



KATEDRA ZA MEHANIZACIJU
MAŠINSKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU
MODUL: TRANSPORTNO INŽENJERSTVO; KONSTRUKCIJE I LOGISTIKA

Transportne mašine (neprekidnog i prekidnog dejstva)

TRANSPORTERI SA VUČNIM ELEMENTOM VISEĆI KONVEJERI 2

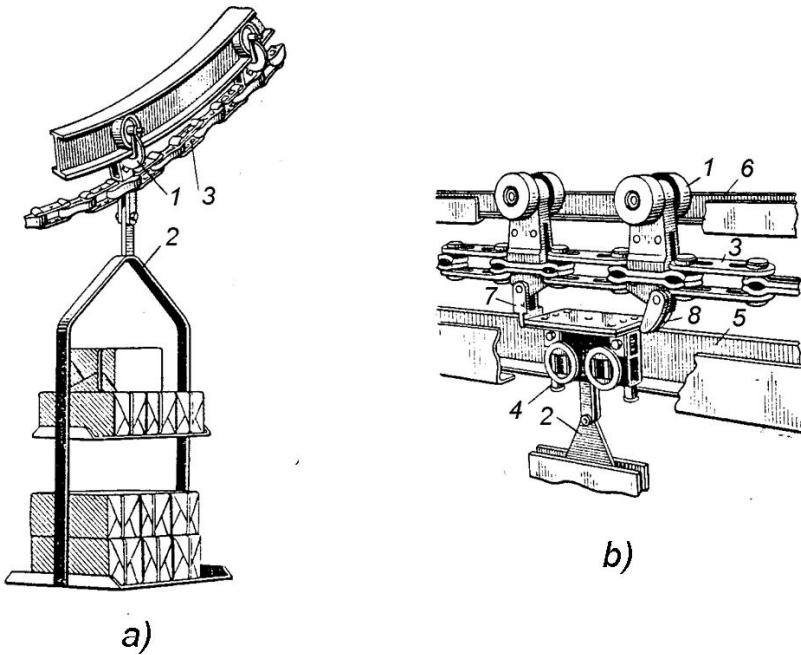
Profesor dr Nenad Zrnić, izvodi sa
predavanja

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:

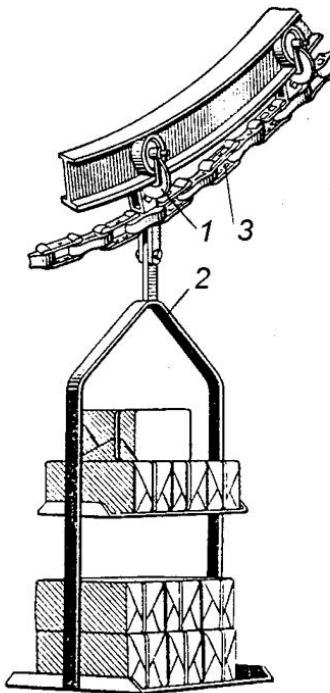
- konvejere sa lancima i
- konvejere sa užadima.

Prema načinu premeštanja tereta razlikuju se:

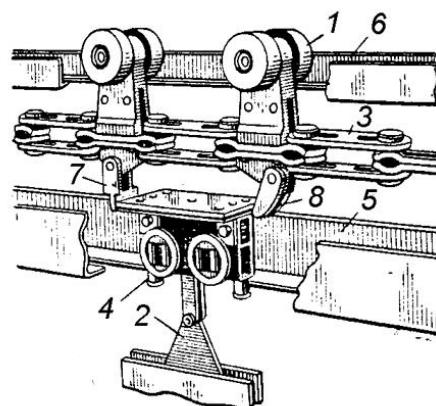
- konvejeri koji transportuju teret nošenjem (sl. 5,1,a),
- konvejeri koji transportuju teret guranjem (sl. 5,1,b),
- konvejeri koji transportuju teret vučenjem (sl. 5,1,c).



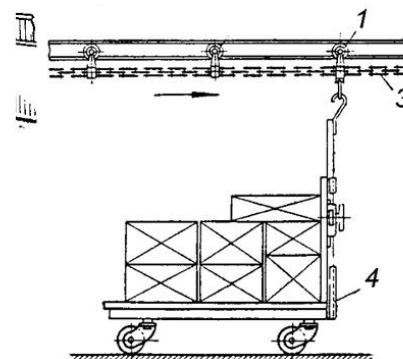
Sl. 5.1. Tipovi visećih konvejera



a)



b)



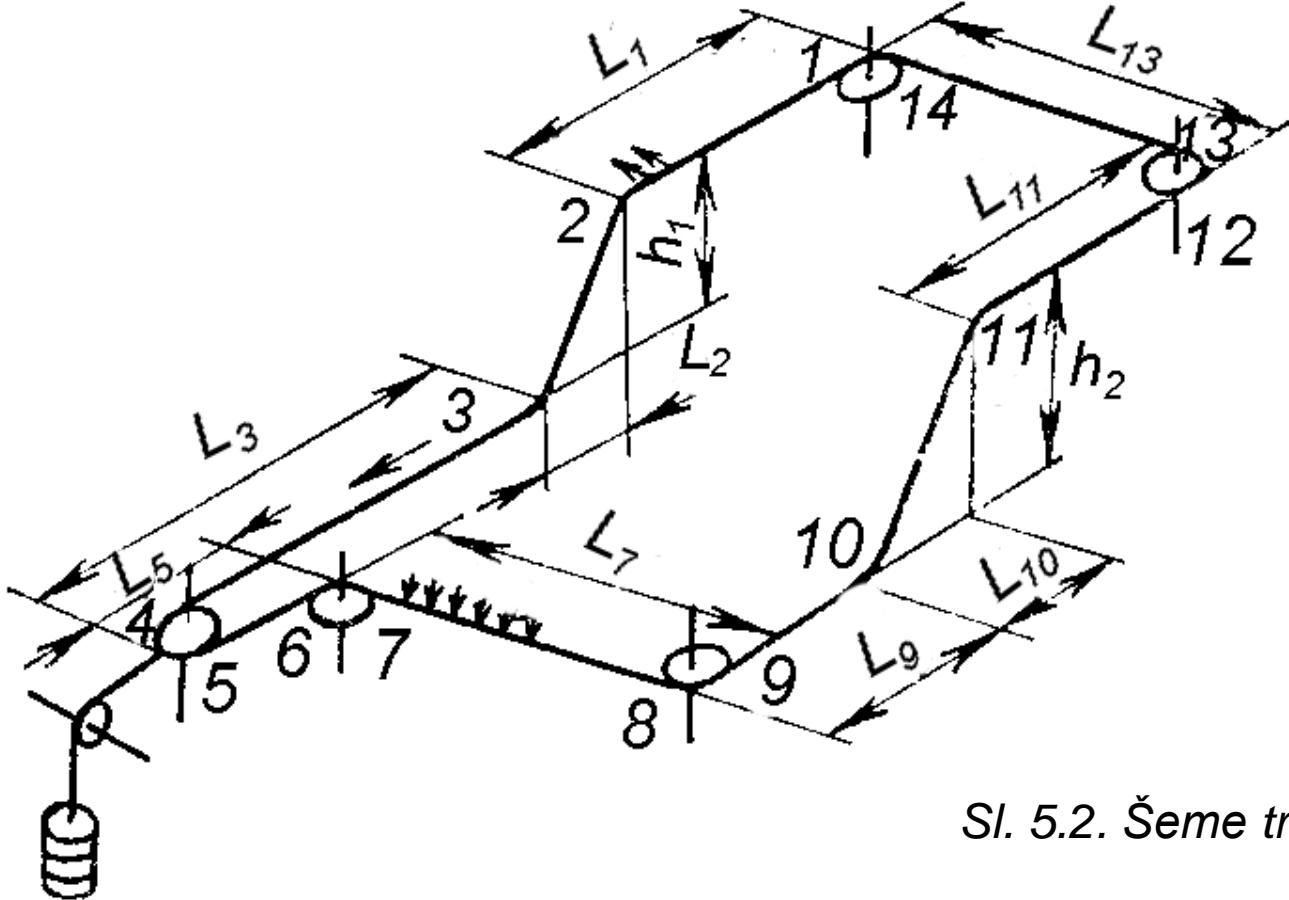
c)

Kod konvejera za transport tereta nošenjem (sl. 5.1,a) vučni lanac 3 je povezan sa kolicima 1 koja se kreću po nosećoj stazi. Za kolica se zglobno vezuju nosilice na koje se stavlja teret. Lanci dobijaju pogon kretanja od pogonskih lančanika ili od mehanizama guseničnog tipa.

Kod konvejera za transport tereta guranjem (sl.5.1,b) kolica za nošenje tereta 4 su zglobno vezana sa nosilicama 2, a dobijaju pogon od lanca 3 preko gurača 7 i 8. Vučni lanac 3 se preko svojih kolica 1 sa točkićima oslanja na stazu 6, dok se kolica za nošenje tereta kreću po zatvorenoj stazi 5.

Kod visećih kovejera koji transport tereta obavljaju vučenjem (sl.5.1,c) kolica 4 sa teretom su sa vučnim lancem 3 spojena krutim konzolnim nastavkom.

Na slici 5.2 prikazana je šema prostorne trase visećeg konvejera koja je rasčlanjena na karakteristične deonice, ograničene tačkama i numerisane brojevima. Za promenu pravca vučnog elementa primenjuju se specijalni uređaji u vidu lančanika, koturova, baterije valjčića i lučnih šina. Najrasprostranjeniji su viseći konvejeri koji transportuju teret nošenjem.



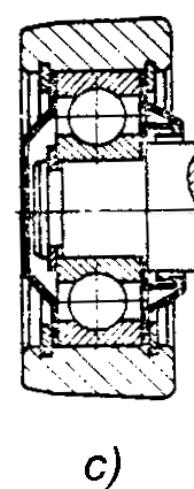
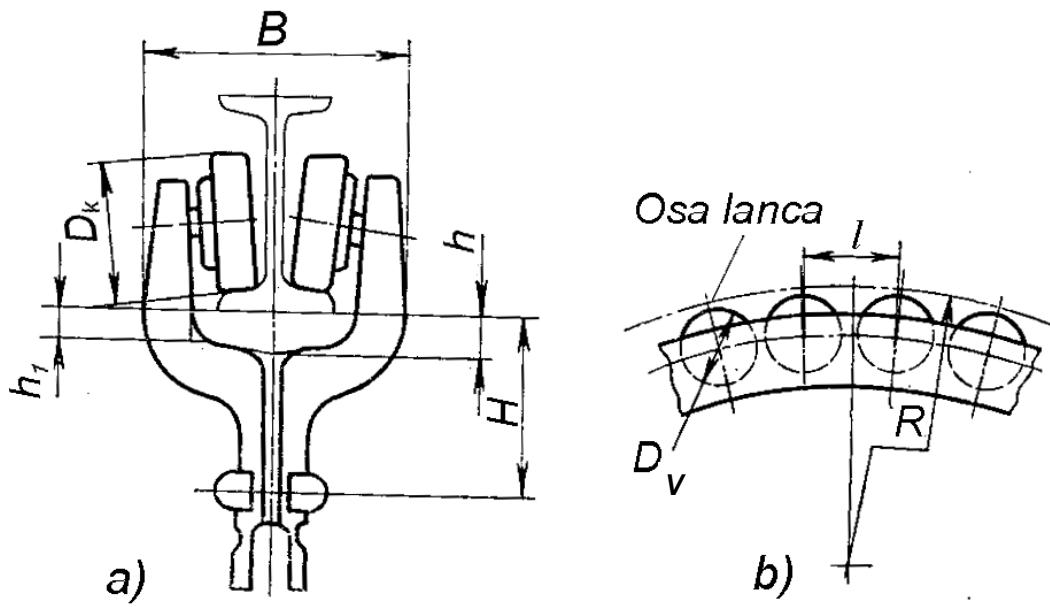
Sl. 5.2. Šeme trase visećeg konvejera

Vučni elementi

Kao vučni elementi prostornih visećih konvejera primenjuju se rastavljivi lanci, specijalni lamelni lanci sa povećanim zazorima u zglobovima šarnira i kalibrисани zavareni lanci sa karikama. U poslednje vreme primenu nalaze i specijalni lanci koji mogu da prate trasu sa krivinama malog radijusa.

Broj zuba pogonskih lančanika zavisi od tipa lanca, pri čemu taj broj ne može biti manji od 4.

Premeštanje tereta duž trase visećeg konvejera se ostvaruje kolicima. Opterećenja od tereta, smeštenog na nosilicu zglobno vezanu sa kolicima, prenose se preko točkova na noseću stazu konvejera. Noseća staza konvejera je najčešće vezana za konstrukciju hale. Na sl.5.3,a prikazana su kolica.



Sl. 5.3. Elementi visećih konvejera
a-kolica; b-baterija valjčića; c-sklop točka kolica sa osovinicom

Kolica konvejera moraju da ispune uslov prenošenja maksimalnog opterećenja:

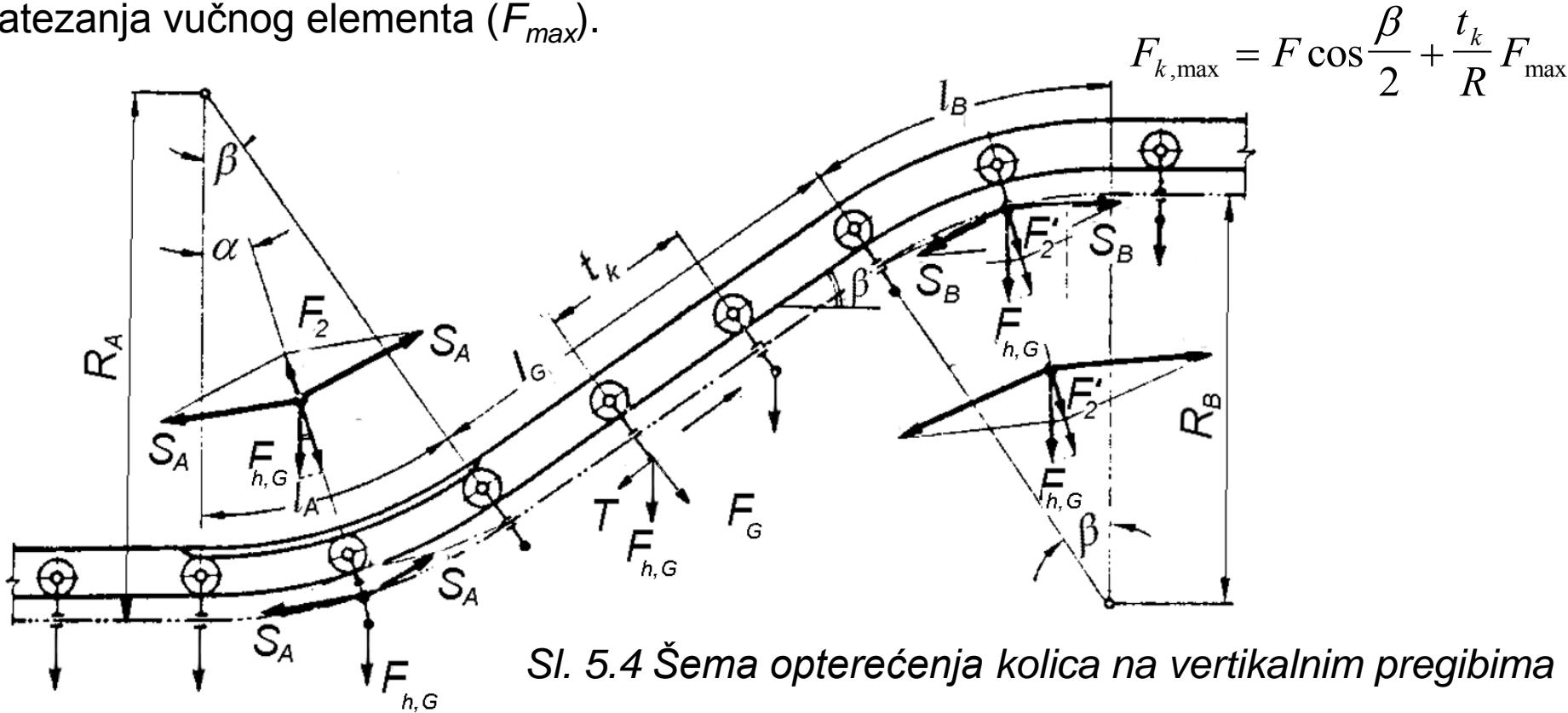
i maksimalnog opterećenja ležajeva $F_{ekv} \leq F_{L,doz}$

$$F_{k,max} \leq F_{doz}$$

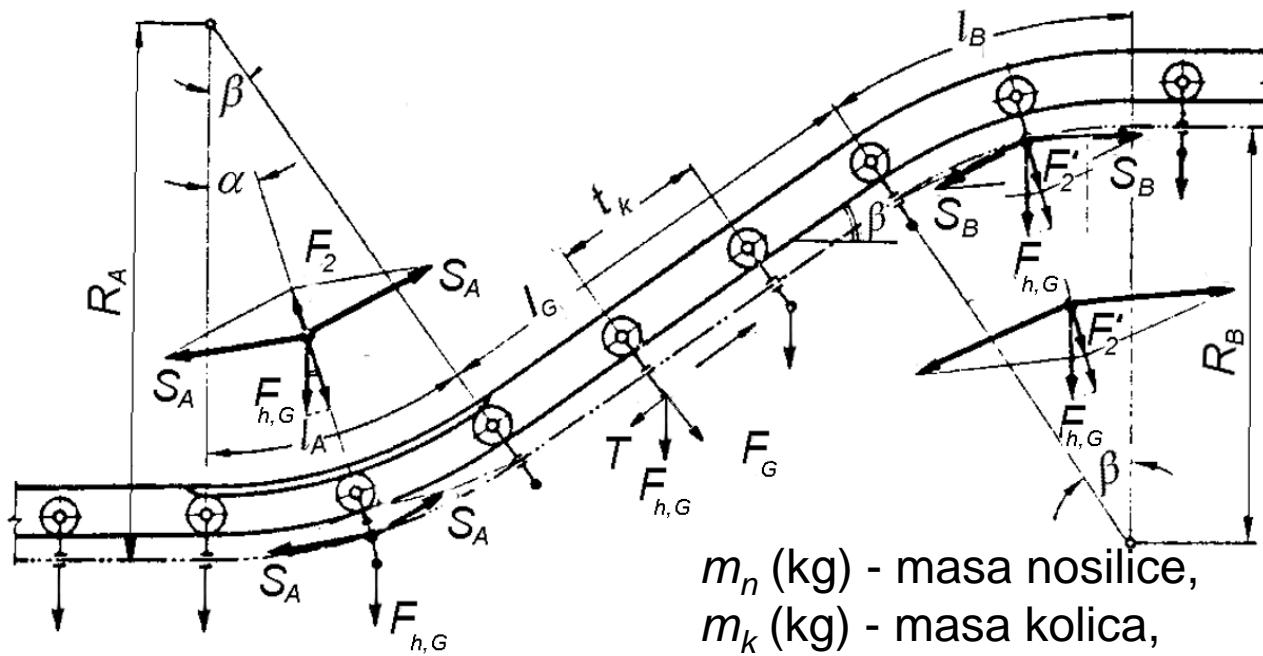
F_{ekv} (N) - ekvivalentno opterećenje na ležajeve kolica.

gde je F_{doz} - dozvoljeno opterećenje kolica, $F_{L,doz}$ – dozvoljeno opterećenje lanca

$F_{k,max}$ - maksimalno opterećenje kolica, javlja se na mestu prelaza kolica po ispuštenoj krivini u vertikalnoj ravni (sl.5.4) na delu trase sa maksimalnom silom zatezanja vučnog elementa (F_{max}).



Sl. 5.4 Šema opterećenja kolica na vertikalnim pregibima



$$F_{h,G} = m_G g + gq_0 t_k$$

opterećenje kolica sa teretom na horizontalnom opterećenom delu trase konvejera,
 m_G (kg) - masa tereta na nosilici

$$q_0 = \frac{m_n}{T} + \frac{m_k}{t_k} + q_L$$

q_0 je pogonska masa pokretnih delova neradne grane konvejera

m_n (kg) - masa nosilice,
 m_k (kg) - masa kolica,
 T (m) - korak nosilice,
 t_k (m) - korak kolica,
 q_L (kg/m) - pogonska masa lanca

gde je $F(N)$ - opterećenje kolica od tereta, nosilice, kolica i vučnog elementa na delu između kolica,

$\beta(^{\circ})$ - ugao nagiba dela trase,

t_k (m) - korak kolica,

R (m) - minimalni radius krivine vertikalnog pregiba.

Dozvoljeno opterećenje na ležajeve kolica $F_{L,doz}$ se određuje iz izraza:

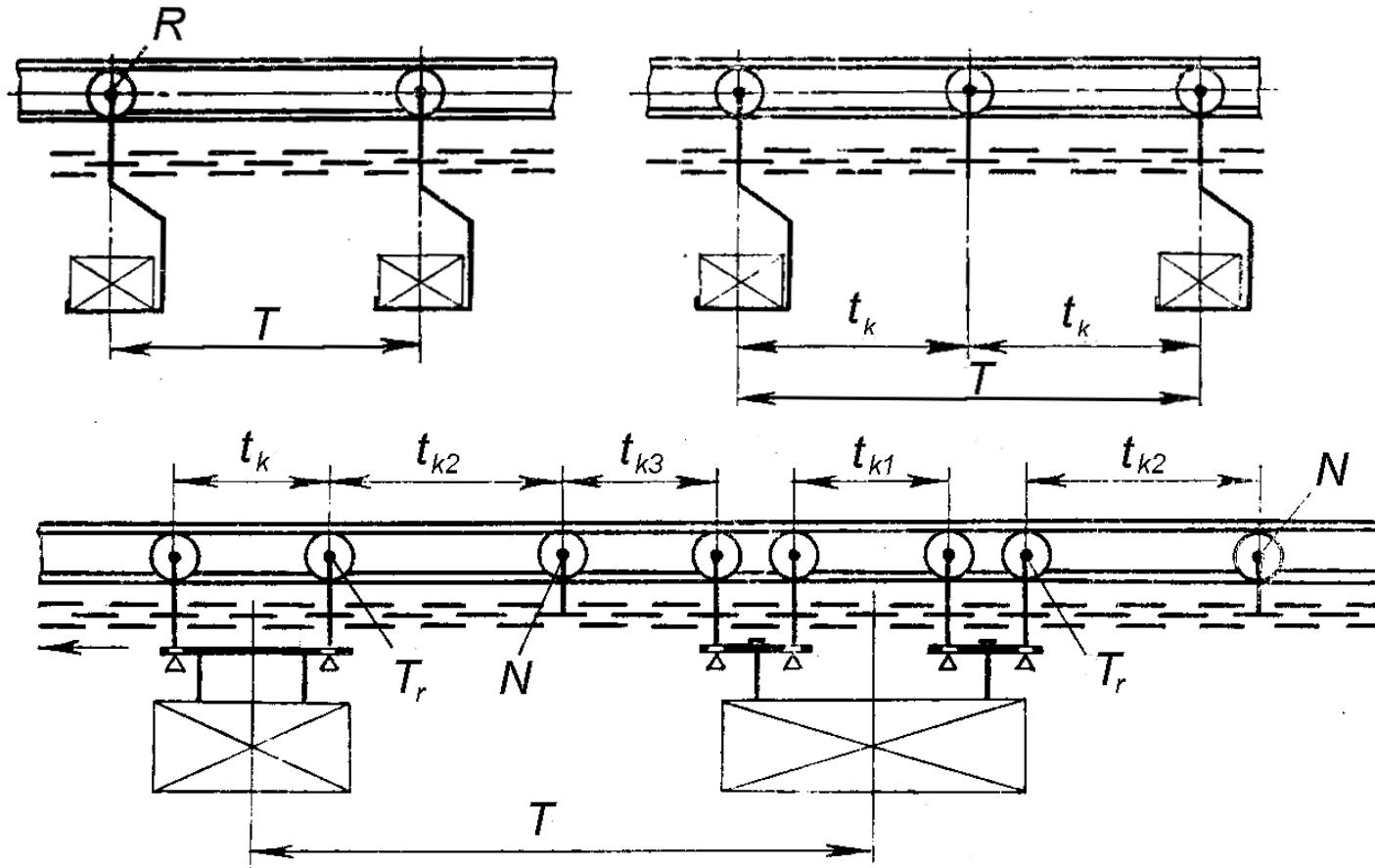
gde je k_1 - koeficijent brzine kretanja konvejera

k_2 - koeficijent temperature radne sredine konvejera

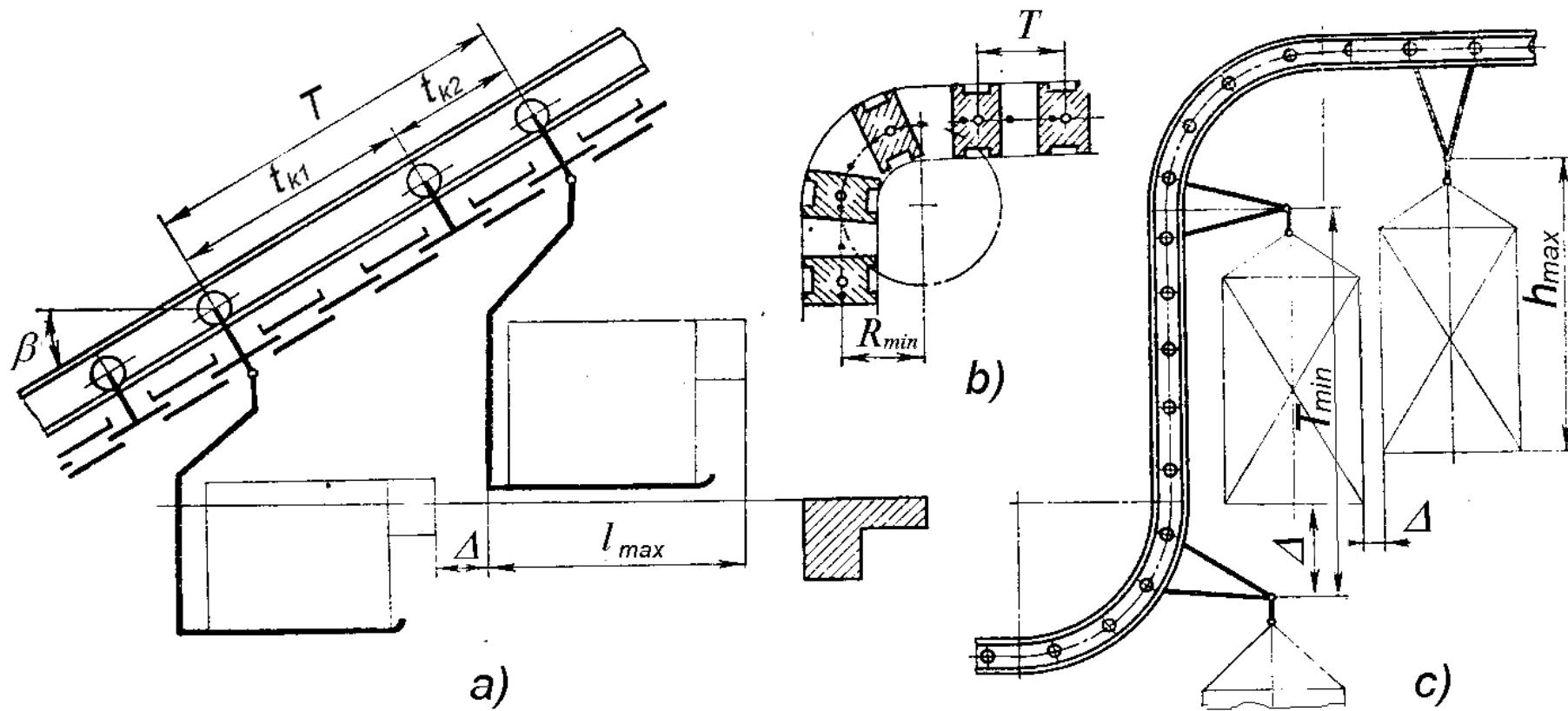
$$F_{L,doz} = F_{doz} \frac{k_1 k_2}{k_n}$$

Kod konvejera sa prostornom trasom korak kolica ne treba da prelazi vrednost od 960mm, dok je kod horizontalnih trasa maksimalni korak 1280mm. Korak kolica jednak je proizvodu parnog broja i koraka lanca.

Na slici 5.5 prikazani su primeri rastojanja radnih (R), neradnih (N) i tzv. traversnih (Tr) kolica.



Korak nosilica mora biti izabran tako da ne dođe do pojave najahivanja tereta pri kretanju po kosoj i vertikalnoj deonici trase, kao i pri prolasku kroz krivine u horizontalnoj ravni.

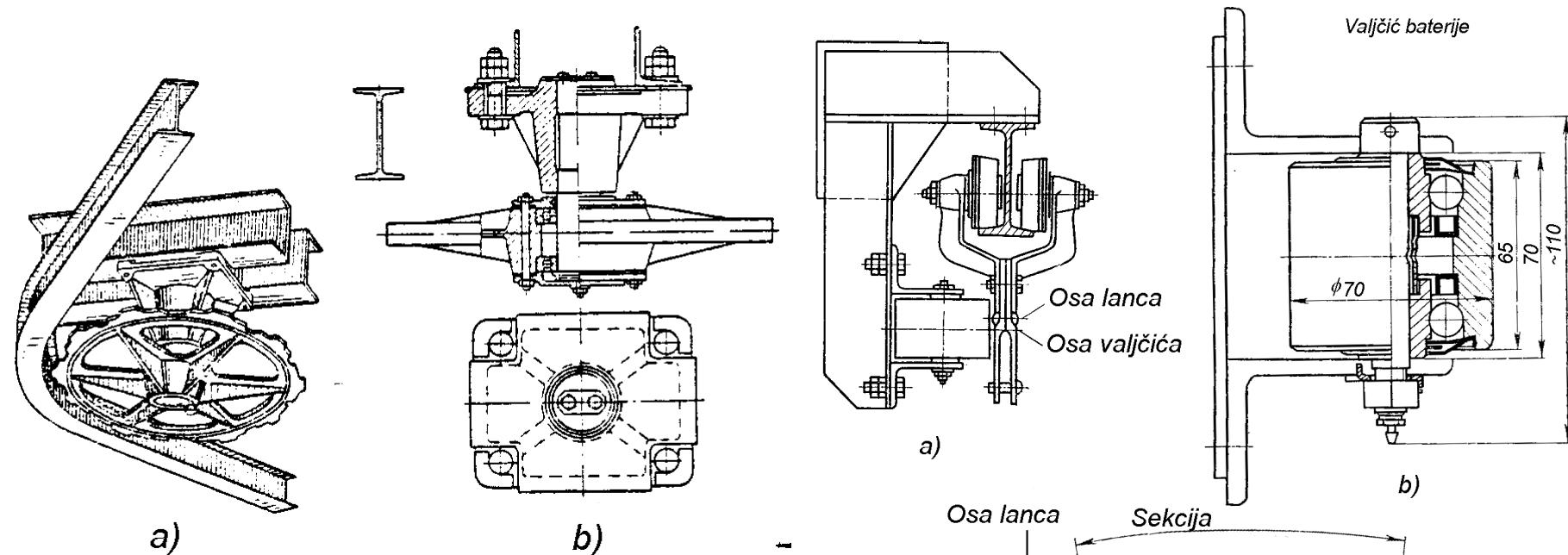


Sl. 5.6. Proračunska šema za proveru prolaza tereta na trasi
 a-kosi deo trase; b- horizontalni deo sa krivinom; c- vertikalni deo trase

Okretne stanice

Skretanje trase konvejera u horizontalnoj ravni se ostvaruje okretnim stanicama sa lančanikom, koturom, baterijama valjčića i kliznim skretnicama. Izbor okretne stanice zavisi od tipa vučnog elementa, zatezne sile i radijusa krivine.

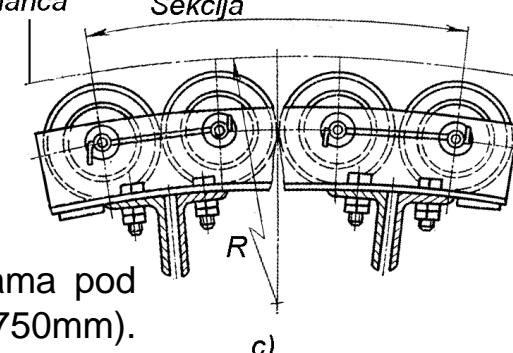
Na slici 5.7. prikazani su tipovi okretnih stanica sa lančanikom i koturom.



Sl. 5.7. Tipovi okretnih stanica
a-sa lančanikom; b-sa koturom

Na slici 5.8. je prikazana lučna sekcija sa baterijom valjčića.

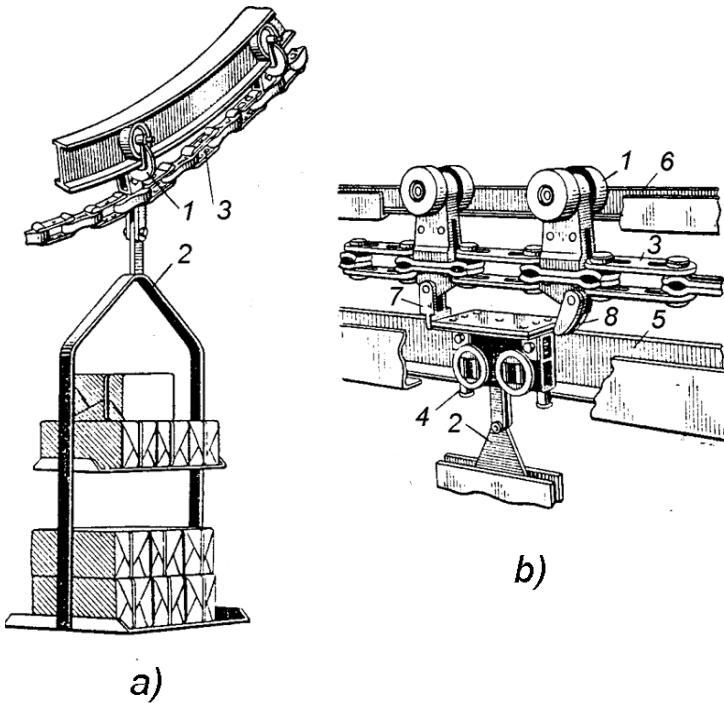
Primenjuje se za skretanje rastavljivih i lamelnih lanaca po krivinama pod uglom manjim od 90° i većih radijusa u horizontalnoj ravni (većih od 750mm). Prečnici valjčića se kreću u granicama od 65 do 130 mm. Sekcije se izrađuju za uglove skretanja od 15, 30 i 45° sa radiusima krivine, merenim po osi lanca od 0,63; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0 i 2,5 (m).



Sl. 5.8. Sekcija u vidu
baterije valjčića

Noseće staze

Noseće staze visećih konvejera se izrađuju kao jednošine (5.1,a) i dvošine (sl. 5.1,b). Ako su jednošine, oblika su dvostrukog "T" profila (produženi "I" profil) veličine od 10 do 18. Primenuju se i staze od cevi (prečnika od 100 do 150mm) otvorenih i zatvorenih profila. Ako su u obliku dve šine (5.1,b) najčešće se izrađuju od "L" profila.



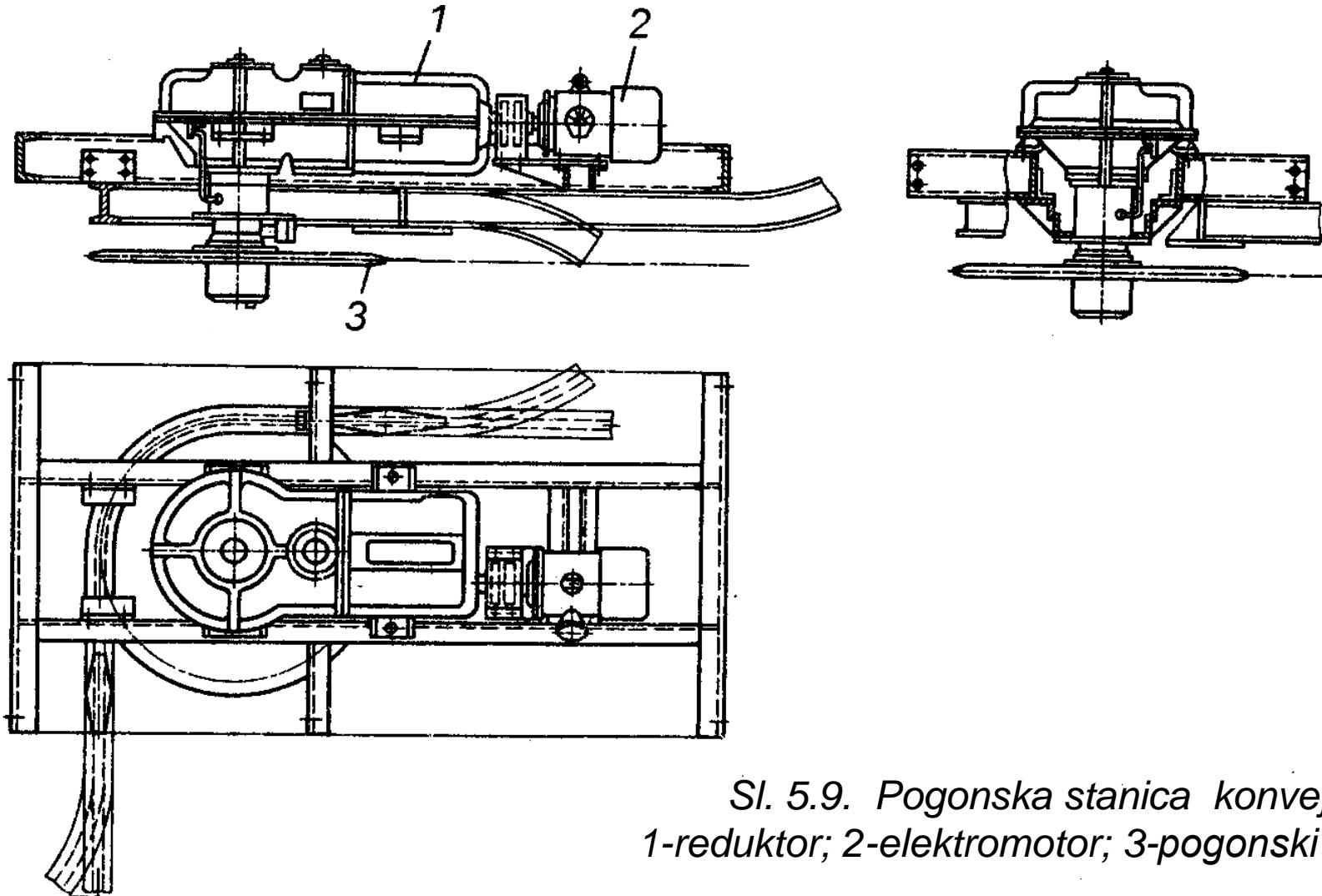
Kolica konvejera sa guranjem i vučenjem tereta

Kod konvejera koji transportuju teret guranjem kolica se izrađuju sa dva, četiri ili šest točkova za nosivosti od 50, 125, 500 i 1250kg. Vučni element je dvošarnirni lanac sa korakom od 100mm i rastavljeni lanci sa koracima od 80, 100 i 160mm. Tereti većih dimenzija i masa transportuju se kolicima koja su spojena traverzama.

Nosivost kolica za konvejere sa vučenjem tereta se bira iz reda: 125, 250, 500 i 1000kg. Masa kolica, nosilice i traverzi se određuju u toku projektovanja ili se usvajaju na osnovu izvedenih rešenja.

Pogonske stanice

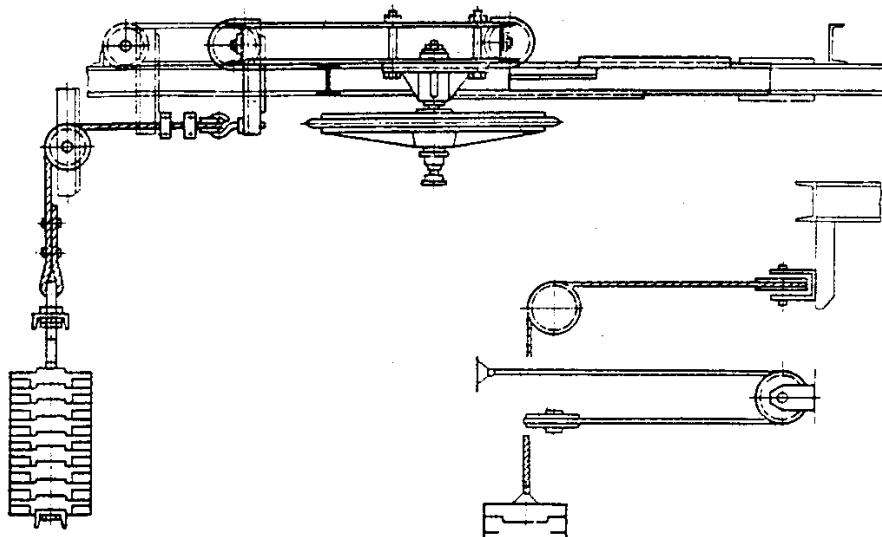
Pogon visećih konvejera se ostvaruje pogonskim stanicama sa lančanikom (sl. 5.9), postavljenih na uglovima trase konvejera ili pogonskim stanicama guseničnog tipa koje se postavljaju na pravim deonicama trase.



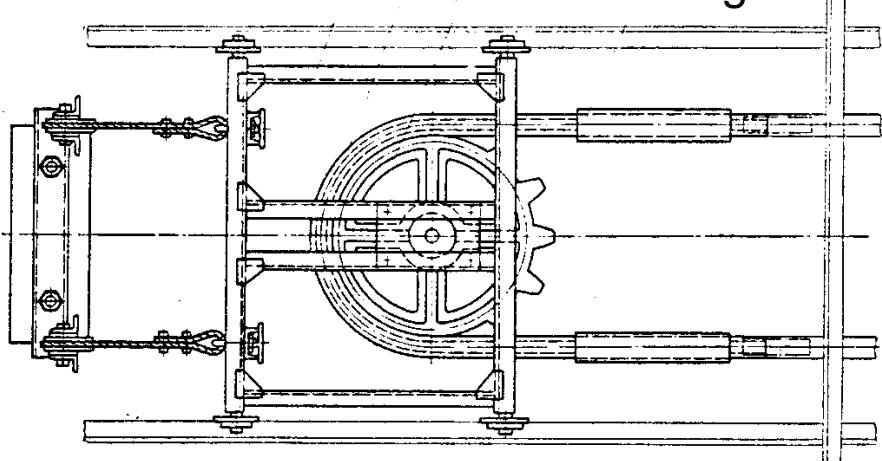
Sl. 5.9. Pogonska stanica konvejera
1-reduktor; 2-elektromotor; 3-pogonski lančanik

Zatezni mehanizmi

Ovi mehanizmi ostvaruju potrebnu zateznu silu u vučnom elementu. Zatezanje se ostvaruje tegovima (sl.5.10), hidrauličkim ili pneumatskim cilindrima, oprugama i zavojnim vretenom. Hod zateznog mehanizma se kreće u granicama od 250 do 400mm za lance i od 500 do 800mm za užad.



Sl. 5.10. Zatezni mehanizam sa tegovima



Izbor tipa zateznog mehanizma zavisi od dužine i uslova rada konvejera kao i od konfiguracije trase konvejera.

Zatezna sila za pomeranje zateznih kolica, na osnovu koje se određuje potrebna masa tegova ili sila u opruzi i zavojnom vretenu, se određuje iz izraza:

$$F_{zat} = F_n + F_s + W_{ko}$$

gde su F_n i F_s (N) - sile zatezanja u nailazećoj i silazećoj grani vučnog elementa zateznog lančanika (određuju se metodom obilaska po konturi),
 W_{ko} (N) - otpor premeštanju zateznih kolica.

Da bi masa tegova zateznog uređaja bila manja, zatezni mehanizam se postavlja na delu trase gde je zatezna sila najmanja ili u njegovoj neposrednoj blizini.

Brzine konvejera zavise od masa tereta koji se transportuju, zadatog kapaciteta transporta i sposobnosti utovara i istovara konvejera (tablica T.5.9).

Namena konvejera (prema vrsti i karakter. materijala)	Masa komada (kg)	Način utovara i istovara	Brzina konvejera $v(m/s)$
Transport odlivaka, otkovaka ili pojedinačnih podsklopova	do 1000	dizalicama	0,067
	10	ručno	0,167
	5	ručno	0,20
	50 - 100	automatizovano	0,30
Transport delova između mašina	100 - 500	dizalicama	0,1
	10	ručno	0,067-0,1
Međuoperacioni transport	100 - 200	dizalicama	0,167
	100 - 200	automatizovano	0,20
	10	ručno	0,25
	20	automatizovano	0,30
Transport bala i paketa na skladišta i u transportna sredstva	5-10	ručno	0,30
	50 - 100	automatizovano	0,27-0,4

Proračun visećih konvejera

Da bi se izvršio proračun visećih konvejera, neophodno je poznavati šemu trase (sa definisanim deonicama i visinama delova, mestom i načinom utovara i istovara), karakteristike i uslove rada, masu, gabarite i karakteristike tereta koji se transportuje i kapacitet transporta.

Projektovanje visećih konvejera se započinje sa definisanjem razmeštaja tereta na nosilice i izborom konstrukcije nosilice saglasno transportno-tehnološkosti procesa. Zatim se vrši izbor tipa lanca i određivanje minimalnog koraka tereta. Određuje se brzina transporta imajući u vidu preporuke u tablici T.5.9, zatim maksimalna zatezna sila vučnog elementa. Zato je potrebno, najpre, odrediti pogonsku masu na opterećenoj grani q_G (kg/m) i neopterećenoj grani q_0 (kg/m) konvejera.

Pogonska masa neopterećene grane je:

$$q_0 = \frac{m_n}{T} + \frac{m_k}{t_k} + q_L \text{ (kg / m)}$$

a opterećene :

$$q_G = q_0 + \frac{m_G}{T} \text{ (kg / m)}$$

gde su m_n , m_k , m_G (kg) - mase nosilice, kolica i tereta

T (m) - korak nosilica

t_k (m) - korak kolica

q_L (kg/m) - pogonska masa vučnog elementa (lanca)

Približna vrednost maksimalne sile zatezanja lanca visećeg konvejera se može odrediti korišćenjem izraza:

$$F_{\max} = F_{\min} w_c + (w_G q_G L_{h,G} + w_0 q_0 L_{h,0}) (1 + k_M w_C) g + q_G Hg \text{ (N)}$$

gde je F_{\min} (N) - minimalna sila zatezanja vučnog lanca (500-1000N)

$w_c = w_V^x w_H^y w_B^z$ - zbirni koeficijent koji uzima u obzir mesne - lokalne otpore na celoj trasi

w_V - koeficijent previjanja vučnog elementa u vertikalnoj ravni

w_H - koeficijent previjanja vučnog elementa u horizontalnoj ravni

w_B - koeficijent previjanja vučnog elementa preko baterija valjčića

x, y, z - broj prevoja u vertikalnoj i horizontalnoj ravni i preko baterije valjčića

w_G i w_0 - koeficijent otpora kretanju na pravolinijskim delova opterećene (G) i neopterećene (0) grane konvejera ($w_G \approx w_0 \approx w$)

$L_{h,G}$ i $L_{h,0}$ (m) - dužina horizontalne projekcije opterećenih i neopterećenih delova trase

k_M - koeficijent broja prevojnih mesta

Uslovi u kojima rade viseći konvejeri mogu se proceniti na osnovu preporuka datim u tablici T. 5.12

Usl.rada	Karakteristike sredine i proizvodnih uslova	Oblast primene
Dobri	<ul style="list-style-type: none"> *čiste i tople sredine, suve *bez abrazivnih čestica ili sa malim sadržajem (ispod 5 mg/m³) *odsustvo para i gasova *rad u jednoj smeni *dobri uslovi za obsluživanje i remont 	Mehaničke radionice, proizvodne hale, mašinska industrija, štamparije, tekstilna industrija, prehrambena i sl.
Srednji	<ul style="list-style-type: none"> *tople sredine bez abrazivnih čestica u vazduhu (do 10 mg/m³) *odsustvo pare i gasova koje štetno utiču na konstrukciju konvejera *vlažnost vazduha do 60% bez kondenzacije *rad u dve smene *srednji uslovi za obsluživanje i remont 	Pogoni za proizvodnju gumenih elemenata, odeljenja za hladno presovanje bez bojenja delova, međupogonski transport u zatvorenim i grejanim hodnicima
Teški	<ul style="list-style-type: none"> *tople i hladne sredine sa znatnim sadržajem abrazivnih čestica u vazduhu (više od 10 mg/m³) *povišena vlažnost (do 90%) *sadržaj pare i gasova hemijskih reakcija, moguća kondenzacija vlage *rad u tri smene *otežani uslovi remonta i obsluživanja *rad na povišenim temperaturama 	Odeljenja za bojenje, lakiranje i sušenje livnice i kovačnice, međupogonski transport u otvorenim hodnicima

Tablica T.5.12

$$\text{Snaga elektromotora za pogon konvejera je } P = \frac{k_c F_0 v_{\max}}{10^3 \eta} \quad (\text{kW})$$

gde je $k_c = 1,1 \div 1,2$ - koeficijent uticaja koji nisu uzeti u obzir
 F_0 (N) - obimna (vučna) sila na pogonskom lančaniku
 v_{\max} (m/s) - maksimalna brzina konvejera
 h - koeficijent korisnog dejstva pogonske stanice konvejera

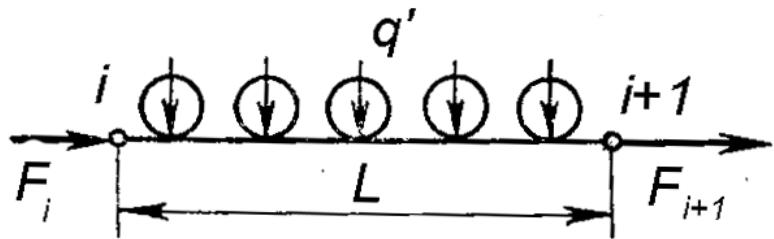
Za približne proračune obimna sila se određuje iz izraza:

$$F_0 = (F_{\max} - F_{\min}) \omega_H \quad (\text{N})$$

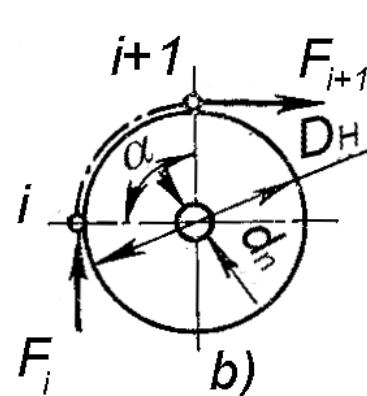
gde je w_H - koeficijent previjanja lanca preko pogonskog lančanika u horizontalnoj ravni
Tačan proračun vučne sile konvejera vrši se metodom obilaska po konturi. Za to je potrebno odrediti položaj tačke sa minimalnom zateznom silom na trasi konvejera i definisati njenu vrednost (F_{\min}).

Kod konvejera sa prostornom trasom F_{\min} je po pravilu na delu posle najveće visine, odmah iza rasterećene deonice, dok je kod horizontalnih konvejera u tački silaska vučnog lanca sa pogonskog lančanika.

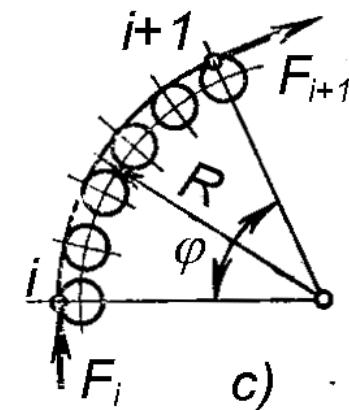
Proračun sile zatezanja počinje od tačke sa minimalnom zateznom silom i sprovodi se duž trase u pravcu kretanja konvejera, pri čemu se sile zatezanja lanca u nekoj tački ($i + 1$) određuje tako što se na vrednost zatezne sile u prethodnoj tački (i) dodaju otpor između njih: $F_{i+1} = F_i + W_{i \div (i+1)}$



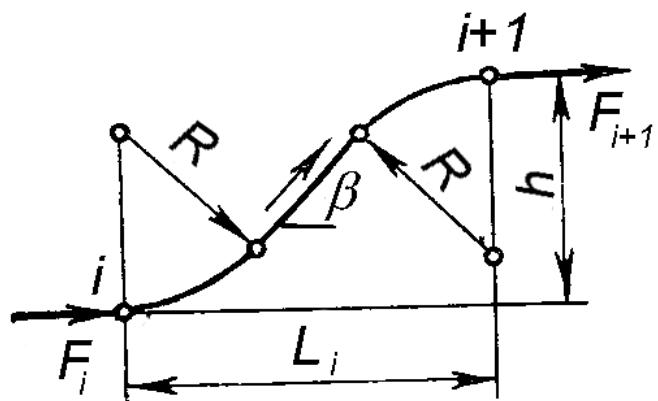
a)



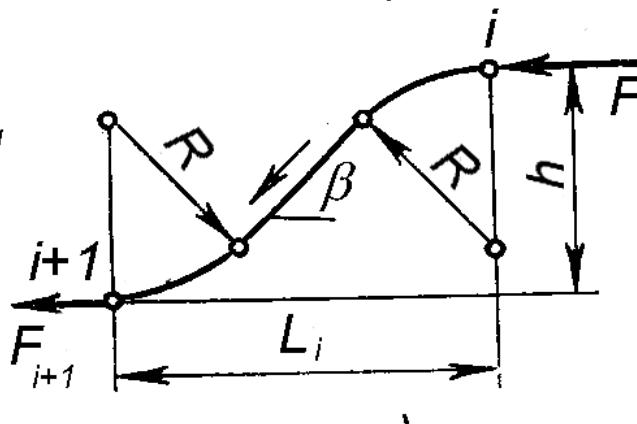
b)



c)



d)



e)

Slika 5.8. Šeme karakterističnih deonica konvejera