

TEHNIČKA LOGISTIKA

FSB studij Strojarstva

Industrijsko inženjerstvo i menadžment (preddipl. VI sem.)

Proizvodno inženjerstvo (dipl. II sem.)

Ostali smjerovi: Tehnička logistika (izborni)

FSB studij Zrakoplovstva

Logistika (z)

Poglavlje 3: TRANSPORTNI SUSTAVI – 2. dio

- Transportna sredstva
 - Sredstva neprekidnog toka
 - Trakasti konvejer
 - Valjčani konvejer
 - Lančani konvejer
 - Člankasti konvejer
 - Elevator
 - ...

Transportni sustav i transportni proces

- **TRANSPORTNI SUSTAV**

- **Sredstva prekidnog transporta**

- Transportna sredstva i uređaji koje karakterizira neprekinuti (kontinuirani) prijenos materijala,
- Različita sredstva za prijevoz sipkog i/ili komadnog materijala u raznim granama gospodarstva (rudarstvo, poljoprivreda, prehrambena, kemijska, tekstilna drvna industrija, metalska i elektroindustrija,...)
- Osim za transport materijala, neke izvedbe sredstava neprekidnog transporta koriste se i za transport ljudi (trgovački centri, bolnice, zračne luke,...)

- Sinonimi:
 - sredstva/prenosila kontinuirane dobave,
 - sredstva s neprekidnim djelovanjem
 - konvejeri (eng. *conveyors*)

- Podjele prema raznim kriterijima (Oluić Transport u industriji, 1991).
 - Pogon: s pogonom, bez pogona
 - Položaj u prostoru: ovisni konvejeri i podni konvejeri
 - Prema zadaći: transportni, tehnološki, rasporedni (sortirni)
 - Prema vrsti transportiranog materijala: za sipki materijal, za komadni materijal
 -

Transportni sustav i transportni proces

- **TRANSPORTNI SUSTAV**

- **Sredstva prekidnog transporta**

Prema elementima kojima se materijal izravno prenosi		Prema principu kretanja materijala		
Trakasti konvejer	traka	Magnetni	magnatsko polje	elevator
Valjčani	valjak	Vibracijski	vibracije	
Ovjesni	ovješeni nosač	Pneumatični	struja zraka-plina	
Lančani	lanac	Hidraulični	struja tekućine	
Člankasti	članak	Kliznica	sila teža	

Napomena: Navedena sistematizacija daje grubi pregled najpoznatijih izvedbi. Ona ne može precizno i jednoznačno definirati – niti sadrži – sve vrste sredstava neprekidnoga transporta, a niti se navedeni kriteriji sistematizacije u svakom slučaju jasno razlikuju. Npr. izvedba VALJČANI GRAVITACIJSKI KONVEJER ima naziv po oba kriterija iz ove tablice.

- Prema **DIN 15201**: Mechanische Förderer, Förderer mit Luft (Gas), Hydraulische Förderer

Transportni sustav i transportni proces

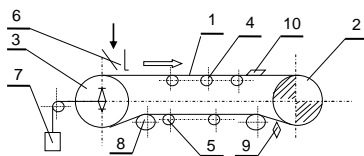
• Trakasti konvejeri

- (eng. *belt conveyor*)
- Trakasti konvejeri su se počeli koristiti najprije u rudnicima (u SAD-u) za transport velikih količina ugljena – sipkoga (rasutoga) materijala. Osim kao samostalno (pojedinačno) sredstvo, često se javljaju i u složenim transportnim sustavima, u kombinaciji s drugim transportnim uređajima ili u procesnim postrojenjima.
 - Trakasti konvejer je tipični predstavnik grupe sredstava neprekidnog transporta.
 - Sredstvo za transport i sipkog i komadnog materijala.
 - Za vodoravni transport i transport pod kutem (*specijalne izvedbe i okomito)
 - Namjenjen je ostvarivanju tokova velike količine materijala (prvenstveno sipkog materijala).
- Različite izvedbe
 - Trakasti konvejeri s ravnom trakom
 - Trakasti konvejeri s koritastom trakom
 - Trakasti konvejeri s cijevnom trakom
 - Ravnocrtni i zakrivljeni trakasti konvejeri
 - Teleskopski trakasti konvejer
 - Nepokretni, prenosivi, prijevozni

Transportni sustav i transportni proces

• Trakasti konvejeri

- Osnovni dijelovi trakastog konvejera i princip rada



- 1 – traka
- 2 – pogonski bubanj (pogonski uređaj)
- 3 – povratni bubanj
- 4 – nosivi valjci
- 5 – povratni valjci
- 6 – uređaj za punjenje (dodavač)
- 7 – natezni uređaj
- 8 – otklonski bubanj
- 9 – uređaj za čišćenje trake
- 10 – uređaj za pražnjenje*



Trakasti konvejer s pločom umjesto valjaka

Transportni sustav i transportni proces

• Trakasti konvejeri

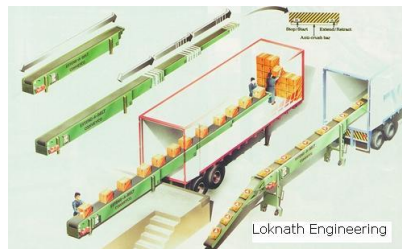
- Ravnih trakasti konvejeri
 - Za vodoravan i kosi transport (do 30°, posebne trake i više)
 - Za sipki i komadni materijal (ravne trake češće za komadni materijal).
 - Traka – najčešće gumena, postoje izvedbe i s plastičnom, tekstilnom, čeličnom i žičanom trakom
 - Karakteristike
 - Tihi rad
 - Za transport i osjetljivih tereta
 - Široki raspon primjene (pogodni za transport gotovo sve zapakirane robe)
 - Dužine u primjeni i do 20 m, širina trake do 1000 mm, brzine transportiranja do cca. 3 m/s (za komadne materijale)



Transportni sustav i transportni proces

• Trakasti konvejeri

- Zakrivljeni trakasti konvejer
 - Za nježnu promjenu smjera u ostavljanju toka materijala, bez promjene orijentacije tereta
 - Primjena u proizvodnji hrane, pošrama, aerodromima, špediterstvu (zbirni promet)
 - Horizontalni ili zakrivljeno s nagibom
- Teleskopski trakasti konvejer
 - Mogućnost izvlačenja teleskopa, za promjenjive dužine putanje kod utovara ili pražnjenja
 - Pogodni za utovar/istovar kamiona, kontejnera
 - Brzina do 0,8 m/s, max duljina izvlačenja teleskopa 24 m



Transportni sustav i transportni proces

• Trakasti konvejeri

- Koritasti trakasti konvejer
 - Za transport sipkih materijala, najčešće na veće udaljenosti (i do 100 km)
 - Nosivi slogovi valjaka – od dva valjka (DUO), tri valjka (TRIO), više valjaka
 - Širine trake do 3,2 m, brzine do 6 m/s



Transportni sustav i transportni proces

• Trakasti konvejeri

- Trakasti konvejer za sipke materijale s profilnom gumenom trakom
 - Za kosi transport

Profilgurtförderer

Bauarten:
Schrägförderer, Gurte flach oder gemuldet geführt.

Arbeitsprinzip:
Fördergurte mit Querprofilen bzw. mit Querprofilen und Seitenbegrenzungen fördern Schüttgüter schräg bis senkrecht auf- und abwärts.

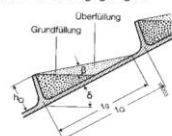
Fördergurte:
Fördergurte mit textilen Einlagen oder Stahlseilen als Zugträger und Deckplatten aus Gummi (vorwiegend) oder Kunststoff.

Fördergeschwindigkeit:
Abhängig von Schüttgut, Korngröße und Steigungswinkel bis ca. 3,4 m/s.

Schüttgut:
Fein bis grobkörnig, für zum Anbacken neigende Schüttgüter nicht oder nur bedingt geeignet.



CONTIWELL® Kastenband



Befüllung des CONTIWELL - Kastenbandes

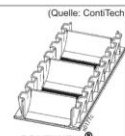
Profilgurtförderer



Steilförderband mit Schrägnocken



Höcker Transportband



CONTIWELL Kastenband

(Quelle: ContiTech)

ME3005

Transportni sustav i transportni proces

• Trakasti konvejeri

- Trakasti s duplom trakom (eng. *sandwich belt conveyor*)
 - Za vertikalni transport

Doppelgurtförderer

Bauarten:

Schräg- und/oder Senkrechtförderer

Arbeitsprinzip:

Zwei Fördergurte werden im schrägen bzw. senkrechten Teil der Anlage zusammengeführt und fördern das Schüttgut durch die entstehende Klemmkraftwirkung aufwärts.

Fördergurte:

Fördergurte mit textilen Einlagen oder Stahlsaiten als Zugträger und Deckplatten vorwiegend aus Gummi oder Kunststoff.

Fördergeschwindigkeit:

Ist abhängig vom Schüttgut, der Korngröße und dem Steigungswinkel (bis ca. 3 m/s).

Schüttgut:

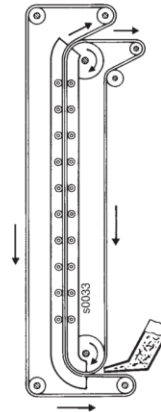
Fein bis körnig; für Schüttgüter die zum Anbacken neigen nicht, oder nur bedingt geeignet.

Hinweise für die Anlagenkonstruktion:

Führung der Gurte im Obertrum vorwiegend auf geraden Rollen, im Untertrum auf Rollen oder Scheiben; Reinigung mittels Klopfvorrichtung; beim Einsatz von glatten Gurten auch durch Abstreifer oder Bürsten.

Ausgeführte Anlagen:

Doppelgurtförderer werden z.B als Schiffsentlader eingesetzt.

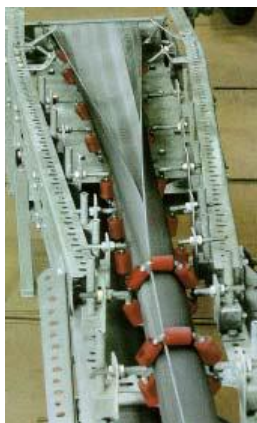


—4306

Transportni sustav i transportni proces

• Trakasti konvejeri

- Cijevni trakasti konvejer
 - Također za transport sipkih materijala, najčešće na veće udaljenosti
 - Traka se u radnom dijelu oblikuje u cijev



Transportni sustav i transportni proces

- **Trakasti konvejeri**
 - Prijenosni i prijevozni trakasti konvejeri

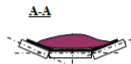
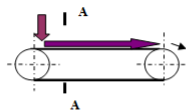


Transportni sustav i transportni proces

- **Trakasti konvejeri**

- Protok

Sipki materijal:



Volumenski protok, teorijski

$$q_v = A \cdot v \quad \text{m}^3/\text{s}$$

Stvarni volumenski protok

$$q_v = A \cdot v \cdot \varphi_p \cdot \varphi_n \quad \text{m}^3/\text{s}$$

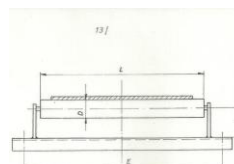
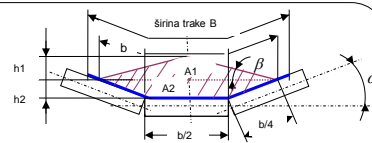
| faktor nagiba
| faktor punjenja

Maseni protok

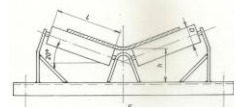
$$q_m = q_v \cdot \rho = A \cdot v \cdot \rho \quad \text{kg/s}$$

- Površina poprečnog presjeka nasipanog materijala ovisi o izvedbi (ravna, koritasta DUO ili TRIO, duljine valjaka, nagib valjaka, širina trake) te o transportiranom materijalu (nasipni kut u gibanju)

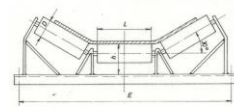
- Primjer – usporedba ravne i DUO trake



SL 2 RAVNI PROFIL TRAKE (MONO)



SL 4 KORITASTI PROFIL TRAKE (DUO)



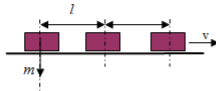
SL 3 ŽLJERASTI PROFIL TRAKE (TRIO)

Transportni sustav i transportni proces

• Trakasti konvejeri

- Protok

Komadni materijal:



l - udaljenost komada na traci
 m - masa komadnog materijala
 v - brzina konvejera

Maseni protok $q_m = \frac{m \cdot v}{l}$ kg/s

Komadni protok $q_k = \frac{v}{l}$ kom./s

- Primjeri – transport kutija trakastim konvejerom

Transportni sustav i transportni proces

• Valjčani konvejeri

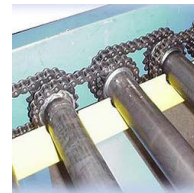
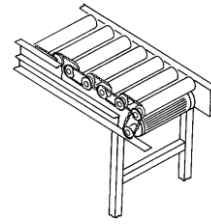
- (eng. *roller conveyor*)
- Valjčani konvejer (ili valjčana staza) je općeniti naziv za sredstva neprekidnog transporta namjenjena za transport komadnih materijala stazama s valjcima, kotačićima ili kuglicama kao nosivim elementima.
- Namjena:
 - Transport od manjih (lakših) tereta do većih (težih) spremnika i paleta, na udaljenosti i do 50 m, brzine do 1 m/s
 - Za povezivanje mjesta u proizvodnji, montaži, skladištu
 - Za akumuliranje (međupohranu) tereta, kao dijelovi većih sustava transporta i sustava za sortiranje
- Izvedbe s pogonom i bez pogona (gravitacijski i ravni)
 - Prijenos vučne sile lancem, remenima, trakom
 - Pogon svih ili samo nekih valjaka



Transportni sustav i transportni proces

- **Valjčani konvejeri**

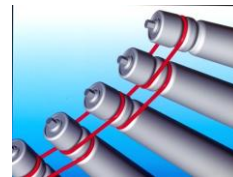
- Prijenos vučne sile lancem - primjeri



Transportni sustav i transportni proces

- **Valjčani konvejeri**

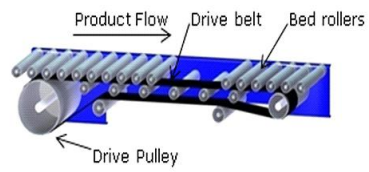
- Prijenos vučne sile remenom - primjeri



Transportni sustav i transportni proces

- **Valjčani konvejeri**

- Prijenos vučne sile trakom - primjeri



Transportni sustav i transportni proces

- **Valjčani konvejeri**

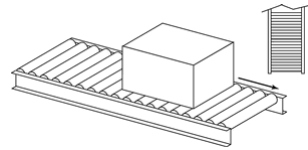
- Osim transporta pravocrtno, zakrivljenim valjčanim stazama moguće je ostvariti i promjene smjera toka materijala



Transportni sustav i transportni proces

• Valjčani konvejeri

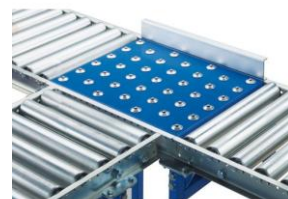
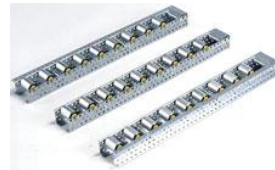
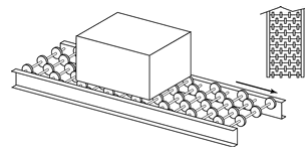
- Gravitacijski valjčani konvejeri
 - Transport materijala pomoću sile teže
 - Nagib konvejera 3-5 stupnjeva
 - Također mogu biti i zakrivljeni
 - Fiksni i prijevozni



Transportni sustav i transportni proces

• Valjčani konvejeri

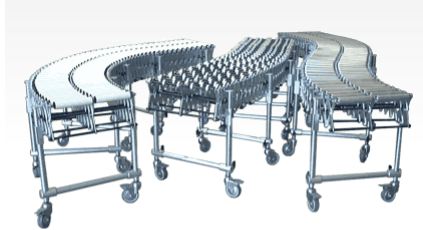
- Valjčani konvejeri s kotačićima, stazama s valjčićima, kuglicama
 - Ravn i zakrivljeni



Transportni sustav i transportni proces

- **Valjčani konvejeri**

- Fleksibilne izvedbe - razvlačni (valjčani i s kotačićima)



Description:

The expandable MATREX conveyors are indispensable modular tools for loading and unloading your vehicles. They expand and bend as required and carry up to 40 kg per linear metre, over a total maximum length of 9 metres. Once contracted, they will take up no more than 2.50 metres in length.

Width: 400 - 500 - 600 mm.

Structure and feet: galvanised steel.
(Other dimensions or features on request)



Transportni sustav i transportni proces

- **Valjčani konvejeri**

- Teleskopske izvedbe



Description:

The "GIGOGNE"-type multi-stage telescopic idle roller conveyor is exclusively designed for loading operations. It has caster wheels for easy displacement. All sections are independent and can be telescoped in and out individually.

Width: 600 - 800 mm.

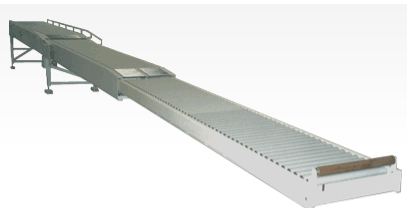
Length, expanded: 11800 mm - **retracted:** 4520 mm.

Height, input end: 1015 mm - **output end:** 694 mm.

Load per linear metre: 50 kg + 50 kg at the end of the conveyor.

(Other dimensions or features on request)

Finish: Heat-cured epoxy coating.



Description:

MATREX's telescopic idling roller conveyor greatly facilitates the loading of vehicles by mere gravity. It is provided with 50 mm PVC rollers spaced 75 mm apart.

The device is comprised of a fixed base unit and 2 or 3 telescopic extensions guided by a set of bearing rollers and chains ensuring the simultaneous and uniform deployment of all extensions.

The expansion and retraction movement of the extensions is ensured by a gearmotor, with the end of the apparatus travelling at a speed of 11 m/min.

The electric enclosure on the side of the apparatus contains all protections and control devices.

A control panel at the end of the foremost extension allows the operator to control the movements, and includes 2 lights and an emergency stop button. Guard panels ensure the protection of the entire unit.

Length retracted min.: 6000 mm, expanded max: 18000 mm.

Width: 600 - 800 mm.

Rollers: R 50 mm.

Load capacity: 50 KG per linear metre.

(Other dimensions or features on request)

Finish: Heat-cured epoxy coating.

Transportni sustav i transportni proces

• Valjčani konvejeri

- Valjčana skretnica /valjčani okretni stolovi (za promjenu smjera toka materijala)

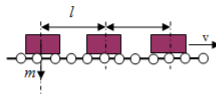


Transportni sustav i transportni proces

• Valjčani konvejeri

- Protok

Komadni materijal:



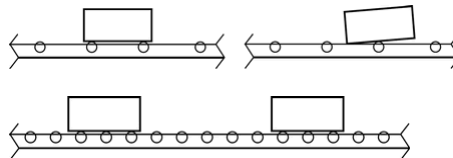
l - udaljenost komada na konvejeru
 m - masa komadnog materijala
 v - brzina konvejera

Maseni protok $q_m = \frac{m \cdot v}{l}$ kg/s

Komadni protok $q_k = \frac{v}{l}$ kom./s

- Razmak valjaka

- Max duljina tereta /3



Transportni sustav i transportni proces

• Valjčani konvejeri

- Gravitacijski konvejeri – uvjet kretanja materijala po stazi

$$G_m^* > W_1 \cdot n + W_2 \quad (6.14)$$

U izrazu (6.14) oznake su:

G_m^* - vodoravna komponenta težine transportiranoga materijala, N

W_1 - sila otpora pokretanja jednog valjka, N.

$$W_1 = \frac{r}{R} \cdot A_1 \cdot \left(G_{va} + \frac{G_m}{n} \right) \quad (6.15)$$

r - radius rukavca, mm

R - radius valjka, mm

A_1 - faktor trenja u ležaju rukavca,

G_{va} - težina valjka, N

G_m - težina materijala, N

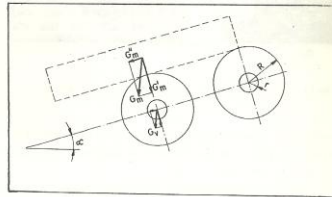
n - broj valjaka na koje se oslanja transportirani materijal

W_2 - sila otpora kotrljanja materijala po valjčanoj stazi, N

$$W_2 = \frac{A_k \cdot G_m \cdot \cos \alpha}{R} \quad (6.16)$$

A_k - faktor trenja kotrljanja, mm

α - kut nagiba staze, rad



“ A. After many years of experience, we advise that a gravity roller conveyor needs to be at an angle where the package travels down at a steady speed without needing to be pushed to get it started. A rough guide is 2 to 3 degrees (40 to 50 mm of fall per linear metre of run approximately) for plastic rollers and 7 to 9 degrees for steel rollers. This must be increased for light packages, bends or close pitches whilst heavier loads may need this reducing. The final angle must be found by trial and error on installation. [more](#) ”

Transportni sustav i transportni proces

• Valjčani konvejeri

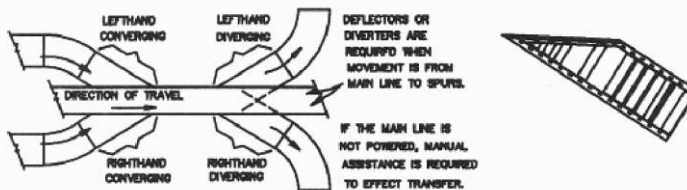
- Neki primjeri dodatnih uređaja transportnih sustava s valjčanim konvejerima

ACCESSORIES

When designing a complete conveyor system, it is rare that numerous accessories are not required along with the actual conveyors. Accessories are used to control flow. They stop, combine, divert and perform other functions in the systems. Shown here are some of the accessories and their functions:

SPUR FOR LIVE ROLLER

The use of spurs is to merge loads onto or off of live roller conveyors. Deflectors must be used in situations where loads are diverted off of the main line.



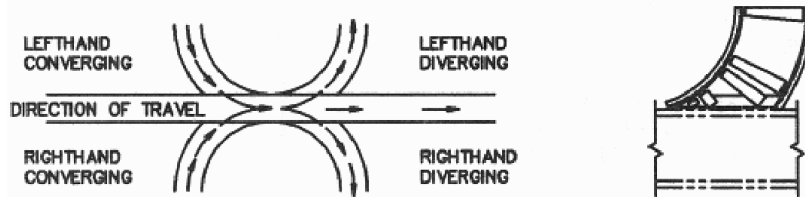
Transportni sustav i transportni proces

- **Valjčani konvejeri**

- Neki primjeri dodatnih uređaja transportnih sustava s valjčanim konvejerima

90° ROLLER SPURS

These are used for the same purpose as 30° spurs except to move loads at 90° to the main line. Therefore, curves are used for this purpose. As in 30° straight spurs, deflectors are required in situations when diverting loads off of the main line.



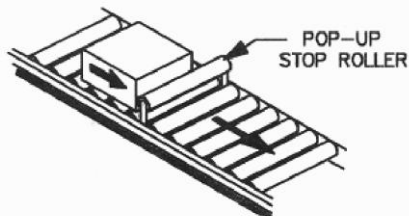
Transportni sustav i transportni proces

- **Valjčani konvejeri**

- Neki primjeri dodatnih uređaja transportnih sustava s valjčanim konvejerima

STOPS

Stops to halt loads in any desired section of conveyor are available as a roller which "pops-up" to halt the loads. They can be manually or automatically air operated and are used in gravity roller or live roller applications. Loads are allowed to pass over the stop roller when it is in the lowered position.



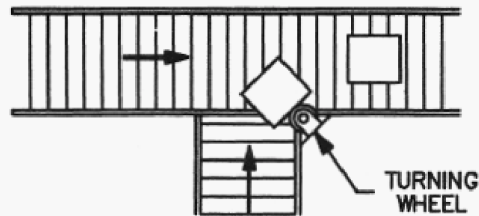
Transportni sustav i transportni proces

- **Valjčani konvejeri**
 - Neki primjeri dodatnih uređaja transportnih sustava s valjčanim konvejerima

ACCESSORIES

ROLLER TURNING POSTS

When transferring loads from one conveyor to another at 90° or more, turning rolls installed at the corner of the turn facilitate turning and help protect the carton load from damage or hang-up.

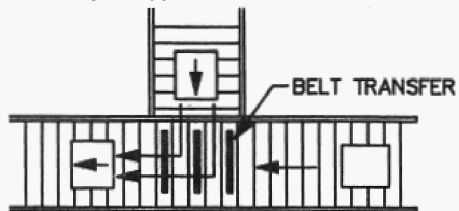


Transportni sustav i transportni proces

- **Valjčani konvejeri**
 - Neki primjeri dodatnih uređaja transportnih sustava s valjčanim konvejerima

POWERED TRANSFERS — 90°

In cases where transfer forces are desired other than deflectors, powered transfers are available. These are either wheel, belt or chain transfers that raise or lower within the transfer intersection to change loads from one conveyor to another. For complete weight and speed specifications on these units, consult your conveyor supplier.



UNIT RAISES TO LIFT AND TRANSPORT LOAD,
IT LOWERS TO PLACE LOAD ON ROLLERS
MOVING AT 90 DEG.

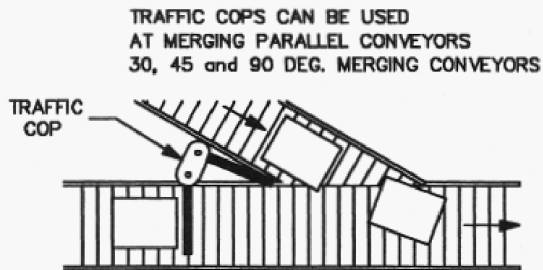
Transportni sustav i transportni proces

- **Valjčani konvejeri**

- Neki primjeri dodatnih uređaja transportnih sustava s valjčanim konvejerima

TRAFFIC COP

"Traffic cop" is the name applied to a mechanical arm which is used to stop loads and control the load flow at a merging of two conveyor lines. Pivoting arms operate independently to stop or release the correct loads into the merging situation, and operate on a "First come-First served" basis.



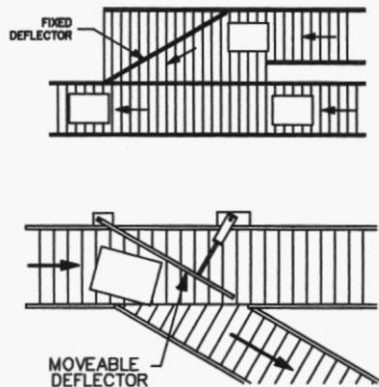
Transportni sustav i transportni proces

- **Valjčani konvejeri**

- Neki primjeri dodatnih uređaja transportnih sustava s valjčanim konvejerima

FIXED OR MOVABLE DEFLECTORS

When it is desirable to deflect loads onto spurs, from one conveyor line to two or more, or to merge two parallel conveyors into one, deflectors are used. They can be either manually or automatically operated. When automatically operated, timing, size and weight of load and the speed of the conveyor are factors to be considered.



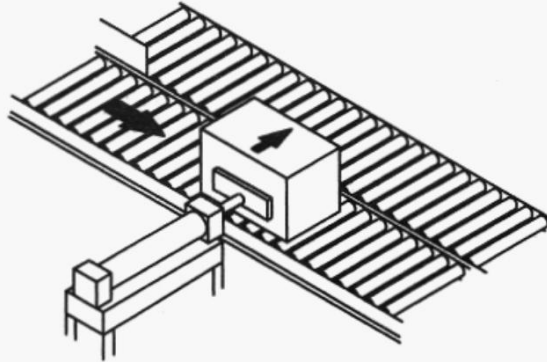
Transportni sustav i transportni proces

- **Valjčani konvejeri**

- Neki primjeri dodatnih uređaja transportnih sustava s valjčanim konvejerima

PUSHERS

Used for 90° transfers when packages are required to be transferred from one lane to another in parallel conveyor lanes.



Transportni sustav i transportni proces

- **Lančani konvejeri**

- (Eng. *chain conveyor*)
- Lančani konvejeri su sredstva neprekidnog transporta s namjenom transportiranja sipkih i komadnih materijala, vodoravno, koso i okomito
- Zadaću vučnog elementa, a često i nosivog, obavlja lanac
- Postoje razne izvedbe lančanih konvejera, s obzirom na princip rada

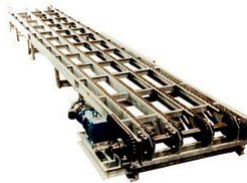
Principi izvedbi lančanih konvejera TABLICA 6-VII.

Redni broj	Princip	Izvedba	Skica
1.	Povlačenje materijala	<ul style="list-style-type: none"> • podni • ovjesni 	
2.	Nošenje materijala	<ul style="list-style-type: none"> • materijal leži na lancima 	
3.	Povođenje materijala	<ul style="list-style-type: none"> • otvoreni žlijeb • zatvoreni žlijeb 	
4.	Struganje materijala	<ul style="list-style-type: none"> • stružni 	

Transportni sustav i transportni proces

- **Lančani konvejeri**

- S nošenjem materijala na lancima (eng. *plain chain conveyor*)
- Za palete, kutije, pojedinačne proizvode



Transportni sustav i transportni proces

- **Lančani konvejeri**

- Stružni, otvoreni i zatvoreni (eng. *scraper chain conveyor, drag chain conveyor*)
- **Drag Chain Conveyors:**
- *This technology is mainly used in industrial applications.*
- *In Drag Conveying the material height being transported is often less than or equal to the flight height. Sometimes this can be more depending on the application. Drag conveying will literally "pull" the material along. Speeds are often much slower than en-masse conveying.*

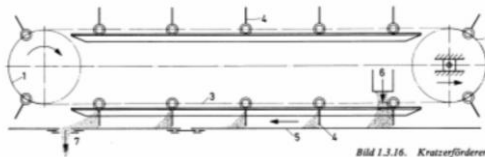
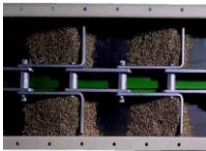


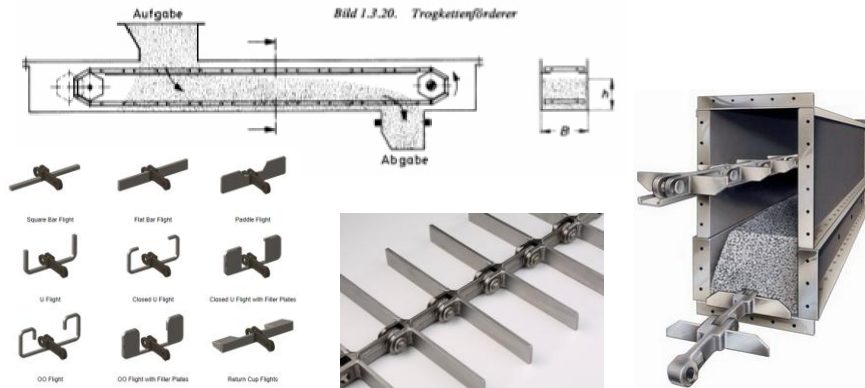
Bild 1.3.16. Kratzerförderer



Transportni sustav i transportni proces

- **Lančani konvejeri**

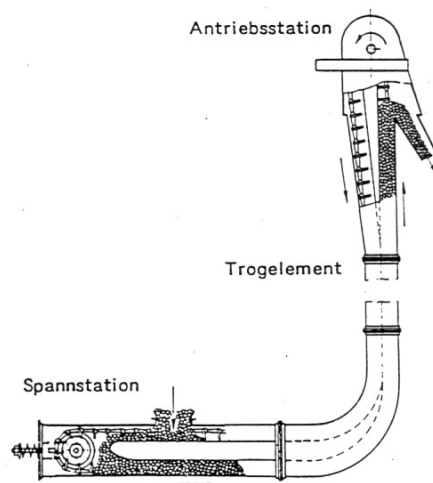
- S povodenjem materijala (eng. *en-masse chain conveyor*)
- **En-Masse Chain Conveyors:**
- *This technology is mainly used in agricultural applications.*
- *Here the flight height can be as low as 12.5% of the material being transported in the chain conveyor. The material is fed into the conveyor from the top and falls through the moving chain to the bottom of the box. Because the particles interlock, the material moves as a single stream at the same speed as the chain. This highly efficient conveying process allows nearly the entire conveyor cross section to move as bulk.*



Transportni sustav i transportni proces

- **Lančani konvejeri**

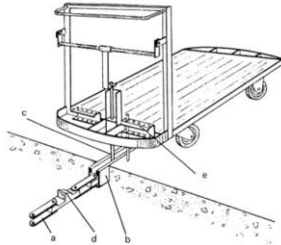
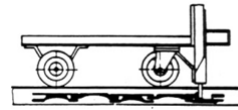
- Ilustracija lančanog konvejera za vertikalni transport



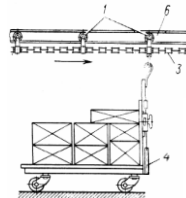
Transportni sustav i transportni proces

• Lančani konvejeri

- S povlačenjem vozila s materijalom
 - Povlačni podpodni
 - (Eng. *in-floor tow chain conveyor*, Njem. *Unterflurschleppkettenförderer*)



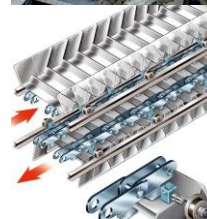
- Lančani povlačni ovesjni
- Eng. *overhead tow chain conveyor*



Transportni sustav i transportni proces

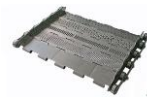
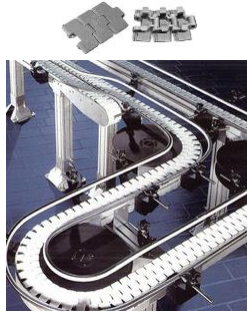
• Člankasti konvejeri

- (Eng. *apron conveyor*, *slat conveyor*)
- Člankasti konvejeri su sredstva neprekidnog transporta s namjenom transportiranja sipkih i komadnih materijala, vodoravno i koso
- Zadaću vučnog elementa obavlja lanac, a nosivi elementi su članci raznih profila
- Namjena slična trakastim konvejerima (nema pšćećivanja trake, za abrazivnije sipke materijale)
- Za komadne materijale - veće temperature, veći higijenski zahtjevi



Transportni sustav i transportni proces

- Člankasti konvejeri



Transportni sustav i transportni proces

- Člankasti konvejeri

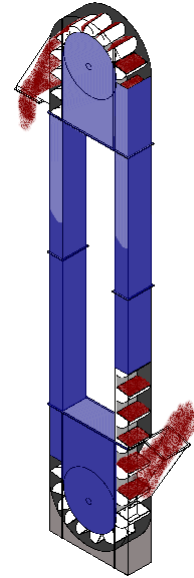
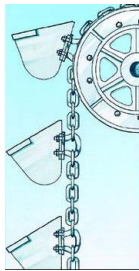
- Posebne izvedbe za prijevoz putnika i prtljage



Transportni sustav i transportni proces

• Elevatori

- (eng. *bucket conveyor, bucket elevator*)
- Sredstva neprekidnog transporta namijenjena transportu sipkog (posebne izvedbe i komadnog) materijala, najčešće okomito i pod većim kutem (postoje izvedbe i s mogućnošću horizontalnog transporta).
- U osnovno j izvedbi elevator transportira materijal u posudama montiranim na vučni element – traku ili lance.
 - Visine transportiranja nekoliko desetaka metara (ima izvedbi i preko 100 m), brzine trake do 3,5 m/s, lanca do 1 m/s
 - Volumen posuda 0,1 l do 140 l, pa su stoga protoci od malih pa i do 400 t/h
 - Primjena u prehrambenoj i kemijskoj industriji, proizvodnji građevinskog materijala, ljevaonicama,...
 - Mala potrebna površina



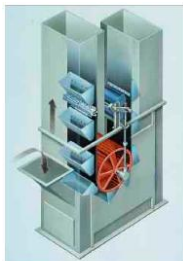
Transportni sustav i transportni proces

• Elevatori

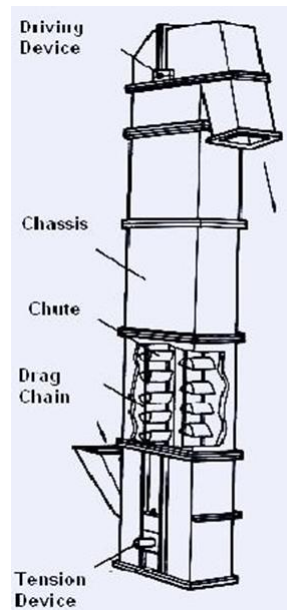
- Osnovni dijelovi elevatora
 - Pogonski mehanizam u glavi elevatora
 - Povratni bubanj s natezним uređajem
 - Vučna traka ili lanac
 - Posudice
 - Kućište
 - Uređaj za punjenje*



The bucket elevator head



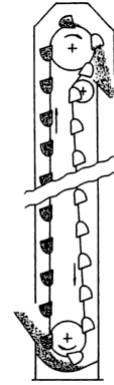
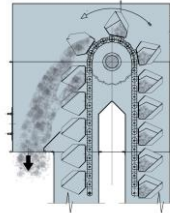
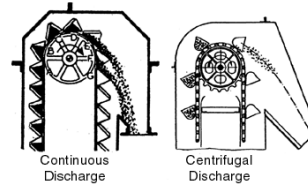
The bucket elevator boot



Transportni sustav i transportni proces

• **Elevatori**

- Načini pražnjenja elevatora:
 - Silom težom (kontinuirano)
 - Brzine < 1,3 m/s
 - Manji razmak posuda
 - Materijal pada preko donje strane prethodne posude
 - Punjenje isključivo izravnim punjenjem
 - Centrifugalnom silom
 - brzine od 1,3-3,5 m/s,
 - širi razmak posuda
 - Punjenje centrifugalnih elevatora izravno i grabljenjem
 - Kombinirano
 - S otklonom (eng. *positive discharge*)
 - Za ljepljive materijale, moguće izvesti i s trešenjem posuda
 - Brzina oko 0,7 m/s

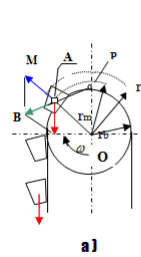


(b) Positive discharge

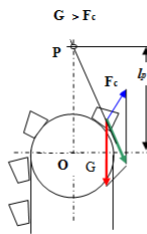
Transportni sustav i transportni proces

• **Elevatori**

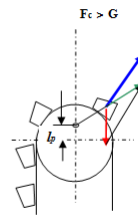
- Određivanje načina pražnjenja elevatora



a)



b)



c)

Iz sličnosti trokuta ΔAOP i ΔABM (skica a) slijedi:

$$l_p = r_m \frac{G}{F_c} = \frac{g}{4 \cdot \pi^2} \frac{1}{n^2} = \frac{0,2485}{n^2}$$

- $l_p < r_b$ centrifugalno pražnjenje (skica c)
- $l_p > r_b$ gravitacijsko pražnjenje (skica b)
- $r_b \leq l_p \leq r$ kombinirano

$$F_c = \frac{m \cdot v^2}{r_m}$$

$$G = m \cdot g$$

$$v = 2 \cdot \pi \cdot r_m \cdot n$$

n broj okretaja pogonskog bubnja, okr./s

r polumjer kruženja vanjskog brida posude

r_b polumjer bubnja

r_m polumjer kruženja težišta materijala

Transportni sustav i transportni proces

• Elevatori

- Princip izvedbe sa slobodno ovješnim posudama (eng. pivotet-bucket elevator)
- Moguć horizontalni transport materijala
- Moguće pražnjenje i punjenje na više mjesta

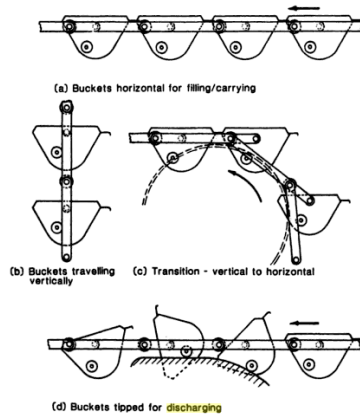


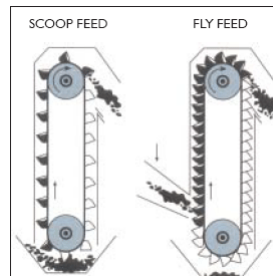
Figure 8.5 Pivoted-bucket conveyor/elevator.



Transportni sustav i transportni proces

• Elevatori

- Načini punjenja elevatora:
 - S izravnim punjenjem, potreban dodavač materijala
 - S grabljenjem materijala



- Kod punjenja elevatora na horizontalnom dijelu treba izbjeći prospanje materijala
 - Posude bez razmaka
 - Izvedba s dijelom koncentracije posuda

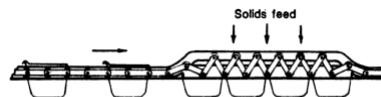


Figure 8.9 Concentina-effect to close up the buckets during loading of a pivoted-bucket conveyor.

Transportni sustav i transportni proces

• Elevatori

- Protok elevatora

Volumenski protok: $q_v = \frac{V \cdot \psi \cdot v}{l} \quad (\text{m}^3/\text{s})$

V	volumen posude, m^3
ψ	koeffcijent punjenja posude (0,4 – 0,9)
ρ	nasipna gustoća, kg/m^3
l	razmak između posuda, m
v	brzina, m/s

Maseni protok $q_m = q_v \cdot \rho \quad (\text{kg}/\text{s})$

- Primjer

Transportni sustav i transportni proces

• Elevatori

- Primjeri izvedbi elevatora za komadni materijal

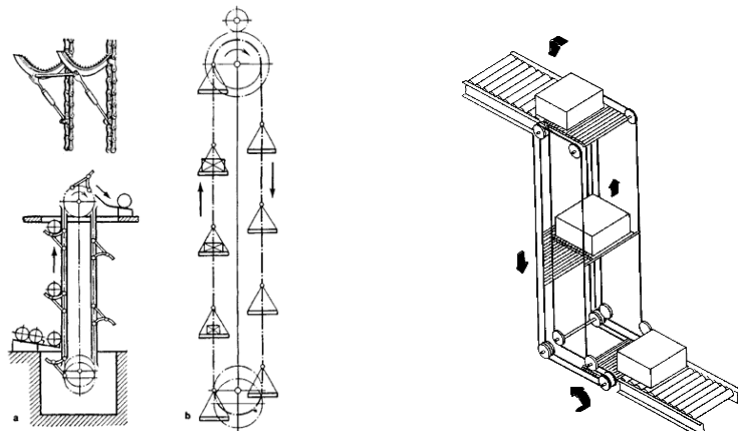


Figure 2. Vertical two-chain elevators for lifting unit loads: (a) tray elevator, (b) cradle-type elevator

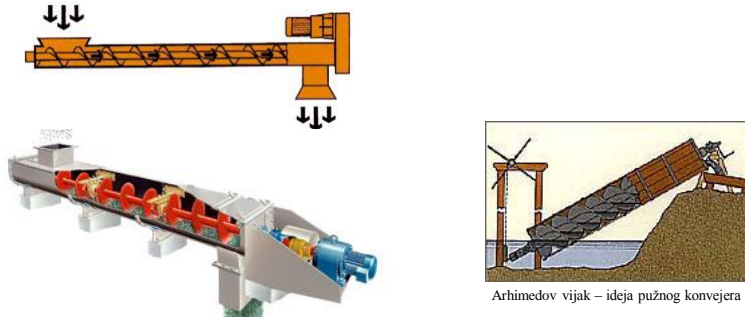
a) konzolni nosači b) ovješeni nosači

Eng. Vertical lift conveyor

Transportni sustav i transportni proces

• Pužni konvejeri

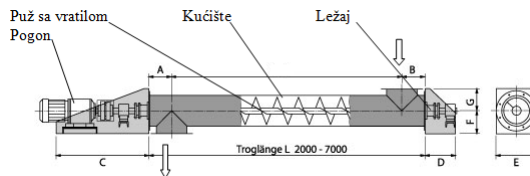
- (Eng. *screw conveyor*)
- Sredstva neprekidnog toka materijala namjenjena za transport sipkog materijala.
- Primjena u poljoprivredi, prehrambenoj, kemijskoj, procesnoj, drvopreradačkoj i sličnim industrijama te industriji građevinskih materijala i građevinarstvu (za praškaste, granulaste materijale, sječke,...)
- Nisu pogodni za jako abrazivne i ljepljive materijale.
- Za transportiranje na manje udaljenosti, kao dodavači materijala drugim uređajima, za punjenje silosa/spremnika, tehnološki za miješanje/grijanje/hlađenje/pranje materijala/dodavanje aditiva...
- Smjer transportiranja može biti horizontalno i koso (uglavnom do 25°), posebne izvedbe s većim nagibom i vertikalno.
- Razne izvedbe, dizajn ovisi o mnogo značajki transportiranog materijala



Transportni sustav i transportni proces

• Pužni konvejeri

- Osnovni dijelovi:
 - Puž
 - Pogonski mehanizam
 - Ležajevi
 - Otvori za ulaz i izlaz materijala
 - Kućište
 - otvoreno ili zatvoreno korito („U” ili kvadratna – za abrazivnije materijale i materijale s česticama većih dimenzija)
 - cijev



Koritasti horizontalni pužni konvejeri



Cijevni kosi pužni konvejer

Transportni sustav i transportni proces

• Pužni konvejeri

- Tehničko-tehnološki podaci:
 - Volumenski protok¹ do 200 m³/h
 - Brzina² 0,2-0,4 m/s
 - Duljina transporta² do 50 m (do 75 m)³
 - Broj okretaja² 16 – 140 okr./min

¹ Oluić, Transport u industriji, 1991

² Martin, Transport und Lagerlogistik, 2009

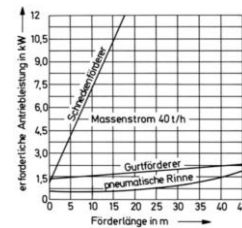
³ Bulk Handling Global (web)

• Prednosti

- Višenamjenski, sa širokom primjenom
- Jednostavne konstrukcije, jednostavno održavanje koristastih pužnih konvejera
- Zatvorena korita za zaštitu okoliša (od prašenja), ali i zaštitu materijala od okoline
- Mogućnost punjenja i pražnjenja na bilo kojem mjestu

• Nedostaci

- Relativno visoka potrošnja energije (slika)
- Nepogodni za veće duljine (zbog potrebne veće snage)
- Mogućnost začepljenja i oštećivanja materijala drobljenjem i usitnjavanjem
- Otežano održavanje cijevnih pužnih konvejera i potreba držanja rezervnih dijelova
- Skuplji (te s manjim protokom i udaljenostima transportiranja) od drugih izvedbi konvejera za horizontalni transport sipkog materijala



Transportni sustav i transportni proces

• Pužni konvejeri

- Protok pužnog konvejera

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

- D promjer puža, m
- s korak puža, m
 - $s = 0,9D$ za male i srednje pužne vijke (1D)
 - $s = (0,5-0,8)D$ za velike pužne vijke
- φ stupanj punjenja (poprečni presjek materijala u odnosu na površinu poprečnog presjeka puža)
 - $\varphi = 0,125$ abrazivniji materijali (pijesak, pepeo, koks)
 - $\varphi = 0,3$ slabije abrazivni materijali (sol, piljevina, cement)
 - $\varphi = 0,4-0,5$ neabrazivni materijali (brašno, žitarice, grah)
 - Može čak i do 0,8-0,9 kod cijevnih, za transport granulastog materijala
- n broj okretaja puža, 1/min.
- k faktor smanjenja protoka zbog nagiba (tablica)
- ρ nasipna gustoća materijala, t/m³

Kut nagiba pužnog konvejera (°)	Faktor smanjenja protoka
5	0,9
10	0,8
15	0,7
20	0,65
25	0,5

- Primjer

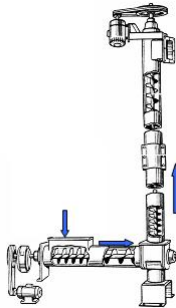
Transportni sustav i transportni proces

• Pužni konvejeri

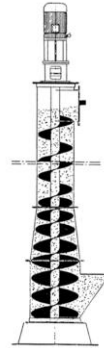
• Vertikalni pužni konvejeri

- (eng. *Vertical screw conveyor*)
- Namjenjeni za transport sipkih materijala vertikalno
- Daleko veće brzine vrtnje puža, manji korak puža
- Punjenje ili pomoću uređaja za punjenje sa strane ili pomoću horizontalnog pužnog konvejera – dodavača (eng. *screw feeder*)
- Jeftiniji i manje površine od elevatora

Nominal diameter of screw in mm	Capacities in m ³ /hr	Speed of screw
150	10	Up to 400 RPM
250	35	300 RPM
300	75	250 RPM
400	170	200 RPM



Vertikalni pužni konvejer s pužnim dodavačem



Vertikalni pužni konvejer s koničnim i dvostrukim pužem u donjem dijelu

Transportni sustav i transportni proces

• Pužni konvejeri

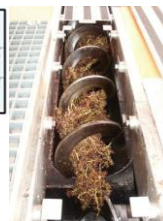
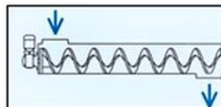
• Fleksibilni pužni konvejeri

- (eng. *Flexible screw conveyor*)
- Fleksibilni puž je na savitljivoj žici, promjera do 100 mm, ili spirala
- Rotira u savitljivoj ili krutoj cijevi
- Za transport sipkih materijala kao što su šećer i žitarice u poljoprivrednoj i prehrambenoj industriji, u farmaceutskoj industriji, industriji plastike i gume, kemijskoj industriji...
- Pogodni za manje udaljenosti (do 20 m), protoci do cca 18 t/h



• Pužni konvejeri bez vratila

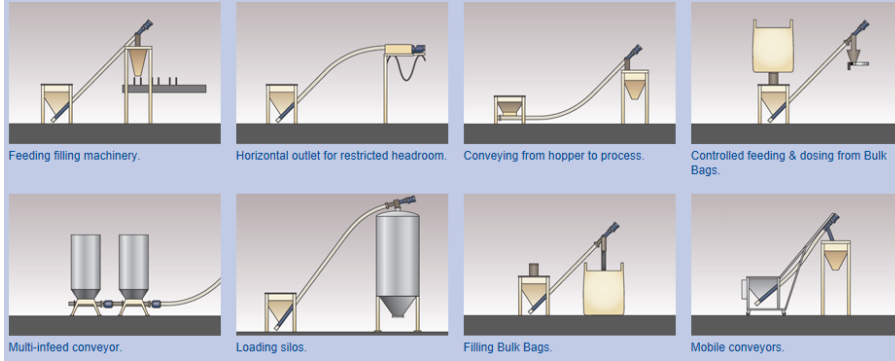
- (eng. *Shaftless screw conveyor*)
- Puža bez vratila
- Za transport mulja, puple, drvene sječke, otpada
- Do 25 m udaljenost
- Odvajanje vode



Transportni sustav i transportni proces

- **Pužni konvejeri**
 - Fleksibilni pužni konvejeri

Typical applications



Transportni sustav i transportni proces

- **Pužni konvejeri**

The efficient screw feeder and screw conveyor design requires in depth knowledge of bulk solids and powder flow properties and characteristics, as well as detailed design knowledge of the spiral or screw flight efficiency. This is of particular importance when handling cohesive, high moisture, ideal plastic type, self aerating, and low angle of repose bulk solids and powders.

Empirical "material factors" are available for the calculation of energy requirements for free flowing products, however, these factors do not allow for the effects of cohesion. Bulk solids and powder flow properties testing is considered mandatory when designing screw conveyors and screw feeders for handling difficult to manage products. The energy requirements are very dependent on the bulk solids or powder flowability properties, including cohesion and internal shear angle.

It is important to note that once the product moisture exceeds around 15% (critical range for most products in general), cohesion will dramatically increase. The screw conveyor design becomes much more critical, and the generic information commonly available in various available standards is not of sufficient design capacity as such to accommodate these products.

The detailed requirements for screw conveyor and screw feeder design requirements can be found in the technical section - downloads of the Bulk Handling Global - Bulk Solids Flow - website www.bulksolidsflow.com

Bulk Handling Global
Bulk solids and powder flow properties testing, silo and hopper design, discharge and conveyor technology
www.bulksolidsflow.com

Solutions for storage and flow of solids... IT's all about flow

Bulk density reference list Almonds Broken ▾

Approximate minimum bulk density:	435	kg/m ³	27	bulk ³
Approximate maximum bulk density:	480	kg/m ³	30	bulk ³
Average particle size:	12mm and under			
Abrasiveness:	Mildly abrasive			

Transportni sustav i transportni proces

• Ovjesni konvejeri

- (Eng. *overhead conveyor*)
- Ovjesni konvejeri su sredstva neprekidnog transporta namjenjena 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.
- Mogućnost ostvarivanja cjelovitih tokova materijala, transportiranjem u sva tri smjera.
- Osim obavljanja funkcije transporta, često znaju imati primjenu i u obavljanju neke tehnološke operacije: čišćenje, bojanje, sušenje, pjeskarenje i dr., služe kao rasporedni (sortirajući) konvejer ili kao akumulirajući konvejer („putujuće” skladište)
- Relativno jeftini, mogućnost izmjene staza
- Duljine prelaze i 2000 m

- Osnovni dijelovi ovjesnog konvejera:
 - Pogonska stanica
 - Vučni element – lanac
 - Natezni uređaj
 - Sustav voznih staza (vodilice, skretnice)
 - Uređaj za zahvat (kolica s nosačem tereta)

- Tipične dvije izvedbe ovjesnih konvejera – jednostazni i dvostazni (*power and free*)

Transportni sustav i transportni proces

• Ovjesni konvejeri

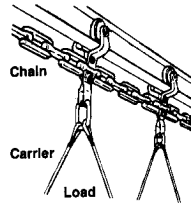
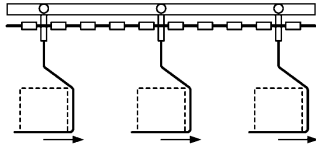
- Ilustracije



Transportni sustav i transportni proces

• Ovjesni konvejeri

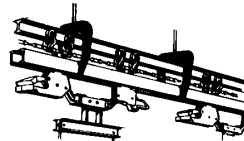
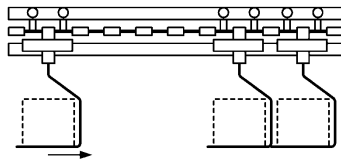
- Ovjesni konvejeri s jednom stazom (eng. *trolley overhead conveyor*)
- Kotači koji se kreću po stazi, s međusobno jednakim razmakom, čvrsto su spojeni pomoću jarma s vučnim lancem koji je u zatvorenoj petlji
- Nema mogućnosti akumuliranja nosača (tereta)



Transportni sustav i transportni proces

• Ovjesni konvejeri

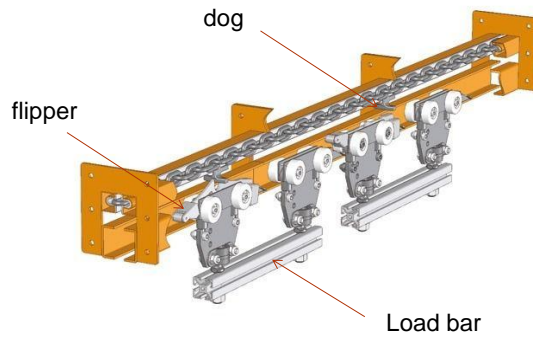
- Ovjesni konvejeri s dvije staze – pogonskom i slobodnom (eng. *power-and-free overhead conveyor*)
- Nazivaju se i manevarski ovjesni konvejer (*Madarević: Rukovanje materijalom*)
- Slični ovjesnom konvejeru s jednom stazom s obzirom na jednak razmak između nosača
- Razlika je u postojanju dvije staze
 - Pogonskoj (power) koja je vodilica nosačima vučnog lanca (kotačići s jarmom čvrsto spojenim za lanac)
 - slobodnoj (free), koja je vodilica kolicima s nosačem tereta
- Kolica s nosačem tereta mogu se odpojiti od vučnog lanca te akumulirati ili skrenuti na ogranke staze, te kod utovara i istovara tereta
- Primjena u proizvodnji s raznim brzinama transporta, nejednakim protokom (stop-start proizvodnja), za transport između radnih stanica



Transportni sustav i transportni proces

• Ovjesni konvejeri

- Ovjesni konvejeri s dvije staze (Power and Free)
 - Primjer izvedbe kolica s nosačem tereta (sistem upakčanja)

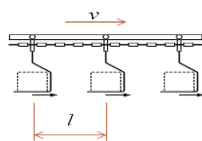


- <http://www.youtube.com/watch?v=o8-k8yj1AFE>
 - Opis rada i dijelova ovjesnog konvejera
- http://www.youtube.com/watch?v=rih_SJqUu1A
 - Opis rada i dijelova „power and free“ ovjesnog konvejera

Transportni sustav i transportni proces

• Ovjesni konvejeri

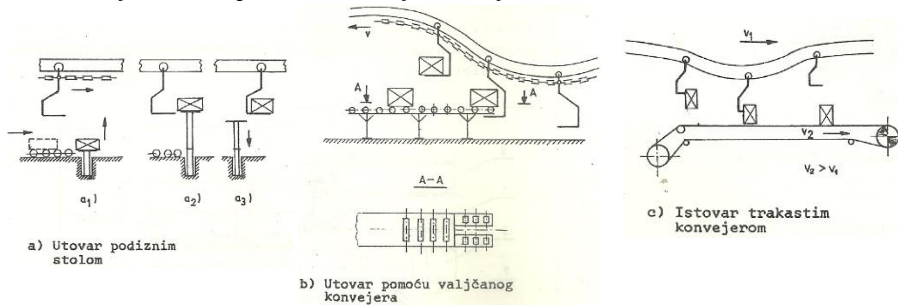
- Protok



$$q_k = \frac{v \cdot n}{l} \quad \text{kom./s}$$

n – broj komada na jednom nosaču

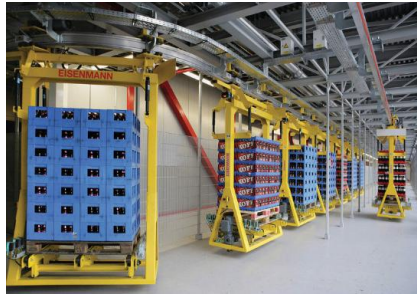
- Primjeri automatskog utovara i istovara ovjesnih konvejera



Transportni sustav i transportni proces

• Jednotračna električna ovjesna vozila

- (Eng. *monorail*)
- Slična po izvedbi ovjesnom konvejeru
- Nema lanca kao vučnog elementa, po voznoj stazi se kreću samopogonjena vozila
- Automatizirani sustav jednotračnih vozila (AEM – *Automated Electrified Monorail*) je sustav s više vozila i više traka - kombinacija ovjesnog konvejera (ali se sva vozila kreću neovisno od drugih) i AGV sustava (ali je nadzemno)
- Primjene u proizvodnji i montaži, te transportu gotovih proizvoda iz montaže u skladište, između zona skladišta,...



Transportni sustav i transportni proces

• Vibracijski konvejeri

- (Eng. *vibrating conveyor, oscillating conveyor*)
- Vibracijski ili tresivi konvejeri su sredstva neprekidnog transporta materijala namjenjena za transport sipkog i komadnog materijala vodoravno, koso ili okomito (kao spiralne staze)
- Kretanje materijala ostvaruje se vibracijskim gibanjem nosive staze (cijev ili žlijeb).
- Duljine transportiranja od par do 50 m, protok do 400 t/h, brzine transportiranja 0,15-0,25 m/s
- Važno obilježje vibracijskog konvejera 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 za vruće i abrazivne materijale, mogućnost hlađenja, sušenja materijala tijekom transporta
- Nisu pogodni za ljepljive materijale (glina), imaju lošije performanse za praškaste materijale, za pijesak, šljunak i ugljen pogodniji su trakasti konvejeri

• Osnovni dijelovi:

- Pogonski mehanizam
- Nosiva konstrukcija
- Elastično učvršćena nosiva staza
(otvoreno ili zatvoreno korito ili cijev)
- Upravljački uređaj

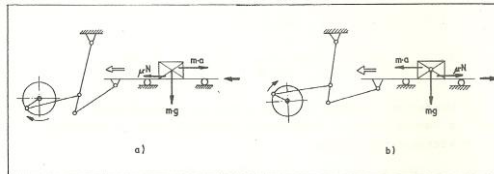


Transportni sustav i transportni proces

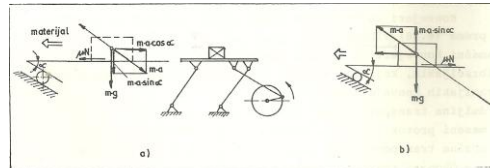
• Vibracijski konvejeri

• Princip rada

- Staza se dio puta kreće promjenjivim brzinom u istom smjeru zajedno s materijalom. Nakon promjene smjera kretanja staze, materijal se nastavlja kretati u ranijem smjeru zbog sile inercije.
- Razne izvedbe
 - Sa stalnom i promjenjivom silom trenja



Slika 6-44. Kretanje materijala kod konvejera sa stalnom silom trenja



Slika 6-45. Kretanje materijala kod izvedbe s promjenjivom silom trenja

Transportni sustav i transportni proces

• Vibracijski konvejeri

• Razne klasifikacije ovisno o načinu rada (terminologija):

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

• Protok

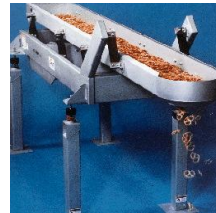
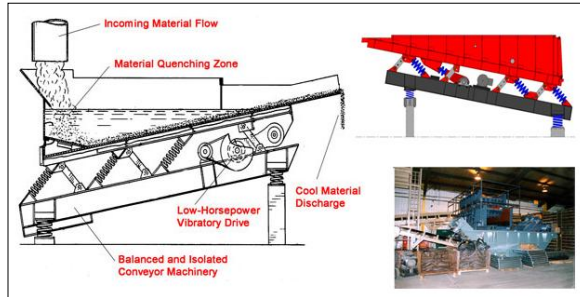
$$q_m = A \cdot \varphi \cdot v \cdot \rho$$

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

Transportni sustav i transportni proces

• Vibracijski konvejeri

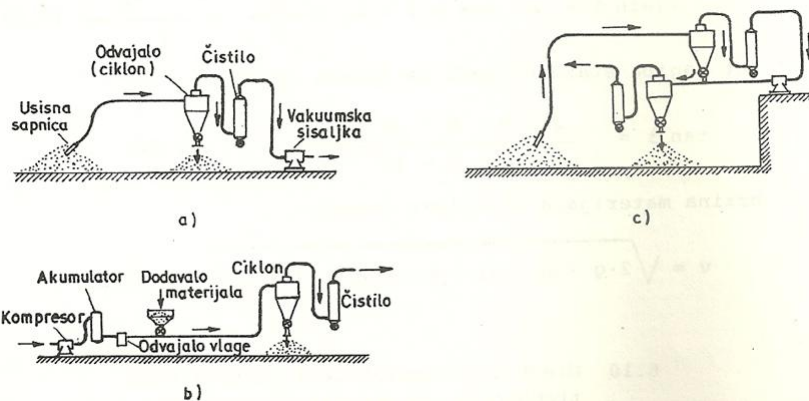
- Ilustracije



Transportni sustav i transportni proces

• Pneumatski konvejeri

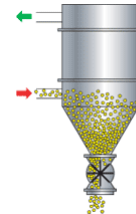
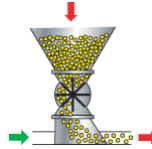
- Uredaji pneumatskog transporta primjenjuju se za transport sipkog materijala cjevovodima pomoću struje plinova, najčešće zraka. Posebne izvedbe mogu se koristiti za transport komadnog materijala.
- Glavne prednosti su zatvoreni sustav transporta (cijevi), te mogućnost skretanja i transportiranja materijala u svim smjerovima.
- Razne izvedbe sustava: a) usisni, b) tlačni i c) kombinirani



Transportni sustav i transportni proces

• Pneumatski konvejeri

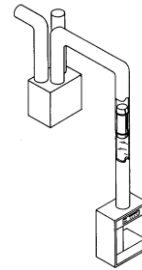
- Usisni pneumatski konvejer
 - Duljine dobave do 350 m
 - Visina dobave 50 m
 - Prikladni za transport lakših materijala (piljevina, žitarice)
 - Mogućnost ulaza materijala s više mjesta, dostava na jedno mjesto
- Tlačni pneumatski konvejer
 - Duljine dobave do 2000 m
 - Ulaz materijala na jednom mjestu, dostava moguća na više mjesta
- Kombinirani
 - Kombinacija s ciljem mogućnosti i ulaza i izlaza materijala na više mjesta



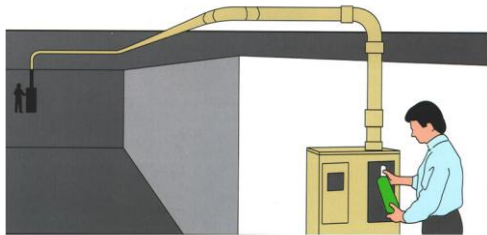
Transportni sustav i transportni proces

• Pneumatski konvejeri

- Pneumatski konvejer za komadne materijale
- (eng. *Carrier-System Pneumatic Conveyor*)
- Za transport manjih dijelova, dokumenata, novaca



AIR-LIFT CONVEYOR SYSTEMS



Basic AirLift Systems transfer items between two similar Send/Receive Stations through a single interconnecting tube. For installation where limited space or building obstructions prevent standard 45-in. radius bends, 24-in. radius expanded bends are available that allow the free travel of Carriers without bending. Expanded bends can be used for upward, downward, or horizontal runs.



SYSTEM SIZES TO MEET EVERY NEED
 Rugged high-density plastic construction assures long life for AirLift Carriers. Smooth surfaces and aerodynamic design, combined with the polished inner surface of extruded PVC tubing, generate minimal friction for more systems capacity and greater length than other pneumatic tube systems commercially available.

3" AIRLIFT CARRIERS
 For loads up to 1 lb. and distances to 1,000 feet. Provides 2.5" useful diameter by 15' or 12' length—20% more volume than ordinary carriers.

4" AIRLIFT CARRIERS
 For loads up to 2 lbs. and distances to 2,000 feet. Provides 3.5" useful diameter by 12' or 10' length—40% more volume than ordinary carriers.

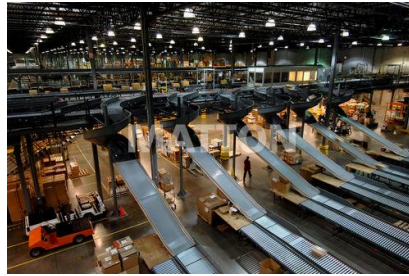
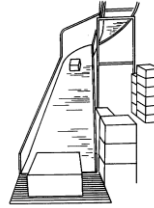
6" AIRLIFT CARRIERS
 For loads up to 5 lbs. and distances to 1,000 feet. Provides 4.5" useful diameter by 12' or 10' length—more capacity at 1/3 the weight of ordinary carriers.

Transportni sustav i transportni proces

Spiral Chutes

- Klizne staze**

- (eng. *chute conveyor*)
- Klizne staze (kliznice) su sredstva iz grupe neprekidnog transporta kod kojih se za kretanje materijala koristi sila teža.
- Kose (ravne) i spiralne staze
- Primjenjuju se za povezivanje dva uređaja, kao dodavači komadnog materijala, za povezivanje katova pogona/skladišta
- Mogućnost akumuliranja tereta
- Jeftina izvedba
- Otežana kontrola orijentacije tereta, mogućnost prevratanja, te blokiranja



Transportni sustav i transportni proces

- Klizne staze**

- Određivanje nagiba staze i izlazne brzine materijala

Prirast kinetičke energije na putu L_1 :

$$\Delta E = m \cdot \frac{v^2 - v_0^2}{2}$$

Materijal se kreće djelovanjem sile:

$$F = G \cdot \sin \beta - \mu \cdot G \cdot \cos \beta$$

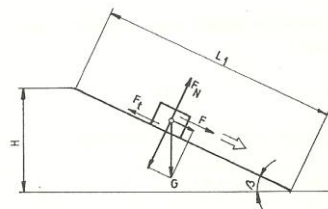
Iz uvjeta $\Delta E = F \cdot L_1$ mogu se izračunati:

- nagib staze

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{2 \cdot g \cdot H \cdot \mu}{2 \cdot g \cdot H - (v^2 - v_0^2)} \rightarrow \beta =$$

- brzina na izlazu s klizne staze:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot H \cdot (1 - \mu \cdot \operatorname{ctg} \beta) + v_0^2} \quad \text{m/s}$$



- Primjer