



Uređaj za sortiranje kuglica



ZADATAK: Projektovati uređaj za sortiranje kuglica u odnosu na njihovu veličinu.

Sortiranje se vrši prema njihovoj veličini, tj. u tri klase dimenzija:

I klasa:	prečnik 90 mm
II klasa:	prečnik 105 mm
III klasa:	prečnik 115 mm

Dopremanje kuglica (nesortiranih) vrši se ručno.

CILJ: Konstruisanje jednostavnog uređaja sa stanovišta rukovanja i održavanja.

Prvi korak: što bolje raščlaniti i definisati sve uslove neophodne za ispunjenje zadatka.



Glavna vrsta pretvaranja je pretvaranje materijala, tj. sortiranje kuglica. Vrsta materijala nije bitna.

LISTA ZAHTJEVA:

- Fiksni zahtjevi - moraju biti bezuslovno ispunjeni.
- Tolerisani zahtjevi- moraju biti ispunjeni, ali je njihovo ispunjenje moguće uz izvjesne tolerancije.
- Želje- potrebno je ispuniti ako to drugi uslovi dozvoljavaju.

FIKSNI ZAHTJEVI


- istresanje kuglica se obavlja ručno;
- sačuvati kuglice od oštećenja;
- obezbjediti zaštitu poslužioca od povređivanja;
- obezbjediti dopremanje sortiranih kuglica u pakete, i
- jednostavno rukovanje uređajem.

TOLERISANI ZAHTJEVI

- gabariti mašine da su što manji;
- radni vijek mašine što duži, i
- potpuno sinhronizovan rad mašine.

ŽELJE

- održavanje sa minimalnim troškovima,
- što jednostavnija izrada i montaža, i
- minimalna cijena mašine.

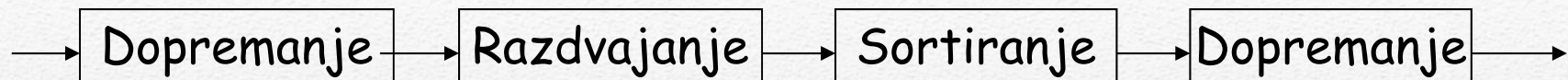


Drugi korak: definisati funkcionalnu strukturu razmatrane mašine, tj. da se što apstraktnije, logičkim razmišljanjem opiše prelaz sa ulaznih produkata i njegovih osobina na izlazne produkte i njegove osobine.

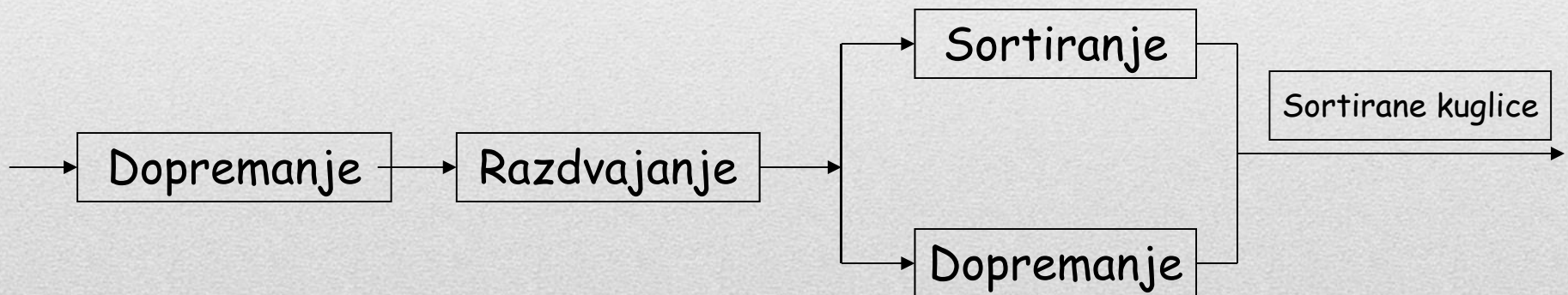
Potrebno sortiranje kuglica odvija se kroz četiri faze tj. četiri operacije:

1. dopremanje ne sortiranih kuglica ,
2. razdvajanje,
3. sortiranje,
4. dopremanje sortiranih kuglica.

Na osnovu plana toka, formira se funkcionalna struktura.



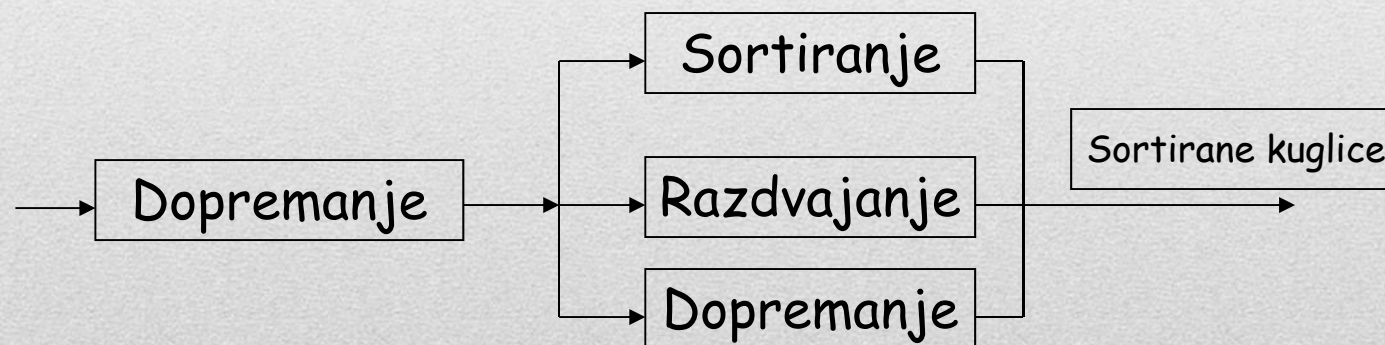
Strukturna varijanta I - osnovna funkcionalna struktura



Strukturna varijanta II




Strukturna varijanta III



Strukturna varijanta IV

Lista izbora strukturnih varijanti

STRUKTURNE VARIJANTE				Lista kriterijuma
I	II	III	IV	
+	+	+	+	A- odgovara tehničkom zadatku
+	+	+	+	B- ispunjeni su zahtjevi iz liste zahtjeva
+	+	+	+	C- postoji principijelna mogućnost realizacije
-	+	+	+	D- može se realizovati u vlastitoj režiji
+	+	-	-	E- očekivani troškovi su u planiranim granicama
-	+	-	-	F- siguran način funkcionisanja
-	+	-	-	G- jednostavan razvoj konstrukcionog rješenja
+	+	+	+	H- obezbjeđuje kontinualno dopremanje kuglica
-	+	-	-	ODLUKA



Treći korak: potrebno je pronaći one fizičke efekte koji će realizovati pojedine parcijalne funkcije.

PARCIJALNA FUNKCIJA: dopremanje ne sortiranih kuglica

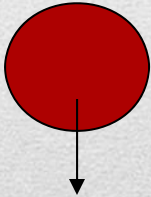
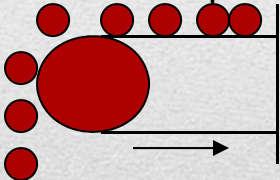
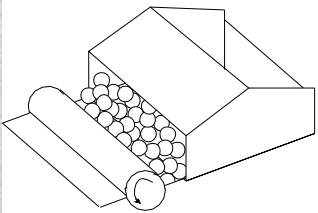
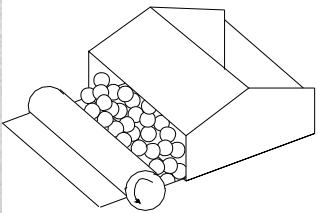
Za parcijalnu funkciju "dopremanje" nijesu traženi fizički efekti - ova parcijalna funkcija strogo je definisana u fiksnoj listi zahtjeva, **dopremanje ne sortiranih kuglica se vrši ručno.**

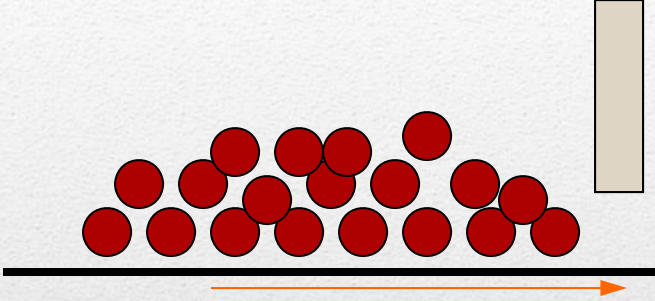
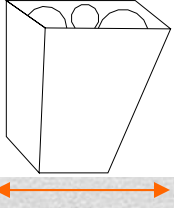
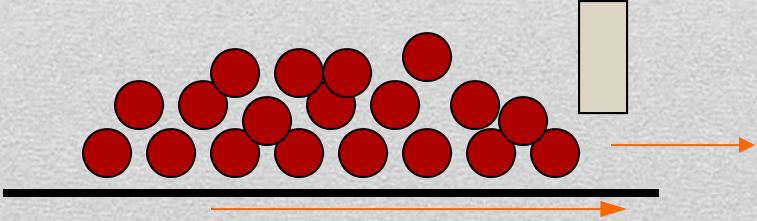
PARCIJALNA FUNKCIJA: razdvajanje kuglica

kuglice u grupi

RAZDVAJANJE

kuglice razdvojene

Fizikalno područje	Fizički efekat	Princip rješenja	Oznaka
Mehanika	Slobodan pad $G=mg$ 	Razdvajanje slobodnim padom 	2.1.
Mehanika	Kretanje niz strmu ravan i obrtno kretanje valjka 	Razdvajanje se vrši uz pomoć valjka sa krilcima 	2.2.

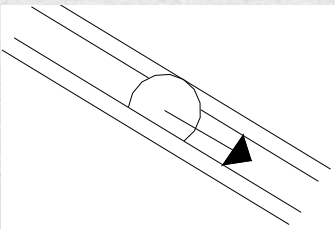
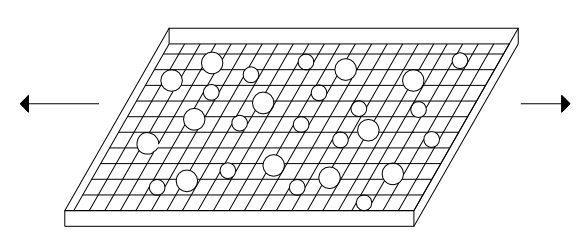
Fizikalno područje	Fizički efekat	Princip rješenja	Oznaka
Mehanika	Efekat oblika (nepropustljivost tijela)	Razdvajanje pomoću otvora odgovarajućih dimenzija 	2.3.
Mehanika	Vibracije	Razdvajanje uz pomoć vibracija sanduka 	2.4.
Mehanika fluida	Sila usisavanja	Razdvajanje pomoću usisavanja 	2.5.

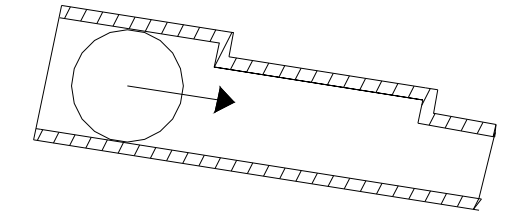
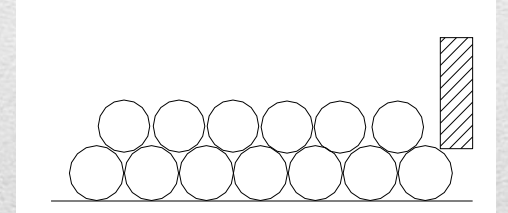

PARCIJALNA FUNKCIJA: sortiranje kuglica

razdvojene kuglice

SORTIRANJE

sortirane kuglice

Fizikalno područje	Fizički efekat	Princip rješenja	Oznaka
Mehanika	<u>Efekat oblika</u> Kuglice se kotrljaju između šina pod dejstvom inercijalnih sila i propadaju na odgovarajuća mjesta.	Sortiranje se vrši propadanjem 	3.1.
Mehanika	<u>Efekat oblika</u> Sortiranje se vrši prosijavanjem kuglica kroz različita sita.	Veličine rešetki sita su različite 	3.2.

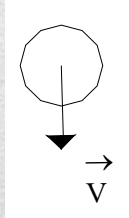
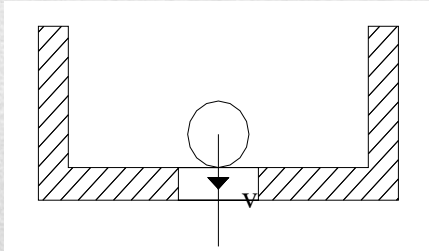
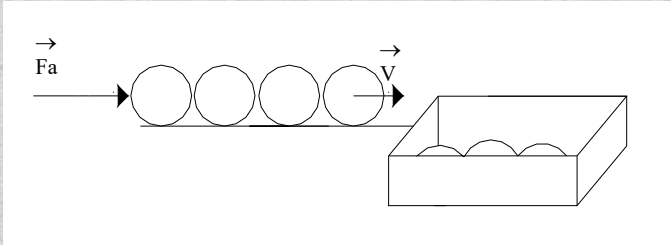
Fizikalno područje	Fizički efekat	Princip rješenja	Oznaka
Mehanika	<u>Efekat oblika</u> Kretanje kuglica kroz kružne cijevi različitog prečnika pod dejstvom inercijalne sile	Sortiranje se vrši otvaranjem usta cijevi 	3.3.
Mehanika	<u>Efekat oblika</u> Kretanje kuglica po traci i nailazak na tijelo koje omogućuje prolazak odgovarajućih kuglica	Sortiranje otvorom odgovarajuće dimenzije 	3.4.
Mehanika	<u>Efekat oblika</u> Obavlja se jednostavno mjerenjem prečnika kuglice uz pomoć nekog mjernog instrumenta	Mjerenje kljunastim pomičnim mjerilom 	3.5.

PARCIJALNA FUNKCIJA: dopremanje kuglica

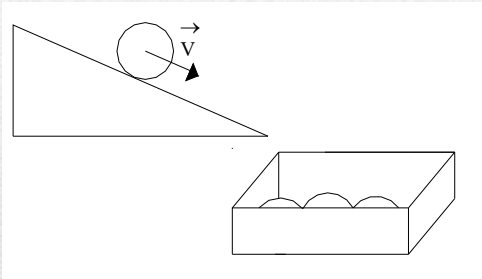
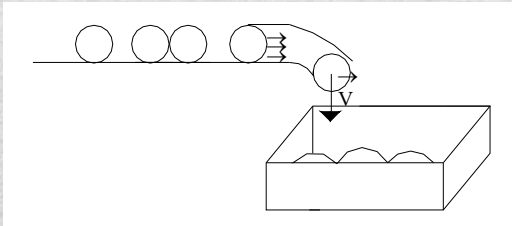
sortirane kuglice

DOPREMANJE

sortirane kuglice
dopremljene u pakete

Fizikalno područje	Fizički efekat	Princip rješenja	Oznaka
Mehanika	<u>Kretanje pomoću sile zemljine teže</u> 	Dopremanje slobodnim padom 	4.1.
Mehanika	<u>Kretanje pomoću sile akcije</u> $F_A = ma$	Sortirane kuglice dopijevaju u paket silom teže 	4.2.

Inženjersko projektovanje

Fizikalno područje	Fizički efekat	Princip rješenja	Oznaka
Mehanika	Kretanje se vrši kotrljanjem kuglica niz strmu ravan	<p>Kotrljanje niz strmu ravan</p>  <p>The diagram shows a ball on an inclined plane. A velocity vector \vec{v} points down the slope. Below the plane is a rectangular box containing several balls.</p>	4.3.
Mehanika	Sila usisavanja	<p>Dopremanje silom usisavanja</p>  <p>The diagram shows a hand holding a tube that is sucking a ball into a box. The box contains several balls. A velocity vector \vec{v} points downwards from the tube into the box.</p>	4.4.

Inženjersko projektovanje

Parcijalna funkcija	Varijantno rješenje				
	1	2	3	4	5
II	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
III	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
IV	4.1	4.2	4.3	4.4	

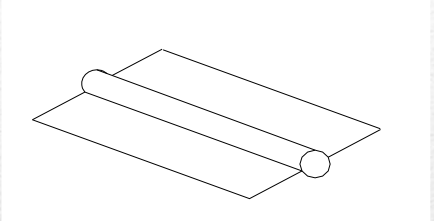
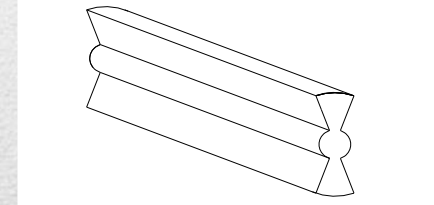
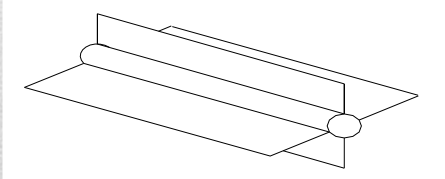
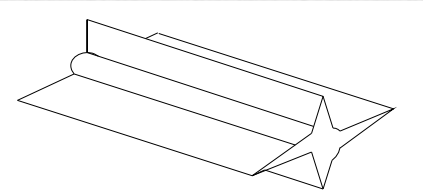
The diagram illustrates variant solutions for three partial functions (II, III, IV) across five variants (1-5). The grid contains points labeled with variant numbers (e.g., 2.1, 3.1, 4.1) and colored lines connecting them: black, orange, green, and magenta.

Lista izbora konceptijskih varijanti

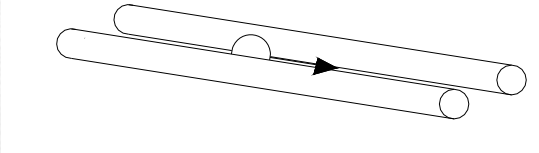
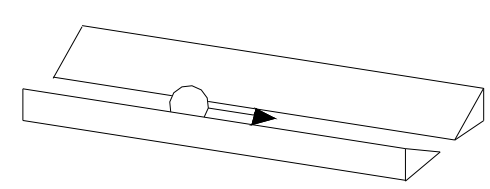
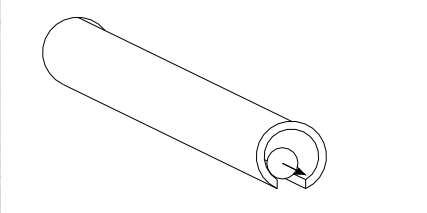
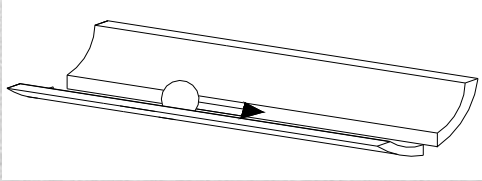
KONCEPCIJSKE VARIJANTE				Lista kriterujuma
I	II	III	IV	
+	+	+	+	A - odgovara listi zahjeva
+	+	+	+	B - može se realizovati u sopstvenoj režiji
+	+	+	+	C - očekivani troškovi su u dozvoljenim granicama
-	+	+	+	D - siguran način funkcionisanja
+	+	-	-	E - ima prednost u svom području primjene
-	+	+	+	F - jednostavan razvoj konstrukcijskog rješenja
-	+	-	-	G - bez posebnih zahtjeva za materijal i energiju
+	+	+	-	H- pogodna konstrukcija
+	+	-	-	I - lako uklapanje u okolne sisteme
-	+	+	-	J- jednostavno održavanje
	+			ODLUKA

Četvrti korak: Konstruktivno oblikovanje

Konstruktivna varijanta za parcijalnu f-ju razdvajanje

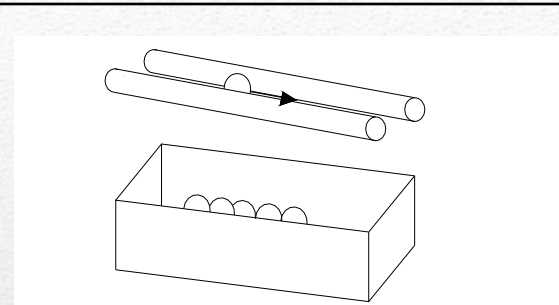
<p>Varijanta: 2.2.1 Osnovno principijelno rješenje</p>	
<p>Varijanta: 2.2.2 Varijacija na osnovu promjene oblika radnih površina</p>	
<p>Varijanta: 2.2.3 Varijacija na osnovu promjene oblika i broja radnih površina</p>	
<p>Varijanta: 2.2.4 Varijacija na osnovu promjene oblika i broja radnih površina</p>	

Konstruktivna varijanta za parcijalnu f-ju sortiranje

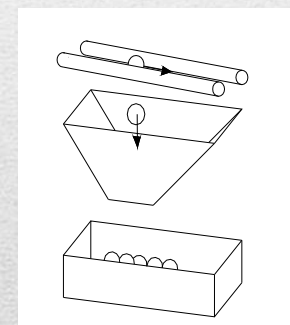
<p>Varijanta: 3.1.1 Osnovno principijelno rješenje</p>	 A schematic diagram showing two parallel horizontal tubes. A small sphere is positioned between them, with an arrow pointing to the right, indicating its direction of travel.
<p>Varijanta: 3.1.2 Varijacija na osnovu promjene oblika radnih površina</p>	 A schematic diagram showing a horizontal channel with a V-shaped cross-section. A small sphere is positioned in the center of the channel, with an arrow pointing to the right.
<p>Varijanta: 3.1.3 Varijacija na osnovu promjene oblika i broja radnih površina</p>	 A schematic diagram showing a curved tube. A small sphere is positioned at the end of the tube, with an arrow pointing to the right.
<p>Varijanta: 3.1.4 Varijacija na osnovu promjene oblika i broja radnih površina</p>	 A schematic diagram showing a horizontal channel with a curved top surface. A small sphere is positioned in the center, with an arrow pointing to the right.

Konstruktivna varijanta za parcijalnu f-ju dopremanje

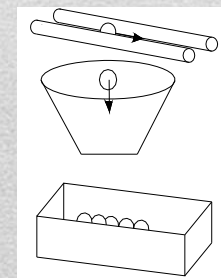
Varijanta: 4.1.1
Osnovno principijelno rješenje



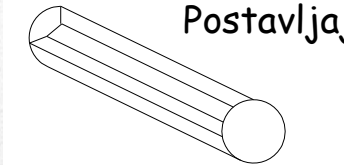
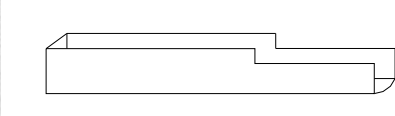
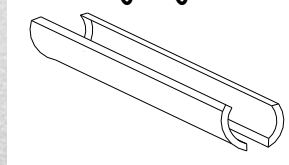
Varijanta: 4.1.2
Varijacija na osnovu promjene oblika i broja radnih površina



Varijanta: 4.1.3
Varijacija na osnovu promjene oblika i broja radnih površina




Peti korak: Poboljšanje rješenja

SMETNJE	MJERE
<p>Parcijalna rješenja: 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3 i 2.2.4 Mogućnost ispadanja kuglica sa valjka prilikom prihvatanja istih sa sanduka.</p>	 <p>Postavljaju se branici sa strane</p>
<p>Parcijalna rješenja: 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3 i 2.2.4 Mogućnost propadanja kuglica između valjka i sanduka pri propadanju istih iz sanduka.</p>	<p>Valjak i sanduk se postavljaju tako da je rastojanje između valjka i sanduka manje od prečnika najmanje kuglice.</p>
<p>Parcijalna rješenja: 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3 i 3.1.4 Mogućnost iskakanja kuglica pri prihvatanju istih u kanal za sortiranje.</p>	<p>Dio koji vrši prihvatanje</p> 
<p>Parcijalna rješenja: 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3 i 3.1.4 Mogućnost oštećenja kuglica prilikom propadanja iz kanala za sortiranje usled oštarih ivica.</p>	<p>Vrši se zaobljenje ivica kanala</p> 
<p>Parcijalna rješenja: 4.1.1, 4.1.2 i 4.1.3 Mogućnost oštećenja kuglica prilikom propadanja istih iz kanala za sortiranje usled pada sa neke veće visine.</p>	<p>Paketi se postavljaju ispod samog kanala kako bi se onemogućio pad sa veće visine (oštećenje)</p>

Šesti korak: Izbor najpovoljnije varijante (ocjena prema skali ocjenjivanja od 1 do 4)

Kriterijumi procjene	VARIJANTE											
	2.2.1	2.2.2	2.2.3	2.2.4	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.1.4	4.1.1	4.1.2	4.1.3	
Jednoznačno izvršenje funkcije	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Jednostavno izvršenje f-je	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
Dobra mogućnost integr. f-je	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4
Mala opasnost od zaglavljivanja	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3
Male mogućnosti za pojavu greške pri radu	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
Mala opasnost od oštećenja kuglica	3	4	3	3	4	4	4	4	2	3	3	3
Niski konstrukcioni zahtjevi	4	3	4	3	3	3	3	3	4	2	2	2
Jednostavna izrada	4	2	4	2	4	3	3	4	4	2	2	2
Jednostavna montaža	4	4	4	4	3	3	3	3	4	2	2	2
Jednostavne površine dijelova	4	3	4	3	4	3	2	4	4	3	2	2
Jednostavno održavanje	4	4	4	4	4	3	2	4	4	3	3	3
Mali broj različitih dijelova	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3
Niski zahtjev u pogledu tačnosti	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Niski zahtjevi u pogledu kvaliteta obrade površina	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3
Malo habanje dijelova	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Brza mogućnost izmjene dijelova	3	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	3
Nizak stepen mašinske obrade	3	3	3	2	3	2	2	3	4	3	3	3
Brz i efikasan rad	2	2	4	3	2	3	3	4	4	4	4	4
Male dimenzije	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3
Niski troškovi	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	3
ZBIR	69	65	74	66	69	68	64	74	77	63	62	62



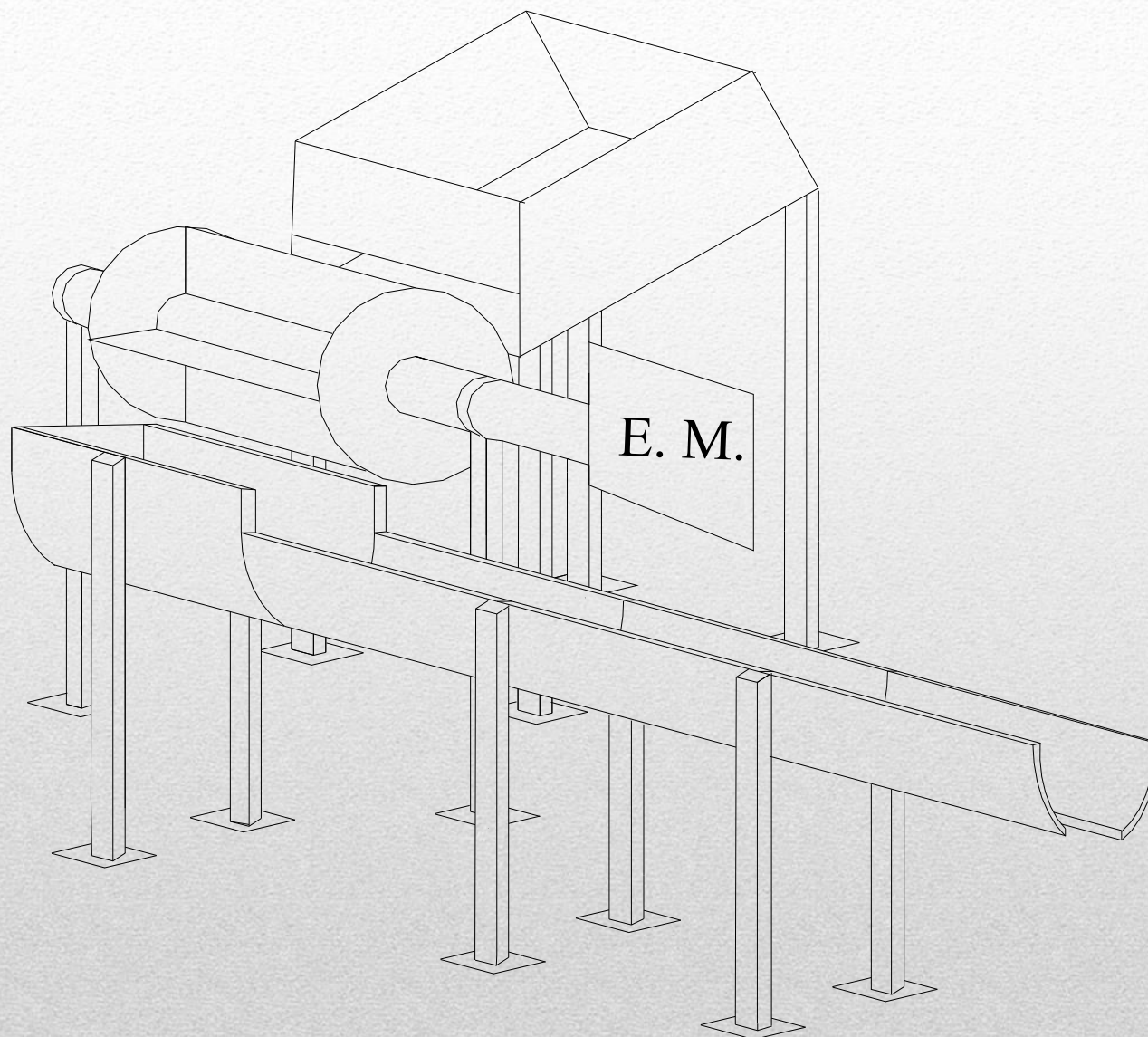
Konacno idejno rješenje je kombinacija varijanti: **2.2.3 - 3.1.4 - 4.1.1**

Sedmi korak: Konstrukciona razrada

Proračun dijelova

Izbor materijala

Izrada tehničke dokumentacije



Prof. dr Darko R. Bajić, dipl.inž.maš.