

МАШИНСКИ  
ФАКУЛТЕТ  
УНИВЕРЗИТЕТА  
У  
БЕОГРАДУ

MAŠINSKI  
FAKULTET  
UNIVERZITETA  
U  
BEOGRADU

FACULTY OF  
MECHANICAL  
ENGINEERING  
UNIVERSITY OF  
BELGRADE

## **KATEDRA ZA MEHANIZACIJU**



MODUL  
**TRANSPORTNO INŽENJERSTVO, KONSTRUKCIJE I  
LOGISTIKA - TKL**

PREDMET  
**MAŠINSKO INŽENJERSTVO U PRAKSI**

## Uvod

Modul Transportno inženjerstvo, konstrukcije i logistika-TKL predstavlja grupu predmeta na **Katedri za mehanizaciju**. Početak izučavanja materije koja pripada oblasti mehanizacije (Velika škola u Beogradu, 1863) je u vezi sa izgradnjom puteva i železnice u Srbiji, a dalji razvoj infrastrukture i industrijalizacije zemlje je uslovio nastanak naučnih ogranaka za izučavanje oblasti mehanizacije od Kabineta za fabrička postrojenja, građevinske mašine i enciklopediju mašinstva (1922), preko Katedre za privredno mašinstvo (1946) pa sve do Katedre za mehanizaciju (1960) sa imenom pod kojim se oblast **mehanizacije** i danas izučava na Mašinskom fakultetu u Beogradu.

Pojam mehanizacija, u gotovo svim privrednim granama, podrazumeva upotrebu mašina za obavljanje radnih operacija. Nastavno-naučna oblast mehanizacija se bavi izučavanjem mašina koje se mogu sagledati kroz 2 osnovne grupe:

- Transportne mašine (mašine za unutrašnji transport materijala)
- Građevinske i rudarske mašine

## 1. Transportne mašine

Transportne mašine služe za premeštanje tereta ili materijala u toku obavljanja radnih operacija u određenom objektu, tj. služe za *unutrašnji transport* materijala. Prema načinu rada sve transportne mašine se dele na:

- Mašine sa prekidnim radom
- Mašine sa kontinualnim radom

### 1.1 Transportne mašine sa prekidnim radom

#### Koncepcija rada transportnih uređaja

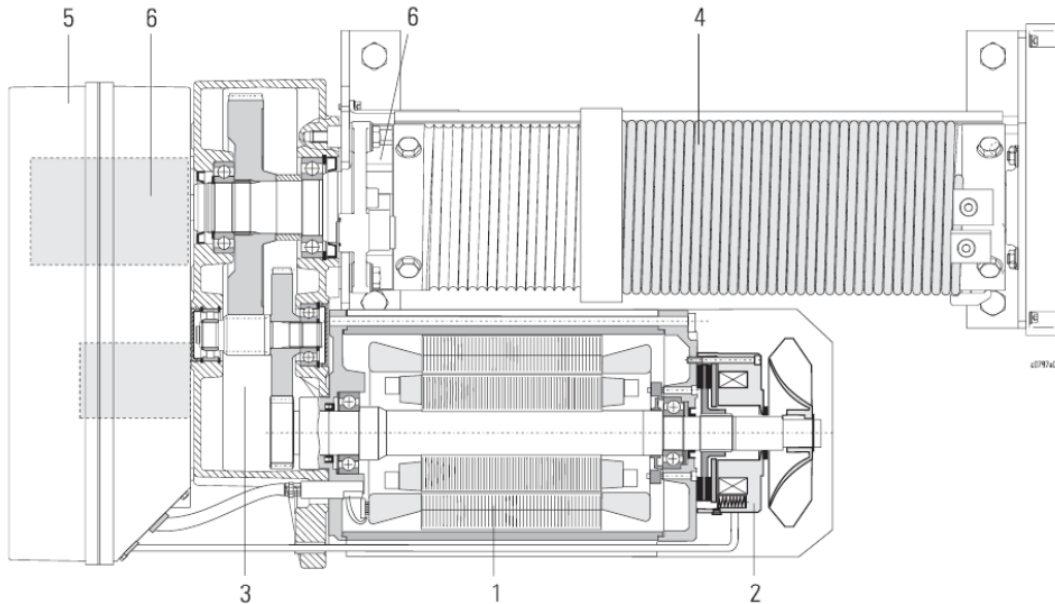
Za razvoj dizaličnih mašina su značajni periodi koji su u vezi sa otkrićem različitih vrsta pogona mašina, a danas se mogu izdvojiti mašine sa ručnim pogonom (postoje od antičkih vremena) i mašine sa **elektropogonom** (postoje od XX veka).

S obzirom da se mašine sa ručnim pogonom svrstavaju u *proste* mehanizme, ovde je predstavljena **koncepcijska shema mehanizma za dizanje tereta** u obliku:

**Elektromotor (pogon) → Reduktor (prenosnik snage) → Doboš sa užetom (radni uređaj)**

Na slici 1 je prikazana ova shema kroz glavne delove elektromotornog užetnog vitla.

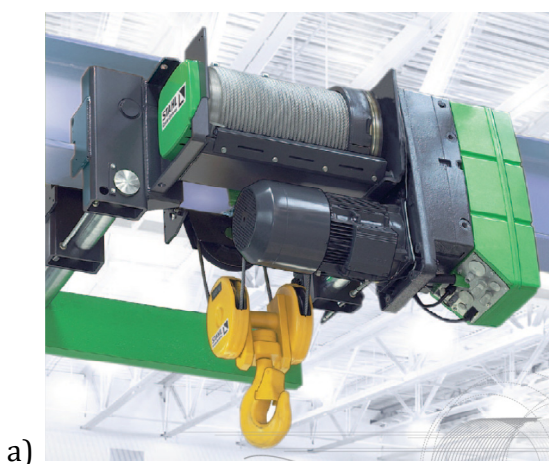
Svi mehanizmi za podizanje tereta, u svojstvu uređaja za zahvatanje tereta, su najčešće opremljena **kukom**, pa tek onda grabilicom, elektromagnetom ili drugim specijalnim uređajima.



Slika 1. Osnovni delovi mehanizma za dizanje tereta (elektromotornog vitla, STAHL):  
**1-motor, 2-kočnica, 3-reduktor, 4-doboš sa užetom, 5-upravljački orman, 6-sigurnosni uređaji**

Koncepcijska shema mehanizma za kretanje je slična prethodnoj pri čemu je radni uređaj točak preko koga se ostvaruje kretanje po šinama ili stazi.

Kombinacija ova 2 mehanizma čini elektromotorno vitlo sa kolicima (slika 2) koje je, u najvećem broju slučajeva, glavna komponenta dizalične mašine.



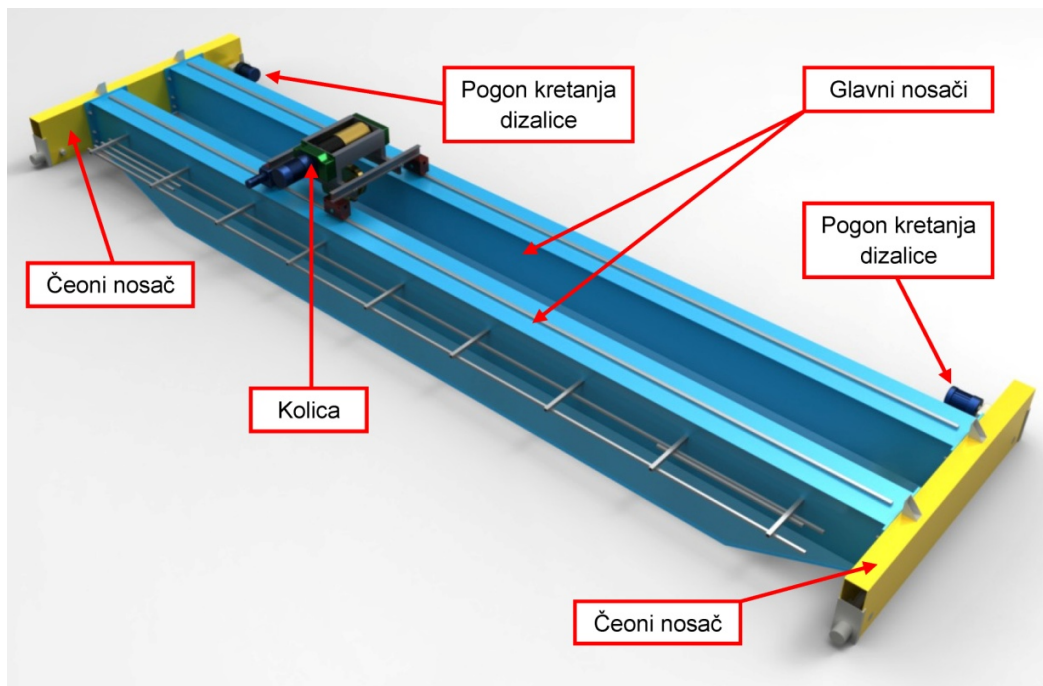
Slika 2. Elektromotorno vitlo sa kolicima, a) užetno, b) lančano; STAHL

## Dizalice

Dizalice su složene transportne mašine koje vrše premeštanje tereta u vertikalnoj i horizontalnoj ravni.

**Osnovna podela dizalica je na:**

- mosne, slika 3
- konzolne, slika 4
- portalne (ramne), slika 5
- građevinske stubne, slika 6
- autodizalice, slika 7
- lučke portalne, slika 8
- kontejnerske, slika 9



Slika 3. Električna dvogreda **mosna dizalica**, osnovni delovi

**Osnovni parametri svake dizalice su:**

- Nosivost [t], [kg]
- Raspon ili dohvat [m]
- Visina dizanja [m]
- Brzina dizanja tereta [m/min]
- Brzina kretanja kolica [m/min]
- Brzina kretanja dizalice [m/min]
- Pogonska klasa

Konstrukcija (struktura) dizalice predstavlja *skelet* projektovane mašine u generalnom smislu i služi da primi i prenese opterećenja na fundament. **Konstrukcije dizalica** su izvedene od **punih nosača** ili su **rešetkaste**, u zavisnosti od specifičnosti koje prate proces proračuna, projektovanja i izrade.



Slika 4. Stubna konzolna dizalica



Slika 5. Portalna dizalica



Slika 6. Građevinska stubna dizalica



Slika 7. Autodizalica



Slika 8. Lučka portalna dizalica



Slika 9. Kontejnerska dizalica

## 1.2 Transportne mašine sa kontinualnim radom - neprekidni transport

Uređaji neprekidnog transporta se svrstavaju u tri osnovne grupe:

1. uređaji sa vučnim elementom,
2. uređaji bez vučnog elementa i
3. pomoćni uređaji.

U prvu grupu spadaju svi uređaji kod kojih se premeštanje tereta ostvaruje kretanjem beskonačne trake, lanca ili užeta. Karakteristični predstavnici ovih uređaja su:

- transporteri (trakasti, pločasti, grabuljasti, ...),
- konvejeri (viseći, podni, ...),
- elevatori (kofičasti, sa konzolnim nosačima, ...).

U grupu uređaja neprekidnog transporta bez vučnog elementa spadaju:

- pužni transporteri,
- valjkasti transporteri,
- oscilatorni transporteri.

U grupu pomoćnih uređaja spadaju:

- bunker, i
- zatvarači,
- dodavači (dozatori),
- uređaji za odmeravanje i dr.

U zavisnosti od tipa trase, koje mogu biti u jednoj ili više ravni, postoje transporter i sa:

- horizontalnom trasom,
- trasom pod nagibom,
- kombinovanom trasom i
- prostornom trasom.

Da bi se izvršio izbor i proračun uređaja neprekidnog transporta, koji se sastoji u određivanju njegovih osnovnih parametara, proračunu i izboru vučnog elementa, određivanju pogonske snage motora, izboru i proračunu elemenata prenosa snage za pogon uređaja, potrebno je poznavanje karakteristika materijala, kapaciteta transporta, pogonske mase, sheme trase, režima rada.

### Karakteristike materijala

Uređaji neprekidnog dejstva primenjuju se za transport velikih količina materijala. Kod njih karakteristike transportovanog materijala imaju veliki uticaj na sam proces i način transporta.

Uređajima neprekidnog dejstva se transportuju rasuti (nasipni) materijali, ređe komadni. Komadne materijale karakterišu masa, oblik i dimenzije komada, njegova temperatura itd. Glavne karakteristike nasipnih materijala su granulometrijski sastav i veličina karakterističnih komada, gustina, ugao prirodnog pada, abrazivnost, koeficijent trenja (spoljašnji), sleganje, vlažnost, hidroskopnost, zapaljivost, hemijska agresivnost, eksplozivnost...

### Granulometrijski sastav

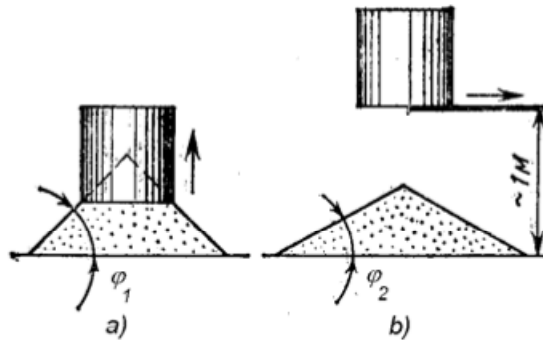
Granulometrijski sastav definiše krupnoću komada kao i njihovu količinu u transportovanom materijalu. Određuje se metodom prosejavanja. Iz odnosa dimenzija najvećih i najmanjih komada

određuje se da li je materijal sortirani ili ne. Nakon toga određuje se veličina karakterističnog komada,  $a'$ , na osnovu koje se materijal klasifikuje prema krupnoći komada kao:

- komadni (veoma krupni komadi, krupni komadi, srednje krupni komadi, sitni komadi),
- zrnasti (krupnozrnasti i sitnozrnasti), i
- praškasti (praškasti i prah).

### Ugao prirodnog pada

Ugao prirodnog pada materijala ( $\phi$ ) se definiše kao najveći ugao nagiba konusa prema horizontali, koga obrazuje slobodna površina nasipnog materijala, slika 10. Definiše se za slučaj kada je materijal u stanju mirovanja ( $\phi_1$ ) i stanju kretanja ( $\phi_2$ ), pri čemu je  $\phi_2 \approx 0,7\phi_1$ . Ugao prirodnog pada pri kretanju se određuje pri padanju materijala sa visine od oko 1m, pri čemu dolazi do transformacije potencijalne energije u kinetičku energiju koja izaziva dodatno kretanje materijala, a time i smanjenje ugla nagiba konusa slobodne površine materijala prema horizontali. S obzirom da se pri transportovanju materijala javljaju oscilacije nosećih elemenata uređaja neprekidnog transporta, to dolazi do dopunskog rastresanja materijala, pa se definiše računski ugao nasipanja materijala ( $\phi_3$ ), kao  $\phi_3 \approx 0,5\phi_2 \approx (0,35 \div 0,40) \phi_1$ .



Slika 10. Određivanje ugla prirodnog pada: a) u miru, b) pri kretanju

Na osnovu veličine ugla prirodnog pada nasipni materijali se mogu razvrstati u:

- lako pokretljive,
- srednje pokretljive, i
- slabo (ili teško) pokretljive.

### Abrazivnost, lepljivost i sleganje

Nasipni materijali u toku kretanja ispoljavaju svojstvo tarenja noseće površine uređaja neprekidnog transporta tokom vremena. To svojstvo se definiše kao abrazivnost. U zavisnosti od stepena abrazivnosti, nasipni materijali se dele na: neabrazivne (A), maloabrazivne (B), srednje abrazivne (C), veoma abrazivne (D).

Lepljivost je svojstvo materijala da se pri premeštanju po nekom drugom ili pri kraćem ili dužem zadržavanju prijanja (lepi) za njegovu površinu. Stepem lepljivosti se meri silom otpora smicanja takvog materijala na zalepljenoj površini.

Sleganje je osobina materijala da gubi pokretljivost svojih čestica pri dužem stajanju.

### Otpor trenja

Koeficijent trenja se definiše za slučaj kada je materijal u stanju mirovanja ( $\mu_1$ ) i stanju kretanja ( $\mu_2$ ), pri čemu je:  $\mu_2 \approx (0,7 \div 0,9) \mu_1$ .

Kod uređaja neprekidnog transporta koji prenose materijal trakom, kao vučnim i nosećim elementom, ugao najvećeg nagiba prema horizontali zavisi od trenja nasipnog materijala o traku. Obično je ugao nagiba manji za  $10\div 15^\circ$  od ugla trenja ( $\rho_1$ ). Odnos koeficijenta i ugla trenja dat je izrazom:  $\mu_1 = \text{tg}(\rho_1)$ .

## Režimi rada

Uređaji neprekidnog transporta se razvrstavaju u pogonske klase (režime rada) radi boljeg prilagođavanja radnim uslovima. U zavisnosti od vremenskog iskorišćenja i relativnog kapaciteta, uređaji neprekidnog transporta su svrstani u pet režima rada:

- veoma laki režim rada (VL),
- laki režim rada (L),
- srednji režim rada (S),
- teški režim rada (T),
- vrlo teški režim rada (VT).

Režimi rada uređaja neprekidnog transporta imaju znatan uticaj na radni vek, koji se kreće u granicama:

- od 5 do 8 godina - za trakaste transportere,
- do 10 godina - za pločaste transportere,
- do 8 godina - za pužne transportere,
- do 16 godina - za valjkaste transportere.

## Kapacitet

Pri proračunu kapaciteta uređaja neprekidnog transporta razmatraju se tri osnovna načina prenošenja materijala:

1. neprekidnim tokom,
2. prenošenje komadnih materijala,
3. prenošenje materijala u posudama.

U proračunima se koriste maseni ( $Q$ ), zapreminski ( $Q_v$ ) i komadni kapacitet ( $Z$ ).

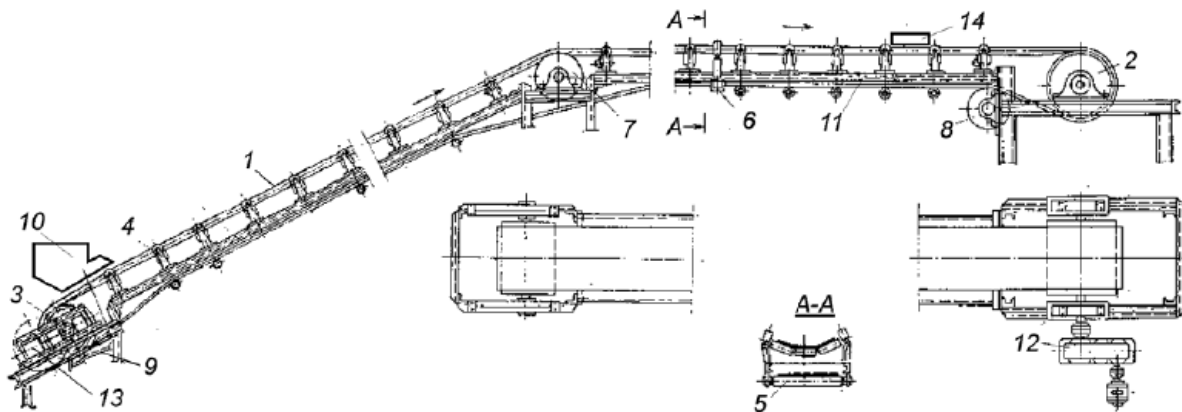
U sva tri slučaja, osnovni parametri za proračun kapaciteta su pogonska masa  $q$  (kg/m) i brzina transporta  $v$  (m/s):

$$Q = 3,6qv \text{ [t/h]}$$

Kapacitet u velikoj meri zavisi i od oblika poprečnog preseka struje transportovanog materijala.

## Trakasti transporteri

Najrasprostranjeniji uređaji neprekidnog transporta su trakasti transporteri, slika 11. Primenuju se za transport nasipnih i komadnih materijala, pravilnog ili nepravilnog oblika, brzinama od  $0,8\div 8$  m/s (izuzetno do 15 m/s), pri čemu se ostvaruju kapaciteti  $50\div 25000$  t/h (ekstremno do 50000 t/h). Trasa po kojoj se vrši transport po pravilu leži u jednoj ravni, a transport se ostvaruje po horizontali, pod nagibom ili kombinovano. Dužine trasa kreću se od nekoliko metara do 15-ak kilometara, sa mogućnošću nastavljanja do 100 km. Transport materijala po trasi koja ne leži u jednoj ravni se, takođe, može ostvariti specijalnim trakastim transporterima.

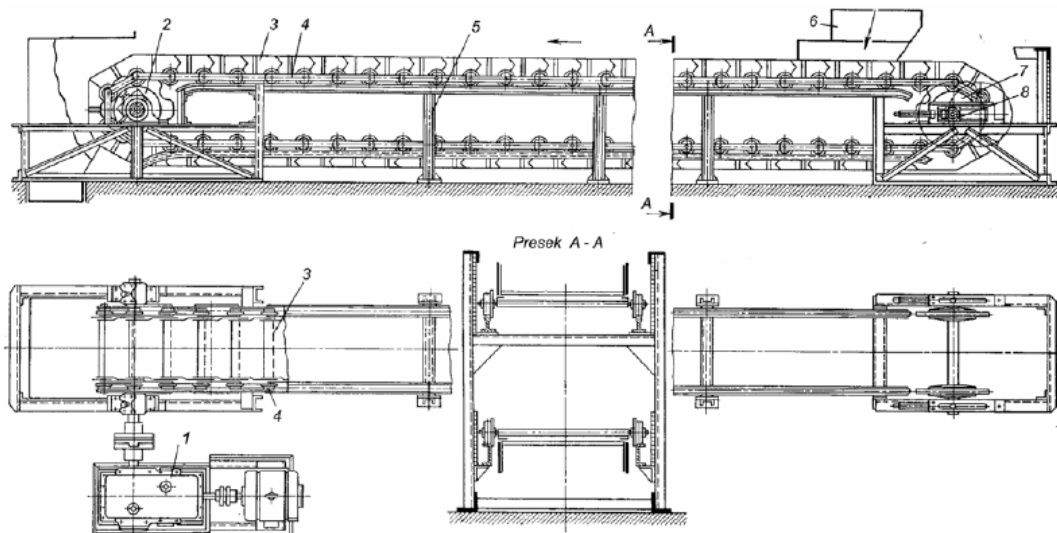


Slika 11. Shema trakastog transportera

Trakasti transporter se sastoji iz beskonačne trake (1), koja je prebačena preko krajnjih doboša (2 i 3). Doboš (2) dobija pogon od pogonskog mehanizma (12), a kretanje trake se ostvaruje zahvaljujući sili trenja između doboša i trake. Sila trenja zavisi od sile zatezanja trake, ostvarene zatezним mehanizmom (13) preko doboša (3), koeficijenta trenja između pogonskog doboša i trake, kao i od veličine obuhvatnog ugla između trake i pogonskog doboša. Radni deo trake (gornji deo) se oslanja na gornje noseće valjke (4), a neradni (povratni) na donje noseće valjke (5). Noseći valjci su postavljeni na rastojanja koja sprečavaju velike ugibe trake. U nekim slučajevima, pri transportovanju komadnih materijala, sanduka, paketa i slično, radni deo trake se oslanja na ravne glatke ploče od drveta ili metala. Otkloni doboš (8) ima zadatak da ostvari definisani obuhvatni ugao između trake i pogonskog doboša. Na mestima prelaza trake iz kosog u horizontalni deo postavlja se prevojni doboš (7) ili grupa (baterija) nosećih valjaka. Punjenje trake materijalom se ostvaruje preko uređaja za punjenje (10), a istovar se vrši preko krajnjeg doboša ili uređajem za istovar (14). Čišćenje trake od eventualno zalepljanog materijala se vrši uređajem za čišćenje trake (9). Svi ovi elementi i uređaji su postavljeni na noseću konstrukciju (11) koja se, najčešće, izrađuje u vidu sekcija. Centriranje trake tj. sprečavanje pojave sletanja trake ostvaruje se uređajem za centriranje trake (6) ili usmerivačima trake. Kod trakastih transportera traka obavlja funkciju nosećeg i vučnog ili samo nosećeg elementa. Transportna traka može biti gumena ili plastificirana sa tekstilnim umetcima (prirodne ili sintetičke niti, ili njihova kombinacija) ili čeličnim užadima, kao i čelična (žičana ili glatka). Širina trake kreće se od 400÷2000 mm (može se naći do 3000 mm). Glatke trake se primenjuju za transport materijala pod nagibom do 18°. Za veće uglove nagiba koriste se trake sa reljefnim površinama, rebrima ili sa pregradama (sa grebenima za ugao nagiba 25°÷28°, sa ugaonim rebrima za 32°÷38° i sa pregradama za ugao nagiba do 60°). Spajanje trake ostvaruje se mehanički (kopčama, šarnirima, prošivanjem isl.) ili vulkaniziranjem. Otpori koji se javljaju pri kretanju trake nastaju usled podizanja materijala, trenja u ležajevima nosećih valjaka, trenja u ležajevima na vratilima doboša, savijanja (previjanja) trake, trenja o utovarno-istovarne uređaje, otpora pri kretanju trake preko valjaka.

## Pločasti transporteri

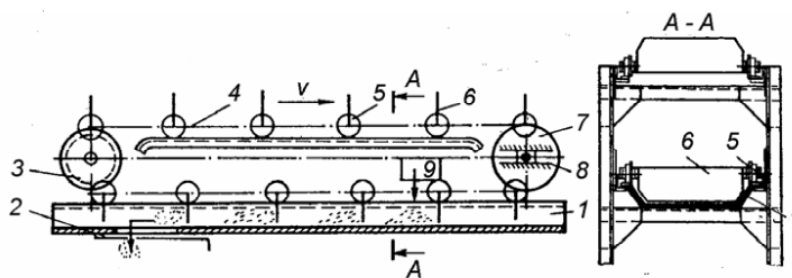
Pločasti transporteri pripadaju grupi uređaja neprekidnog transporta kod kojih se kao vučni element najčešće javlja lanac, slika 12. Pored lanca, kao vučni element se može primeniti i čelično uže. Pločastim transporterima je moguće ostvariti prenošenje materijala po trasama različitih oblika. Nalaze primenu pri transportu velikih i teških komadnih materijala oštih ivica i posebno materijala, bilo komadnih ili nasipnih, čija je temperatura veća od 60 °C.



Slika 12. Osnovni delovi pločastog transportera, 1. Pogonski mehanizam, 2. Pogonski lančanik, 3. Ploče, 4. Lanac, 5. Noseća konstrukcija, 6. Levak, 7. Zatezni lančanik, 8. Zatezni mehanizam

### Grabuljasti transporteri (strugači)

Po principu rada i konstruktivnom izvođenju slični su pločastim transporterima. Služe prvenstveno za transport nasipnih i sitnokomadnih materijala po kanalu ili oluku posredstvom strugača, vezanih za pokretni vučni element. Nalaze primenu u rudnicima uglja, hemijskoj industriji, livnicama i kovačnicama za premeštanje vrućih odlivaka i otkivaka, na rastojanja koja ne prelaze 100 m. Mogu biti stacionarni ili pokretni. Trasa im je horizontalna, kosa (pod uglom i do  $60^\circ$ ) ili kombinovana. Prednosti ovih transportera su u prostoj konstrukciji, lakom utovaru i istovaru materijala kao i jednostavnom opsluživanju i rukovanju. Nedostatak im je u izraženom habanju oluka zbog struganja strugača i materijala o njegove stranice i povećanoj potrošnji energije. Zbog izraženih otpora pri premeštanju materijala, brzina transporta im se ograničava do 0,4 m/s (ređe 0,5 do 1,0 m/s) uz ostvarenje kapaciteta transporta od 50 do 350 t/h.

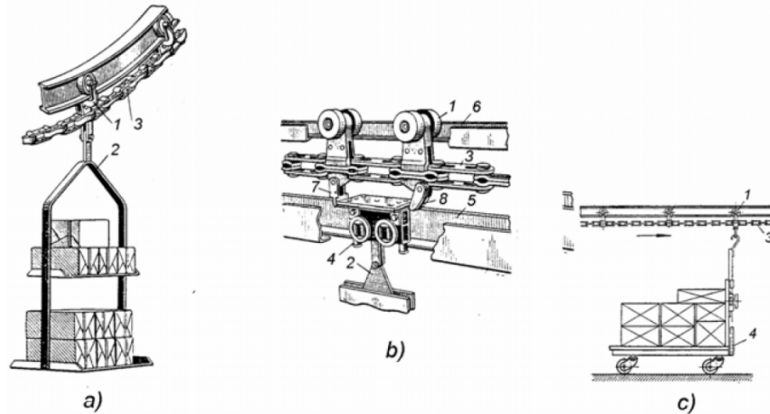


Slika 13. Delovi grabuljastog transportera: 1. Oluk, 2. Mesto pražnjenja, 3. Pogonski lančanik, 4. Lanac, 5. Točkići, 6. Strugači u obliku ploča, 7. Zatezni lančanik, 8. Mehanizam za zatezanje

### Viseći konvejeri

Viseći kovejeri služe za neprekidni transport komadnih tereta, postavljenih na nosače koji su zglobno vezani sa kolicima koja se kreću po stazi posredstvom vučnog elementa. Primenuju se i za transport nasipnih materijala. Transportna trasa je zatvorenog tipa, najčešće prostorna ili ravanska

(na primer horizontalna). U zavisnosti od tipa vučnog elementa, viseći konvejeri se dele na konvejere sa lancima i konvejere sa užadima.

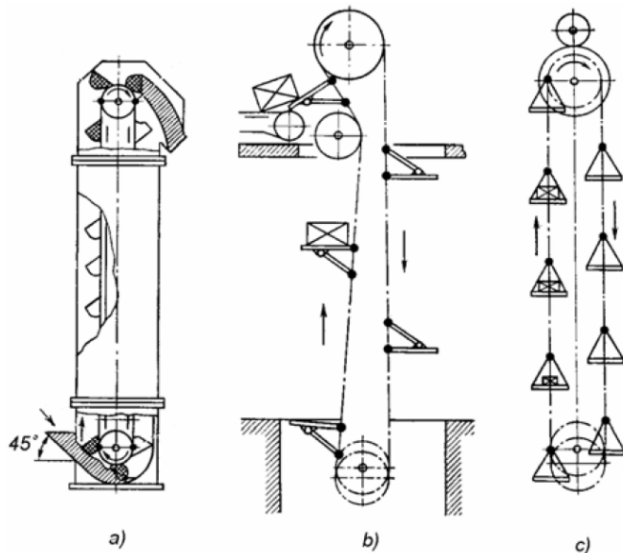


Slika 14. Tipovi visećih konvejera a) konvejeri koji transportuju teret nošenjem, b) konvejeri koji transportuju teret guranjem, c) konvejeri koji transportuju teret vučenjem

## Elevatori

Elevatori se primenjuju za kosi i vertikalni transport komadnih, sitnozrnih i praškastih materijala. Oblik zahvatnog uređaja im zavisi od vrste materijala koji se transportuje. Razlikuju se elevatori sa koficama i nosačima koji mogu biti konzolnog ili visećeg tipa. Elevatori sa koficama služe za transport nasipnih materijala u vertikalnom ili kosom pravcu. Visine transporta se kreću do 60 m.

Slika 15. Elevator  
a) sa koficama  
b) sa nosačima  
c) sa ljljaškama

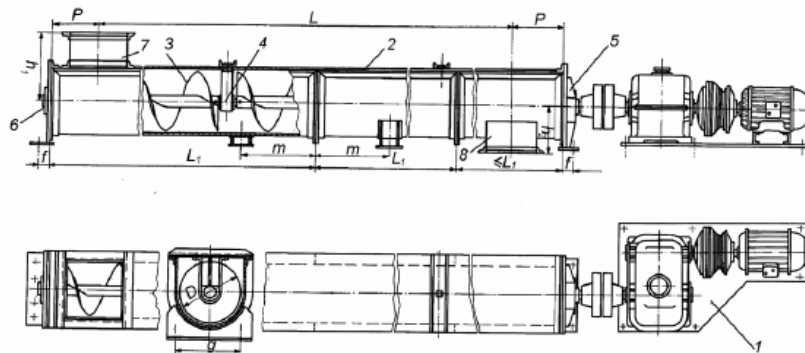


## Pužni (zavojni) transporter

Pužni transporter pripadaju grupi uređaja neprekidnog transporta bez vučnog elementa. Primenu se za transport nasipnih, sitnozrnastih i praškastih materijala. Ako je puž specijalne konstrukcije nalaze primenu i za prenošenje komadnih i testastih materijala. Kapacitet transporta im je od 20 do 100 m<sup>3</sup>/h, ređe do 500 m<sup>3</sup>/h. Prednost ovih transportera u odnosu na druge tipove transportera je u njihovoj manjoj masi i manjim dimenzijama.

Transport materijala se ostvaruje kroz korito koje je sa gornje strane zatvoreno, čime se ostvaruje rad bez prašine. Osnovni nedostatak pužnih transportera je u većoj potrošnji energije zbog klizanja materijala po zavojcima puža i koritu i u habanju površina puža i korita. Iz tih razloga se ovi transporter primenjuju za premeštanje materijala na kraća rastojanja, najčešće do 60 m.

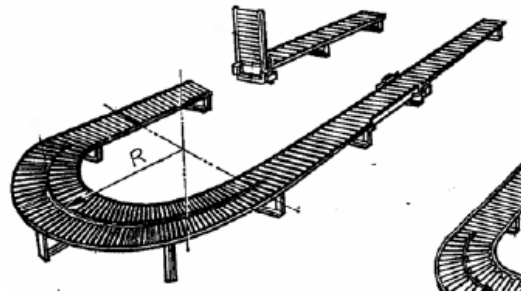
Pužni transporter se primenjuju za horizontalno premeštanje materijala, ili pod uglom do 20°. Transport praškastih materijala sa ovim transporterima se može ostvariti i u vertikalnom pravcu.



Slika 16. Pužni horizontalni transporter, 1. Pogonski mehanizam, 2. Korito sa poklopcem, 3. Puž, 4. Viseći ležaj, 5. Krajnji ležaj - desni, 6. Krajnji ležaj - levi, 7. Levak za sipanje materijala, 8. Otvor za pražnjenje

## Valjkasti transporter

Za transport komadnih tereta većih masa po horizontalnoj ili blago nagnutoj trasi primenjuju se valjkasti transporter. Sastoje se od niza valjaka uležištenih u ramove, formirajući standardizovane sekcije. Trase mogu biti pravolinijske i krivolinijske, otvorenog ili zatvorenog tipa. Pomoću ovih transportera često se prenose komadi na obradu od jedne do druge mašine, onako kako to zahteva tehnološki proces obrade. Valjkasti transporteri mogu biti sa i bez sopstvenog pogona, slika 17.



Slika 17. Valjkasti transporter

## 2. Građevinske i rudarske mašine

Sa početkom gradnje većih građevinskih objekata (zgrada, puteva, železnica, tunela, mostova, brana itd.) građevinski materijal postaje sve veći i teži te ga čovek snagom svojih mišića ne može savladati i zato sve više koristi: polugu, kotur, koturaču, klin i druge mehanizme. Međutim, veliki broj jeftine, a često i besplatne, radne snage uticao je da se razni mehanizmi u građevinarstvu vrlo sporo razvijaju. Pronalazak parne mašine, a pogotovu motora sa unutrašnjim sagorevanjem i elektromotora dovodi do naglog razvoja građevinske mehanizacije krajem 19. i početkom 20. veka. Na razvoj građevinske mehanizacije utiče i porast obima građevinskih radova, skraćivanje rokova gradnje, zahtev za većim kvalitetom, smanjenje troškova gradnje, rad pod svim vremenskim uslovima i na kraju i visoka cena ljudskog rada.

Danas se ne mogu zamisliti ni najmanji građevinski radovi bez upotrebe neke građevinske mašine. Kod većih građevinskih radova vrednost građevinske mehanizacije i sredstava održavanja često iznosi do 20% od ukupne investicione vrednosti građevinskog objekta.

Savremena organizacija građevinskih i rudarskih radova zahteva jeftine i pouzdane mašine velikog učinka. Zato se sve više upotrebljavaju:

- mašine sa neprekidnim radom;
- samohodne mašine sa pneumatskim točkovima;

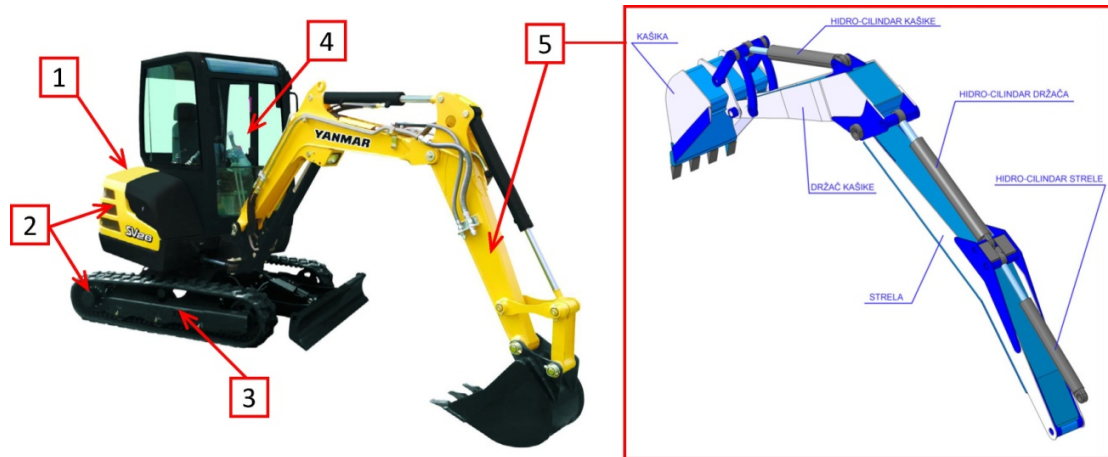
- vibracione mašine;
  - hidraulični prenos snage i automatsko upravljanje;
  - visoko tipizirani i standardizovani pojedini delovi, sklopovi i delovi mašina;
  - mašine velikog učinka (bageri zapremine kašike do 100m<sup>3</sup>, mešalice betona do 200m<sup>3</sup>/h, rotorni bageri učinka do 20000m<sup>3</sup>/h itd.).
- U cilju lakšeg proučavanja ogromnog broja tipova i veličina građevinskih i rudarskih mašina (GiRM) potrebno je izvršiti podelu istih.

Prema nameni GiRM se dele na:

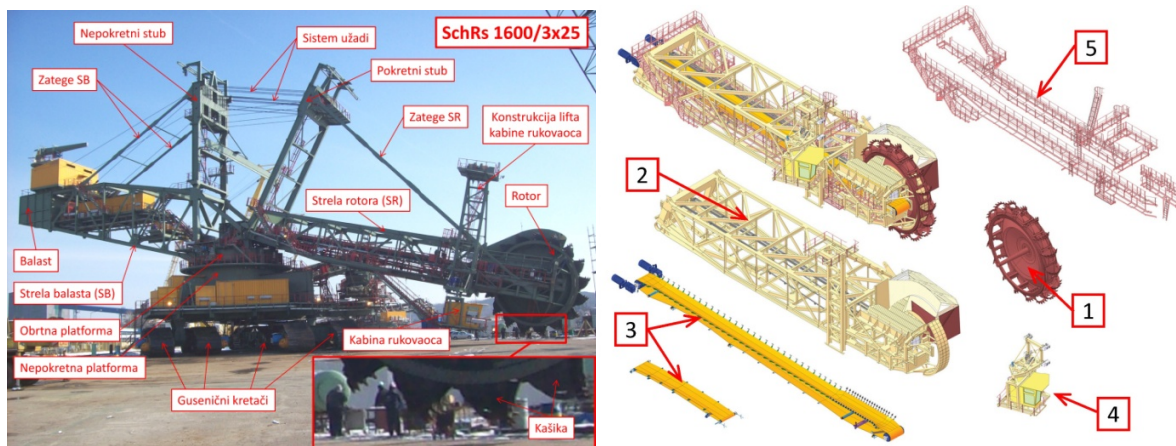
- mašine za iskop, transport i sabijanje zemljišta;
- mašine za proizvodnju agregata;
- mašine za proizvodnju i ugradnju betona i asfaltnog betona;
- mehanizovani alat.

Prema načinu rada GiRM se dele na:

- mašine sa cikličnim radom, slika 18;
- mašine sa neprekidnim (kontinualnim) radom, slika 19.



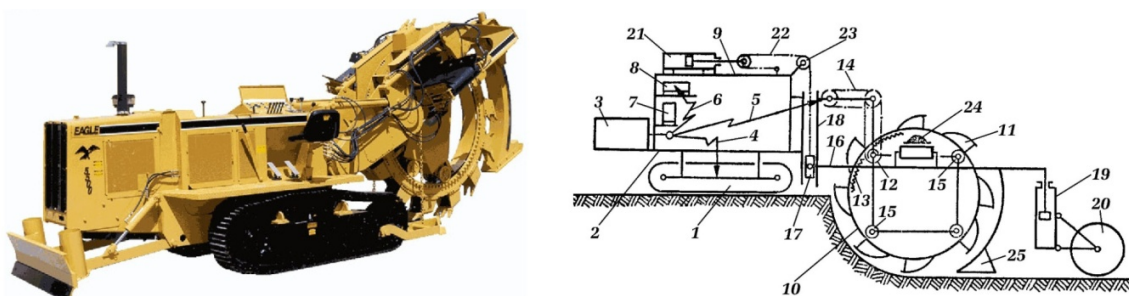
Slika 18. Mini bager sa dubinskom kašikom: 1 – pogonski mehanizam, 2 – prenosni mehanizam, 3 – mehanizam kretanja, 4 – mehanizam upravljanja, 5 – zahvatni uređaj



Slika 19. Rotorni bager: 1 – rotor sa kašikama, 2 – čelična konstrukcija strele rotora, 3 – trakasti transporteri, 4 – kabina rukovaoca, 5 – gazišta

Prema stepenu univerzalnosti GiRM mogu biti:

- specijalne (namenjene za određeni rad sa jednim alatom), slika 20;
- univerzalne, slika 21.



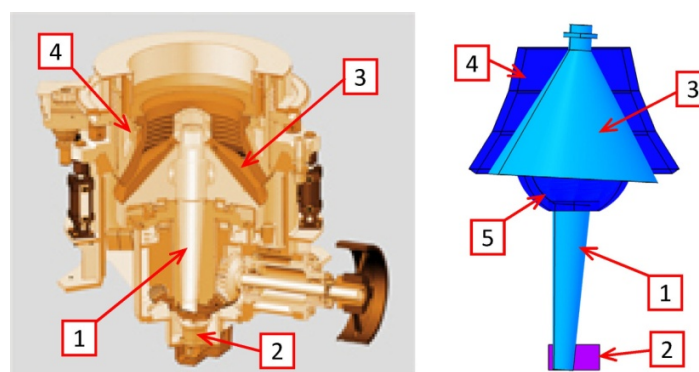
Slika 20. Rotorni rovokopač, izgled mašine i konstruktivna šema: 1 - mehanizam za kretanje; 2 - platforma; 3 - motor; 4 - prenosnik pogona kretanja; 5 - prenosnik pogona rotora i trakastog transportera - odlagača; 6 - prenosnik hidrostatičkog pogona za pozicioniranje radnog uređaja; 7 - mehanizmi upravljačkog sistema; 8 - pumpa; 9 - noseći ram; 10 - prsten rotora; 11 - kofica; 12 - zupčanik; 13 - zupčasti venac; 14 - lančani prenosnik pogona rotora i trakastog transportera - odlagača; 15 - točkovi za oslanjanje i vođenje rotora; 16 - ram radnog uređaja; 17 - klizač; 18 - vodica; 19 - hidrocilindar; 20 - točak; 21 - hidrocilindar; 22 - lanac; 23 - lančanik; 24 - trakasti transporter - odlagač; 25 - čistač rova



Slika 21. Univerzalni kopač-utovarivač (kombinovana mašina): 1 - zahvatni uređaj dubinske kašike, 2 - traktor, 3 - zahvatni uređaj utovarne kašike, 4 - nosač sa stabilizatorima uređaja dubinske kašike

Prema stepenu pokretljivosti GiRM mogu biti:

- nepokretne (stacionarne), slika 22;
- pokretne.



Slika 22. Konusna drobilica za srednje drobljenje: 1 - vratilo konusa, 2 - ekscentrična čaura, 3 - konus, 4 - čaša, 5 - sferno ležište

### 3. Dizajn i ekologija (ekodizajn)

Pre svega bi valjalo odgovoriti na pitanje **zašto se koristi Ekodizajn** i odakle potreba za njim, a odgovor bi mogao izgledati ovako:

- 20% svetske populacije koristi 80% svetskih resursa,
- resursi su dostupni samo u ograničenim količinama (energija, sirovine...),
- planeta Zemlja je postala prenaseljena, a tražnja za energijom je sve veća,

pri čemu Ekodizajn:

- pomaže u smanjenju potrošnje resursa za dobijanje proizvoda,
- razmatra sve faze životnog ciklusa proizvoda,
- ne dopušta pomeranje uticaja na životnu sredinu iz jedne faze životnog ciklusa u drugu.

Ekodizajn je postupak koji spaja tehnologiju i organizaciju na takav način da se resursi koriste efikasno sa najmanjim štetnim dejstvom na životnu sredinu i najvećom dobiti za sve učesnike u toku lanca stvaranja i upotrebe proizvoda. Primenom Ekodizajna postiže se "pametno" korišćenje resursa. To nije jedna aktivnost ili opetacija, već skup aktivnosti koje prožimaju planiranje, razvoj i korišćenje proizvoda. Motivacije za sprovođenje Ekodizajna su ekološke, ekonomske i socijalne prirode.

Među uticaje na životnu sredinu spadaju zagađenje vazduha u površinskim slojevima atmosfere - smog, zagađenje vode i zemljišta, globalno zagrevanje, oštećenje ozonskog omotača, čvrsti otpad, degradacija zemljišta i nastajanje pustinja, redukovanje biodiverziteta, zakiseljavanje, eutrofikacija i smanjenje resursa.

Ekodizajn podstiče na upotrebu eko materijala, čistih ili čistijih tehnologija i obnovljivih izvora energije pri formiranju eko proizvoda.

Jezgro Ekodizajna je procena životnog ciklusa proizvoda (LCA - Life Cycle Assessment), prema standardu ISO 14040. Životni ciklus proizvoda se prema sastoji iz 5 sukcesivnih faza:

- faza sirovina,
- faza dizajna i proizvodnje,
- faza pakovanja i transporta,
- faza upotrebe, i
- faza kraja životnog ciklusa.

Pored navedenih faza životnog ciklusa, uz primenu Ekodizajna razmatraju se i ciklusi koji doprinose unapređenju proizvoda i smanjenju uticaja na životnu sredinu. Osim ovih ciklusa postoje dodatni, koji su u vezi sa poslednjom fazom životnog ciklusa proizvoda, i oni su još značajniji. Ovi ciklusi, odnosno opcije na kraju životnog ciklusa proizvoda, predstavljaju osnove integrisanog upravljanja otpadom. To su:

- reupotreba ili ponovna upotreba (reuse),
- obrnuti ciklus proizvodnje ili reproizvodnja (remanufacture, reprocessing),
- reciklaža (recycle),
- biološki ili termički tretman.

Konačno svrha Ekodizajna je da se razvije proizvod koji je napravljen od recikliranih materijala uz upotrebu manje resursa u toku proizvodnje, transporta i upotrebe, i koji može da bude prikupljen, ponovo upotrebljen, poboljšan ili lako rastavljen, kako bi se reciklirali materijali od kojih je napravljen.