoga je jako bitno dobro koncipirati i konstruirati radni stroj. Poljoprivredna mehanizacija iznimno je skupa, pa si rijetko koje obiteljsko gospodarstvo u Hrvatskoj može priuštiti kupnju svih potrebnih strojeva za pojedinu proizvodnju. U skladu, s ovim uvjetima potrebno je napraviti i stroj za razvrstavanje povrća. To predstavlja velik izazov, jer koliko sam vidjela proizvodnje takvog stroja u Hrvatskoj nema. Prilikom koncipiranja i konstruiranja polazišna točka je bila njegova glavna funkcija, razvrstavanje povrća. Nakon istraživanja i analiziranja postojećih proizvoda dobila sam relativno dobar pogled na problematiku vezanu za konstrukciju danog proizvoda. U radu su dane i informacije o samom stroju za sortiranje povrća, provedeno je istraživanje postojećih konkurentnih proizvoda, definirane su potrebe kupaca, ciljane karakteristike, te napravljena funkcionska struktura i morfološka matrica. Nakon izrade koncepata i odabira najprikladnijeg koncepta, izrađen je 3 D model i tehnička dokumentacija u zadanom opsegu.

## 2. OPIS STROJA

Strojevi za sortiranje povrća sortiraju povrće prema obliku, veličini, promjeru, težini ili boji. Stroj opisan u ovom završnom radu je poljoporivredni stroj za sortiranje povrća po promjeru. Po promjeru se najčeće razvrstava povrće poput rajčice, luka, krumpira, peršina no može se razvrstavati povrće poput mrkve, krastavaca. U stroj se, najčešće preko dostavne trake, na niz valjkaka, ubacuje, prethodno oprano povrće.

Prostor ispod valjaka je podijeljen u željeni broj odjeljaka, a valjci su raspoređeni tako da je razmak među njima različit, ovisno iznad kojeg se odjeljka nalaze. Povrće se razvrstava, na način da upada u razmake između valjaka. Rotacijom valjaka se postiže da se povrće namjesti u pravilan položaj, a obzirom na način kako se povrće transportira postoje dvije izvedbe stroja.

Kod prve izvedbe valjci rotiraju samo s ciljem pravilnog namještanja povrća, a povrće se prenosi translacijom valjaka. U toj izvedbi povrće "putuje" zajedno sa valjcima. Razmak između susjednih valjaka se prilikom translacije povećava. Promjenom razmaka između valjaka postiže se da povrće postepeno upada u stroj. Kreće se uvijek od manjeg razmaka, kako ne bi odmah upalo svo povrće.

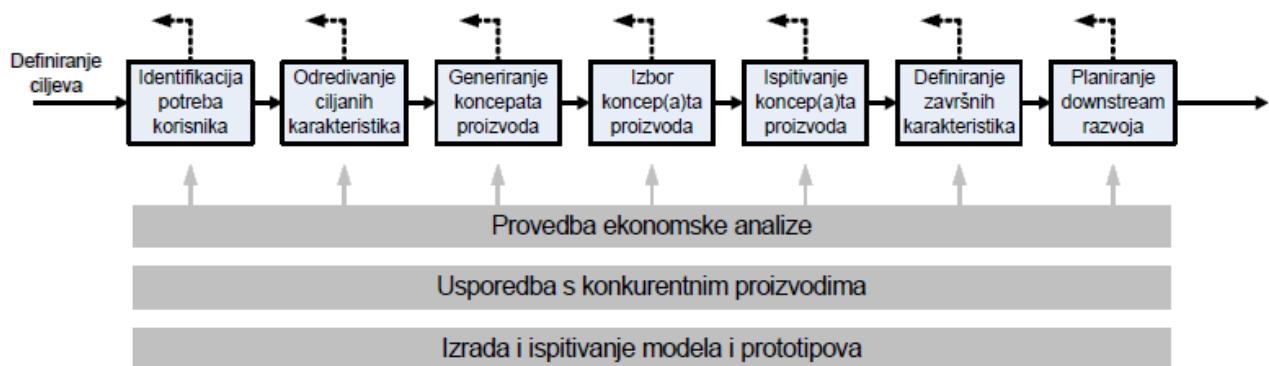
U drugoj izvedbi, koja je zbog jednostavnije konstrukcije uzeta u obzir u ovom završnom radu, valjci su fiksirani za profil, a povrće preskakuje s jednog na drugi valjak zbog njihove rotacije .

Prema danom zadatku, potrebno je imati tri različita razmaka između valjaka, čija veličina ovisi o promjeru povrća koje se razvrstava. Svi valjci se vrte na istu stranu dovoljnom brzinom da svojom rotacijom ostvare konstantan protok povrća pa nema potrebe za nekim dodatnim sustavom. Za izlaz povrća iz stroja, napravljene su tri kose ladice, različite duljine, s kojih povrće pada na pokretne trake, te kreće preko njih na daljne obrađivanje i pripreme za prodaju.

### 3. KONCIPIRANJE

Obuhvaća kreiranje funkcionalne strukture proizvoda, traženje odgovarajućeg tehnološkog principa rješenja i kombiniranje koncepcijskih varijanti rješenja.

Koncipiranje rješenja sastoji se od nekoliko koraka: prepoznavanja potreba kupaca, analize sličnih kompatibilnih proizvoda, određivanja ciljanih karakteristika, generiranja koncepata proizvoda i izrade tehnoekonomске analize kojom se odabire najbolji koncept. Ovi koraci su također primjenjeni u završnom radu.



Slika 3. Primjer koncipiranja

#### 3.1 Identifikacija potreba kupaca

Prva i osnovna potreba je da stroj zadovoljava svoju namjenu, odnosno da efikasno i sigurno razvrstava povrće. Pored sigurnosti stavljam naglasak na to da nakon sortiranja izađe povrće u obliku, kakvom je bilo prije razvrstavanja. Što se tiče sigurnosti, isto tako ne smije biti opasan po čovjekov život. Od ostalih bitnih parametara sa strane kupca, bitno je niska cijena, odnosno cijena koja odgovara danoj kvaliteti, zatim mala masa stroja, mogućnost jednostavnog transporta stroja, lako montiranje.

POTREBE KUPACA	VAŽNOST Ljestvica (1-5)
Precizno i točno razvrstavanje	5
Povrće u obliku u kojem je bilo prije razvrstavanja (neoštećeno)	5
Jednostavno i jeftino održavanje	4
Sigurnost pri radu	4
Efikasnost	4
Jednostavno sklapanje i rasklapanje	4
Velika brzina razvrstavanja	3
Jednostavan transport	3
Trajnost	3
Čvrsta konstrukcija	3
otpornost na vanjske uvjete rada (udarci, klimatski uvjeti)	3
Mala masa stroja	2
Antikorozivan	1
Automatsko podmazivanje	1

Tablica 3.1 Potrebe kupaca

### 3.2 Analiza sličnih proizvoda

Da bi se potpuno razumjelo tržište i potrebe korisnika, te funkcije našeg proizvoda, bitno je proučiti i razumjeti proizvode koje nudi konkurenca. Tokom istraživanja tržišta, pokazalo se da izvedbe stroja za sortiranje povrća imaju međusobno dosta sličnosti, a razlikuju se prema izvedbama i broju valjaka, po jakosti elektromotora, visini, širini, duljini, po načinu na koji su u kontaktu s podlogom (jesu li na kotačima ili su fiksirani na podlozi), po načinu na koji povrće ispada iz stroja na trake. Čak i kod istih proizvođača, ima više izvedbi izlaska na trake.

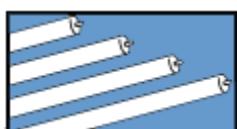
## KONKURENTNI PROIZVODI

### 3.2.1 Stroj za sortiranje povrća “Kerianmachines”

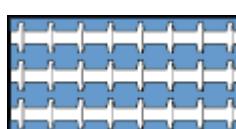


Slika 3.2.1 Stroj za sortiranje povrća “Kerianmachines”

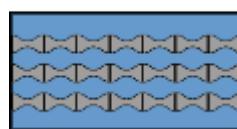
Vrste valjaka koje se koriste;



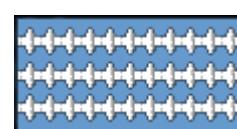
Za većinu proizvoda koriste se plastično pokriveni valjci (dugački krumpiri, krastavci)



Gumeni valjci se koriste pretežno za okrugle namirnice; rajčice, luk, naranče



Uretanske zaobljene cijevi za jabuke



V oblikovani valjci za odvajanje ovalnih i plosnatih proizvoda prema većem promjeru ( jagode,gljive)

### 3.2.2 Stroj za sortiranje povrća “Allround”



Slika 3.2.2a. Model R80.70

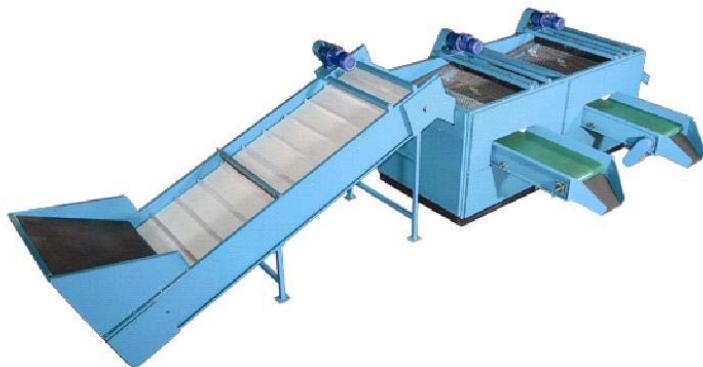


Slika 3.2.2b. Model R80.70.3

### 3.2.3 Global-agritech



Slika 3.2.3a. Stroj za razvrstavanje povrća Global-agritech



Slika 3.2.3b. Stroj za razvrstavanje krumpira i luka

### 3.2.4 Optički uređaj za sortiranje povrća po promjeru



Slika 3.2.4 Model Celox RV12 tvrtke "Newtech"

### 3.2.5 Linija za sortiranje



Slika 3.2.5 ATTIVA Linija za sortiranje voća i povrća

### Namjena

Sortiranje okruglastog voća i povrća (rajčica, kiwi, mandarina, breskva...)

Kapacitet : 40.000 plodova/sat ( 3.500 kg/sat)

### Oprema

Elevator sa stolom za predprebiranje (rajčice, kiwija i breskve), stroj za četkanje i pranje, traka za povezivanje, traka za svrstavanje plodova u red, stroj za elektronsko sortiranje s dvije linije i 6+1 izlaza, pultevi-trake za konfekcioniranje mod. RAPID PACK, pultevi s direktnim izlazom, elevator sa stolom za predprebiranje mandarina, COMPATTA 100 (za četkanje, pranje voštiranje i sušenje), traka za povezivanje, glavni elektro-upravljački ormar

Netto cijena (bez PDV-a): 82.000,00 EUR

### 3.3 Određivanje ciljanih karakteristika

Ciljane karakteristike stroja za sortiranje povrća:

- kapacitet stroja cca 3t/h
- pogon na standardnu mrežu 220V
- minimalna masa stroja
- stroj fiksiran na podlogu
- minimalna cijena stroja
- stroj sa rješenim sustavom za sortiranje povrća na tri veličine
- stroj s rješenim sustavom za odstranjivanje nečistoća

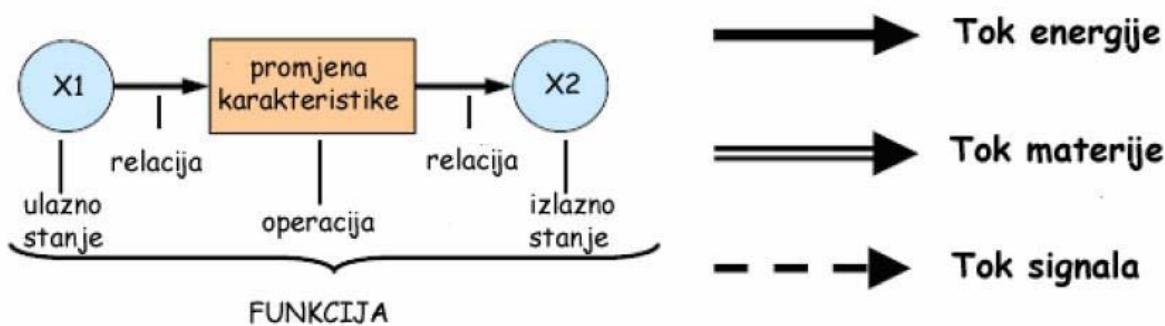
### 3.4 Generiranje koncepata stroja za sortiranje povrća

Prethodno identificirane potreba kupaca se preslikavaju u posebnu funkcionalnost proizvoda da bi se definirale granice konačnog rješenja, te osiguralo generiranje više mogućih rješenja za zadani problem. Nakon stvorene funkcijске strukture formira se morfološka matrica. Iz morfološke matrice se za generiranje svakog koncepta za svaku funkciju odabire jedno rješenje. Daljnom analizom, određuje se najbolji koncept, od prethodno napravljenih, te se počinje sa konstrukcijom. Ovakav način rada je i primjenjen u ovom završnom radu.

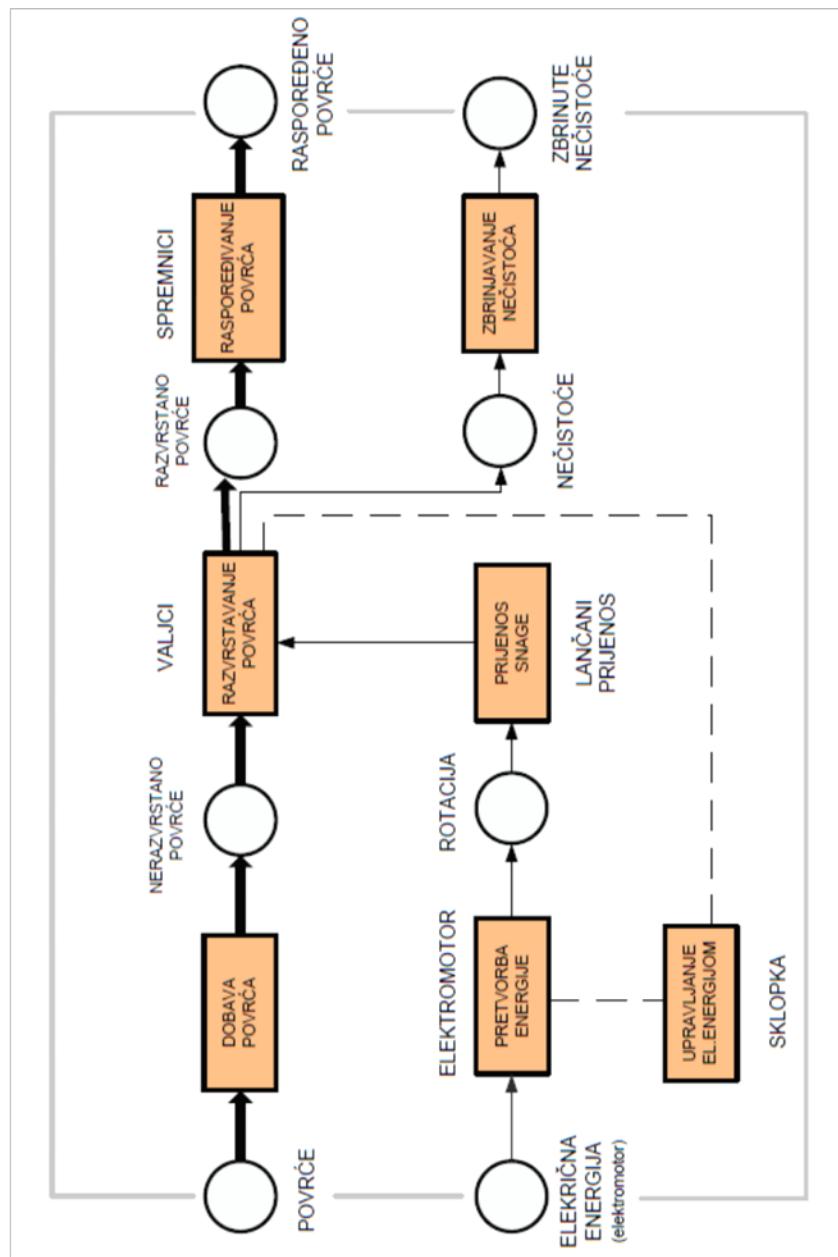
#### 3.4.1 Funkcijsko modeliranje proizvoda

##### 3.4.1.1 Modeliranje funkcije pomoću toka i funkcijskih struktura

Funkcijski model zasnovan na toku prikazuje promjenu karakteristika operanda u operaciji. Razmatraju se tri tipa operanda (energija, materija i signali, te je tok svakog od njih označen posebnom vrstom strelice. Funkcija kao dio ukupne transformacije, uzrokuje određenu promjenu karakteristika operanda koju realizira fizički nositelj funkcije (tehničko rješenje). Svaki operand koji sudjeluje u procesu može se opisati svojim početnim i konačnim stanjem. Relacije predstavljaju smjer promjena stanja operanda u funkciji.



Slika 3.4.1.1a. Modeliranje funkcije pomoću toka

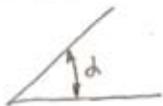
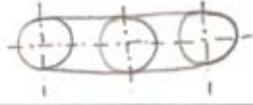
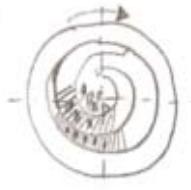
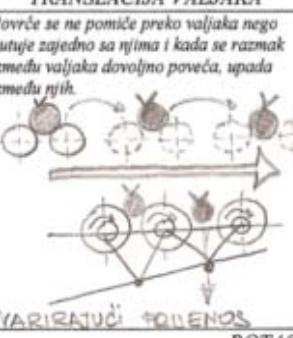
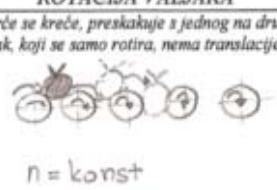
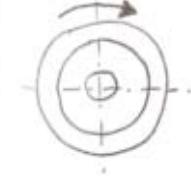
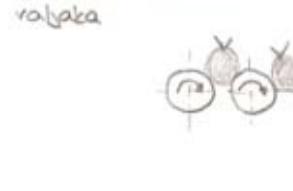
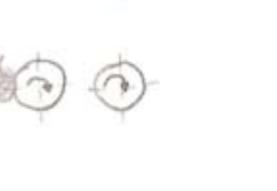


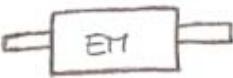
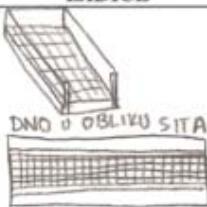
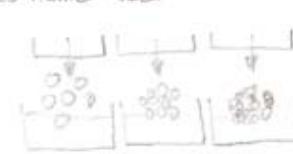
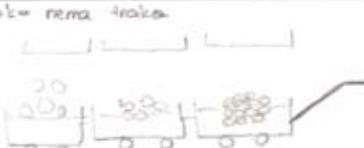
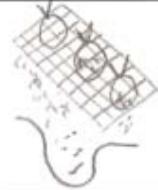
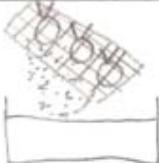
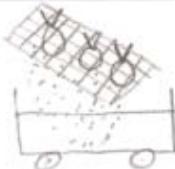
Slika 3.4.1.1b. Funkcijska struktura stroja za sortiranje povrća

### 3.4.2 Morfološka matrica

Nakon što smo formirali funkciju strukturu, sljedeće što slijedi prema metodičkoj razradi je koncipiranje morfološke matrice koja sadrži sve razložene funkcije stroja za razvrstavanje povrća.

Istraživanjem tržišta ustanovljeno je da postoje dvije metode za razvrstavanje povrća po promjeru, metoda sijanjem-različitim razmakom između elemenata i optička metoda. U današnje vrijeme vrlo je aktualna optička metoda, ali u ovom završnom radu nije uzeta u obzir kao moguće, izvedivo rješenje.

DOBAVA POVRĆA	RUČNO (KUTIJE)	KOSINA	TRAKA	
				
RAZVRSTAVANJE POVRĆA	METODA			
	GURANJEM PREKO SITA RAZLIČITIH PROMJERA	VALJCI PROMIJEŠNIVA RAZMAKA	VALJCI STALNOG RAZMAKA	POMIĆNE PLOHE PROMIJEŠNIVA RAZMAKA
	 T R A N S P O R T  guranjem povrća helikoidnim pregradom	<b>TRANSLACIJA VALJAKA</b>  Povrće se ne pomiče preko valjaka nego putuje zajedno sa njima i kada se razmak između valjaka dovoljno poveća, upada između njih. <b>VARIJUĆI PLOHES</b>	<b>ROTACIJA VALJAKA</b>  Povrće se kreće, preskakuje s jednog na drugi valjak, koji se samo rotira, nema translacije. $n = \text{konst}$ <b>KONSTANTAN PLOHES</b>	<b>TRANSLACIJA</b>  Povrće se kreće, preskakuje s jednog na drugi valjak, koji se samo rotira, nema translacije. <b>PLOHES</b>
	 N A M J E Š T A N E	<b>ROTACIJA</b>  - povrće se rompešta u oba smjera slučajem rotacijom valjaka.	<b>ROTACIJA VALJAKA</b> 	<b>GRAVITACIJA</b> <b>TREŠNJA</b> 

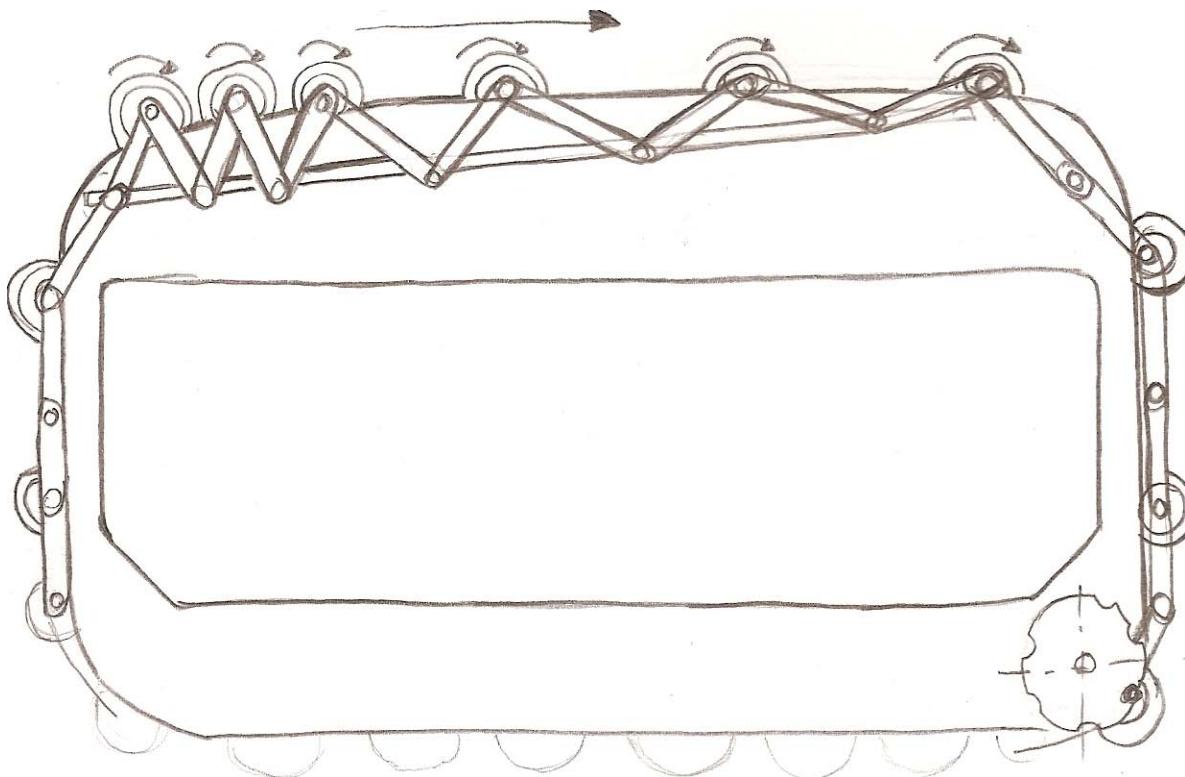
<b>PRETVORBA ENERGIJE</b>	<b>ELEKTROMOTOR</b> 		
<b>UPRAVLJANJE RADOM EM</b>	<b>MEHANIČKI</b>	<b>ELEKTRONIČKI</b>	
	<b>SKLOPKAMA</b>	<b>PLC</b>	
<b>PRIJENOS SNAGE</b>			
<b>RASPOREDIVANJE POVRĆA</b>	<b>LADICE</b> 	<b>KANTE</b> -bita nema trake 	<b>KOLICA</b> -bita nema trake 
<b>ZBRINJAVANJE NEČISTOĆA</b>	<b>VREĆA</b> 	<b>KANTE</b> 	<b>KOLICA</b> 

Slika 3.4.2. Morfološka matrica stroja za sortiranje povrća

### 3.4.3 Koncepti

#### KONCEPT 1

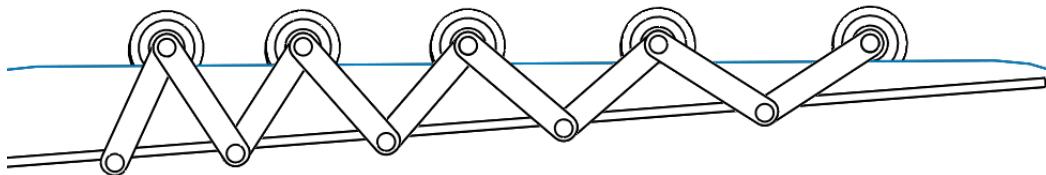
Koncept 1 ima valjke koji se kontinuirano razmiču, kao i jedan od konkurentnih proizvoda tvrtke "Kerianmachine".



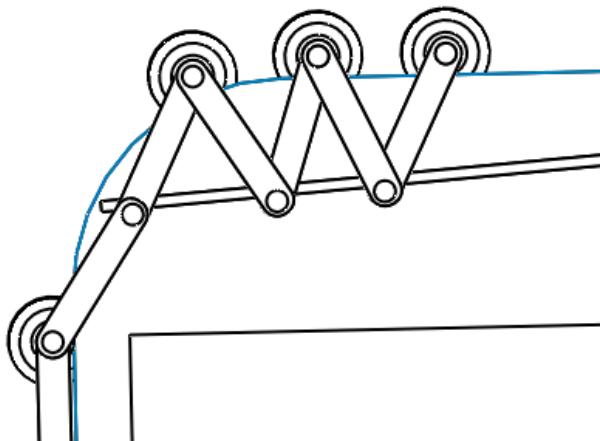
Slika 3.4.3.a Koncept 1

Radi se o mehanizmu koji odgovara transportnoj traci, samo što su umjesto trake postavljeni valjci, koji se kontinuirano razmiču. Povrće se prenosi translatornim gibanjem valjaka, dok se namješta njihovom rotacijom. Rotacija valjaka se može ostvariti tarnim kolom ili zupčanikom i zupčastom letvom.

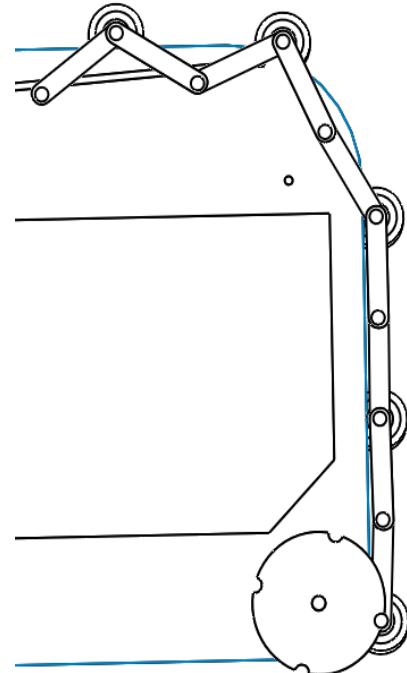
Kontinuirano razmicanje valjaka se može ostvariti na način kako je prikazano na slici 3.4.3a



*Način na koji se ostvaruje promjena razmaka između valjaka*



*Prihvatanje valjaka na letvu*

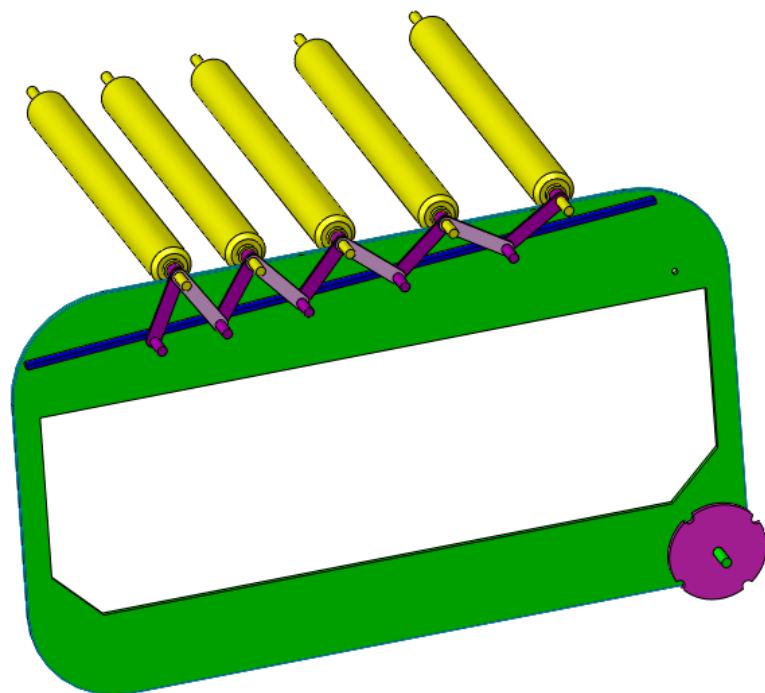


*Upadanje valjaka na posebno dizajnirani pogonski kotač*

*Slika 3.4.3.b Shematski prikaz rješenja promjene razmaka valjaka*

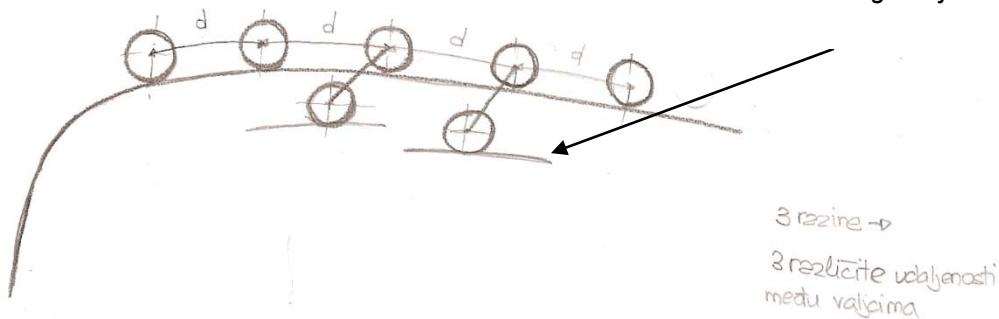
U ovom konceptu, prijenos snage vrši se sustavom poluga i namjenski dizajniranim kotačem. Sustav poluga se može zamijeniti lancem, čime se prijenos snage bitno pojednostavljuje, ali u tom slučaju treba prikladno rješiti vezivanje valjaka na lanac.

Podešavanje se vrši pomicanjem letve.



Slika 3.4.3.c Pojednostavljeni model Koncepta 1

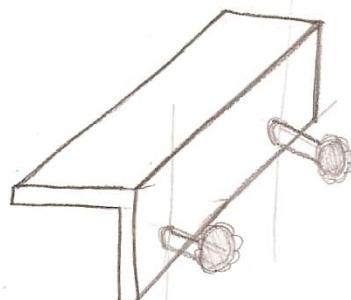
Najveći nedostatak ovoga koncepta je upotreba nestandardnih dijelova. Osim toga koncept zahtijeva detaljnu analizu i relativno složene proračune, pa je zbog toga odbačen.

**KONCEPT 2***Ploča za regulaciju visine*

*REGULACIJA VISINE PLOČA (time i međusobnog razmaka  
medu valjima)*



*ZA PROFIL;*



*Slika 3.4.3.d Koncept 2*

Koncept 2 ima skokovito mijenjanje razmaka valjaka koje se ostvaruje spuštanjem svakog drugog valjka, slično kao i kod konkurentnog proizvoda tvrtke "Allround".

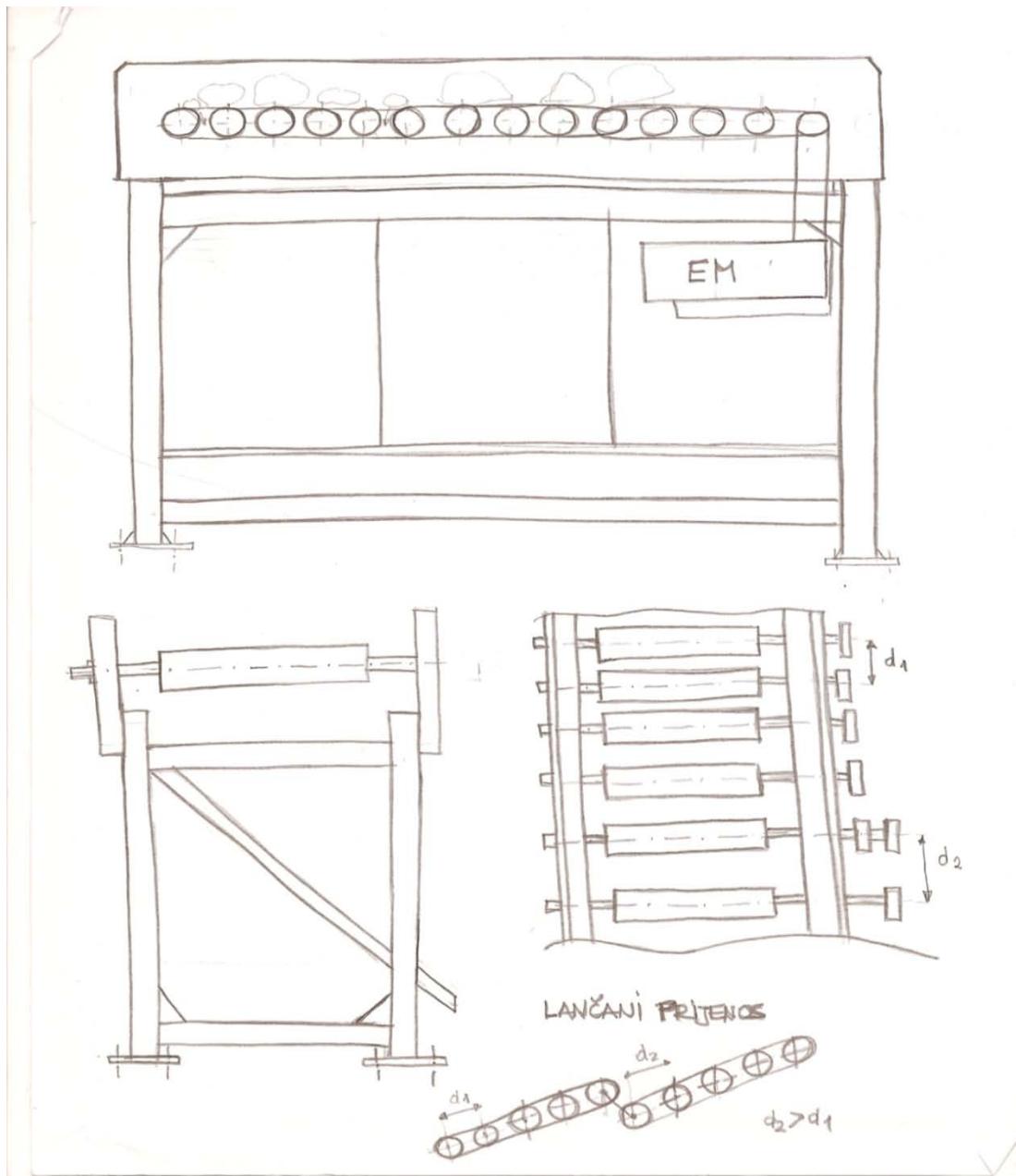
Mehanizam za razvrstavanje povrća se sastoji od dva reda valjaka. Valjci su povezani u parove pomoću poluge. Po jedan valjak iz para klizi po profilu, dok se drugi valjak kreće po ploči ispod profila. Za povećanje razmaka smanjuje se visina ploče, kao što je prikazano na shemi iznad. Rotacija valjaka se kao i u prethodnom konceptu može ostvariti tarnim kolom ili zupčanikom i zupčastom letvom.

Mehanizam je pogonjen elektromotorom, prijenos snage se može vršiti pomoću remenskog ili lančanog prijenosa.

Prednosti ovog koncepta su slijedeće: sadrži manje nestandardnih dijelova, različite visine valjaka smanjuju mogućnost drobljenja proizvoda, lakše je podešavanje i jednostavnija je konstrukcija.

Problem, koji treba riješiti je vezivanje valjaka na lanac.

### KONCEPT 3



Slika 3.4.3.e Koncept 3

Koncept 3 sadrži elektromotor, koji pretvara električnu energiju u rotaciju, lančani prijenos snage, koji prenosi snagu od elektromotora na valjke, valjke, jednakog promjera na konstantnim razmacima, sklopku kao rješenje za upravljanje radom elektromotora, te tri ladice, koje služe za prijenos razvrstanog povrća dalje na trake.

Kod ovog koncepta valjci samo rotiraju, za razliku od prethodnih koncepata, u kojima je uz rotaciju, prisutna i translacija.

Povrće preskakuje s jednog na drugi valjak, i upada između njih kad je veličina razmaka među valjcima veća od promjera povrća.

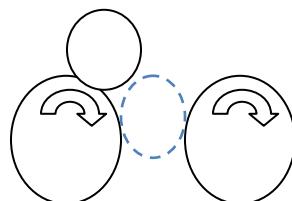
Obzirom da se povrće razvrstava na tri veličine, valjci su podijeljeni u tri grupe.

Prednosti:

Jednostavna konstrukcija, pouzdan i tih rad, lagano servisiranje, malo nestandardnih dijelova,

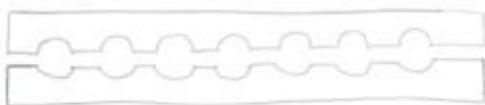
Mane :

Obzirom da se prijenos vrši rotacijom valjaka i da je razmak valjaka nepromijenljiv postoji mogućnost da se komad povrća, koji je promjera neznatno većeg od razmaka valjaka, zaglavi i bude oštećen. Ovaj problem se može ublažiti tako da se brzina rotacije valjaka prema kraju povećava.



Slika 3.4.3.f Zaglavljenje proizvoda između valjaka

Zbog lakše motaže, a i promjene razmaka među valjcima, razmatrana je kao ideja i letva prikazana na slici



Slika 3.4.3.g Letva za valjke

Letva omogućuje laku montažu i zamjenu valjaka, a najveća prednost joj je ta što se valjci mogu staviti, u svaku rupu, svaku drugu ili treću rupu, te je na taj način omogućena promjena razmaka između valjaka, što nadalje omogućava razvrstavanje različitog povrća.

Ali, zbog kompleksnosti izrade kompletног mehanizma, se od nje također odustalo.

#### 3.4.4 Izbor najprikladnijeg koncepta

Nakon provedene tehnoekonomske analize i u suglasnosti sa mentorom, odabrala sam koncept 3, kao najprikladnije rješenje, te krenula s njim u fazu konstruiranja.

## 4. KONSTRUIRANJE

Konstruiranje je proces oblikovanja proizvoda u kojem se određivanjem njegove strukture trebaju što bolje ostvariti zadane funkcije proizvoda. Ono je polazišna faza procesa proizvodnje. U raznim fazama konstruiranja (koncipiranju, projektiranju i razradi) potrebno je razmatranjem svih valjanih i provedivih rješenja te njihovim optimiranjem ostvariti najpovoljniji proizvod.

U posljednoj fazi konstruiranja potrebno je odrediti konačni fizički raspored dijelova konstrukcijskog rješenja, definirati oblik, dimenzije i karakteristike površina te definirati materijal. Zatim je potrebno provjeriti tehničku i ekonomsku izvedivost konstrukcije te izraditi konstrukcijsku dokumentaciju (crteži, sastavnice). Na kraju procesa konstruiranja dolazi razrada, koja često najdulje traje, ali ako smo dobro napravili koncipiranje rješenja, ubrzava se njezino izvođenje.

### 4.1 Pogon stroja

Za pogon stroja odabran je elektromotor, zbog svoje cijene i dostupnosti.

Uzet je standardni elektromotor koji već ima ugrađen reduktor, te standardnu kočnicu zbog dodatne sigurnosti. Odabir elektromotora izvršen je prema katalogu proizvođača Demag.

Odabran je elektromotor WFV 10 DD-B5.0-25-0-22.2 ZBA 71 B 2 B007 sa sljedećim karakteristikama:

Tablica 4.1 Karakteristike elektromotora

DEMAG Cranes &amp; Components - Drive Designer Online

## Data sheet

WFV 10 DD-B5.0-25-0-22.2 ZBA 71 B 2 B007

### ▲ Mounting code

Gearbox type	<b>W</b>	<b>Angular gearbox</b>
Housing type	<b>F</b>	<b>Flange design</b>
Output shaft type	<b>V</b>	<b>Solid shaft with key</b>
Gearbox size	<b>10</b>	<b>10</b>
Number of stages	<b>D</b>	<b>two-stage</b>
Input type	<b>D</b>	<b>Direct drive input (only for cylindrical rotor motors)</b>
Model code	<b>B5.0</b>	<b>B5.0</b>
Output shaft code	<b>25</b>	<b>25</b>
Terminal box position	<b>0</b>	<b>top</b>
Motor type	<b>Z</b>	<b>Cylindrical rotor motor</b>
Application	<b>A</b>	<b>General application with IEC ratings</b>
Motor frame size	<b>71</b>	<b>71</b>
Rating class	<b>B</b>	<b>B</b>
Number of poles	<b>2</b>	<b>2</b>
Brake	<b>B007</b>	<b>B007</b>
Frequency	<b>50</b>	<b>Hz</b>
Transmission ratio	<b>22.2</b>	<b>22.2</b>

### ▲ Performance data

Duty factor	[%ED] : 100
Output speed	[rpm] : 121 bei 50 Hz
Output torque	[Nm] : 38.00
Radial force	[N] : 3860
Duty factor	: 3.15
Motor speed	[rpm] : 2685
Motor power	[kW] : 0.55
Rated current	[A] : 1.50
Brake torque	[Nm] : 3.80

Non-standard brake torque [Nm] :

Rated voltage [V] : 400

Frequency [Hz] : 50

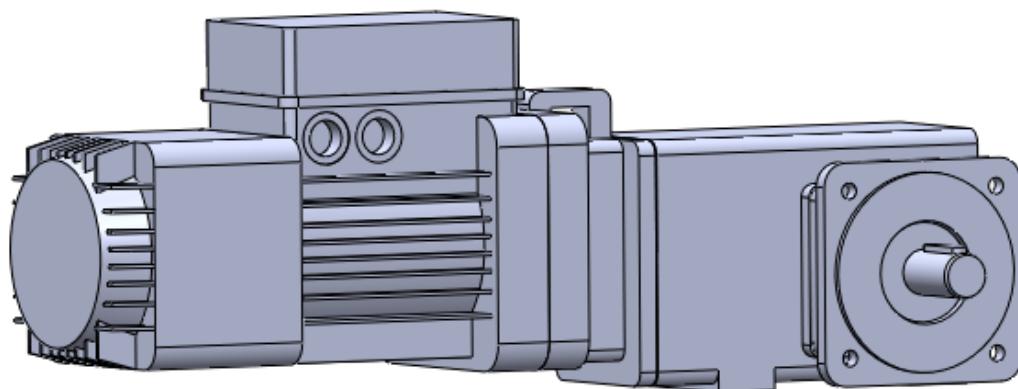
max. ambient temperature [°C] : 40

Enclosure : IP54

Temperature class : F

### ▲ Options and accessories

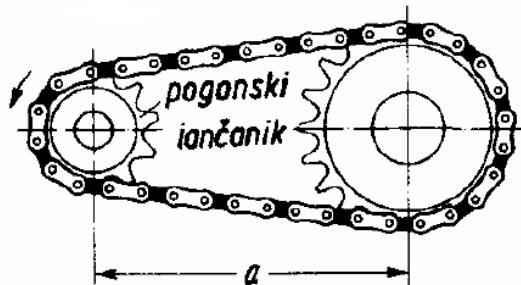
Designation	Price	Order no.
Solid shaft with key	Standard	
Voltage 400 V	Standard	
Standard cover	Standard	
Brake voltage 400V AC, common with the motor winding	Standard	
GE brake rectifier	Standard	



Slika 4.1 Elektromotor

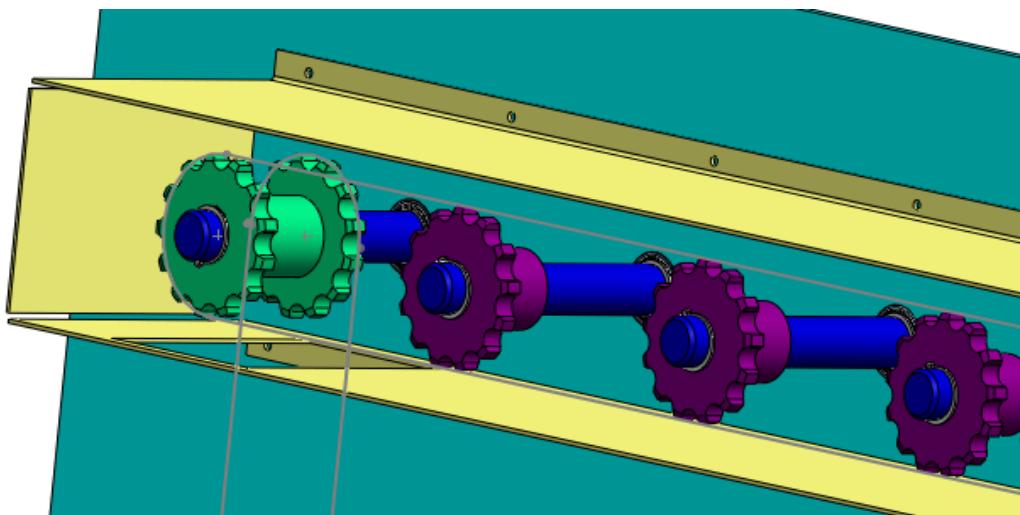
## 4.2 Prijenos snage

Za prijenos snage kao konačno rješenje odabran je lančani prijenos.



Slika 4.2a. Skica lančanog prijenosa (vodoravni položaj)

Lančani prijenos se koristi na mjestima gdje je remenski prijenos nemoguc zbog lošijih prostornih predispozicija, te može za razliku od njega i s manjim obuhvatnim kutom i manjim razmakom prenositi veće sile. U pravilu im nije potrebno nikakvo predzatezanje, te prema tome manje opterećuje vratila. U ovom slučaju je odabran jer je njegova izrada jeftinija od zupčastog prijenosa snage, a dugotrajniji je od remenskog prijenosa snage. Inače je poznato da se lančani prijenos koristi u gradnji transportnih uređaja i za ono što je bitno za ovaj završni rad, kod poljoprivrednih strojeva.



Slika 4.2b. Lančani prijenos stroja za sortiranje povrća

#### 4.2.1.1. Udarna snaga u lancu

$$P_D = \frac{P}{m \cdot k} \quad \text{udarna snaga}$$

P=0,55Kw      snaga elektromotora

m=1      faktor nošenja lanca

z<sub>1</sub>=13      broj zubi pogonskog lančanika

k=0,49      faktor snage, prema tablici 4.2.1.1a

Tablica 4.2.1.1 a Faktor snage k

Faktor udara c	Broj zubi z <sub>1</sub> malog lančanika									
	13	15	17	19	21	23	25	38	45	57
1	(0,66)	0,78	0,89	1	1,11	1,23	1,35	2,11	2,54	3,28
1,5	(0,53)	0,62	0,71	0,80	0,89	0,98	1,08	1,69	2,03	2,62
2	(0,49)	0,57	0,65	0,73	0,81	0,90	0,98	1,54	1,85	2,39
3	(0,42)	(0,49)	0,56	0,63	0,70	0,77	0,85	1,33	1,60	2,06
4	(0,39)	(0,45)	(0,51)	0,58	0,65	0,71	0,78	1,23	1,47	1,80
5	(0,35)	(0,41)	(0,47)	(0,53)	0,59	0,65	0,72	1,12	1,35	1,74

Faktor snage k, se može odabratи ako je poznat faktor udara c i broj zubi pogonskog zupčanika.

Broj zubi pogonskog zupčanika odabran je na temelju slijedećih podataka:

Uobičajeni brojevi zubaca ( neparnim brojevima treba dati prednost) za lančane pogone jesu:

Mali lančanici: z<sub>1</sub> = 9 do 11 pri brzini lanca ispod v=4m/s

- z<sub>1</sub> = 11 do 13 pri brzini lanca do v=4m/s, koraka lanca do p=20mm i za lance duljine preko 40 članaka, za manje osjetljive pogone i za lanca ispod 10 000 h trajnosti

Faktor udara c se izabire is tablice 4.2.1.1b

Tablica 4.2.1.1 b Faktor udarca c

Gonjeni strojevi	elektro-motori	Pogonski strojevi							Transmisijske pogonske (grupni pogon)
		motori s unutarnjim izgaranjem spori				vodene turbine			
		1 cil.	2 cil.	4 cil.	do 2 cil.	do 6 cil.	brzo-hodne	sporo-hodne	parme turbine
Tokarilice, bušilice glodalice blanjalice dobilice strojevi za izvlačenje	1,4 1,5 2,3 2 1,8								
preše hidraulične ekscentarske koljenčaste	1,8 2,5 2			2,8	2,5	2,2			
strojevi za obradu drva tkalački stanovi	1,8 2	4,5	4	3,7	3	2,5	2,5	3,5	1,8 2
prepletač-rotacioni strojevi translatori	1,5 2								
Prelački stroj	1,5								1,5
klipni kompresori jednostepeni dvostepeni	2,5 2		5 4,5	4,5 4	4 3,5	3,5 3			
rotacioni kompresori jednostepeni dvostepeni	1,6 1,3	4 3	3,2 2,7	3 2,5	2,5 2	2 1,6			
puhalo ventilatori	1,5 2,5		3 3,7	2,7	2,5	2			2,5
klipne pumpe 1-cilindrične 2-cilindrične	2 1,8	5 4	4 3,5	3,5 3	3 2,7	2,6 2,3	2,5 2,2	3,5 2,7	
centrifugalne pumpe	1,5	3	2,8	2,5	2,2	2			
valjaonički stanovi preko prijenosnika neposredno	2,5 3								
valjci za gnječeće mlinovi na kugle bubenjasti mlin mlinovi čekićari	2 1,8 2 2,5			5	4,5	4	3,5		2 1,8 2 2,5
kalanderi preko rprijenosnika neposredno	2,5 3								
brusilice za celulozu (sječkalice) vibraciono sito nabijaci bubenjivi za miješanje bageri rudarske glodalice mijesalice transporter za sipki materijal transporter za komadni materijal dizalice viljuškari rudarski čekrk	1,8 2 2 1,7 3 1,6 1,5 2 2,5 3 2,5		4 4 5	3,5 3,5 3,2 3 5 2,8 2,5 3,5 4 4,5	3,2 3,2 3 2,5 4,5 2,2 2,7 3 2,6	2,8 2 2 2 4 2 2 2 2,6	2,2 2 2 2 2 2 2 2 2,6	3	1,8 2 1,6 1,5
generatori veliko postrojenje malo postrojenje	1 1,5		2 2,8				1,2 1,7	1,5 2,5	1 1,5
transmisijske gonjene	1,5				2,3	2	2	2,5	1,5
									1,5

Stroj koji odgovara najbliže stroju za razvrstavanje povrća po promjeru je transporter za komadni materijal,a pogonski stroj u ovom slučaju je elektromotor. Za tu kombinaciju faktor udara c iznosi c=2.





#### 4.2.1.3. Vučna sila u lancu

$$F = \frac{P}{v}$$

$P = 0,55 \text{ kW}$  snaga elektromotora

$$v = 0,4435 \frac{m}{s}$$
 brzina lanca

$$F = \frac{P}{v} = \frac{0,55}{0,4435} = 1,24 \text{ kN}$$

#### 4.2.1.4. Uvjet sigurnosti

$$S_M \geq S_D$$

$$S_M = \frac{F_M}{F} Y \quad \text{sigurnost protiv loma}$$

$F_M = 22,7 \text{ kN}$  lomna sila lanca prema tablici 4.2.1.1 d.

$F = 1,24 \text{ kN}$  vučna sila u lancu

$Y = 0,73$  značajka udara prema tablici 4.2.1.1 e.

Tablica 4.2.1.1 e Značajke udara Y

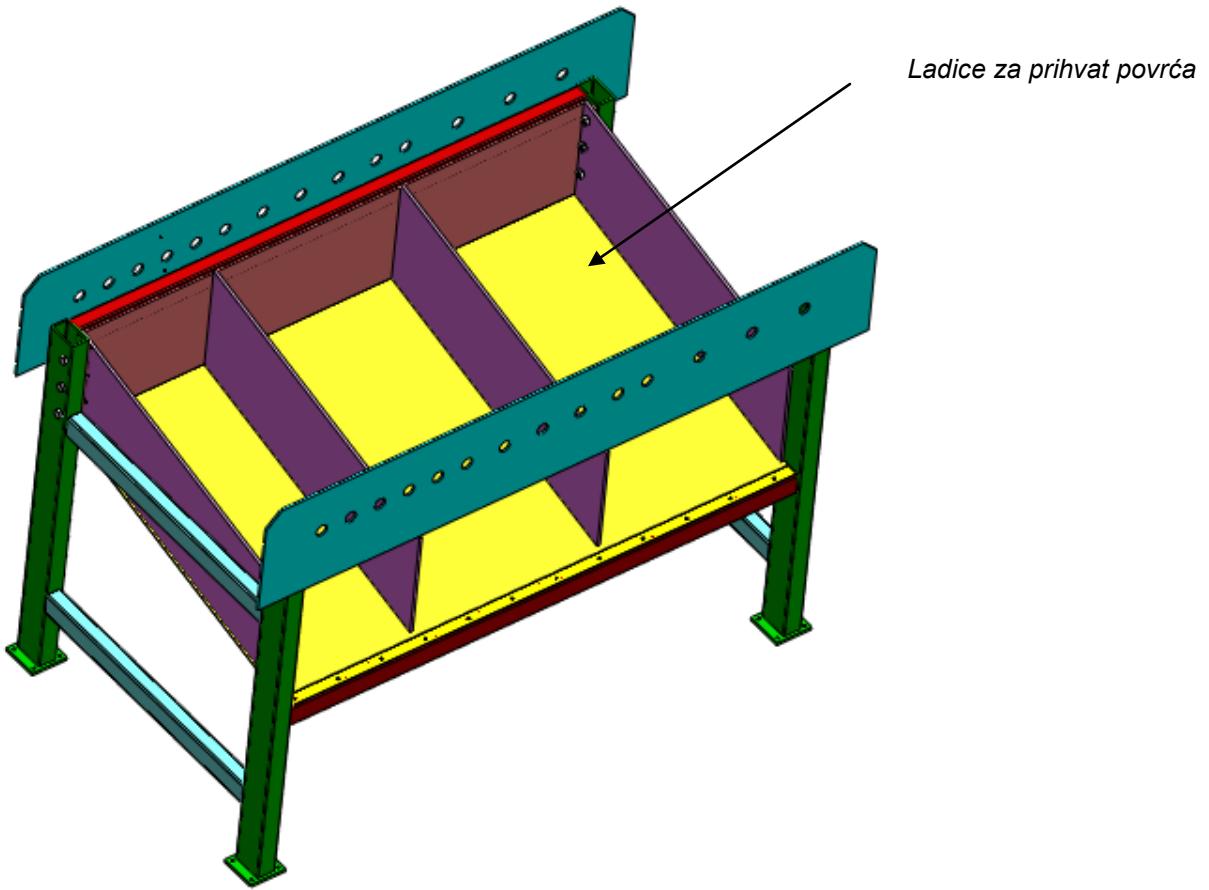
Opterećenje	Faktor udara $c_{ud}$	Značajka udara $y$
Pogon bez udara, ravnomjerno opterećenje	1	1
Ravnomjeran pogon s laganim pojedinačnim udarima, opterećenje s laganim titrajima	1,5	0,8
Lagani udari, opterećenje sa srednje velikim titrajima	2	0,73
Srednji udari, opterećenje s velikim titrajima periodičkog opterećenja	3	0,63
Jaki udari, laki udari koji proizlaze iz preticanja	4	0,58
Jaki udari, srednji udari koji proizlaze iz preticanja	5	0,53

$$S_M = \frac{F_M}{F} Y = \frac{22,7}{1,24} \cdot 0,73 = 13,36$$



#### 4.3 Kućište stroja

Kućište stroja za sortiranje povrća napravljeno je u zavarenoj izvedbi. Korištene su standardne cijevi pravokutnog presjeka te ploče lima odgovarajućih dimenzija.



Slika 4.3 Kućište stroja

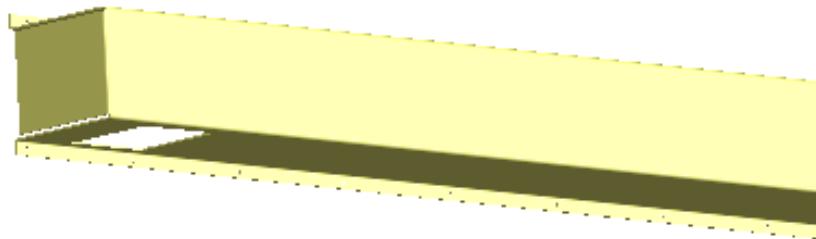
#### 4.4 Ladice za prihvat razvrstanog povrća

Ladice se dobiju postavljanjem lima (žutog na slici) na profil, montiranjem na njega stražnjeg lima, te pregrada.

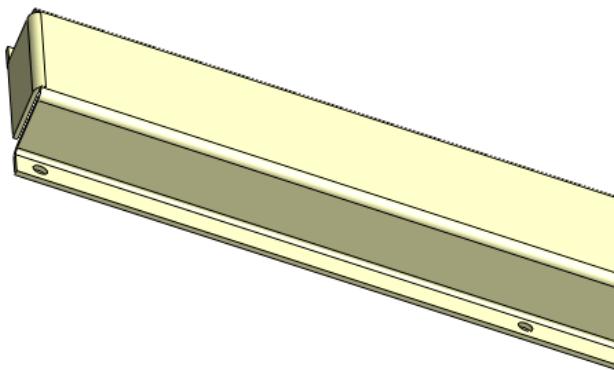
Funkcija ladice za prihvat razvrstavanog povrća je ta da prihvata razvrstano povrće, te se pomoću nje razvrstano povrće transportira na traku. Dno ladice je predviđeno da bude kao sito, kako bi imalo dvostruku ulogu. Na ovaj način mogu se skinuti zaostale nečistoće sa povrća.

#### 4.5 Zaštita

Pravilnikom o zaštiti na radu u poljoprivredi propisuju se posebne mjere i normativi zaštite na radu osoba koje vrše poljoprivredne rade i posebne mjere i normativi zaštite na strojevima, sredstvima i uređajima koji se koriste pri vršenju poljoprivrednih rada. Zato je kod ovoga stroja za razvrstavanje povrća prijenos snage ograđen zaštitnim limom. Sa limom je zaštićena, također i druga strana stroja, da se ležajevi unutar bočne ploče ne bi oštetili.



Slika 4.5a. Zaštitni lim za pogonsku stranu



Slika 4.5b. Zaštitni lim za ne pogonsku stranu

## 5. NAČIN SKLAPANJA

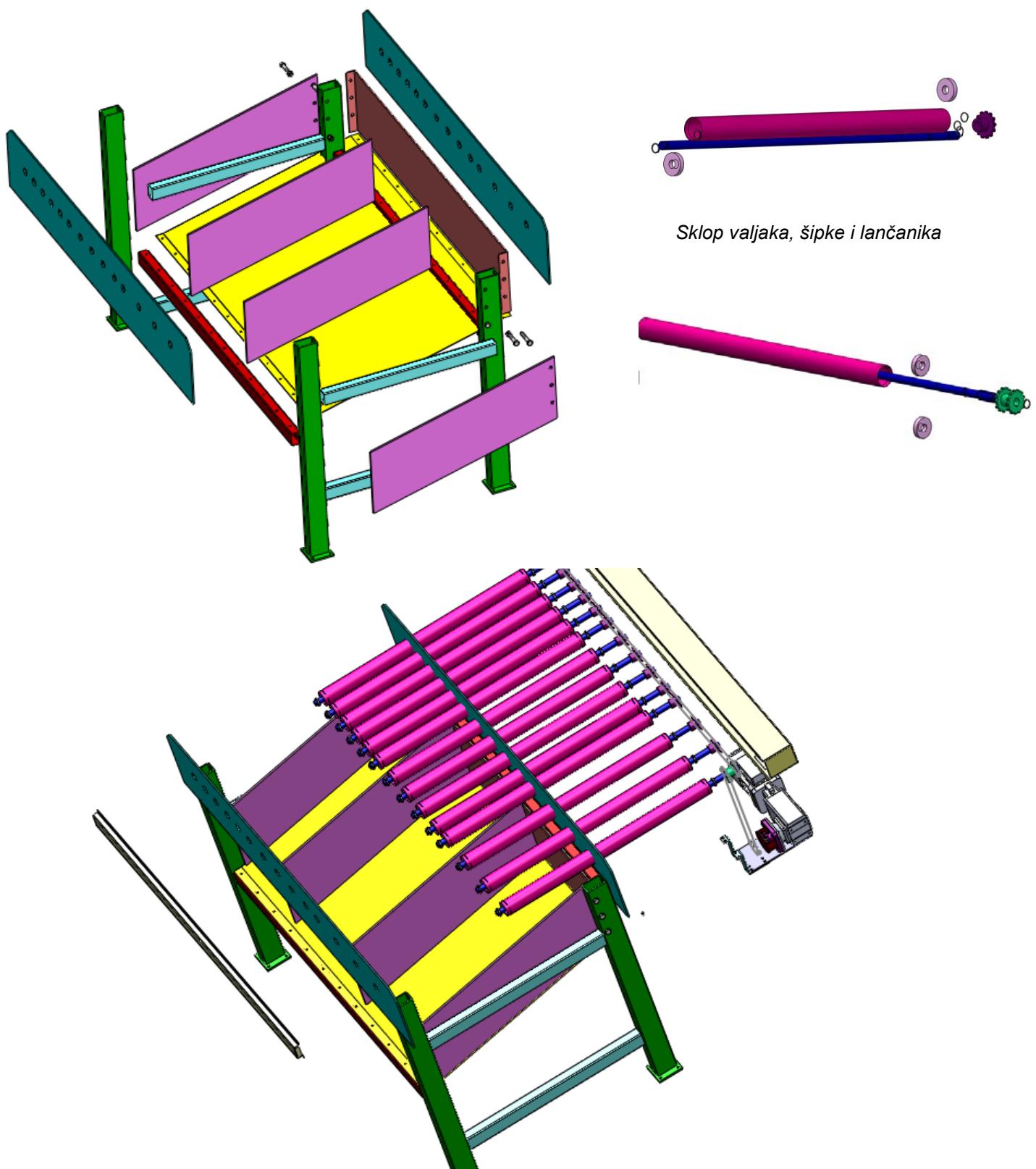
Sklapanje počinje od kućišta stroja, koje je sastavljeno od standardnih pravokutnih cijevi i čeličnih ploča.

Prvo se zavare sve standardne pravokutne cijevi. Zatim se u bočne ploče uprešaju ležajevi te se jedna stavi na sastavljeni kostur kućišta. Nakon toga slijedi montaža valjaka i šipki. Valjci i šipke su međusobno spojeni sa pločom, koja ima unutarnji navoj, a na tom dijelu spoja sama šipka ima također navoj. Šipke i valjci se centriraju, te se nakon toga montira druga bočna ploča. Prije ili poslije montaže valjaka se stavlja na profile lim koji drži ladice za prihvrat povrća. On se također spaja predviđenim vijčanim spojevima za standardne profile. Na njega se montiraju bočne pregrade.

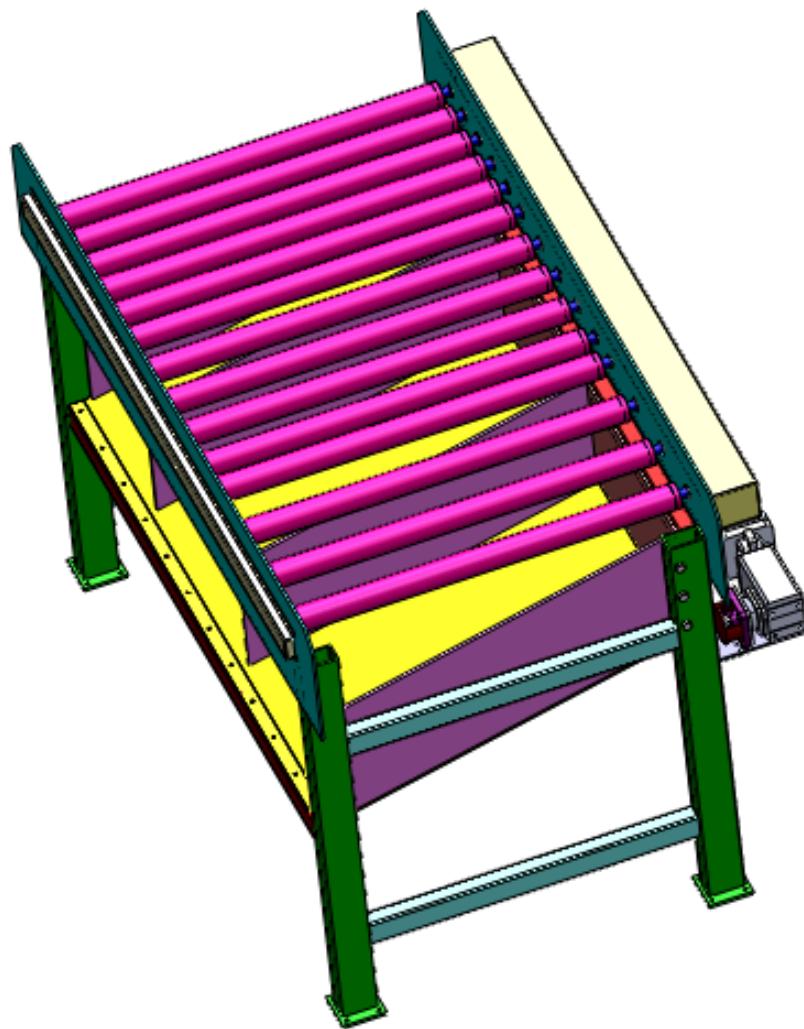
Nakon toga, slijedi montaža lančanika, lanaca i natezača lanaca. Natezače lanaca nažalost u slijedećim slikama, niti u modelu nema, ali su predviđeni.

Montaža elektromotora, koja slijedi, se vrši pomoću Z profila. Z profil se pomoću vijaka spoji na pravokutni profil, te se na njega postavi ploča, na kojoj leži elektromotor.

Poslije svega navedenog na kućište se još sa bočnih strana stavljaju zaštitni limovi, te sa strane jedna posuda za nerazvrstano povrće.



Slika 5a. Dispozicijski crtež



Slika 5b. Stroj za razvrstavanje po promjeru

## 6. PRILOG

### 6.1 Tehnička dokumentacija

## 7. ZAKLJUČAK

Proizvod je kompleksni sustav sklopljen od mnogobrojnih komponenti, koji u pravilu mora dovoljno dobro funkcionirati, a jedan nedostatak, primjerice u izradi, može biti koban za dobру prodaju. Vezano, za stroj za sortiranje povrća, naišla sam na niz problema koje sam morala rješiti. Kao prvo postavilo se pitanje, da li je stroj za sortiranje povrća, kao univerzalni stroj izvediv i kako.

Istraživanjem tržišta došla sam do zaključka, da su uređaji s translatornim gibanjem valjaka, poput onih tvrtki "Kerianmachines" i "Allround", u pogledu preciznosti i kvalitete razvrstavanja, te "nježnosti" prema proizvodu jedni od boljih, ali za razvijanje takvih mehanizama je potrebno vrijeme, znanje i multidisciplinarni timovi ( suradnja različitih vrsta inžinjera, poljoprivrednika..).

Na odabir rješenja za zadani problem bitno je utjecala činjenica, da niti jedna od navedenih tvrtki ne prikazuje svoju tehničku dokumentaciju, a mehanizam tvrtke "Kerianmachines" je i patentiran, što znači da bi se trebalo razviti, originalan, mehanički, vrlo složen sustav, s većim brojem nestandardnih dijelova.

U dogovoru s mentorom dr.sc. Nevenom Pavkovićem pojednostavili smo zadatak. Stroj konstruiran u ovom završnom radu, je najjednostavnija izvedba, koja se mogla napraviti, a da funkcionira.Ovako kontruiran stroj ima više mana, nego prednosti. Stroj je konstruiran za jednu veličinu povrća, montaža je prilično komplikirana, a problem oštećenja povrća ako se zaglavi među valjcima nije rješavan. Značajne prednosti su jednostavna i jeftina izvedba, te pouzdanost i upotreba standardnih dijelova. Stroj ne zahtijeva nikakvo održavanje i stručnost kod rukovanja. Zato bi mogao naći mjesto, u manjim, porodičnim gospodarstvima.

## 8. LITERATURA

1. Decker, K-H: Elementi strojeva, Tehnička knjiga, Zagreb
2. Kraut, B: Strojarski priručnik, Axiom, Zagreb, 1997
3. Cadlab.fsb.hr, Podloge za vježbe V1, Teorija konstruiranja, ak. godina 2006/07
4. Cadlab.fsb.hr, Predavanja, Razvoj proizvoda, ak.godina 2005/06
5. SKF katalog, [skf.com](http://skf.com)
6. DEMAG katalog, <http://www.demag-drivedesigner.com/>
7. <http://www.allroundvp.nl/>
8. <http://www.kerianmachines.com/>