

Transport u industriji - trakasti transporter

Vuljanković, Tomislav

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:855093>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-19**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
STROJARSKI ODJEL
SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ
STROJARSTVA

Tomislav Vuljanković

TRANSPORT U INDUSTRIJI – TRAKASTI TRANSPORTER

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2018. godina

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
STROJARSKI ODJEL
SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ
STROJARSTVA

Tomislav Vuljanković

TRANSPORT U INDUSTRIJI – TRAKASTI TRANSPORTER

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Marijan Brozović, dipl.ing.,v.p.

Karlovac, 2018. godina



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Trg J.J.Strossmayera 9
HR-47000, Karlovac, Croatia
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni / **specijalistički studij: Strojarstva**
(označiti)

Usmjerenje: **Proizvodno strojarstvo**

Karlovac, 22.03.2018.

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: **Tomislav Vuljanković**

Matični broj: 0111415007

Naslov: **TRANSPORT U INDUSTRIJI – TRAKASTI TRANSPORTER**

Opis zadatka:

U završnom radu razraditi osnove transportnih sustava za unutrašnje i vanjsko skladištenje robe, te razne načine transportiranja materijala u procesnoj industriji ovisno o zahtjevima i potrebama tržišta te proizvodnih procesa.

U uvodnom dijelu osvrnuti se na značajke transportnog materijala i tok materijala, te podjelu transportnih sistema (odnosno transportera) u industriji. Objasniti osnovne pojmove vezane uz prekrcajnu mehanizaciju i njihove načine rada.

U završnom dijelu rada napraviti konkretnu razradu trakastih transportera. Objasniti njihov princip rada te dati podjelu s obzirom na transportirani materijal. Izraditi konstrukcijski primjer za transport sipkog materijala (pijeska) u tvornici staklene ambalaže. Na kraju, dati zaključak na temu transportnih sustava u industriji.

Zadatak izraditi i opremiti sukladno Pravilniku o završnom radu VUK-a.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

22.03.2018.

31.08.2018.

05.09.2018.

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Marijan Brozović, dipl.ing.,v.p.

IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija, navedenu literaturu te savjete i primjedbe mentora, dipl.inž.prof. Marijana Brozovića. Ovim putem mu se zahvaljujem na uloženom trudu i pomoći prilikom pisanja diplomskog rada. Također, zahvalio bih se svima onima koji su mi na bilo koji način pomogli prilikom pisanja ovog rada. Na završetku, najveće hvala mojoj obitelji koja mi je kroz cijeli moj studij bila najveća podrška.

Tomislav Vuljanković

TRANSPORT U INDUSTRIJI – TRAKASTI TRANSPORTER

SAŽETAK

U svojem završnom radu baviti ću se razradom osnovnih transportnih sustava za unutrašnje i vanjsko skladištenje robe te razne načine transportiranja materijala u procesnoj industriji ovisno o zahtjevima i potrebama tržišta te proizvodnih procesa.

U uvodnom dijelu osvrnuti ću se na značajke transportnog materijala i tok materijala te podjelu transportnih sistema (odnosno transportera) u industriji. Konkretnije, objasniti ću osnovne pojmove vezane uz prekrcajnu mehanizaciju i njihove načine rada.

U završnom dijelu ovog rada napravljena je konkretna razrada trakastih transportera. Objasnjen je njihov princip rada te podjela s obzirom na transportirani materijal. Također, izrađen je i konstrukcijski primjer za transport sipkog materijala (pijeska) u tvornici staklene ambalaže. Na kraju, na osnovu svega navedenog u ovom radu dat je zaključak na temu transportnih sustava u industriji.

TRANSPORT IN INDUSTRY – BELT CONVEYOR

SUMMARY

In this my final work, I will explain basic transport system for internal and external storage of goods and various ways of transporting materials in the processing industry depending on the demands and needs of the market and production processes.

In the introductory part, I will look at the characteristics of the transport material and material flow and the division of the transport systems (or transporters) into the industry. More specifically, I will explain the basic concepts related to the transverse mechanization and their modes of operation.

In the final part of this paper, a concrete construction of belt conveyors has been made. Their principle of operation and division considering to the transported materials are explained. Also, a constructive example was made for transporting bulk materials (sand) in the glass packaging factory. Finally, based on the above, this paper gives a conclusion on the subject of transport systems in the industry.

SADRŽAJ

POPIS SLIKA	- 1 -
1. UVOD	- 3 -
2. ZNAČAJKE TRANSPORTNOG MATERIJALA	- 4 -
3. TOK MATERIJALA.....	- 5 -
4. TRANSPORTNI SISTEMI U INDUSTRIJI	- 7 -
5. TRANSPORTNA SREDSTVA ZA NEPREKIDNI TOK MATERIJALA	- 8 -
5.1. Transporteri.....	- 8 -
5.1.1. Valjčani transporteri ili kotrljače	- 8 -
5.1.2. Člankasti transporteri.....	- 11 -
5.1.3. Pužni transporteri.....	- 13 -
a) Tehničke karakteristike	- 14 -
5.1.4. Elevatori.....	- 15 -
a) Elevatori za sipki materijal.....	- 16 -
b) Elevatori za komadni materijal	- 17 -
5.1.5. Vibracijski transporteri	- 17 -
5.1.6. Lančani transporteri.....	- 19 -
5.1.7. Ovjesni transporteri	- 20 -
5.1.8. Bacači	- 21 -
5.1.9. Trakasti transporteri.....	- 23 -
a) Podjela transportera s trakom.....	- 24 -
b) Prednosti i nedostaci trakastih transportera	- 27 -
c) Traka transportera	- 28 -
d) Usmjerenje kretanja trake	- 30 -
e) Valjci za podržavanje trake	- 31 -
f) Bočni valjci.....	- 32 -
g) Pogonski, natezni i skretni uređaji	- 33 -
• Pogonski uređaji	- 33 -
• Bubnjevi transportnih traka	- 33 -
• Brisač trake.....	- 34 -
• Natezni i skretni uređaji	- 35 -
h) Uređaji za utovar i istovar tereta	- 37 -
• Uređaji za utovar tereta na traku	- 37 -

• Uređaj za istovar tereta s trake	- 38 -
6. PRORAČUN TRAKASTOG TRANSPORTERA.....	- 41 -
6.1. Presjek materijala na traci	- 41 -
6.2. Odabir širine trake.....	- 41 -
6.3. Snaga za pogon transportera	- 43 -
6.3.1. Odabir trake	- 44 -
6.3.2. Odabir valjaka.....	- 44 -
a) Nosivi valjci	- 44 -
b) Povratni valjci	- 45 -
6.3.3. Koeficijent ukupnih otpora	- 46 -
6.3.4. Proračun dodatne snage	- 46 -
6.3.5. Proračun vučne sile.....	- 47 -
6.3.6. Promjer pogonskog bubnja	- 48 -
7. DIJELOVI TRANSPORTERA.....	- 50 -
8. ZAKLJUČAK	- 52 -
9. LITERATURA.....	- 53 -

POPIS SLIKA

<i>Slika 1. Shema nepogonjene kotrljače.....</i>	<i>- 9 -</i>
<i>Slika 2. Kotrljača.....</i>	<i>- 10 -</i>
<i>Slika 3. Nepogonjene kotrljače</i>	
<i>Slika 4. Pogonjena lučna kotrljača</i>	<i>- 10 -</i>
<i>Slika 5. Kotrljača sa zaustavljačem materijala.....</i>	<i>- 11 -</i>
<i>Slika 6. Shema člankastog transportera.....</i>	<i>- 12 -</i>
<i>Slika 7. Pogonjeni člankasti transporter.....</i>	<i>- 12 -</i>
<i>Slika 8. Shema pužnog transportera</i>	<i>- 13 -</i>
<i>Slika 9. Pužni prijevozni transporter.....</i>	<i>- 14 -</i>
<i>Slika 10. Pužni transporter.....</i>	<i>- 15 -</i>
<i>Slika 11. Shema elevatora</i>	<i>- 16 -</i>
<i>Slika 12. Elevator</i>	<i>- 17 -</i>
<i>Slika 13. Vibracijsko sito.....</i>	<i>- 19 -</i>
<i>Slika 14. Transport paleta lančanim prijenosom</i>	<i>- 20 -</i>
<i>Slika 15. Ovjescni transporter</i>	<i>- 21 -</i>
<i>Slika 16. Shema bacača.....</i>	<i>- 22 -</i>
<i>Slika 17. Bacači pijeska</i>	<i>- 22 -</i>
<i>Slika 18. Shema trakastog transportera</i>	<i>- 24 -</i>
<i>Slika 19. Transporter s gumenom trakom, kosi.....</i>	<i>- 24 -</i>
<i>Slika 20. Konstruktivni prikaz trakastog transportera</i>	<i>- 25 -</i>
<i>Slika 21. Transporter trakasti proizvodnje Oprema Vrbovec d.o.o.</i>	<i>- 26 -</i>
<i>Slika 22. Transportne linije trakastog transportera.....</i>	<i>- 26 -</i>
<i>Slika 23. Trakasti transporter s pokrovom.....</i>	<i>- 28 -</i>
<i>Slika 24. Transporter trakasti prijevozni proizvodnje Oprema Vrbovec d.o.o.</i>	<i>- 29 -</i>
<i>Slika 25. Oblikovanje površina gornjeg nosećeg gumenog sloja trake</i>	<i>- 30 -</i>
<i>Slika 26. Slog potpornih valjaka</i>	<i>- 31 -</i>
<i>Slika 27. Trio slog valjaka.....</i>	<i>- 31 -</i>
<i>Slika 28. Okretni slog valjaka s bočnim valjcima za osiguranje trake od bočnog pomicanja.....</i>	<i>- 32 -</i>
<i>Slika 29. Pogonski bubanj bez obloge i s oblogom</i>	<i>- 34 -</i>
<i>Slika 30. Brisač trake ispred povratnog bubnja.....</i>	<i>- 35 -</i>
<i>Slika 31. Ručno natezanje</i>	<i>- 35 -</i>
<i>Slika 32. Natezanje s utegom.....</i>	<i>- 36 -</i>
<i>Slika 33. Mehaničko natezanje.....</i>	<i>- 36 -</i>
<i>Slika 34. Povratak ili skretanje trake: a) povratak trake; b) skretanje trake iz kosog u horizontalni pravac</i>	<i>- 37 -</i>
<i>Slika 35. Utovarni lijevak (nepokretan)</i>	<i>- 38 -</i>
<i>Slika 36. Istovarna glava s lijevkom i cijevi za prihvaćanje tereta</i>	<i>- 39 -</i>
<i>Slika 37. Pokretni dvosmjerni skretač trake.....</i>	<i>- 39 -</i>
<i>Slika 38. Izbacivač tereta s bubnjevima</i>	<i>- 40 -</i>
<i>Slika 39. Presjek transporter: 2) gumena traka; 5) slog „TRIO“ valjaka – proizvodnja Oprema Vrbovec d.o.o.</i>	<i>- 43 -</i>

<i>Slika 40. Nosivi valjci („TRIO“ slog) proizvodnje Oprema Vrbovec d.o.o.</i>	<i>- 45 -</i>
<i>Slika 41. Povratni valjak proizvodnje Oprema Vrbovec d.o.o.</i>	<i>- 45 -</i>
<i>Slika 42. Presjek transportera: 1) motorreduktor; 3) pogonski bubanj; 7) rotaciona četka pogonjena – proizvodnja Oprema Vrbovec d.o.o.</i>	<i>- 47 -</i>
<i>Slika 43. Pogonski bubanj (gumiran) proizvodnje Oprema Vrbovec d.o.o.</i>	<i>- 49 -</i>
<i>Slika 44. Transporter trakasti $L=27300\text{ mm}$, $B=650\text{ mm}$, $\alpha=7^\circ$ proizvodnje Oprema Vrbovec d.o.o.</i>	<i>- 50 -</i>
<i>Slika 45. Transportna linija sipkog materijala (pijeska) u tvrtci Vetropack straža d.d. – Hum na Sutli.....</i>	<i>- 51 -</i>

1. UVOD

Temeljni podsistem svakoga metaloprerađivačkog poduzeća je proizvodnja. Bez obzira na vrstu proizvodnje, jedno od zajedničkih obilježja je potreba za rukovanjem materijalom.

Transport u proizvodnom procesu ima izravan utjecaj na:

- trajanje ciklusa proizvodnje,
- iskorištenje kapaciteta,
- iskorištenje prostora,
- proizvodnost rada,
- troškove proizvodnje.

Ostvarenje toka materijala, kao jednoga od temeljnih tokova u procesu proizvodnje, glavni je zadatak transporta.

Proizvodni sistem najčešće sadrži ove podsisteme:

- obradni,
- **transportni,**
- mjerni,
- upravljački,
- skladišni.

Proizvodnja je izuzetno složena djelatnost koja ujedinjuje i povezuje gotovo sve druge djelatnosti u poduzeću. Prema tome i funkcija transporta (kao jedna od podfunkcija proizvodnje) nije nezavisna.

S obzirom na složenost rješavanja i ustroj problema transporta u industriji, smatra se da ovo područje kao znanstvena subdisciplina pripada području tehnologije.

2. ZNAČAJKE TRANSPORTNOG MATERIJALA

Transportni materijal je osnovni objekt, predmet i polazište u rješavanju zadataka transporta u industriji. Općenito se svi materijali sa stajališta rukovanja mogu razvrstati u ove grupe:

- sipki (rasuti),
- komadni,
- tekućine i plinovi.

Prilikom rješavanja problema rukovanja materijalom polazi se od njegove bilance, a zatim slijede: razvrstavanje i odabiranje materijala. Na temelju takvih analiza moguća je potpuna spoznaja o bitnim značajkama materijala. Najčešće se koriste ovi kriteriji za razvrstavanje i odabiranje materijala:

- vrsta,
- količina,
- vrijednost,
- obilježja,
- učestalost i dr.

U ovisnosti od svrhe rješavanja, navedeni prvi kriterij, vrsta materijala, može biti:

1. prema stupnju obrađenosti materijala:

- sirovine,
- poluproizvodi,
- gotovi proizvodi.

2. prema namjeni:

- osnovna sredstva,
- rezervni dijelovi,
- otpad,
- potrošni materijal.

3. TOK MATERIJALA

Pod tokom materijala podrazumijeva se kretanje materijala radi izvođenja svih operacija u procesu proizvodnje. Značajne odrednice toka materijala pored ostaloga su i ove:

- količine i vrste,
- brzina kretanja,
- smjer kretanja,
- duljina putova,
- učestalost.

Tok materijala sadrži sva zbivanja s materijalom kroz proizvodni sistem za vrijeme ciklusa proizvodnje. Također, obuhvaća kretanje svih materijala: sirovina, poluproizvoda, proizvoda, alata, rezervnih dijelova, otpadnog materijala i dr.

KRITERIJ	TOK MATERIJALA
Postojanost kretanja	- prekidni,
	- neprekidni,
Stupanj razvoja	- ručni,
	- mehanizirani
	- automatizirani,
	- kombinirani,
Tip proizvodnje	- u pojedinačnoj i maloserijskoj proizvodnji,
	- u serijskoj proizvodnji,
	- u velikoserijskoj proizvodnji i masovnoj proizvodnji
Osnovne tehnologije obrade	- u obradi skidanjem strugotine,
	- u obradi zavarivanjem,
	- u toplinskoj obradi,
	- u obradi deformacijom,
	- u elektromehaničkoj obradi,
	- u obradi laserom,
	- u obradi plazmom,
	- u montaži,
Faza proizvodnog procesa	- u skladištu,
	- u neposrednoj proizvodnji,
	- u montaži,
Značajke materijala	- sipki materijal,

Značajke materijala	- komadni materijal,
	- tekućine i plinovi.

Najvažnija obilježja toka materijala slijede iz:

- vrste (asortiman) i količine proizvoda (proizvodni program),
- vrste i redoslijed tehnoloških operacija (proizvodni i tehnološki proces),
- vrste i raspored objekata i opreme (proizvodni sistem).

4. TRANSPORTNI SISTEMI U INDUSTRIJI

Transportni sistem u industriji s tehničkog stajališta čine komponente:

- transportna sredstva,
- dodatna i pomoćna oprema za rukovanje transportiranim materijalom,
- transportni putevi (staze) i drugi objekti (prolazi, rampe...),
- ostala oprema i uređaji (upravljački, protupožarni...).

Doda li se navedenom još i komponenta radne snage, u cijelosti je određen transportni sistem kojem je osnovna svrha da ostvari sve tokove materijala u proizvodnom procesu.

Transportni proces predstavlja skup zadataka svih komponenti jednoga transportnog sistema, odnosno skup svih aktivnosti kojima se ostvaruje postavljeni cilj. Osnovna podjela transportnih sistema je:

- transportni sistemi u prometu – vanjski transport (cestovni, željeznički, pomorski, riječni, lučni),
- transportni sistemi u proizvodnji – unutrašnji transport.

Transportna sredstva čine osnovnu komponentu transportnoga sistema u industriji.

Kriteriji razvrstavanja, koji se razvojem sredstava mijenjaju mogu biti:

- vrsta pogona,
- način upravljanja,
- radni prostor (otvoreni, zatvoreni)
- tehničko-tehnološki parametri (brzina, nosivost).

5. TRANSPORTNA SREDSTVA ZA NEPREKIDNI TOK MATERIJALA

Transportna sredstva za neprekidni tok materijala primjenjuju se za prijevoz većih količina sipkoga i komadnog materijala u raznim granama privrede, odnosno u velikom broju raznih proizvodnih procesa (u rudarstvu, elektroindustriji, strojogradnji, procesnoj industriji,...). S obzirom na izuzetno veliko područje primjene, razvijen je veliki broj raznovrsnih uređaja.

5.1. Transporteri

Transporteri su transportna sredstva kod kojih se materijal u načelu prenosi u neprekinutom toku. To znači da se transportno sredstvo stalno pokreće bilo kontinuirano, bilo u određenom taktu (montaža). Prema karakteristikama materijala, prema svrsi transporta, sredini u kojoj se obavlja transport, kao i prema ostalim raznim tehničkim, radnim i ekonomskim uvjetima, primjenjuju se razni tipovi transportera opće ili specifične namjene. Svi transporteri koji rade pod nagibom koji može u slučaju prekida pogona izazvati povratno kretanje materijala moraju imati kočnicu protiv povratnog kretanja. Dugački transporteri pokreću se, zbog velikih sila tromosti, putem odgovarajućih sklopki ili hidrauličkih ili centrifugalnih spojki. Zbog sigurnosti ili da bi se spriječilo oštećenje, po potrebi se uzduž trase transportera osigurava mogućnost prekidanja pogona.

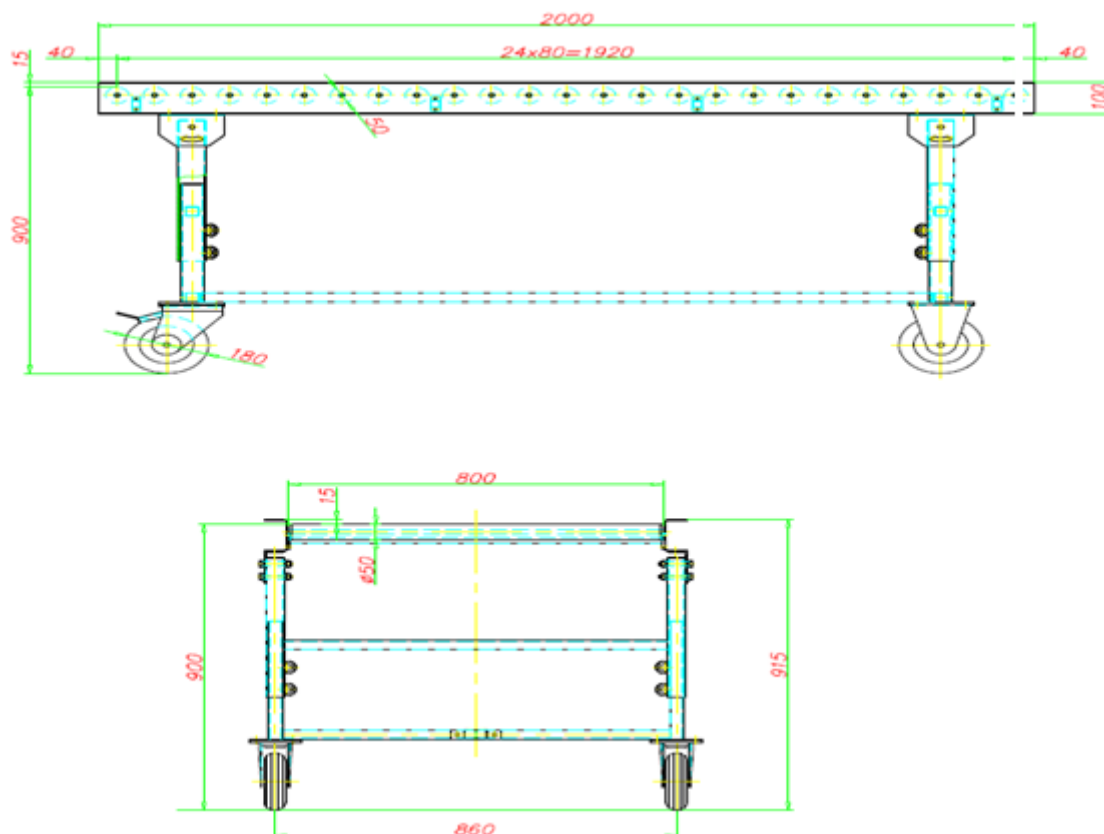
5.1.1. Valjčani transporteri ili kotrljače

Valjčani transporteri (ili kotrljače) upotrebljavaju se za transport komadnih materijala (strojni dijelovi, odljevci cijevi, ploče, kutije itd.) na kraće udaljenosti. Koriste se za povezivanje radnih mjesta u proizvodnji, montaži i skladištu, pri istovaru i utovaru itd. Kotrljače se sastoje od niza valjaka uležištenih u čeličnu kontsrukciju.

Osnovni tipovi kotrljača razlikuju se prema:

- pogonu – bez pogona (ručni i gravitacijski)
 - s pogonom (prijenos vučne sile može biti: gumenom trakom, remenom, lancem),
- vrsti valjčanog elementa - valjak, kugla, kolut,

- obliku staze – ravne, zakrivljene,
- nagibu staze – vodoravni, kosi,
- tipu izvedbe – nepokretni, pokretni.



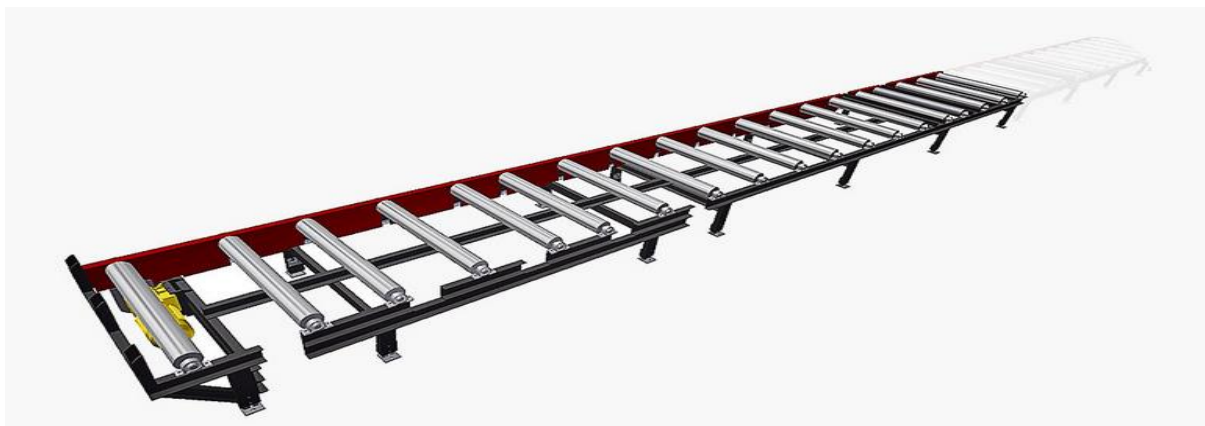
Slika 1. Shema nepogonjene kotrljače

Kod vodoravnih kotrljača materijal se pokreće guranjem dok kod kosih (1,5 do 12%) pokreće se pod utjecajem sile teže. Dimenzije kotrljača ovise o dimenzijama transportiranog materijala. Razmak valjaka je 60 do 630 mm, a ovisi o duljini kotrljajuće površine najmanjeg transportiranog komada.

$$h \leq 0,3 \times l \text{ ili za krhke materijale } t \leq (0,25 \text{ do } 0,2)l,$$

gdje je l duljina transportiranog komada.

Potrebno je da predmet nose najmanje tri valjka. Duljina valjka iznosi 100 do 1400 mm. Promjeri im se kreću od 25 do preko 100 mm. Otpor trenja i kotrljanja iznosi najviše 2 do 3% težine tereta pa se i teži tereti lako pokreću. Nagib transportera ovisi o težini predmeta, o naležnoj površini te o broju valjaka koji nose teret. Brzina kretanja iznosi obično 0,3 m/s. Širina kotrljače $B = b + (100 \text{ do } 150) \text{ mm}$, gdje je b širina materijala.



Slika 2. Kotrljača

Kapacitet kotrljača izračunava se:

$$Q = 3,6 \times \frac{Q_1 \times v}{a} \text{ [t/h]}$$

gdje su:

- Q_1 - masa jediničnog tereta koji leži na valjcima u kg,
- v – brzina kretanja u m/s,
- a – rastojanje između tereta u m.

Snaga motora pri stalnom kretanju:

$$N = \frac{F\omega}{\eta} \text{ [kW]}$$

gdje su:

- $F\omega$ – otpor kretanju tereta u kN,
- η - stupanj korisnosti (0,8 – 0,85).



Slika 3. Nepogonjene kotrljače



Slika 4. Pogonjena lučna kotrljača

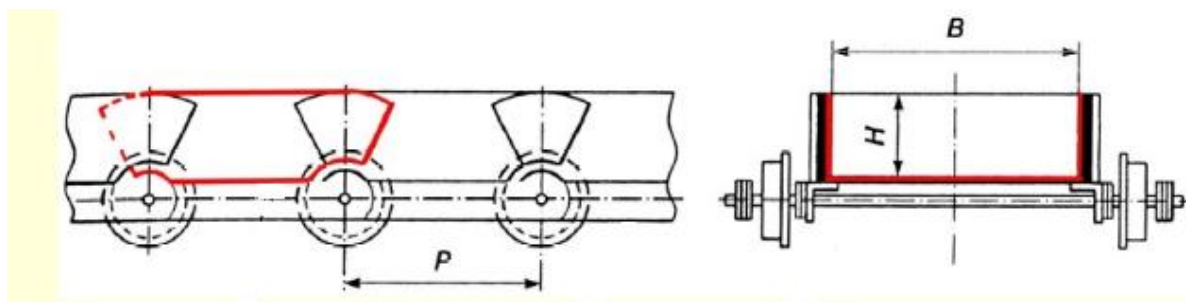
Kotrljače se izvode i sa zavojima koji mogu imati obične valjke ili konične (za širine do 650 mm). Obični valjci moraju imati ogradne vodilice odgovarajuće širine prolaza. Konični valjci ne zahtijevaju ogradne vodilice ali se manje upotrebljavaju nego ravni valjci. Zavoj se olakšava običnim valjcima ako se izvodi s više manjih valjaka što svakako dolazi u obzir pri širinama iznad 650 mm. Srednji polumjer zavoja iznosi **(3 do 4)B**. Obično se primjenjuju polumjeri veličine **1,25 – 1,6 – 2,0 – 2,5 – 3,1 m**. Za zaustavljanje materijala upotrebljavaju se razni sistemi zaustava ili kočnica.



Slika 5. Kotrljača sa zaustavljačem materijala

5.1.2. Člankasti transporter

Člankasti transporter rade na principu beskonačnog lanca na koji su učvršćeni nosivi članci iz čeličnih ploča ili šipki. Upotrebljavaju se za transport prehrambenih artikala, strojnih dijelova, kutija, boca, teških i grubih materijala (ugljen, rudača, koks, kamen, pijesak i sl.). U usporedbi s trakastim transporterima člankasti transporteri imaju prednost pri teškom radu s krupnim ili komadnim materijalom ili kada je potrebno vodoravno skretanje (polumjer ispod 4 m) ili pak kada se zahtijeva potpuno ravna transportna površina (montažna linija).



Slika 6. Shema člankastog transportera

- p – korak članka
- B – širina članka
- H – visina članka

Kapacitet člankastih transportera doseže i preko 2000 t/h. Uz primjenu više pogona duljina transportera iznosi i do 2000 m. Uspon može iznositi i do 60°, već prema vrsti materijala i prema izradi članaka. Širina članaka iznosi 400 do 1600 mm, dok im se visine rubova kreću između 100 i 320 mm, već prema širini članaka. Najpovoljnija širina članaka kreće se oko $B \geq (1,7 \text{ do } 2) a_{\max} + 200 \text{ mm}$, gdje je $a_{\max}$ vrličina najvećih gruda transportiranog materijala. Traka kliže po konstrukciji ili se pokreće na kotačima koji su ugrađeni u lanac ili na kotačima koji su na stalku. Nedostatak člankastih transportera je veća težina i osjetljivost elemenata.

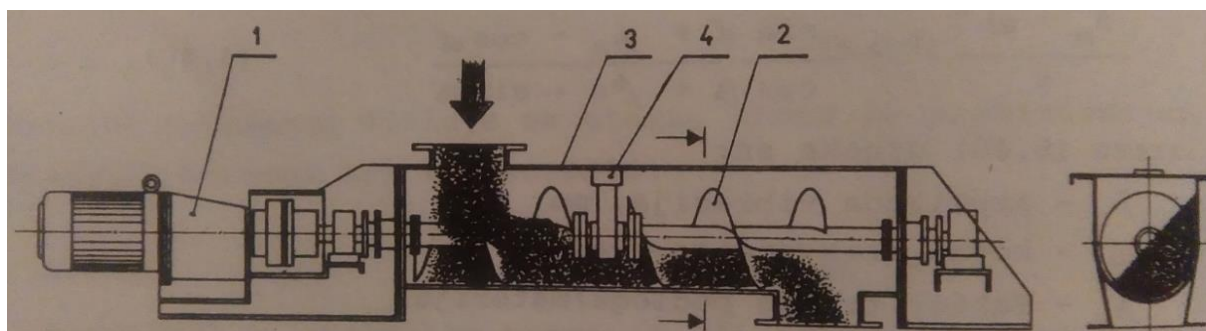


Slika 7. Pogonjeni člankasti transporter

5.1.3. Pužni transporter

Pužni transporteri transportiraju sipki materijal vodoravno ili pod kutom, u koritu ili cijevi pomoću ugrađenog rotirajućeg puža. Najčešće obavlja zadaću neposredno u tehnološkom procesu (npr. miješanje materijala), zatim služi kao dodavač materijala drugim uređajima ili je sastavni dio raznih postrojenja.

Puž se izrađuje od čeličnoga lima koji je hladno valjan u neprekidnu traku određene duljine ili se radi od raznih oblika zavarenih segmenata, a može biti jednovojan ili dvojan. Uspon puža $h = (0,8 \text{ do } 1,0)D_1$, gdje je D_1 promjer puža [mm]. Vratila puža su najčešće cijevi duljine do 3 m (max 7 m, radi izbjegavanja međuležaja) koje se spajaju u sekcije pomoću međuležajeva. Korito se najčešće izrađuje u obliku slova „U“. Želi li se izbjegnuti brzo trošenje korita ono se izrađuje i u pravokutnom obliku kako bi dno bilo stalno zaštićeno slojem materijala. Oba oblika mogu biti otvorena ili se zatvaraju poklopcem koji se lako skida u svrhu čišćenja. Okrugao presjek upotrebljava se pri strmom ili pri okomitom transportu ili kad transporter služi za doziranje. Korito se izrađuje od lima debljine 1,5 do 8 mm, a u duljinama od 2000 do 4000 mm.



Slika 8. Shema pužnog transportera

Osnovni dijelovi transportera su:

1. pogonski mehanizam (uglavnom elektromotorni pogon),
2. puž s vratilom,
3. kućište,
4. međuležajevi.



Slika 9. Pužni prijevozni transporter

a) Tehničke karakteristike

Općenito se kapacitet puža kreće od 2,4 do 120 m³/h. Promjer puža, ovisno o grudavosti materijala, općenito iznosi $D_1 \geq 12a_{max}$ za sortirane materijale, odnosno $D_1 \geq 4a_{max}$ za nesortirane materijale.

Kapacitet puža jednak je:

$$q_m = 60 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot s \cdot \varphi \cdot n \cdot k \cdot \rho \text{ [t/h]}$$

- D – promjer puža [m],
- s – korak puža [m],
- n – brzina vrtnje [1/min],
- φ stupanj punjenja (poprečni presjek materijala u odnosu na površinu poprečnog presjeka puža)

- $\varphi = 0,125$ abrazivni materijali (pijesak, pepeo, koks)
- $\varphi = 0,3$ slabije abrazivni materijali (sol, piljevina, cement)
- $\varphi = 0,4-0,5$ neabrazivni materijali (brašno, žitarice, grah)
- k - faktor smanjenja protoka zbog nagiba (tablica)
- ρ - nasipna gustoća materijala, t/m^3



Slika 10. Pužni transporter

5.1.4. Elevatori

Elevatori najčešće služe za okomiti transport sipkoga i komadnog materijala, a može se transportirati i pod kutem od 45° i 75° . Nakon trakastih, to su najupotrebljavaniji transporter.

Prednosti u usporedbi sa drugim mogućim rješenjima za vertikalni transport sipkih materijala:

- zauzimaju manje mjesta,
- ekonomičniji su,
- učinak: do 1000 t/h,
- visina dobave: do 80 m (iznimno do 100 m).

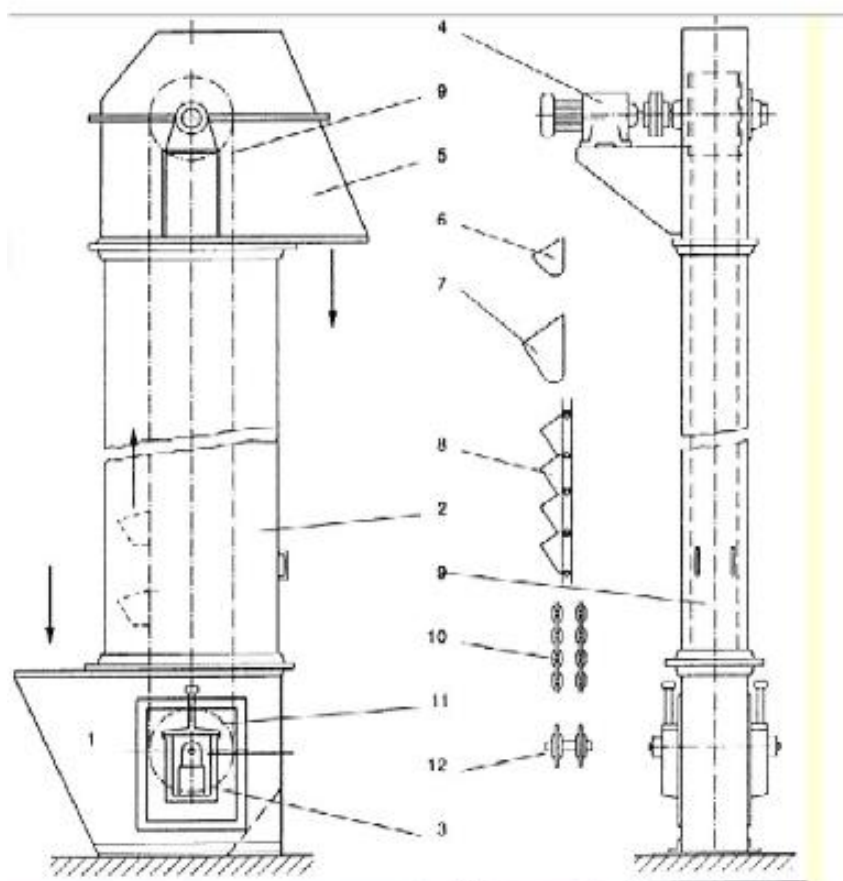
Za prihvatanje materijala elevatori imaju:

- posude (vjedrice) – za sipki materijal,
- konzole ili vješalice – za komadnu robu.

Razlikuju se slijedeće izvedbe elevatora:

- prema transportiranom materijalu – za sipki i komadni materijal,
- prema nagibu transportiranja – za okomiti i za kosi transport,
- prema rasporedu posuda na vučnom elementu – s razmakom i bez razmaka,
- prema vrsti vučnoga elementa – trakasti (preko 100 m visine) i lančani (do 80 m),
- prema načinu punjenja elevatora – s izravnim punjenjem (potreban je dodavač a vučni element najčešće je žičana traka) i s grabljenjem materijala (vučni element je traka ili lanac).

a) Elevatori za sipki materijal



1. Usipni lijevak
2. Noseći stup
3. Zatezni lančanic
4. El. motor s pogonskim lančanicom
5. Izlazni lijevak
6. Plitke vjedrice
7. Duboke vjedrice
8. Oštrobridne vjedrice
9. Lanac
10. Traka
11. Natezač
12. Lančanic

Slika 11. Shema elevatora

Sipki materijal se ubacuje u lijevak pri dnu, gdje ga zahvaćaju vjedrice (plitke, duboke i trokutaste sadržaja do 140 l) i dižu ga u visinu te se na vrhu materijal izbacuje na drugu stranu. Traka elevatora je za 35 do 40 mm šira od vjedrica. Razmak vjedrica kod elevatora koji grabe materijal jednak je $c = (2,5 \text{ do } 3)h_1$, gdje je h_1 visina vjedrice. Pražnjenje elevatora postiže se: silom teže, centrifugalnom silom i kombinirano.

b) Elevatori za komadni materijal

Elevatori za transport komadnog materijala rade na isti princip kao i elevatori za sipki materijal osim što za prijenos komadne robe umjesto vjedrica koriste konzole ili vješalice pričvršćene na vučnu traku ili lanac. Brzine su spore, do 0,3 m/s.



Slika 12. Elevator

5.1.5. Vibracijski transporteri

Vibracijski transporteri su sredstva neprekidnog transporta materijala namijenjena za transport sipkog i komadnog materijala. Način transportiranja materijala – vodoravno, koso ili okomito – ostvaruje se vibracijskim gibanjem nosive staze (cijev, žlijeb). Vibracijske staze postižu se na razne načine:

- mehanički,
- elektromagnetski,
- pneumatski,
- hidraulički.

Duljine transportiranja se kreću od nekoliko pa sve do 50 m, protok do 400 t/h, brzine transportiranja 0,15-0,25 m/s. Važno obilježje vibracijskog transportera je lakoća kontrola protoka podešavanjem i amplitude i frekvencije vibracija, što je dovelo do jako raširene primjene istih kao dodavača materijala strojevima ili dijelovi raznih postrojenja u rudarstvu, metalurgiji, kemijskoj i prehrambenoj industriji, ljevaonicama, proizvodnji građevinskih materijala. Pogodni su za vruće i abrazivne materijale te postoji mogućnost hlađenja i sušenja materijala tijekom transporta. Nisu pogodni za ljepljive materijale (glina), imaju lošije performanse za praškaste materijale, za pijesak, šljunak i ugljen pogodniji su trakasti transporteri. Osnovni dijelovi su pogonski mehanizam, nosiva konstrukcija, elastično učvršćena nosiva staza (otvoreno ili zatvoreno korito ili cijev) te upravljački uređaj.

Klasifikacije ovisno o načinu rada:

- Ovisno o amplitudi i frekvenciji
 1. Vibracijski – visoke frekvencije i male amplitude
 2. Oscilatorni – niske frekvencije i velike amplitude
- Ovisno o načinu gibanja tereta
 1. Zamašni (eng. reciprocating, inertia-type) – materijal stalno na stazi
 2. Vibracijski – materijal poskakuje na stazi

Protok :

$$qm = A \cdot \varphi \cdot v \cdot \rho$$

gdje je:

- A – *poprečni presjek korita (cijevi)*
- φ – *stupanj punjenja korita (0,5-0,6)*
- v – *srednja brzina kretanja materijala*
- ρ – *nasipna gustoća materijala*



Slika 13. Vibracijsko sito

5.1.6. Lančani transporter

Lančani transporteri su sredstva neprekidnog transporta s namjenom transportiranja sipkih i komadnih materijala, vodoravno, koso i okomito. Rade na načelu povlačenja, guranja, povodenja, odnosno struganja materijala. Karakteristika im je da se transportirani materijal kliže ili vozi po transportnoj površini ili je nošen na više lanaca. Prema vrsti konvejera lanci se pri radu kližu po nosivoj površini ili se kotrljaju po valjčićima ili kotačima koji su ugrađeni u lanac. Ovaj se transporter uglavnom koristi u industrijske svrhe i karakteriziraju ga puno manje brzine prijenosa tereta. Ova se tehnologija većinom koristi u agrikulturi, materijal se ubacuje na vrhu transportera te se transportira prema dolje. Materijal se transportira istom brzinom kojom se kreću i lančanici.



Slika 14. Transport paleta lančanim prijenosom

5.1.7. Ovjesni transporter

Ovjesni transporteri su sredstva neprekidnog transporta namijenjena za transport komadnog materijala raznih dimenzija i težina, s glavnom karakteristikom korištenja visine i nezauzimanja podne površine. Najčešće nalaze primjenu u serijskoj proizvodnji raznih grana industrije. Ovjesni transporteri odlikuju se najvećom gibljivošću od svih vrsta transportera jer rade u sve tri dimenzije pa mogu slijediti vrlo složene tehnološke procese. Materijal može biti vruć ili hladan i može se voditi kroz sasvim različite procese kao što su: čišćenje, pranje, bojanje, odmašćivanje, pjesakarenje i sl. Služe kao rasporedni (sortirajući) transporteri ili kao akumulirajući transporteri („putujuće” skladište). Razmjerno su jeftini, dugotrajni, lako se održavaju i popravljaju pa su uštede velike. Imaju mogućnost izmjene trasa, može se skraćivati ili produljivati ili podijeliti na više jedinica. Duljina ovakvih transportera prelaze i 2000 m. Postoje dvije izvedbe ovjesnih transportera – jednostazni i dvostazni (powerand free).



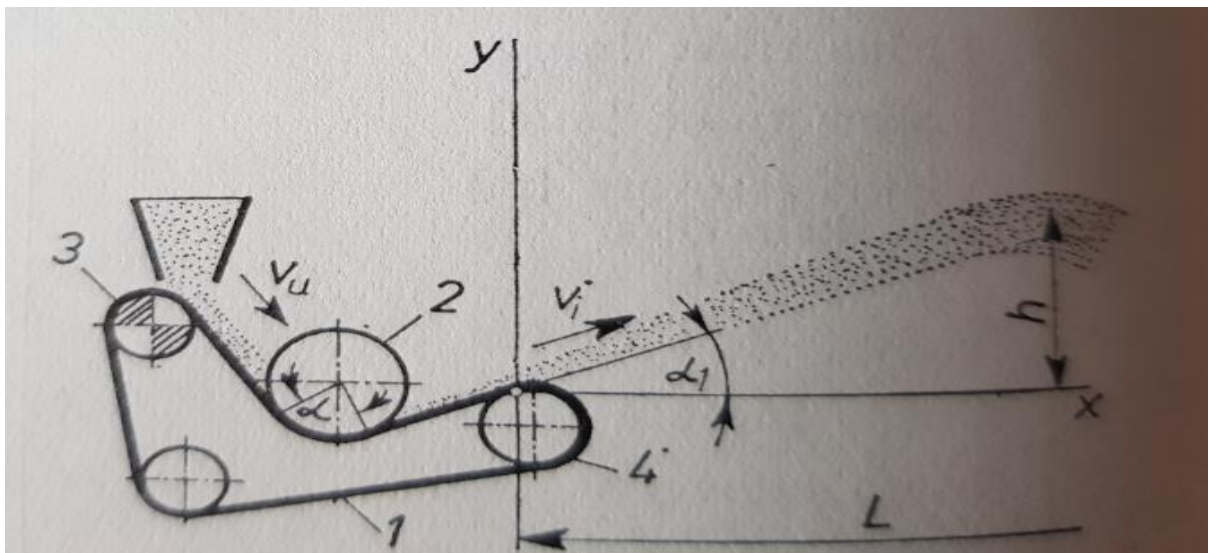
Slika 15. Ovjesni transporter

Ovjesni transporter sastoji se od:

- pogonske stanice,
- vučnog elementa – lanca,
- nateznog uređaja,
- sustava voznih staza (vodilice, skretnice),
- uređaja za zahvat (kolica s nosačem tereta).

5.1.8. Bacači

Bacači služe za punjenje skladišnih prostorija ili transportnih sredstava (bunker, silosi, vagoni, brodovi), kao i za gomilanje zrnatog i srednje grudastog materijala (od 40 do 80 mm). Redovito se upotrebljava u zajednici s transporterima, čiji tok materijala usmjeruje na sve strane. Osnovno načelo bacača prikazuje slika xx, traka 1, kojoj daje pogon bubanj 3, ubrzava materijal koji prolazi konkavnim dijelom trake i izbacuje ga velikom brzinom (10 do 20 m/s) pod kutem koji se dobiva dizanjem ili spuštanjem valjka 4. Konkavni oblik trake, koji se postiže bubnjem 2, izaziva centrifugalnu silu i time silu trenja, koja omogućuje veliko ubrzanje materijala na kratkom putu, a s minimumom klizanja materijala po traci.



Slika 16. Shema bacača

Visina bacanja je: $h = 0,8 \times \frac{v_1^2}{2g} \times \sin^2 \alpha_1$ [m],

a daljina bacanja: $L = 0,7 \times \frac{v_1^2}{g} \times \sin 2\alpha_1$ [m].

Koeficijenti 0,7 i 0,8 uzimaju u obzir praktičke gubitke i otpore. Najveća daljina bacanja postiže se pod kutem 45° . Kapacitet bacača doseže i 1500 t/h. Udaljenost bacanja preko 20 m, visina do 6 m. Trajnost trake je 2000 do 10000 sati.



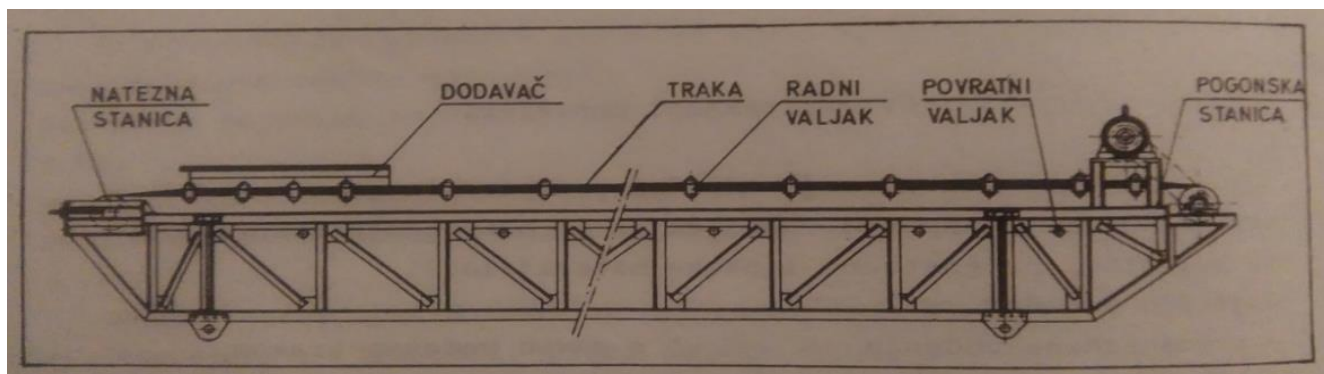
Slika 17. Bacači pijeska

5.1.9. Trakasti transporteri

Transporteri s gumenom trakom pojavljuju se kao osnovno sredstvo kontinuiranog transporta u procesnoj i građevinskoj industriji, rudnicima, vanjskom kopnu itd. Suvremeni razvoj transportera s gumenom trakom zahtijeva povećanje njihove proizvodnosti, duljine i snage, što je povezano s povećanjem protoka i duljine transportiranja. Pri projektiranju i proračunu transportera s gumenom trakom valja uzeti u obzir i uvjete njihove eksploatacije. Trakasti transporteri se primjenjuju za transport rasute i komadne robe u horizontalnom ili kosom transportu s manjim nagibnim kutom od 10 do 30°. Vremenska tehnička norma proizvodnosti trakastih transportera je vrlo velika i dostiže 10 000 t/h. Transporteri su u pravilu dužine od 4 m pa do nekoliko stotina metara a u rijetkim slučajevima može i više kilometara. Transportirani teret dolazi na transporter tako da se ručno nabacuje na njega ili se nasipa u usipni lijevak iz bunkera, kliznice ili ponekad posebnim uređajima.

Trakasti transporteri obavljaju transport materijala na beskonačnoj traci iz gume, tekstila, plastičnog materijala, čelične trake. Kod transportera s gumenom trakom, traka je najskuplji i najosjetljiviji dio. Izbor trake ovisi o vrsti transportiranoga materijala, o temperaturi, o utjecaju ulja i masti, higijene i trošenja. Osobito se brzo smanjuje njena trajnost pri transportiranju abrazivnih materijala (željezne i druge rudače). Utovarni profil elastične trake može biti ravan ili koritasti. Zavisno od položaja potpornih valjaka koritasti profil može imati trouglasti, trapezni i segmentni oblik.

Transporter se lako postavlja, premješta i razgrađuje, a nije osjetljiv ni na teže vremenske prilike kao što su dugotrajna kiša ili smrzavica. Kao najpovoljnija širina pokazala se u prosjeku širina od 650 do 800 mm. Najpovoljnija brzina je 3 do 4 m/s i ako traka i nije pri toj brzini potpuno iskorištena. Prednost trakastih transportera je neznatan utrošak rada, kao i troškova posluživanja i održavanja te ne oštećuju robu.



Slika 18. Shema trakastog transportera

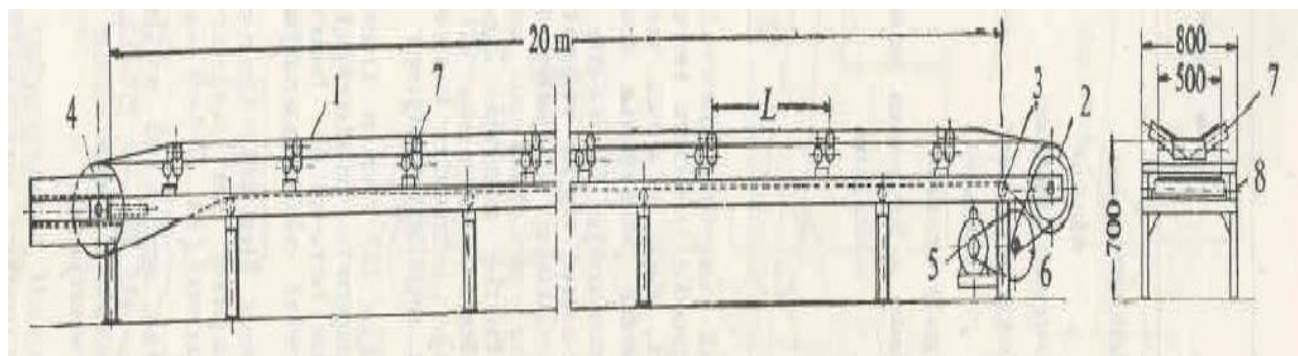


Slika 19. Transporter s gumenom trakom, kosi

a) Podjela transportera s trakom

Najčešća podjela transportera s trakom zasniva se prema slijedećim bitnim kriterijima:

- uvjetima rada (rad u jami, transport na površini i za industrijski transport),
- prema vrsti tereta (rasuti i komadni teret),
- prema mjestu postavljanja transportera,
- u zavisnosti od načina pomicanja transportera dijele se na stacionarne i nestacionarne.



Slika 20. Konstruktivni prikaz trakastog transportera

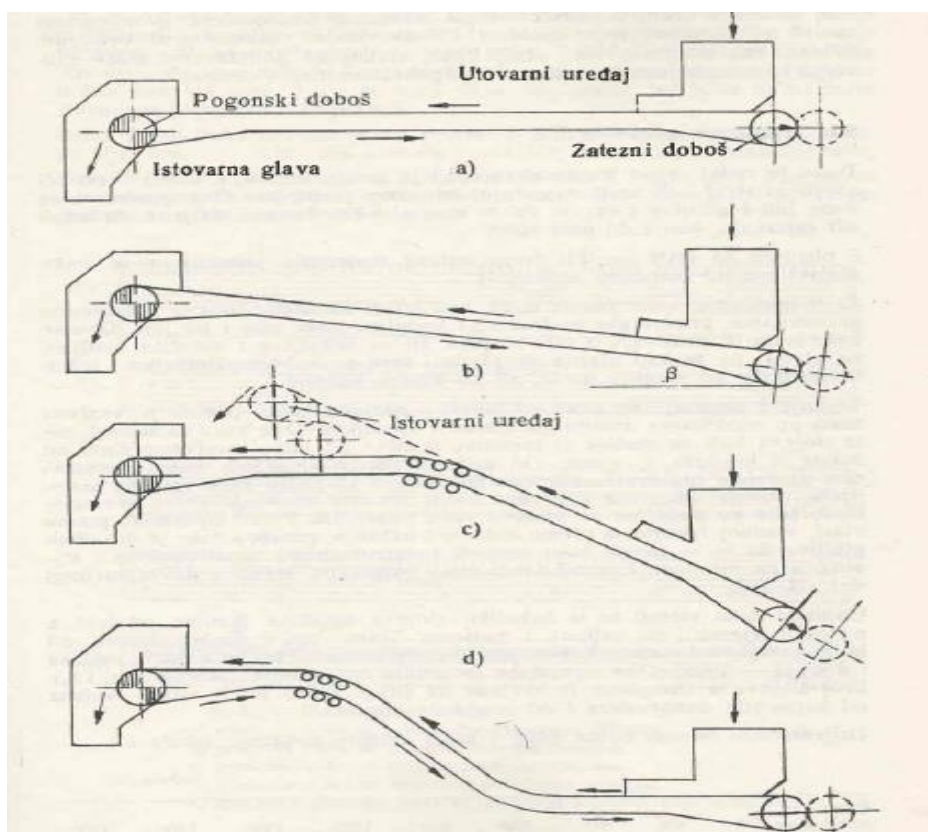
Trakasti transporteri sastoje se od:

- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| 1. beskonačno spojene trake, | 5. motorreduktora, |
| 2. pogonskog bubnja, | 6. prijenosa, |
| 3. centrirajućeg bubnja, | 7. potpornog valjaka, |
| 4. nateznog bubnja | 8. stranica transportera. |

Beskonačno spojena traka obavlja se oko pogonskog bubnja, centrirajućeg bubnja i nateznog bubnja te je kod takve konstrukcije u isto vrijeme vučni i noseći organ tereta. Pokretanje trake vrši se preko pogonskog bubnja kojeg pokreće motorreduktor. Kretanje bubnja prenosi se na traku uslijed trenja između trake i bubnja zahvaljujući nateznom bubnju. Natezanje je potrebno i radi održavanja kontinuiteta tereta na traci. Traku između bubnjeva podržavaju potporni valjci koji su raspoređeni duž stranica transportera na određenom razmaku jedan od drugog. Gornji dio trake uobičajeno se naziva radni dio, a donji dio trake prazni dio. Stranice transportera rade se prema njegovoj namjeni ili uvjetima transporta materijala. Oblik i konstrukcija transportera prilagođava se liniji transporta tereta, tj. horizontalnom, kosom ili kombiniranom transportu, kao i potrebi oblikovanja stacionarnog ili pokretnog transportera.



Slika 21. Transporter trakasti proizvodnje Oprema Vrbovec d.o.o.



Slika 22. Transportne linije trakastog transportera

Prema liniji transporta razlikuje se:

- a) horizontalni transport,
- b) kosi transport s usponom,
- c) i d) kombinirani transport s jednim ili više promjena pravaca.

Konstrukcija se kod svih vrsta trakastih transportera radi od profilnog čelika „L“ i „U“ profila kao i od cijevi. Konstrukciju čine uzdužne grede, stubovi i poprečne vezice. Spajanje konstrukcije u većini slučajeva vrši se zavarivanjem dok u manjoj mjeri zakivanjem.

b) Prednosti i nedostaci trakastih transportera

Prednosti transportera s trakom su:

- kontinuiran transport materijala, neprekidno i ravnomjerno snabdijevanje materijalom,
- mogućnost savladavanja maksimalnih kapaciteta sve do 10 000 t/h,
- mogućnost savladavanja velikih uspona (10 do 30°),
- mogućnost brzog postavljanja postrojenja po neravninama terena i radnim površinama kao i po izlomljenom terenu i prirodnim preprekama,
- jednostavna i brza montaža i demontaža, premještanje, produživanje i skraćivanje trase, brza zamjena dotrajalih dijelova i jednostavan servis,
- mali broj zaposlenih te jednostavna organizacija posla,
- transportne trake ne stvaraju mnogo buke i sigurne su pri radu,
- mogućnost potpune mehanizacije i automatizacije proizvodnog procesa i maksimalno korištenje proizvodnih kapaciteta.

Nedostaci transportera s trakom su:

- brzo habanje trake pri transportu čvrste abrazivne iskopine i ograničena krupnoća,
- visoka nabavna cijena i relativno kratki vijek trake,
- zavisnost rada o klimatskim uvjetima (pri velikoj vlažnosti materijal se lijepi),
- zaustavljanje cijele linije radi kvara jednog segmenta,
- veliki broj pretovarnih mjesta, pogonskih i nateznih stanica kod velike dužine transportiranja.

c) Traka transportera

Traka je radni dio transportera, koji je u isto vrijeme i vučni i noseći organ za teret koji se transportira. Traka pri tome mora biti gibljiva i čvrsta kako bi se mogla savijati i da prkosi sili natezanja kao i da nosi teret. S obzirom na vrste tereta i druge uvjete transporta primjenjuju se trake sastavljene od različitog materijala.



Slika 23. Trakasti transporter s pokrovom

U prošlosti su se koristile trake od lamelne trake, kudeljne trake kao i od jute ali i gumene trake. Od svih navedenih elastičnih traka, suvremenim uvjetima pretovarno – transportnih radova sa skoro svim vrstama materijala, radilo se to o rasutom ili komadnom materijalu, najviše odgovara gumirana traka jer ona posjeduje skoro sve osobine koje su potrebne za ovakvu vrstu transporta. Pored otpornosti prema vlazi, visokoj otpornosti prema habanju, gumena traka je dovoljno gibljiva da bi se mogla lako savijati preko različitih a i pri tome ima relativno malu vlastitu težinu i dovoljno dugi vijek.

Gumena traka sastoji se iz nekoliko slojeva (2 do 12 slojeva), od kojih je gornji nosi materijal, tj. noseći i donji dio koji klizi preko potpornih valjaka i bubnjeva, klizni. Broj slojeva je zavisao od širine trake jer je širina zavisna od kapaciteta transportera i od krupnosti komada.

Širina trake B= [mm]	300	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600
Broj slojeva n=	3-4	3-5	3-6	3-7	4-8	6-12	6-12	7-12	8-12

Odnos širina traka i broja slojeva

Sama širina trake zavisna je od proizvodnosti, odnosno kapaciteta transportera, kao i od dimenzija komada tereta bilo komadne ili rasute robe.

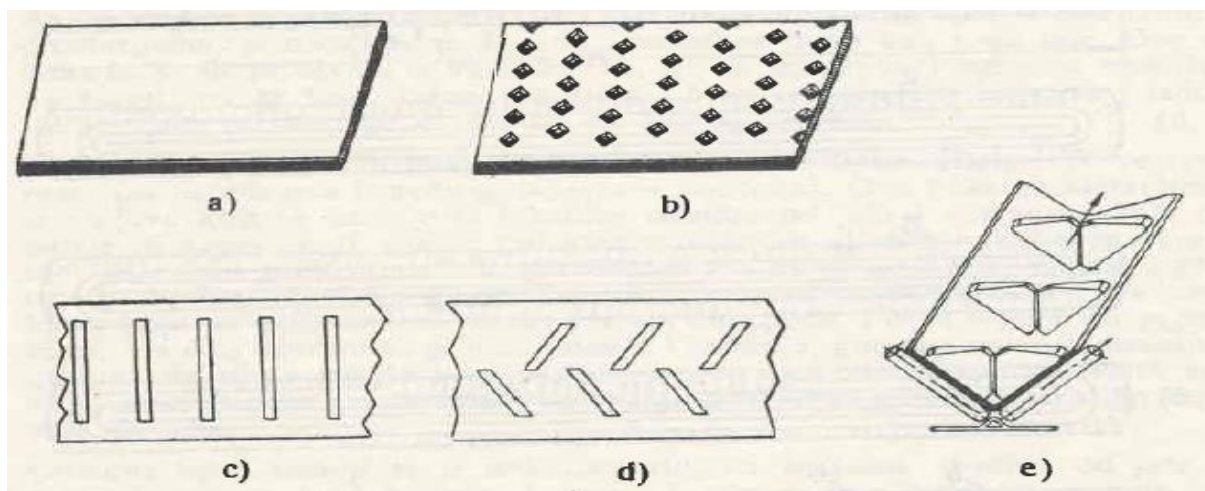
Gornji, noseći sloj na gumenoj traci može dobiti glatku ili hrapavu površinu raznog oblika a radi povećanja trenja odnosno kuta uspona mogu biti specijalno oblikovana klinasta rebra koja kod trouglasto udubljene trake stvaraju pregrade u obliku kašete, čime transporter postaje sličan elevatoru i može vršiti transport rasute robe pod vrlo velikim kutom.



Slika 24. Transporter trakasti prijevozni proizvodnje Oprema Vrbovec d.o.o.

Oblikovanje površina gornjeg nosećeg gumenog sloja trake:

- a) glatka površina,
- b) bobičasta površina,
- c) prugasta površina,
- d) rebrasta površina,
- e) klinasta površina.



Slika 25. Oblikovanje površina gornjeg nosećeg gumenog sloja trake

d) Usmjeravanje kretanja trake

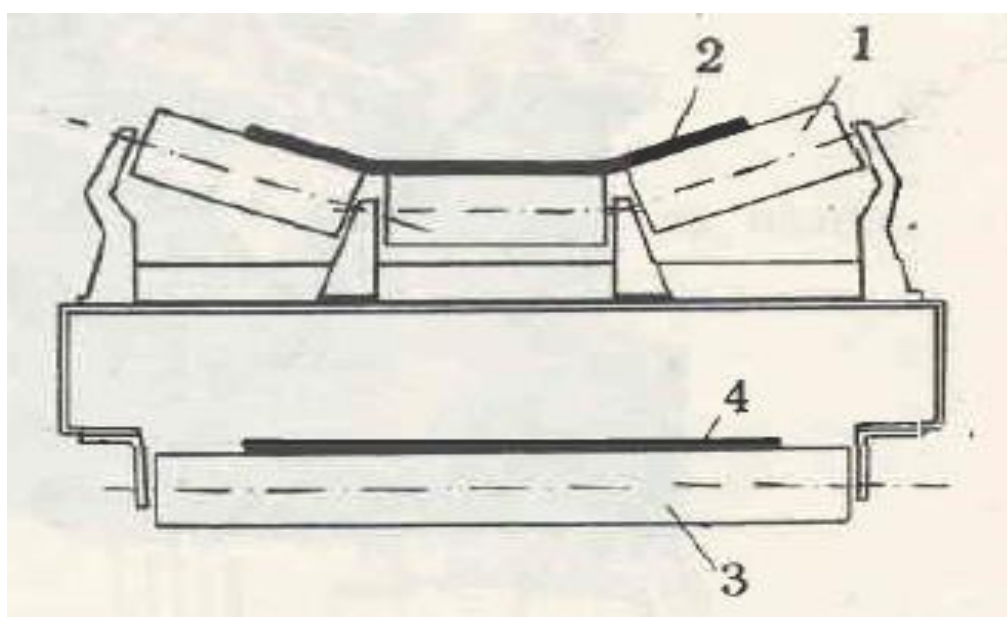
Transportna traka pravilno se kreće po valjcima ako su uzdužne osi postrojenja i trake poklapaju. Pravilno kretanje transportne trake omogućava duži radni vijek trake i sprječava prosipanje tereta.

Među najvažnije uzroke koji izazivaju skošenje trake i njeno napuštanje valjaka spadaju:

- neispravan položaj, odnosno skošenost noseće konstrukcije valjaka i bubnjeva,
- tehnički nedostaci kod uređaja za vođenje i usmjeravanje trake,
- podizanje trake iz korita zbog malih radijusa krivina ili nedovoljne opterećenosti,
- nesimetričan utovar i raspored materijala na traci, itd.

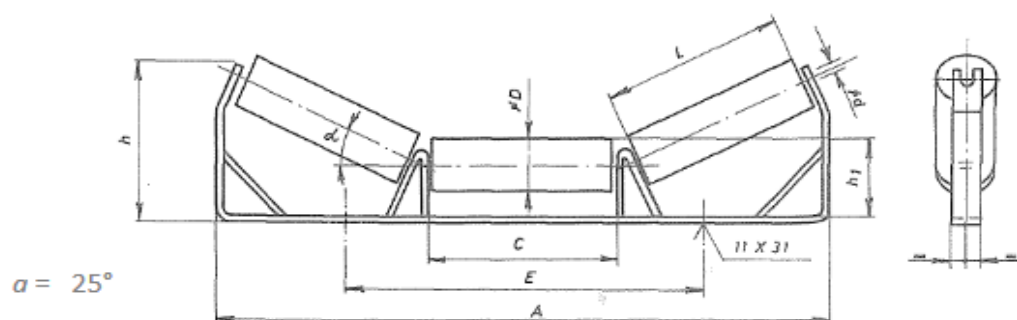
e) Valjci za podržavanje trake

Traka se oslanja na konstrukciju transportera u većini slučajeva preko potpornih valjaka a rjeđe na samu stranicu transportera. Slog potpornih valjaka sadrži gornje potporne valjke (1) koji podržavaju radni – opterećeni dio trake (2) i donje potporne valjke (3), koji nose prazan neopterećeni dio trake (4). Opterećeni dio trake podržavan valjcima može prema obliku sloga valjaka imati ravan ili koritast profil, dok se prazni krak trake oslanja samo na ravne valjke.



Slika 26. Slog potpornih valjaka

Ravni profil trake dobiva se ravnim horizontalno položenim valjcima. Koritasti profil gumene trake može biti trouglastog ili trapeznog presjeka s dva do pet valjaka.

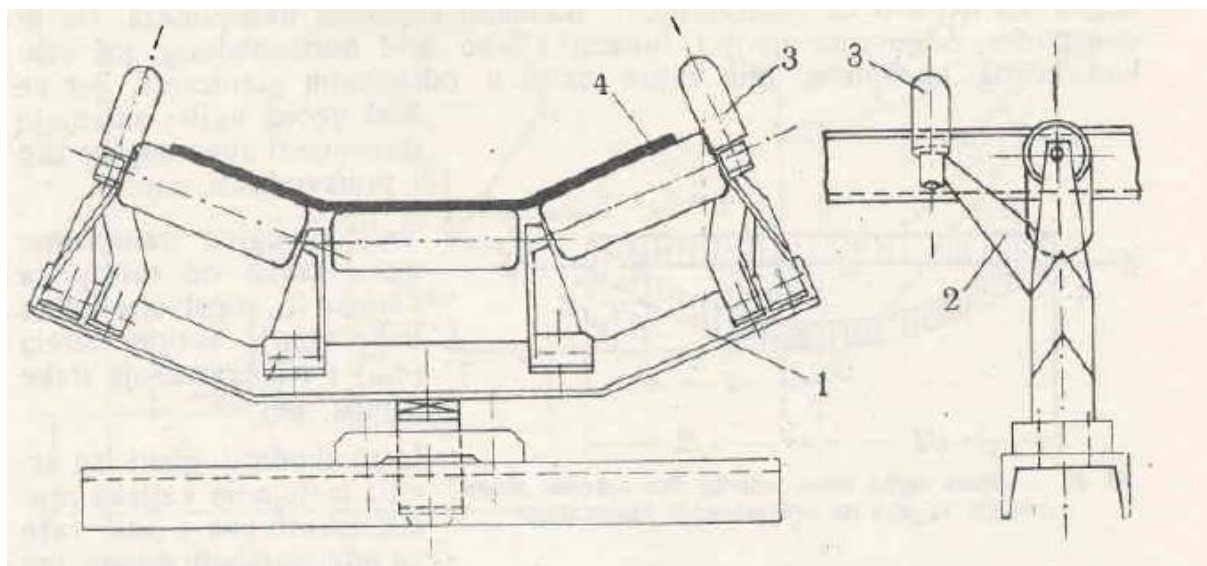


Slika 27. Trio slog valjaka

Transporteri za rasutu robu imaju uglavnom koritast profil trake, a za komadnu robu ravan. Kod transportera rasute robe ravan profil trake imaju transporteri manjeg kapaciteta kao i oni s krupnim komadima rasute robe koji traže veću širinu trake. Dužina valjaka za gumenu traku treba biti takva da krajevi valjaka prelaze traku s obje strane za oko 50 – 100 mm.

f) Bočni valjci

Radi sigurnosti trake od bočnog pomicanja, koje dolazi uslijed jednostranog preopterećenja ili nečistoće bubnjeva ili valjaka primjenjuju se vodeći bočni valjci različitog oblika i djelovanja. Kod koritastog profila trake jedan od načina primjene vodećih bočnih valjaka je sistem po kojemu se na okretnu stranicu (1) podržavajućeg valjka postavljaju preko konzole (2) s obje strane naprijed istureni bočni valjci (3). Kada se traka (4) uslijed bočnog skretanja nabije na bočne valjke konzola se pomiče za određeni kut. Ovim skretanjem javlja se poprečna sila koja vraća traku u njezin centralni položaj dok se konzola s valjcima vraća u svoj normalan položaj vertikalna na dužinu trake.



Slika 28. Okretni slog valjaka s bočnim valjcima za osiguranje trake od bočnog pomicanja

Kod transporta komadne robe težine do 25 kg po komadu razmak između valjaka je 1,4 do 1,0 m, a kod težih komada (25 do 80 kg) postavljaju se valjci u razmaku koji odgovara polovini dužine komada.

g) Pogonski, natezni i skretni uređaji

Pogonski i natezni uređaji su neophodni dijelovi svakog trakastog transportera. Traka kao vučni i noseći organ transportera dobiva svoje kretanje od pogonskog bubnja putem trenja između bubnja i trake. Za ostvarenje potrebnog trenja neophodno je da se traka s određenim kutem savija oko bubnja i naleže na njega s određenim pritiskom koji dolazi uslijed težine tereta i trake, kao i zatezanjem trake pomoću nateznog bubnja odnosno nateznog uređaja. Konstrukcija pogonskog i nateznog uređaja može biti različita što zavisi od funkcionalnih karakteristika i uvjeta primjene transportera.

- **Pogonski uređaji**

Pogonska stanica je dio transportera s trakom koji obuhvaća dijelove neophodne za ostvarivanje vučne sile i kretanje transportne trake. Sastoji se od jednog ili dva pogonska bubnja, noseće konstrukcije, motorreduktora, brisača trake, usmjeravajućih bubnjeva.

Prema vrsti radnog organa pogoni se dijele na:

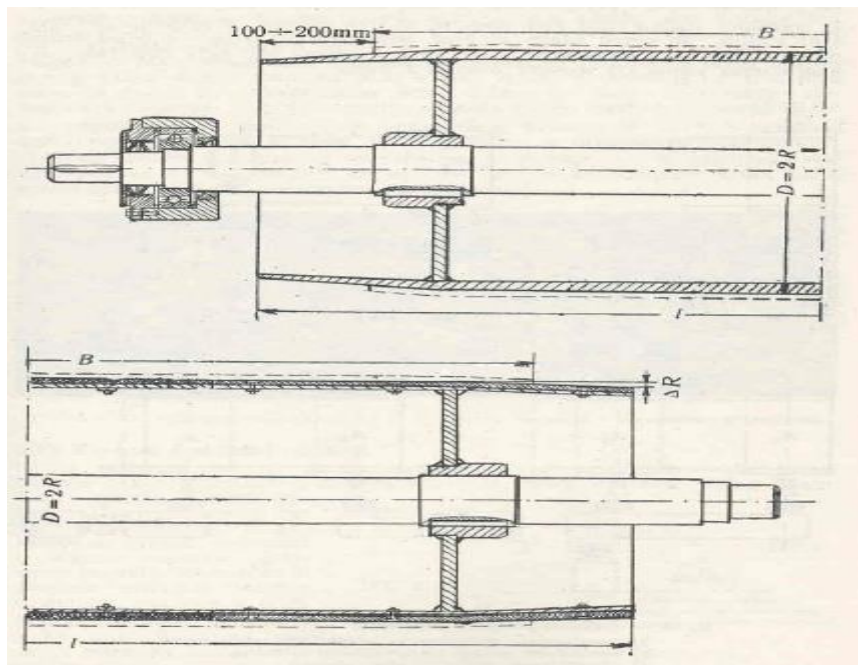
- pogone koji stvaraju vučnu silu na principu trenja,
- pogone kod kojih se vučna sila ostvaruje pomoću užeta,
- pogone koji prenose vučnu silu pomoću lančanika.

- **Bubnjevi transportnih traka**

Bubnjevi transportnih traka su dijelovi transportera s trakom koji predaju vučnu silu i usmjeravaju kretanje trake. Dijelev se na pogonske, usmjeravajuće i povratne. Pogonski bubanj je radni organ transportera koji prenosi vučnu silu s pogonskog motora na traku. Najčešće se postavlja na kraju transportera. Pogonski bubnjevi se u pravilu oblažu dezeniranom (karo) gumom radi povećanja koeficijenta trenja između trake i bubnja. Efikasnost primjene obloge znatno se smanjuje ako se ovlaži i onečisti. Bubnjevi se upravo zato oblažu dezeniranom gumom jer posjeduju djelomično sposobnost samočišćenja od blata i ocjeđivanja vode kroz urezane žljebove.

Učvršćivanje obloge u većini slučajeva vrši se hladnim lijepljenjem, dok je međutim najbolji način učvršćivanja toplom vulkanizacijom koja je moguća samo u dobro opremljenim tvornicama. Općenito debljina gume koja se oblaže oko bubnjeva je debljine 8 do 10 mm.

Povratni bubanj postavlja se na kraju transportera suprotno onome na kojem je postavljen pogonski bubanj. Bubanj je cilindričan da traka nebi skretala prema krajevima bubnja.

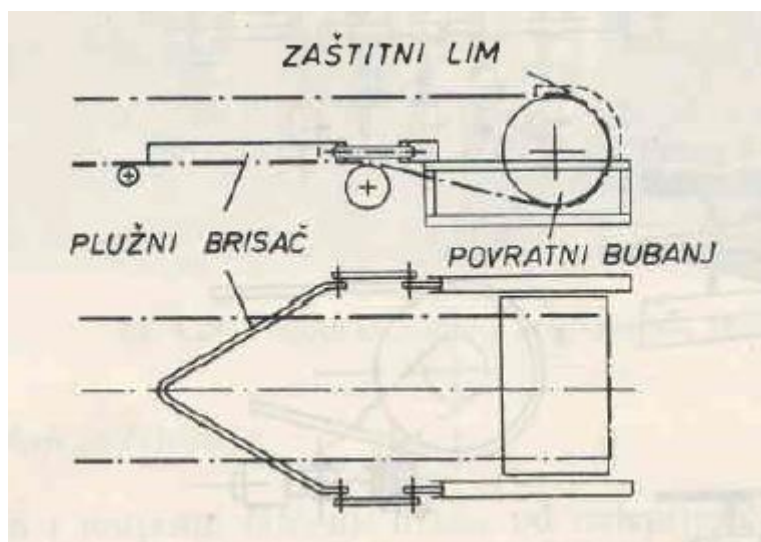


Slika 29. Pogonski bubanj bez obloge i s oblogom

- **Brisač trake**

Stalno i potpuno čišćenje trake od nalijepljenih čestica ima bitan utjecaj na pravilan rad postrojenja i duži radni vijek gumene trake. Nalijepljeni materijal na povratnoj strani lijepi se po valjcima što može biti uzrok skošenja trake.

Brisači trake trebaju se odlikovati: jednostavnom konstrukcijom, sigurnim radom, dužim radnim vijekom, da što manje habaju traku, da ne prodiru u traku, da se na njih ne lijepi materijal i da što potpunije čiste traku. Postavljaju se ispod pogonskih bubnjeva da bi skinuli materijal koji je ostao na traci. Brisajući se izrađuju pretežno od plastike (polietilena) ili su to četke izrađene od gumenih ploča, sintetičkih vlakana i sl. Smjer kretanja čistača suprotan je pravcu kretanja trake.

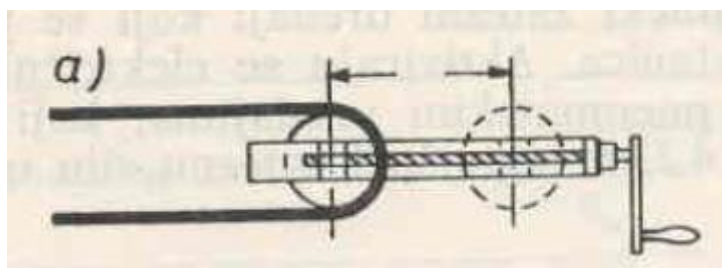


Slika 30. Bristač trake ispred povratnog bubnja

• Natezni i skretni uređaji

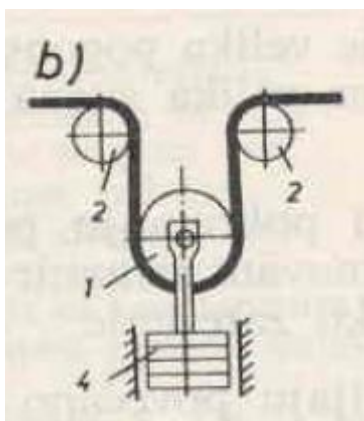
Natezna stanica ostvaruje potrebno natezanje opterećene i povratne strane transportera s trakom. Kod transportera s trakom natezna stanica omogućava potrebno natezanje trake radi stvaranja neophodne sile trenja između trake i bubnja, a također i radi ograničenja ugiba trake između valjaka. Natezna stanica najčešće se postavlja na mjestu minimalnog natezanja vučnog organa (pogonskog bubnja). Prema principu stvaranja natezne sile svi natezni uređaji mogu se svrstati u tri grupe: s ručnim natezanjem, natezanje s utegom i s mehaničkim natezanjem.

Ručni natezni uređaji postavljaju se kod povratnog bubnja i odlikuju se jednostavnošću i kompaktnošću, ali imaju mali hod pa se primjenjuju samo kod kratkih transportera. Glavni nedostatak im je slabljenje natezanja s izduženjem trake te se moraju periodično regulirati.



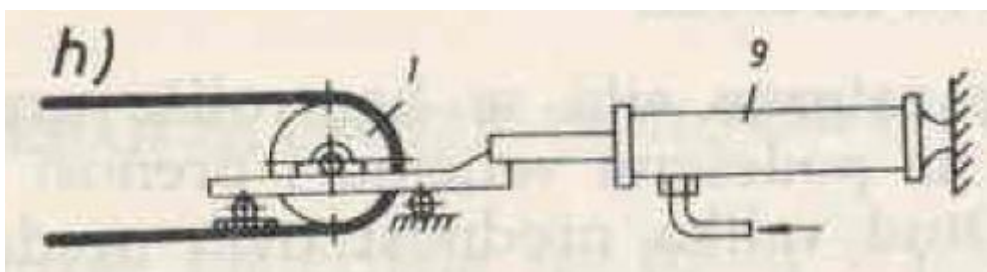
Slika 31. Ručno natezanje

Kod natezanja s utegom, uteg može biti postavljen kod povratnog bubnja ili na silaznoj strani pogonskog bubnja. U prvoj varijanti povratni bubanj služi i kao natezni. Glavni nedostatak im je velika težina utega i glomaznost konstrukcije, a prednost konstantno natezanje trake.



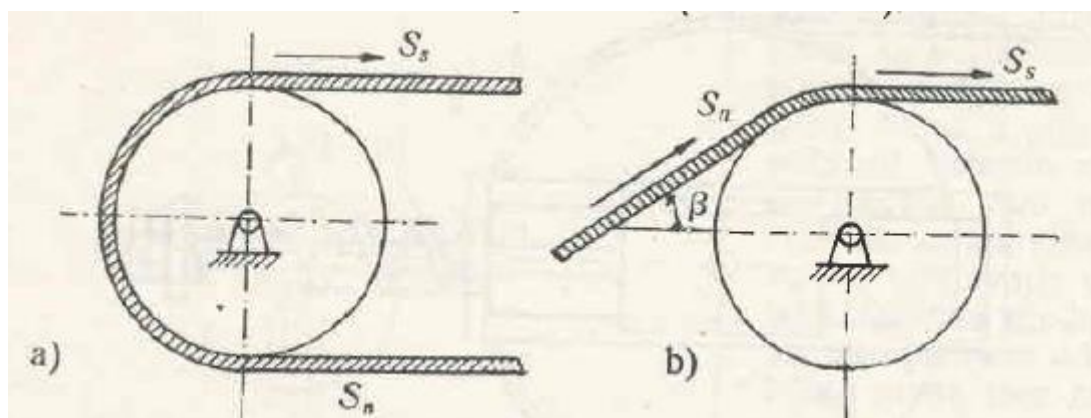
Slika 32. Natezanje s utegom

Najviše se primjenjuju mehanički natezni uređaji koji se postavljaju na platformama pogonske stanice. Aktiviraju se električnim vitlom, rjeđe elektro – hidrauličkim i pneumatskim uređajima.



Slika 33. Mehaničko natezanje

Suvremeni automatski natezni uređaji razvijaju povećano natezanje pri pokretanju i reguliranju pri normalnom radu. Automatskim natezanjem može se održati odgovarajuće naprezanje trake pri kojem neće doći do njenog proklizavanja na pogonskom bubnju iako se mijenja opterećenje na traci, koristeći releje za kontrolu nailaznog i silaznog naprezanja na bubnju. Povratak i skretanje trake, odnosno promjena pravca kretanja trake vrši se preko povratnog ili skretnog bubnja. Prijelaz iz kosog pravca kretanja trake u horizontalni pravac pomoću skretnog bubnja moguće je samo kod ravne trake.



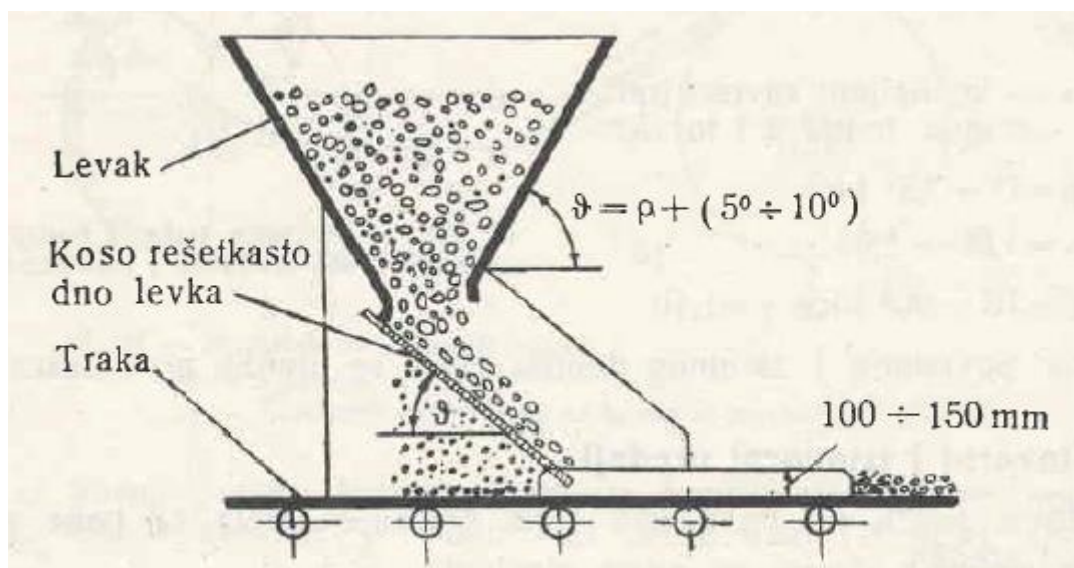
Slika 34. Povratak ili skretanje trake: a) povratak trake; b) skretanje trake iz kosog u horizontalni pravac

h) Uređaji za utovar i istovar tereta

Za utovar tereta na traku kao i za skidanje tereta s trake postoje posebni uređaji. Konstrukcija i izvedba ovih uređaja zavisi od vrste tereta kao i od funkcionalne uloge transportera. Kako utovarni, tako i istovarni uređaji povećavaju efikasnost rada transportera i proširuju njegovu primjenu u pretovarno – transportnoj djelatnosti.

• Uređaji za utovar tereta na traku

Utovarni uređaj je skoro neophodni sastavni dio opreme transportera. Samo u nekim slučajevima pretovara komadnog tereta stavlja se teret na traku i bez utovarnog uređaja, dok pretovar rasutog tereta zahtjeva odgovarajući utovarni uređaj. Utovar tereta na traku vrši se pomoću raznih tipova dodavača, lijevaka, stacionarnih ili pokretnih koji mogu biti vrlo različitih konstrukcija. Za utovar tereta na traku u rasutom stanju kao što je ugljen, šljunak, pijesak, žitarice i drugo, primjenjuje se uređaj u obliku lijevka, koji omogućuje da se materijal razmjesti po traci prije nego što dostigne brzinu kretanja trake. Lijevak se izrađuje od lima s nagnutim stranicama prema horizontali tako da kut nagiba bude 5-10° veći od kuta trenja materijala o dno i bočne stranice lijevka. Otvor na dnu lijevka treba biti oko 0,60 do 0,65 % širine trake, a po dužini oko 1 metar.

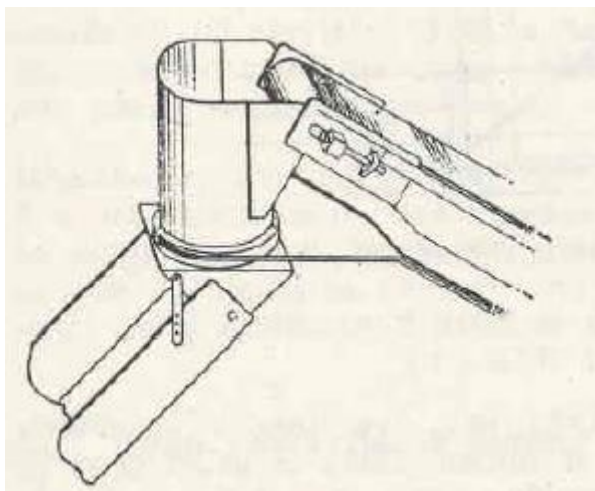


Slika 35. Utovarni lijevak (nepokretan)

Za utovar teških i tvrdih materijala (ugljen, ruda i sl.) koso dno lijevka treba biti rešetkasto izbušeno tako da propušta sitan materijal na traku. Kod pretovara komadne robe koja pri padanju na traku se može oštetiti, potrebno je valjkaste oslonce napraviti elastičnima tako da se udari amortiziraju. Za utovarivanje materijala na bilo kojem mjestu na traci primjenjuje se pokretni utovarni uređaj s lijevkom. Ovo se postiže na taj način što se lijevak postavlja na kotače koji se oslanjaju na stranice transportera. Ovakav uređaj mora imati kočnicu kojom se lijevak fiksira na određenom mjestu. Uređaj za utovar tereta na traku treba omogućiti ravnomjeran i neprekidan sloj materijala na traci u količini koja odgovara proizvodnosti transportera da bi iskorištenje transportera bilo što povoljnije.

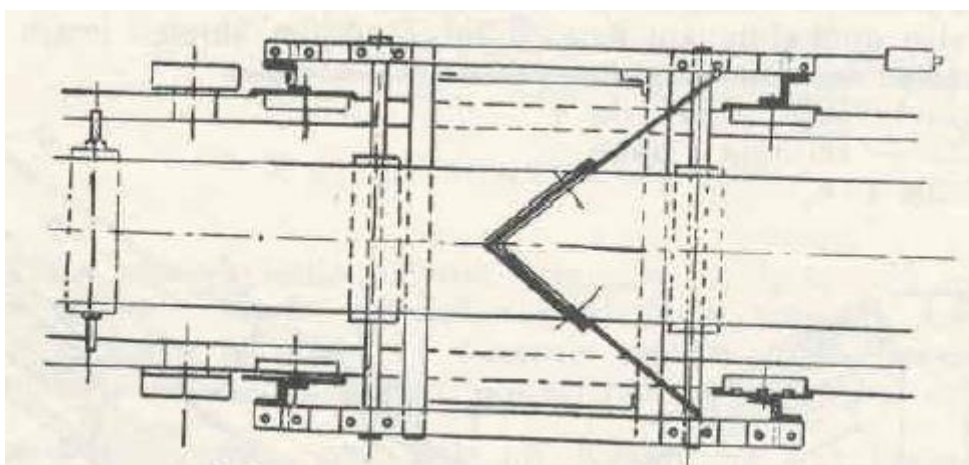
• Uređaj za istovar tereta s trake

Istovar komadnog ili rasutog tereta odnosno materijala s trake vrši se ili na kraju trake preko povratnog bubnja ili se materijal izbacuje na bilo kojem mjestu duž trake. Pri istovaru materijala na krajnjem bubnju transportera primjenjuje se specijalno napravljena istovarna glava s lijevkom i cijevi za prihvaćanje tereta, dok se za istovar materijala na bilo kojem mjestu s trake primjenjuju uređaji u obliku skretača.



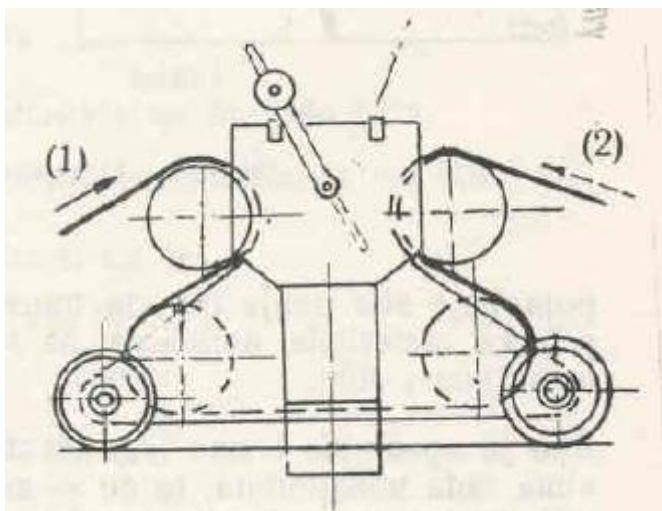
Slika 36. Istovarna glava s lijevkom i cijevi za prihvaćanje tereta

Skretač može biti jednosmjernan u obliku koso postavljene pregrade preko cijele širine trake ili dvosmjernan u obliku klina tako da se materijal izbacuje na obje strane trake. Ovi skretači se primjenjuju za izbacivanje rasute i komadne robe s trake. Skretači su jednostavne konstrukcije i jeftiniji u odnosu na uređaj s bubnjevima i zato se upotrebljavaju više nego drugi. Međutim, nedostatak im je mogućnost zaglavljivanja materijala između skretača i trake te oštećenje iste. Brzo habanje trake uslijed trenja skretača o traku i zanošenje trake u stranu više dolazi kod jednostranog skretača zbog čega se više upotrebljavaju skretači s dvostranim štitom u obliku klina.



Slika 37. Pokretni dvosmjerni skretač trake

Druga vrsta uređaja za istovar materijala s trake transportera je izbacivač s bubnjevima i račvastim lijevkom. Kod ovih uređaja imamo dva bubnja koji su smješteni jedan iznad drugog te skreću traku uslijed čega dolazi do izbacivanja materijala s gornjeg (prvog) bubnja u lijevak. Izbacivač uvjetuje da konstrukcija transportera zauzme visinu oko 2 metra. Izbacivač je po svojoj konstrukciji složeniji i skuplji, ali je prema način rada bolji od skretača.



Slika 38. Izbacivač tereta s bubnjevima

6. PRORAČUN TRAKASTOG TRANSPORTERA

Primjer proračuna transportera s beskonačnom trakom za tvrtku Vetropack straža d.d. – Hum na Sutli. Za potrebe transporta pijeska u skladištu potrebno je ugraditi u postojeću transportnu liniju transporter prema slijedećim karakteristikama:

- dužina transportera $L=27,3 \text{ m}$
- kapacitet transportera $Q=125 \text{ t/h}$
- brzina trake $v=1,0 \text{ m/s}$
- nagib transportera $\alpha=7^\circ$
- transportirani materijal kvarcni pijesak
- nasipna težina kvarcnog pijeska $\gamma=1500 \text{ kg/m}^3$

6.1. Presjek materijala na traci

Kapacitet:

$$Q = 3600 \times \gamma \times v \times k_1 \times k_2 \times A \quad [\text{t/h}]$$

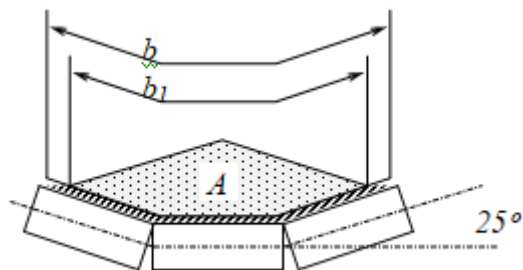
- $k_1=0,9$ – koeficijent smanjenja teoretskog kapaciteta zbog neravnomjernog nasipavanja
- $k_2=0,98$ – koeficijent smanjenja teoretskog kapaciteta zbog nagiba transportera

$$A = \frac{Q}{3600 \times k_1 \times k_2 \times \gamma \times v} = \frac{125}{3600 \times 0,9 \times 0,98 \times 1,5 \times 1} = 0,0263 \text{ m}^2$$

6.2. Odabir širine trake

Aktivna širina trake:

$$B_1 = \sqrt{\frac{A \times 3600}{f}} \quad [\text{m}]$$



Odabran koritasti oblik trake s bočnim nagibom valjaka 25° .

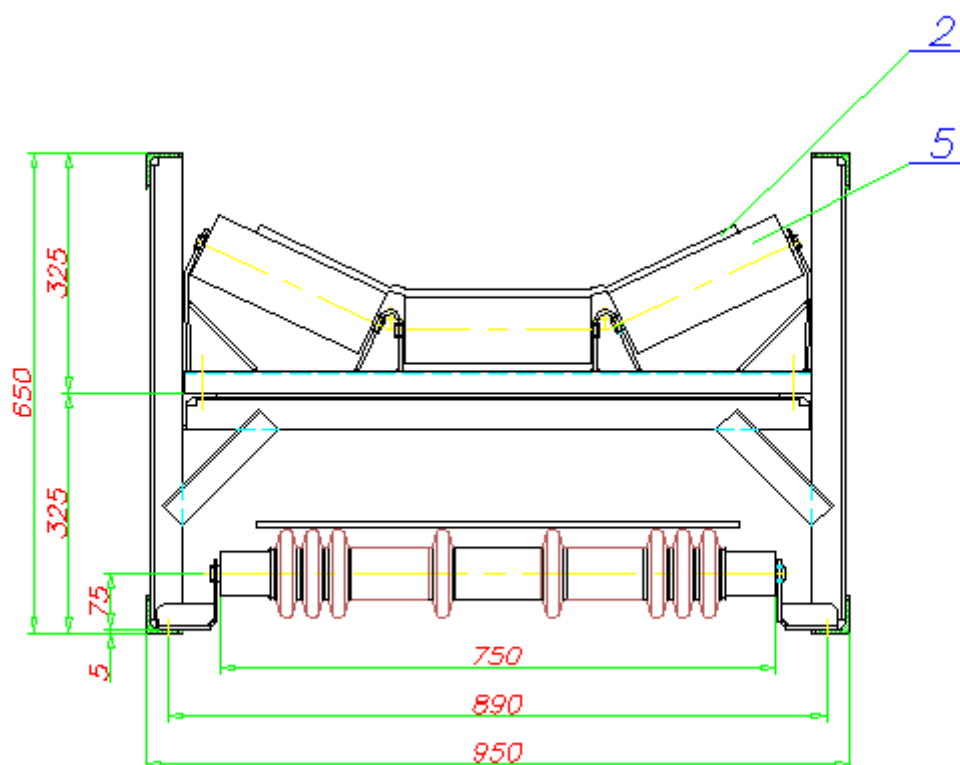
➤ $f=505$ – faktor oblika trake za kut 25° .

$$B_1 = \sqrt{\frac{0,0263 \times 3600}{505}} = 0,44 \text{ m}$$

Stvarna širina trake:

$$B = \frac{b_1 + 0,05}{0,09} = \frac{0,44 + 0,05}{0,9} = 0,55 \text{ m}$$

Odabrana je širina trake $B=650 \text{ mm}$.



Slika 39. Presjek transporter: 2) gumena traka; 5) slog „TRIO“ valjaka – proizvodnja Oprema Vrbovec d.o.o.

6.3. Snaga za pogon transportera

Snaga na osovini pogonskog bubnja:

$$P_{bo} = \frac{F_{bo} \times v}{1000} \text{ [kW]}$$

$$P_{bo} = \frac{F_{bo} \times v}{1000} = \frac{1841,02 \times 1,0}{1000} = 1,84 \text{ kW}$$

Vučna sila na obodu pogonskog bubnja:

$$F_{bo} = \left(G_j + \frac{Q}{0,367 \times v} \right) \times L \times f_u + \frac{Q \times H}{0,367 \times v} \text{ [N]}$$

$$\begin{aligned} F_{bo} &= \left(29,81 + \frac{125}{0,367 \times 1,0} \right) \times 27,3 \times 0,07 + \frac{125 \times 3,327}{0,367 \times 1,0} = \\ &= 707,85 + 1133,17 = 1841,02 \text{ N} \end{aligned}$$

Visina dizanja:

$$H = \sin \alpha \times L \text{ [m]}$$

$$H = \sin 7^\circ \times 27,3 = 3,327 \text{ m}$$

6.3.1. Odabir trake

- G_j – masa pokretnih dijelova transportera (trake, valjaka) po jednom dužnom metru [kg/m]
- f_u – koeficijent sveukupnih otpora
- H – visina dizanja [m]

$$G_j = 2 \times g_t + g_{v1} + g_{v2} \text{ [kg/m]}$$

- g_t – masa trake [kg/m]

Odabrana je gumena transportna traka EP 315/3 4+2.

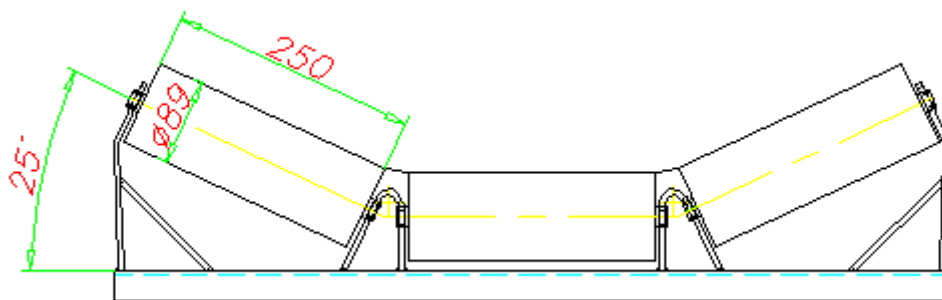
Traka sadrži tri uloška te njezina težina iznosi $G_t=10 \text{ kg/m}^2$, odnosno za širinu trake $B=650 \text{ mm}$ iznosi $q_t=6,5 \text{ kg/m}$.

$$G_j = 2 \times 6,5 + 12,86 + 3,95 = 29,81 \text{ kg/m}$$

6.3.2. Odabir valjaka

a) Nosivi valjci

Za nosivi valjak odabrani su standardni valjci za širinu trake $B=650 \text{ mm}$ – „TRIO“ slog valjaka - $\emptyset 89 \times 250 \text{ mm}$.



Slika 40. Nosivi valjci („TRIO“ slog) proizvodnje Oprema Vrbovec d.o.o.

Masa rotirajućih nosivih valjaka:

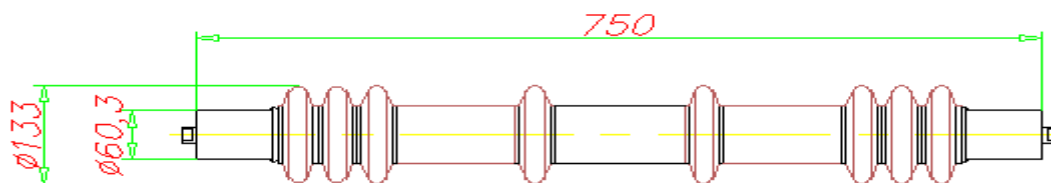
$$g_{v1} = \frac{q_{v1} \times n}{L} \text{ [kg/m]}$$

- $n = 90$ – broj nosećih valjaka
- $q_{v1} = 3,9 \text{ kg/kom}$ – masa jednog nosivog valjka

$$g_{v1} = \frac{3,9 \times 90}{27,3} = 12,86 \text{ kg/m}$$

b) Povratni valjci

Za povratni valjak odabran je standardni valjak s gumenim prstenovima - $\emptyset 133/\emptyset 60,3 \times 750 \text{ mm}$.



Slika 41. Povratni valjak proizvodnje Oprema Vrbovec d.o.o.

Masa rotirajućih povratnih valjaka:

$$g_{v2} = \frac{q_{v2} \times n}{L} \text{ [kg/m]}$$

- $n = 14$ – broj povratnih valjaka
- $q_{v2} = 7,7 \text{ kg/kom}$ – masa jednog povratnog valjka

$$g_{v2} = \frac{7,7 \times 14}{27,3} = 3,95 \text{ kg/m}$$

6.3.3. Koeficijent ukupnih otpora

$$f_u = c \times f$$

- $c = 2,83$ za $L = 27,3 \text{ m}$ – konstanta ovisna o dužini transporetra
- $f = 0,027$ – koeficijent sveukupnih otpora trenja

$$f_u = 2,83 \times 0,027 = 0,07$$

6.3.4. Proračun dodatne snage

S obzirom da se na transporter prigraduje četka za čišćenje trake i da je na usipu usipni lijevak sa zavjesicom potrebna je dodatna snaga.

$$\text{Dodatna snaga za četku: } P_{\xi} = 1,5 \text{ kW}$$

$$\text{Dodatna snaga bočne vodilice: } P_v = 0,08 \times l_1 = 0,08 \times 1,3 = 0,104 \text{ kW}$$

- $l_1 = 1,3 \text{ m}$ – dužina vodilice

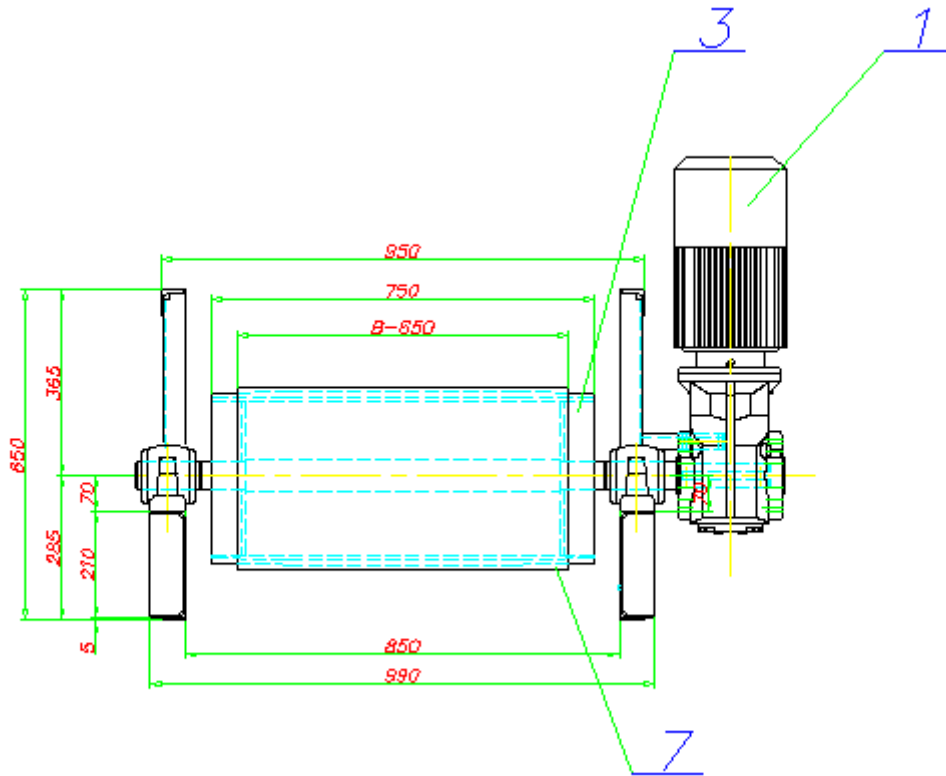
Ukupna snaga na osovini pogonskog bubnja:

$$P_u = P_{bo} + P_{\xi} + P_v = 1,84 + 1,5 + 0,104 = 3,44 \text{ kW}$$

Snaga motora za pogon transportera:

$$P_m = k \frac{P_u}{\eta} = 1,2 \frac{3,44}{0,85} = 4,86 \text{ kW}$$

- $\eta=0,85$ – iskoristivost prijenosa
- $k=1,2$ – faktor koji uzima u obzir dodatne otpore



Slika 42. Presjek transportera: 1) motorreduktor; 3) pogonski bubanj; 7) rotaciona četka pogonjena – proizvodnja Oprema Vrbovec d.o.o.

6.3.5. Proračun vučne sile

Vučna sila u traci na bubnju:

$$F_b = \frac{P_u}{v} = \frac{3440}{1,0} = 3440 \text{ N}$$

Ukupna vučna sila u traci:

$$F_t = F_b \left(1 + \frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1} \right) = 3440 \left(1 + \frac{1}{e^{0,4 \times \pi} - 1} \right) = 3440(1 + 0,4) = 4816 \text{ N}$$

- $\mu=0,4$ – koeficijent trenja između bubnja i trake za gumom obložen bubanj
- $\alpha=180^\circ$ - obuhvatni kut trake oko bubnja

- *e – baza prirodnog logaritma*

Potrebni broj uložaka u traci:

$$z = \frac{9,8 \times F_t}{b \times \sigma_m} + 1 = \frac{9,8 \times 4816}{0,65 \times 308921} + 1 = 1,24 < 3$$

- odabrana traka zadovoljava

- $k=9,8$

- $\sigma_m=308921 \text{ N/m}$ – vlačna čvrstoća po jednom metru širine trake

6.3.6. Promjer pogonskog bubnja

$$D = \frac{360 \times F_b}{p \times \pi \times \alpha \times b} = \frac{360 \times 3440}{29400 \times \pi \times 180 \times 0,65} = 0,115 \text{ m}$$

- $p=29400 \text{ N/m}$ – moć prenošenja sile s bubnja na traku

Kontrola promjera prema broju uložaka u traci:

$$D = 0,1 \times z \text{ [m]}$$

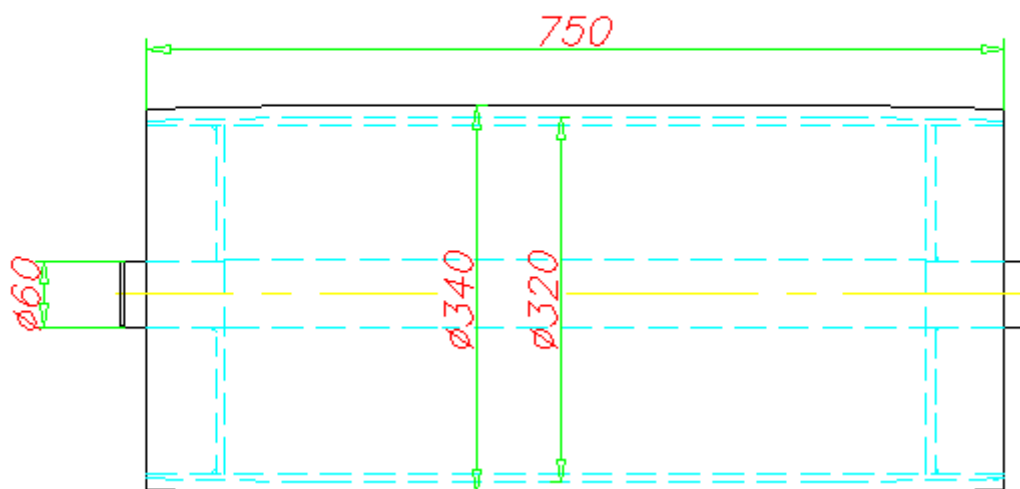
$$D = 0,1 \times 3 = 0,3 \text{ m}$$

Zbog konstruktivnih razloga izabran je bubanj promjera $D_0=340 \text{ mm}$.

Promjer zadovoljava jer je:

$$D_0 > D$$

$$0,34 > 0,3 \text{ m}$$

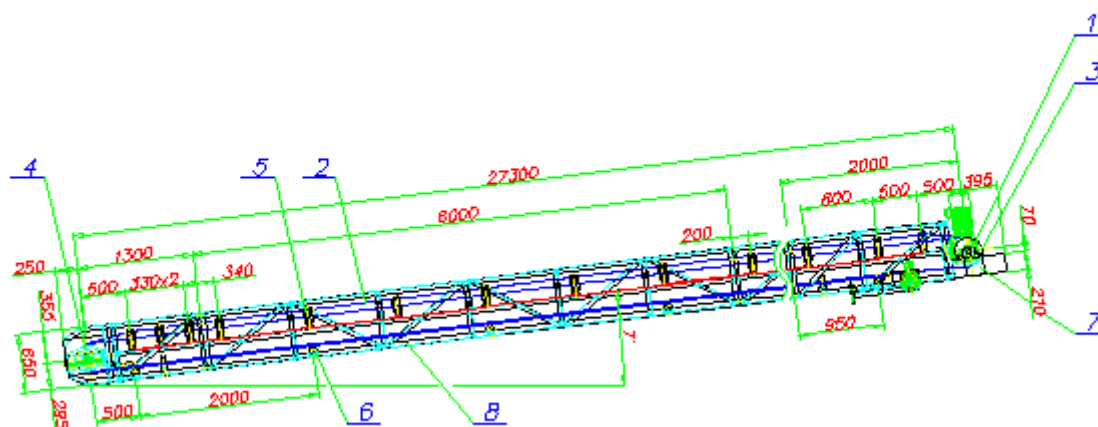


Slika 43. Pogonski bubanj (gumiran) proizvodnje Oprema Vrbovec d.o.o.

7. DIJELOVI TRANSPORTERA

Nakon napravljenog proračuna transportera određeni su slijedeći dijelovi transportera:

1. Motorreduktor tvrtke SEW tip KA 77/T DV 132 S4/BMG, $N=5,5$ kW, $n=56$ o/min
2. Gumena transportna traka EP 315/3, 4+2, $B=650$ mm, $L_0=56700$ mm
3. Pogonski bubanj $\varnothing 320 \times 750$ mm, gumiran na $\varnothing 340$ mm
- standardni proizvod Opreme Vrbovec d.o.o.
4. Natezni bubanj $\varnothing 320 \times 750$ mm – standardni proizvod Opreme Vrbovec d.o.o.
5. Nosivi valjci „TRIO“ $\varnothing 89 \times 250$ mm – standardni proizvod Opreme Vrbovec d.o.o.
6. Povratni valjci s gumenim prstenovima $\varnothing 133 / \varnothing 60,3 \times 750$ mm
- standardni proizvod Opreme Vrbovec d.o.o.
7. Rotaciona četka pogonjena – standardni proizvod Opreme Vrbovec d.o.o.
8. Nosiva konstrukcija transportera je standardna izvedba Opreme Vrbovec d.o.o. izvedena kao prostorna rešetka od kutnih profila $50 \times 50 \times 5$ mm



Slika 44. Transporter trakasti $L=27300$ mm, $B=650$ mm, $\alpha=7^\circ$ proizvodnje Oprema Vrbovec d.o.o.



Slika 45. Transportna linija sipkog materijala (pijeska) u tvrtci Vetropack straža d.d. – Hum na Sutli

8. ZAKLJUČAK

Unutrašnji transport u industriji može se objasniti kao kretanje sirovina tj. materijala za rad određenim sredstvima i u određenom prostoru. Najčešća sredstva koja se koriste u unutrašnjem transportu su određeni tipovi transportera koji se definiraju prema tipu transportiranoga materijala. Unutarnji transport je stvar organizacije procesa. Racionalnom organizacijom unutarnjeg transporta postiže se premještanje materijalnih sredstava: najkraćim putem, minimalnim aktiviranjem radnika i sredstava za rad uz najniže troškove. Točnije rečeno, ovim putem želi se povećati profit i učinkovitost svakog proizvodnog procesa.

Transporteri s gumenom trakom pojavljuju se kao osnovno sredstvo kontinuiranog transporta u procesnoj i građevinskoj industriji. Suvremeni razvoj transportera s gumenom trakom zahtjeva povećanje njihove proizvodnosti, duljine i snage, što je povezano s povećanjem protoka i duljine transportiranja. Kao najpovoljnija širina pokazala se u prosjeku širina 650 do 800 mm. Transporteri s gumenom trakom trebaju se odlikovati jednostavnom i sigurnom konstrukcijom (jednostavna montaža i demontaža, jednostavan remont i zamjena pojedinih dotrajalih dijelova kao i podmazivanje). Najpovoljnija brzina je 3 do 4 m/s iako traka i nije pri toj brzini potpuno iskorištena. Veća brzina povećava učinkovitost dok s druge strane vučna sila i dimenzije trake postaju manje pa su i troškovi niži. Prednost trakastih transportera je neznatan utrošak rada, kao i troškova posluživanja i održavanja te ne oštećuju robu. Nedostatak im je što su im investicije za kraće udaljenosti i manje učinke prilično visoke te relativno kratak vijek trake.

9. LITERATURA

1. Praktičar 3, Strojstvo 2 – Školska knjiga Zagreb 1973. – Branko Kovač, dipl.inž.stroj.
2. Teorija, proračun i primjena transportera s gumenom trakom – Zavod za produktivnost Zagreb 1983. – Ivan Treščec – dipl.inž.stroj.
3. Transportni uređaji I – Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 1978. – dr. Sava Dedijer
4. Mehanizacija pretovarno – transportnih radova – Građevinska knjiga Beograd 1973. – Inž. Slavko Suvajdžić
5. Transportne trake – Savremena administracija Beograd 1979. – Dr. Ranko Borović
6. Fotografije i tehnički crteži – Oprema Vrbovec d.o.o.