



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

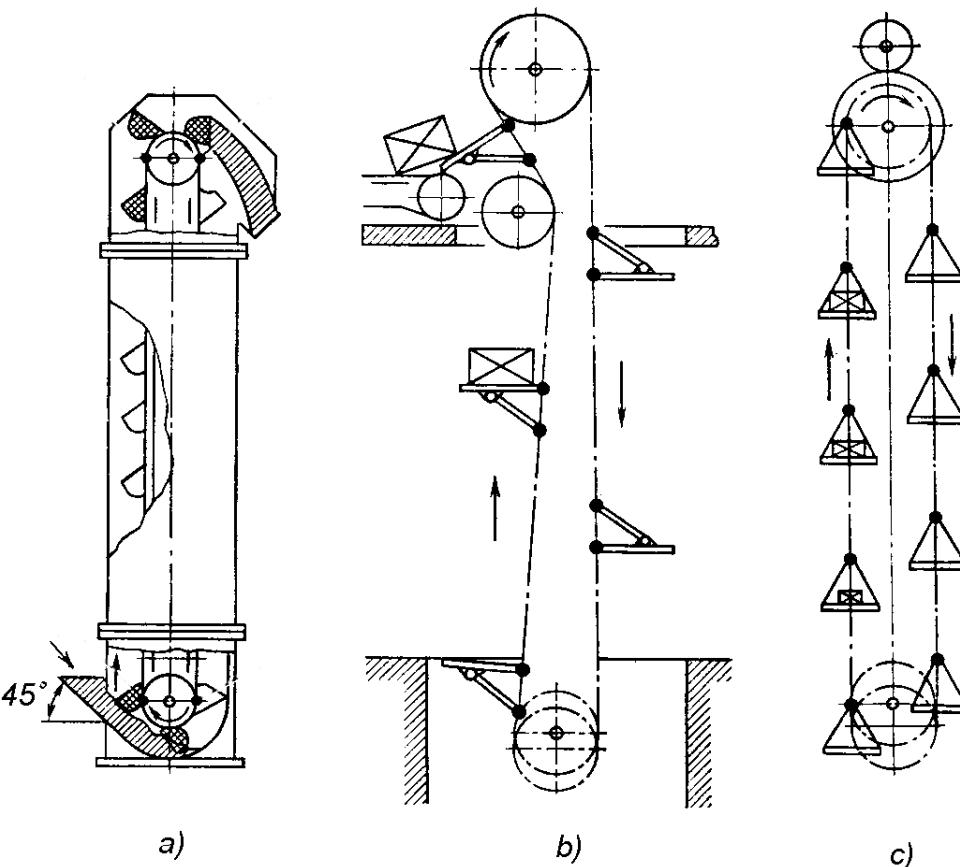
# Transportne mašine (neprekidnog i prekidnog dejstva)

## TRANSPORTERI SA VUČNIM ELEMENTOM ELEVATORI

Profesor dr Nenad Zrnić, izvodi sa  
predavanja

# 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 (sl.1).

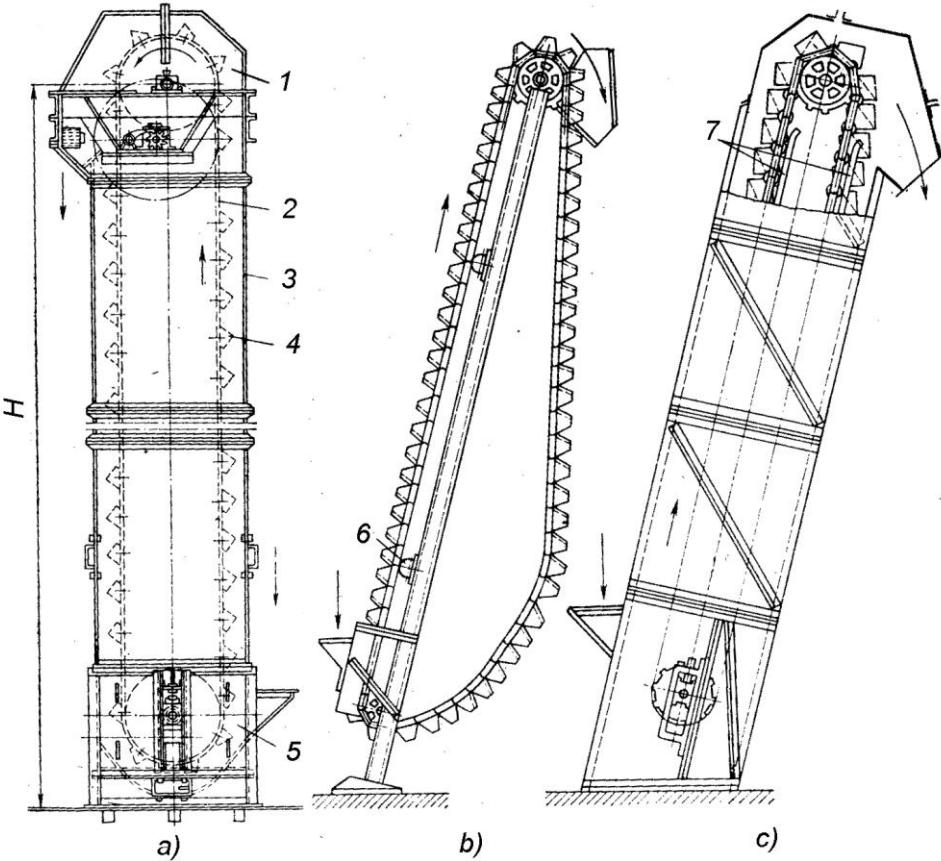


*Konstrukciono izvođenje elevatora  
a-sa koficama; b-sa konzolnim nosačima; c-  
sa visećim nosačima*

**Elevatorima sa koficama se vrši transport nasipnih materijala, kao što su: cement, brašno, pepeo, pesak, žitarice i slično. Nalaze primenu u lukama, pristaništima, skladištima i silosima pri obavljanju pretovorno-utovarnih radova, kao i u okviru pretovorno-transportnih radova unutrašnjeg transporta u metalurgiji, koksarama, livnicama, građevinarstvu i mlinarstvu.**

## Elevatori sa koficama

Elevatori sa koficama služe za transport nasipnih materijala u vertikalnom ili kosom pravcu (sl. 2). Visine transporta se kreću do 60m. Kod kosih elevatora radna grana se kreće po osloncima u obliku valjčića 6 (sl..2,b) ili kliznih šina 7 (sl. 2,c).



Slika 2: Elevator sa koficama  
a-vertikalni; b-kosi sa povratnom granom koja se ne pridržava;  
c-kosi sa povratnom granom koja se pridržava

Sastoji se iz vučnog elementa 2, koji može biti traka ili lanac, za koji su čvrsto vezane kofice 4, pogonskog i zateznog uređaja. Pogonski uređaj je obično smešten u gornjem delu 1 elevatora i sastoji se od doboša ili lančanika, dok je zatezni uređaj smešten u donjem delu 5 elevatora. Svi ovi elementi i uređaji su zatvoreni kućištem 3 koje se najčešće izrađuje od čeličnih limova.

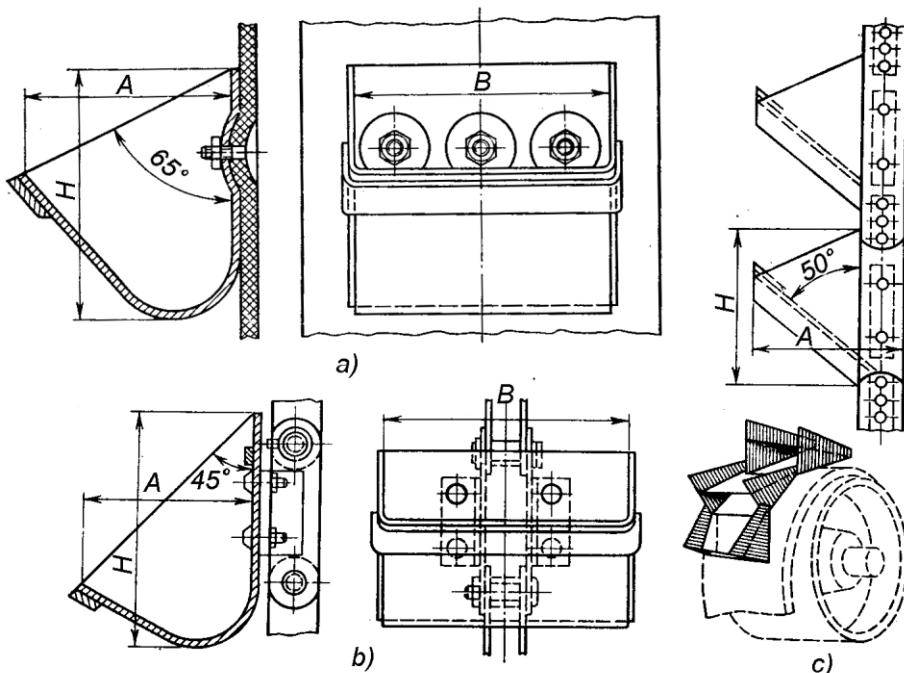
Pogon se ostvaruje preko reduktora čije je izlazno vratilo povezano sa pogonskim vratilom elevatora na kome se nalazi pogonski doboš ili pogonski lančanik. U mehanizam pogona je ugrađena kočnica ili uređaj za zaustavljanje čiji je zadatak da spreči kretanje u suprotnom smeru.

## Kofice

Kofica elevatorsa je definisana svojom geometrijom (širina B, dubina A i visina H) i zapreminom. Konstrukciono izvođenje kofice zavisi od svojstava materijala koji se transportuje i od sposobnosti punjenja i pražnjenja. Kod elevatorsa za vertikalni transport primenu nalaze razliciti tipovi kofica (sl. 3)

- sa zaobljenim dnom: duboke (D) i plitke (P)
- sa bočnim ivicama: oštrogule (O) i sa zaobljenim dnom (Z)

Pored ovih primenu nalaze i trapezoidne kofice većih zapremina kao i kofice specijalnih konstrukcija.



Slika 3: Oblici kofica  
a-duboke; b-plitke; c-oštrogule;

Duboke kofice (sl.3,a) se primenjuju za transport suvih nasipnih, zrnastih i sitnokomadnih materijala (pesak, žitarice, brašno, cement, pepeo). Plik kofice (sl. 3,b) se primenjuju za transport vlažnih nasipnih, zrnastih i sitnokomadnih materijala. Zahvaljujući zaobljenom dnu duboke i plitke kofice se lako prazne. Primenuju se samo kod elevatorsa sa rastavljenim koficama. Izrađuju se od čeličnih limova, debljine od  $1\div6\text{mm}$  najčešće zavarivanjem i presovanjem. Primena kofica od plastičnih i gumiranih materijala je ređa. Kofice sa bočnim ivicama, oštrogule (sl. 3,c) i sa zaobljenim dnom, nalaze primenu kod sporohodnih elevatorsa sa gumenom trakom pri transportu suvih sitnokomadnih nasipnih materijala. Kofice ovih tipova se ugrađuju na vučni element i kao sastavljene (sl. 3,c).

# ЕЛЕВАТОРИ

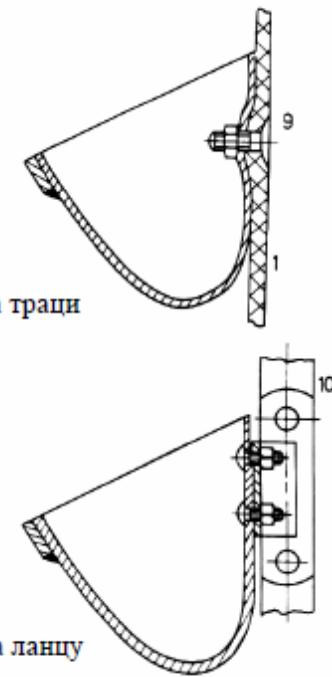
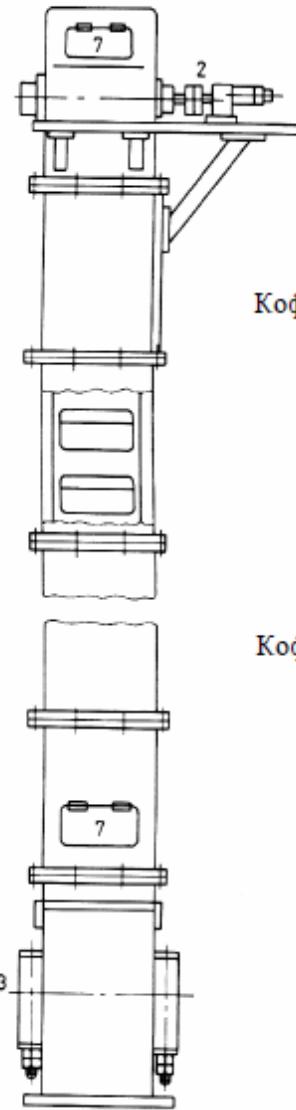
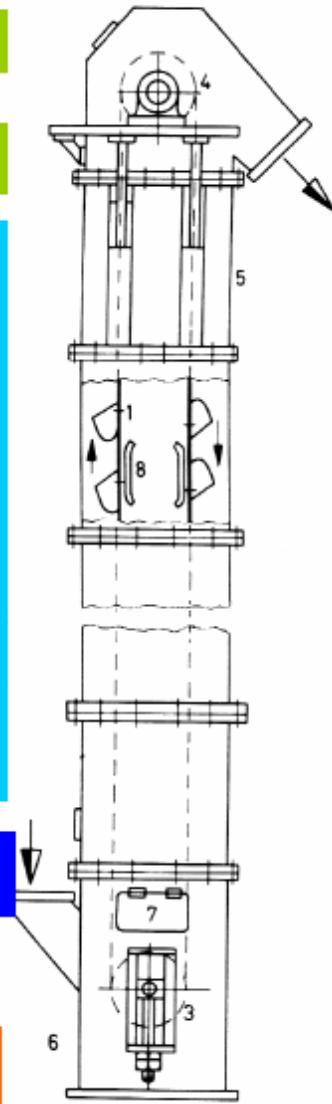
са чврсто везаним кофицама

## Каррактеристике:

учинак:	max. 1000 t/h
висина подизања:	max. 100 м
брзина транспортивања:	
за траке:	max 1-1,25 m/s
за ланце:	max. 0,3-1,5 m/s
угао нагиба:	max. $\alpha=90^\circ$

фрикционо - помоћу трења

спрезањем - помоћу ланчаника



Tipovi, oznake i osnovne karakteristike kofica (širina B, dubina A, visina H, radijus zaobljenja dna r, zapremina kofice  $i_0$ ) date su u tablici T. 1.

Tip kofice	Oznak a	Dimenziije kofice (mm)				Zaprem ina $i_0(\text{dm}^3)$
		B	A	H	r	
Duboka	D	100	75	80	25	0,2
		125	90	95	30	0,4
		160	105	110	35	0,6
		200	125	135	40	1,3
		250	140	150	45	2,0
		320	175	190	55	4,0
		400	195	210	60	6,3
		500	235	255	75	12,0
		650	250	265	85	16,8
		100	50	65	25	0,1
Plitka	P	125	65	85	30	0,2
		160	75	100	35	0,35
		200	95	130	40	0,75
		250	120	160	55	1,4
		320	145	190	70	2,7
		400	170	220	85	4,2
		500	195	250	100	6,8
		650	225	285	115	11,5
		160	105	155	-	0,65
		200	125	195	-	1,3
Oštrogla	O	250	140	195	-	2,0
		320	165	245	-	4,0
		400	225	310	-	7,8
		320	165	235	60	6,4
		400	215	305	80	14,0
Zaobljena oštrogla	Z	500	270	385	100	28,0
		650	340	485	125	90,0
		800	435	615	160	118,0
		1000	435	615	160	148,0

Tabela 1

Pri transportu komadnih materijala dubina kofice se proverava iz uslova

$$A_{\min} > k_k a_{\max} \text{ (mm)}$$

$A_{\min}$  - minimalna dubina kofice,

$a_{\max}$  - maksimalna dimenzija komada koji se transportuje

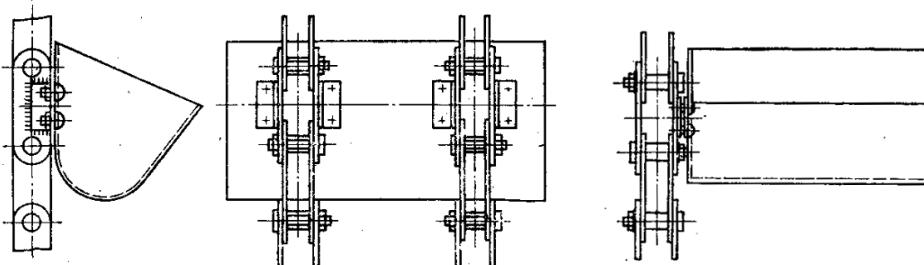
$k_k$  - koeficijent karakteristika granulometrijskog sastava

$k_k=2 \div 2,5$  - za nesortirani materijal

$k_k=4 \div 5$  - za sortirani materijal

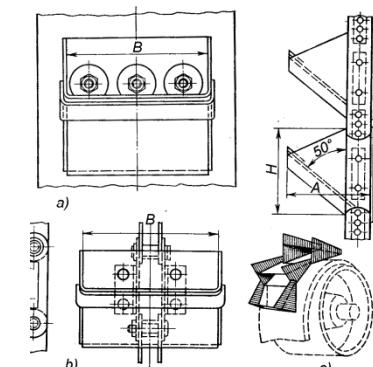
## Vučni element

Kao vučni element kod elevatora sa koficama se upotrebljava gumeni traka (sl. 3a) ili lanac (sl. 3b i c - slajd 4 i sl. 4). Osobine, karakteristike i način izbora i proračuna gumenih traka za elevatore sa koficama su isti kao i za trakaste transportere.

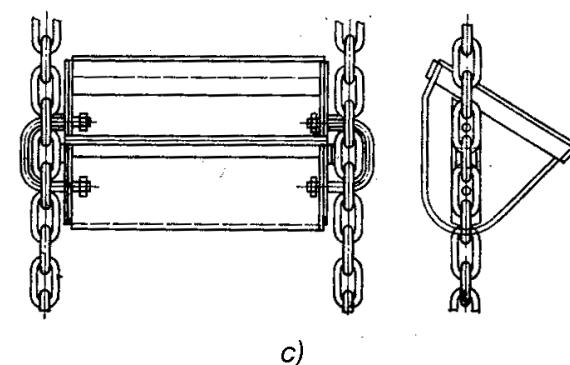


a)

b)



Slika 3b i 3c



Slika 4

Načini pričvršćivanja kofica za lanac  
a-leđna veza sa dva lamelna lanca; b-  
bočna veza sa dva lamelna lanca; c-  
bočna veza sa zavarenim lancima sa  
karikama;

Tip	Širina kofice	Korak kofice	Širina trake ili remena (mm)	Prečnik pogon.	Brzina kretanja	Kapacitet	
	B(mm)	t <sub>k</sub> (mm)	Prioritet pri izb.	Ređe birati	doboša (mm)	kofica (m/s)	(m <sup>3</sup> /h)
TD-100	100	200	125	-	250	1,00-2,00	3,2
TD-125	125	320	160	150	320		4
TD-160	160		200	-	400		5
TD-200	200	400	250	-			10
TD-250	250		300	315	500		16
TD-320	320	500	370	400		1,25-2,50	25
TD-400	400		450	500	630		40
TD-500	500	630	550	600			63
TD-650	650		700	-			100
TP-100	100	200	125	-	250	1,00-2,00	1,6
TP-125	125	320	160	150	320		2
TP-160	160		200	-	400		3,2
TP-200	200	400	250	-	400		5
TP-250	250		300	315	500		10
TP-320	320	500	370	400		1,25-2,50	16
TP-400	400		450	500	630		25
TP-500	500	630	550	600			40
TP-650	650		700	-			63
TO-160	160	160	200	-	400	0,40-0,63	6,3
TO-200	200	200	250	-			10
TO-250	250	200	300	315	500		16
TO-320	320	250	370	400		0,40-0,63	25
TO-400	400	320	450	500	630		40

Napomena: TD - elevator sa Trakom i Dubokom koficom  
 TP - elevator sa Trakom i Plitkom koficom  
 TO - elevator sa Trakom i Oštouglokom koficom

Širina trake je za 25 do 150 mm veća od širine kofica. Osnovni parametri kofičastih elevatora sa trakom kao vučnim elementom dati su u tablici 2. U tablici T. 2 takođe su dati prečnici doboša elevatora. Kod elevatora većih kapaciteta transporta i pri transportu materijala čija temperatura prelazi 60°C upotrebljavaju se lanci kao vučni elementi. Najčešće se primenjuju:

- lamelni lanci sa čaurama, valjčićima (sl.3,b i c i sl 4 a i b), glatkim točkićima i
  - zavareni lanci sa termički obrađenim sa karikama (sl. 4,c).
- Lamelni lanci sa točkićima se primenjuju kod kosih elevatora (sl. 2,b,c).

Tabela 2

Neki od parametara kofičastih elevatora sa lancima navedeni su u tablici 3.

Izbor tipa elevatora, kofica i brzine transporta u zavisnosti od karakteristika materijala koji se transportuje, vrše se saglasno preporukama datim u tablici T. 4.

Tabela 3

Tip elevatora	Širina kofice B(mm)	Korak kofice $t_k$ (mm)	Broj lanaca		Brzina kofice (m/s)	Kapacitet transp. ( $m^3/h$ )
			lamelni	zavareni		
LD-100	100	200	1	-	1,00-2,00 1,25-2,50	3,2
125	125	320		-		4,0
160	160			-		5,0
200	200	400		-		10,0
250	250			-		16
320	320	500		-		25
400	400			-		40
500	500	630		-		63
650	650			-		100
LP-100	100	200	1	-	1,00-2,00 1,25-2,50	1,6
125	125	320		-		2,0
160	160			-		3,2
200	200	400		-		5
250	250			-		10
320	320	500		-		16
400	400			-		25
500	500	630		-		40
650	650			-		63
LO-160	160	160	1	-	0,40-0,63	6,3
200	200	200		-		10
250	250			-		16
320	320	250		-		25
400	400	320		-		40
LZ-320	320	250	2	-	0,40-0,63	40
400	400	320		-		63
500	500	400		-		100
650	650	500		-		160
800	800	630		-		250
1000	1000			-		320

Napomena: LD - elevator sa Lancem i Dubokom koficom

LP - elevator sa Lancem i Plitkom koficom

LO - elevator sa Lancem i Oštouglohom koficom

LZ - elevator sa Lancem i Oštouglohom zaobljenom koficom

## Tabela 4

Karakteristike nasipnih materijala	Primeri karakter. materijala	Preporučeni tip elevatora	Tip kof.	Koef. punj. $\psi$	Brzina traka	(m/s) lanac
Prašinasti suvi	Ugljena prašina	Sporohodni sa gravitacionim pražnjenjem	D	0,85	-	0,63-0,8
	Cement, fosforo brašno	Brzohodni sa centrifugalnim pražnjenjem	D	0,80	1,25-2,0	-
	Prehr. proizv. od mlev.zrna (brašna)	Brzohodni sa kombinovanim pražnjenjem	P	0,85	1,0-1,4	-
Prašinasti i zrnasti vlažni, slabosipući	Zemlja, pesak, brašno	Brzohodni sa centrifugalnim pražnjenjem	P	0,6	1-2	0,8-2,0
Zrnasti, sitnokomadni maloabrazivni	Drvni opiljci, suva glina, treset rezani, mrki ugalj	Brzohodi sa centrifugalnim pražnjenjem	D	0,8	1,25-2,0	1,0-1,6
	Krečni mulj, čađ, gar	Sporohodni sa slobodnim pražnjenjem	D	0,8 (bočna veza sa lancima)	-	0,4-1,6
Zrnasti i sitnokom., abrazivni	Šljunak, ruda šljaka	Sporohodni sa slobodnim pražnjenjem	Z, S	0,8	0,4-0,8	0,4-0,63
	Pesak, zemlja, pepeo	Brzohodi sa centrifugalnim pražnjenjem	D	0,8	1-2	-
Srednji i krupno komadni ( $a \geq 60\text{mm}$ ) maloabrazivni	Kameni ugalj	Sporohodni sa slobodnim pražnjenjem	Z, S	0,6-0,8	-	0,4-0,63
	Komadni treset	Brzohodi sa centrifugalnim pražnjenjem	D	0,6-0,7	-	0,8-1,6
Srednji i krupno kom. ( $a \geq 60\text{mm}$ ) jakoabraz	Kamen, ruda, šljaka	Sporohodni sa slobodnim pražnjenjem	Z, S	0,6-0,8	-	0,4-0,63
Krupnokom. (koji se ne drobe u transp.)	Koks, čumur (drveni ugalj)	Sporohodni sa slobodnim pražnjenjem	Z, S	0,6	0,4-0,63	0,4-0,63

Korak lamelnih lanaca i broj zuba pogonskih i zateznih lančanika elevatorsa sa koficama biraju se u zavisnosti od koraka kofica (tablica T. 5)

Položaj kofice na lancu	Korak kofice	Korak lanca	Br. zuba pog. lančanika	Br. zuba zateznog lančanika
Rastavljene	200	100	13	10
	320	160	8	6
	400	100	16	13
		200	8	6
	500	125	16	10
		250	6	6
	630	315	6	6
	800	200	12	10
		400	6	6
Sastavljene	160	160	8	6
	200	200	8	6
	250	250	12	12
	320	160	16	12
		320	8	6
	400	200	12	12
		400	6	6

Tabela 5

**Mehanizmi za zatezanje vučnog elementa svoju funkciju ostvaruju zavojnim vretenom, oprugom ili tegovima.**

Hod zateznog mehanizma elevatorsa sa lancima bira se u zavisnosti od koraka lanca  $x = (1,5 \div 3)t_L$  (mm)

Hod zateznog mehanizma elevatorsa sa trakom treba da se kreće u granicama od  $0,03 \div 0,05$  od dužine transporta.

# Pogonske karakteristike elevatora

Ako je poznata zapremina kofice  $i_0(\text{m}^3)$ , definiše se pogonska zapremina

$$i_p = \frac{i_0}{t_k} \quad (\text{m}^3/\text{m}) \quad t_k(\text{m}) - \text{korak kofica.}$$

Tabela 6

\* pogonska masa  
kofice u  $\text{dm}^3/\text{m}$

\*\* zapremina kofice  
u  $\text{dm}^3$

U tablici T. 6 date su zavisnosti zapremine kofica i koraka kofica.

Tip kofica								Korak
Duboke		Plitke		Oštrougle		Zaobljene		kofica
$i_p$ *	$i_0$ **	$i_p$	$i_0$	$i_p$	$i_0$	$i_p$	$i_0$	(mm)
-	-	-	-	4,06	0,65	-	-	160
1	0,2	0,5	0,1	6,5	1,3	-	-	200
-	-	-	-	10	2	-	-	200
-	-	-	-	16	4	25,6	6,4	250
1,3	0,4	0,66	0,2	24,4	7,8	43,7	14	320
2	0,6	1,17	0,35	-	-	-	-	320
3,24	1,3	1,87	0,75	40	16	70	28	400
5	2	3,5	1,4	-	-	-	-	400
8	4	5,4	2,7	-	-	120	60	500
12,6	6,3	8,4	4,2	-	-	-	-	500
19	12	-	-	-	-	187	118	630
-	-	-	-	-	-	235	148	630

Pogonska masa tereta koji se transportuje definiše se izrazom

$$q_G = i_p \psi \rho \quad (\text{kg/m}) \quad \begin{aligned} \psi & - \text{koeficijent punjenja kofica (tablica T. 4)} \\ \rho & (\text{kg/m}^3) - \text{gustina materijala.} \end{aligned}$$

Pogonska masa pokretnih delova elevatorsa se sastoji iz pogonske mase vučnog elementa (traka ili lanac) i pogonske mase kofice; tj.

$$q_E = q_T + q_{KOF} \quad (\text{kg/m}) - \text{sa trakom}$$

$$q_E = q_L + q_{KOF} \quad (\text{kg/m}) - \text{sa lancem}$$

gde je  $q_T$  (kg/m) - pogonska masa trake ( $q_T = \rho B \delta$ )

$q_L$  (kg/m) - pogonska masa lanca

$q_{KOF}$  (kg/m) - pogonska masa kofice

$$q_{KOF} = \frac{m_{KOF}}{t_k} k_k$$

$m_{KOF}$  (kg) - masa kofice (tablica T. 7)

$t_k$  (m) - korak kofica

$k_k$  - koeficijent uvećanja mase kofice zbog uticaja elemenata za vezu ( $k_k \approx 1,14$ )

Širina kofice (mm)	Debljina zida	Masa kofice $m_{KOF}$ (kg)			
		Tip kofice			
	kofice (mm)	D	P	Z	O
160	2	0,9	0,7	1,2	-
250	3	3,0	2,0	3,0	-
320	3	4,4	4,1	4,4	-
400	4	9,0	9,0	9,5	15,3
500	4	-	-	14,7	24,7
650	5	-	-	-	45,5

Tabela 7

Za približno određivanje pogonske mase pokretnih delova elevatora može se koristiti obrazac  $q_E \approx k_E Q$  (kg/m)

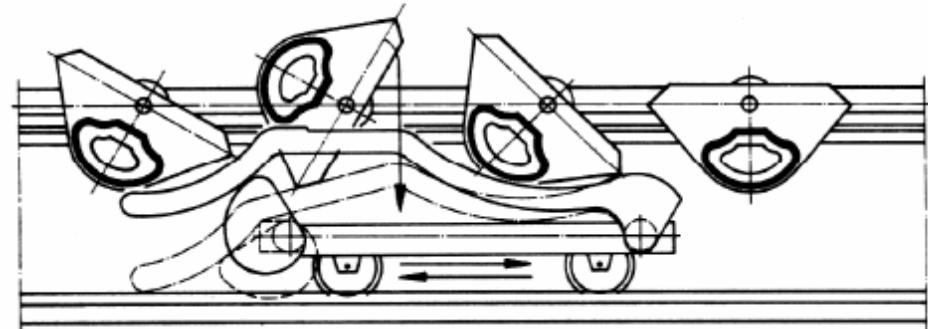
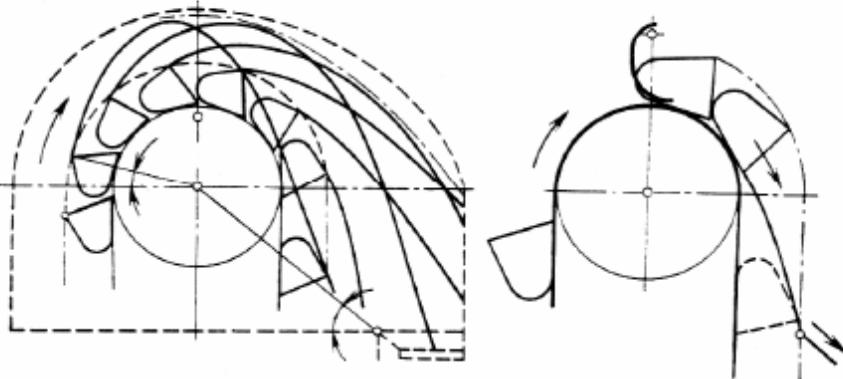
gde je:  $k_E$  - koeficijent pogonske mase (tabela T. 8)

$Q(t/h)$  - kapacitet transporta

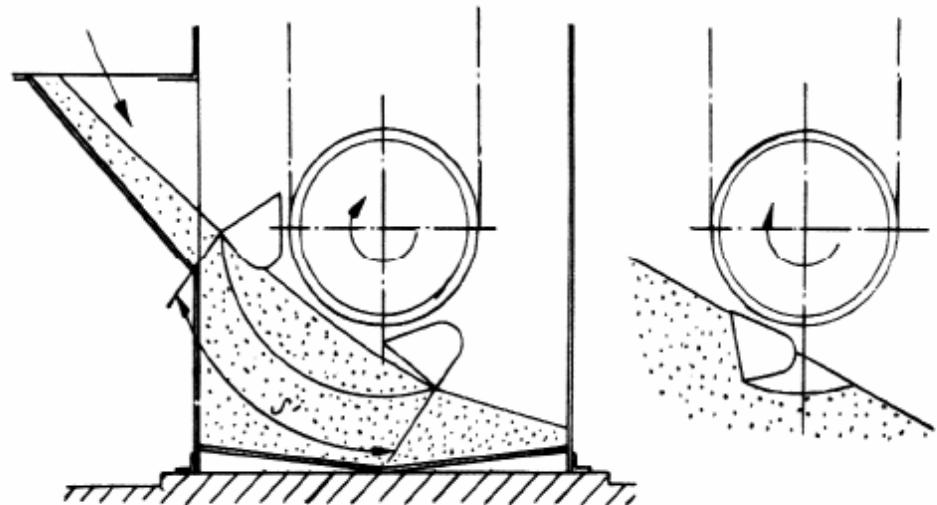
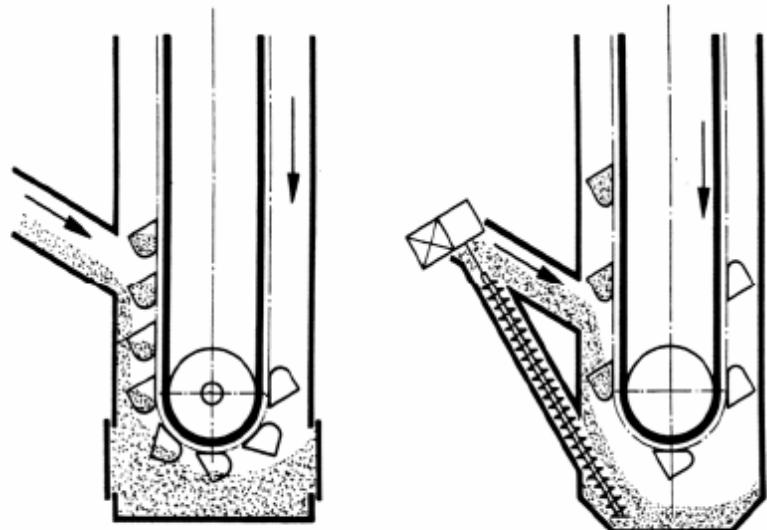
Tabela 8

Q (t/h)	Vrednost koeficijenta $k_E$					
	Tip elevatora					
	Trakasti		sa jednim lancem		sa dva lanca	
	D, P	Z	D, P	Z	D, P	Z, O
<10	0,6	-	1,1	-	-	-
10÷25	0,5	-	0,8	1,1	1,2	-
25÷50	0,45	0,6	0,6	0,85	1,0	-
50÷100	0,4	0,55	0,5	0,7	0,8	1,1
>100	0,35	0,5	-	-	0,6	0,9

# ЕЛЕВАТОРИ



пражњење кофица



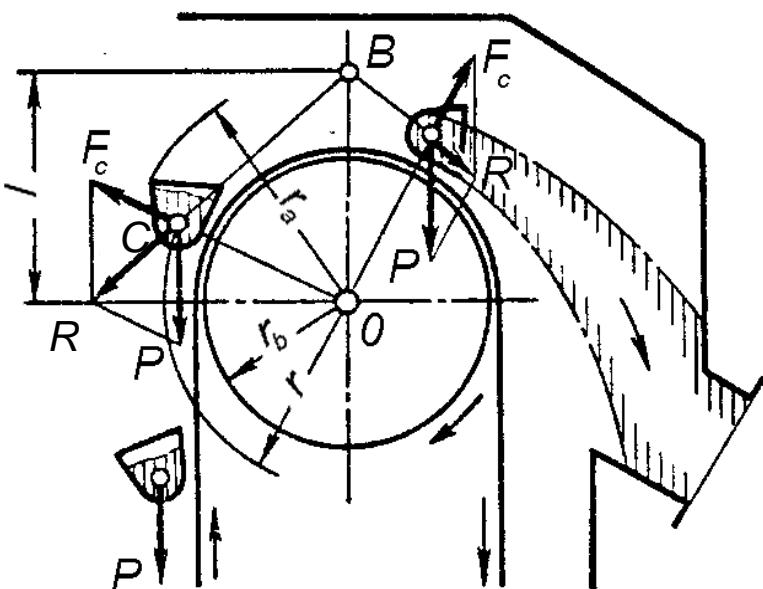
пуњење кофица

## Osnovi teorije pražnjenja

Na materijal u kofici, pri pravolinijskom kretanju odozdo na gore, deluje sila težine  $P=mg$  (N). Pri nailasku kofice na pogonski doboš (ili lančanik), pored sile teže, na materijal deluje i centrifugalna sila (sl. 5)

$$F_c = m \frac{v_0^2}{r}$$

$m(\text{kg})$  - masa materijala u kofici  
 $v_0(\text{m/s})$  - brzina kofice sa materijalom  
 $r(\text{m})$  - poluprečnik obrtanja (rastojanje težišta kofice sa materijalom od ose obrtanja doboša)



Slika 5

Šema sila pri okretanju kofica elevatora

**Rezultanta  $R$  težine materijala  $P$  i centrifugalne sile  $F_c$**  menja se po veličini i smeru u toku okretanja kofice, ali joj se tačka preseka sa vertikalnom osom (**tačka B**) ne menja. Ta tačka se naziva polom, a njeno rastojanje  $l$  od ose okretanja pogonskog doboša određuje se iz **sličnosti trouglova  $CRF_c$  i  $COB$**  (deo slike levo):

$$\frac{l}{r} = \frac{P}{F_c} = \frac{mg}{m \frac{v_0^2}{r}}$$

odakle je  $l = \frac{gr^2}{v_0^2} = \frac{895}{n^2} (\text{m})$

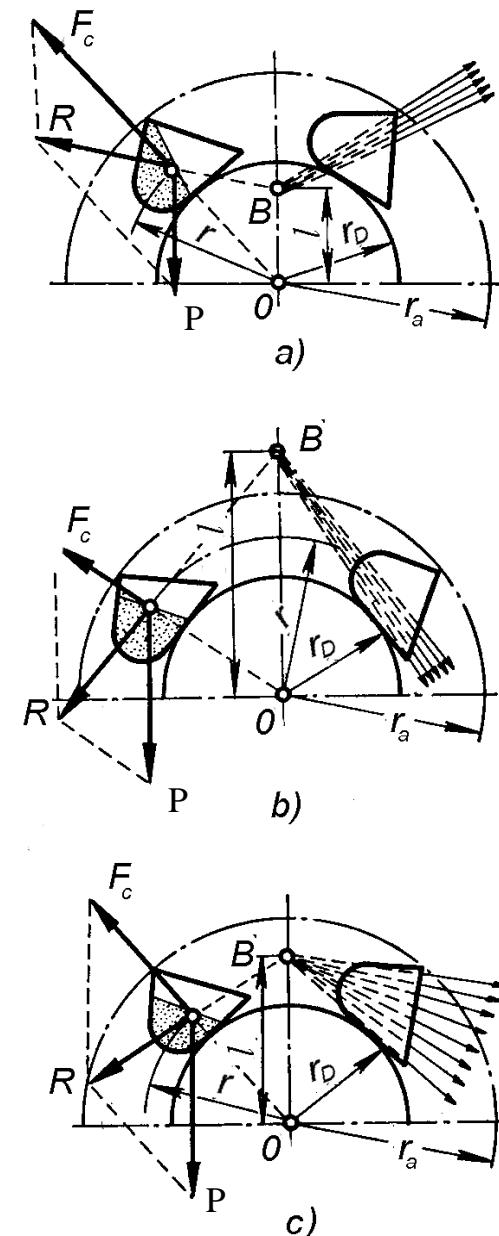
$n(\text{min}^{-1})$  - učestanost obrtanja pogonskog doboša.

Iz poslednje jednačine se vidi da rastojanje  $l$  zavisi samo od učestanosti obrtanja pogonskog doboša. Sa povećanjem učestanosti obrtanja rastojanje pola se smanjuje, a centrifugalna sila raste u odnosu na silu težine materijala u kofici. Pri smanjenju učestanosti obrtanja, sila težine materijala dobija na prioritetu u odnosu na centrifugalnu silu koja opada. Na osnovu rezultata istraživanja, koji se navode u literaturi, mogu se definisati načini pražnjenja kofica elevatorsa (sl. 6):

- centrifugalno  $l \leq r_b$  ( $r_b = D/2$ , odnosno  $r_b = r_{dob}$ )
- gravitaciono  $l > r_a$  ( $r_a$  je prečnik spoljne ivice kofice)
- kombinovano  $r_b < l < r_a$  (spoljašnje čestice prazne se centrifugalno a unutrašnje gravitaciono)

Prečnik pogonskog doboša (lančanika) se usvaja u zavisnosti od načina pražnjenja i brzine transporta:

- za brzohode elevatore sa centrifugalnim pražnjenjem  $D_d \leq 0,204v^2$  (m)
- za brzohode elevatore sa kombinovanim pražnjenjem  $D_d = 0,245v^2$  (m)
- za srednje brzine elevatorsa sa kombinovanim pražnjenjem  $D_d = 0,306v^2$  (m)
- za sporohode brzine elevatorsa sa gravitacionim pražnjenjem  $D_d \geq 0,6v^2$  (m) pri čemu je  $v$ (m/s) - brzina vučnog elementa elevatorsa.



Slika 6: Šeme pražnjenja kofica  
a-centrifugalno; b-gravitaciono;  
c-kombinovano

## Prethodni proračun elevatorsa

Ako je zadat kapacitet transporta  $Q(t/h)$ , pogonska zapremina kofice je

$$i_p = \frac{Q}{3,6v\psi\rho} \quad (\text{dm}^3/\text{m})$$

$v(\text{m/s})$  - brzina kretanja kofice (tablica T. 4)

$\psi$  - koeficijent punjenja kofice (tablica T. 4)

$\rho(\text{t/m}^3)$  - gustina materijala (tablica T.1.3)

Zapremina kofice se određuje korišćenjem odgovarajuće formule.

Potrebna snaga na pogonskom vratilu elevatorsa je

$$P = \frac{1}{3600} Q g H \left( 1 + \frac{k_p}{H} \right) \quad H(\text{m}) - \text{visina dizanja materijala}$$

$k_p$  - koeficijent otpora pri punjenju kofica (tablica T. 9)

Tabela 9

Osobine materijala	Trakasti i sa jednim lancem					sa dva lanca				
	Brzina kretanja kofica (m/s)									
	0,5	0,75	1,0	1,25	1,6	0,5	0,75	1,0	1,25	1,6
Prašinasti, zrnasti, sitnozrni	1,5	2	2	2,5	3	1	1,2	1,3	1,5	2
Srednje i krupno komadni	2,5	3	3	4	5	1,5	1,7	1,7	2,5	3

Obimna sila na pogonskom dobošu (lančaniku)  $F_0 = 10^3 \frac{P}{v}$  (N)

Maksimalna sila zatezanja, na osnovu koje se može izvršiti približni izbor trake, određuje se iz izraza

$$F_{\max} = F_0 \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1} \text{ (N)} \quad \mu - \text{koeficijent trenja između trake i doboša (T.2.16)}$$

$\alpha(^{\circ})$  - ugao obuhvata trake oko pogonskog doboša

Potreban broj vučnih slojeva trake:  $z > \frac{F_{\max}}{k_r B k_0}$

$F_{\max}$  (N) - maksimalna sila zatezanja trake

$k_r$  i  $B$  - videti odeljak o trakastim transporterima

$k_0$  - koeficijent oslabljenja trake zbog otvora za vezu kofica  $k_0 \approx 0,9$

Izračunati broj vučnih slojeva trake mora da zadovolji i uslov  $z \leq 10 D_d$

gde je:  $D_d$  (m) - prečnik pogonskog doboša

Sila kidanja na osnovu koje se može izvršiti približni izbor lanca određuje se iz izraza

$$F_k = (15 \div 17,5) F_0 \text{ (N)}$$

gde je  $F_0$  (N) - obimna sila na pogonskom lančaniku.

Ako je elevator sa dva lanca, onda se izbor lanca vrši sa silom  $F_L = 0,6 F_k$

## Tačan proračun elevatora

Tok proračuna elevatora sa trakom i lancem je identičan kao i za trakaste i pločaste transportere. Sprovodi se **metodom obilaska po konturi** pri čemu je potrebno odrediti opterećenja koja su karakteristična za elevatore.

Minimalna sila zatezanja:

$$F_{\min} \approx 0,1 F_0 > 1000 \text{ (N)} - \text{za elevator sa trakom}$$

$500 \leq F_{\min} \geq 5gq$  - za elevator sa lancem (nikako manje od 500N, odnosno veće od 50q)  
gde je  $q(\text{kg/m})$  - pogonska masa materijala

Otpor pri punjenju kofice je  $W_p = qgk_p \text{ (N)}$

$k_p$  - koeficijent otpora punjenju kofice (tablica T. 9).

Elevatori sa nosačima konzolnog tipa i visećim nosačima primenjuju se za pretovarno-istovarne radove sa komadnom robom, kao što su džakovi, bale, rolne papira, sanduci, burad, kao i za transport trupaca, rezane građe, mašinskih delova i sl. Širina trake je za  $25 \div 150 \text{ mm}$  veća od širine kofica.

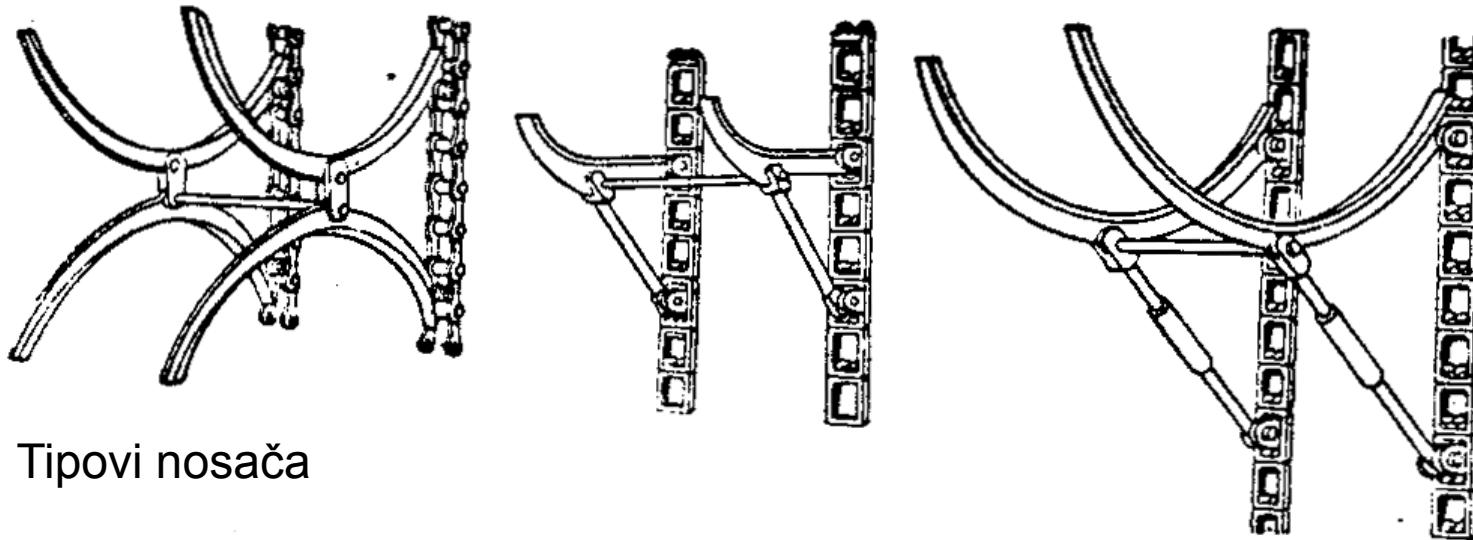
Osnovni parametri kofičastih elevatora sa trakom kao vučnim elementom, kao i prečnici doboša elevatora, dati su u tablici T. 1.

## ELEVATOR SA NOSAĆIMA

Za transport **komadnih tereta**, najčešće pravilnih oblika, u vertikalnom i kosom pravcu služe elevatori sa nosačima. Nosači su **konzolnog tipa ili viseći**.

### Elevatori sa nosačima konzolnog tipa

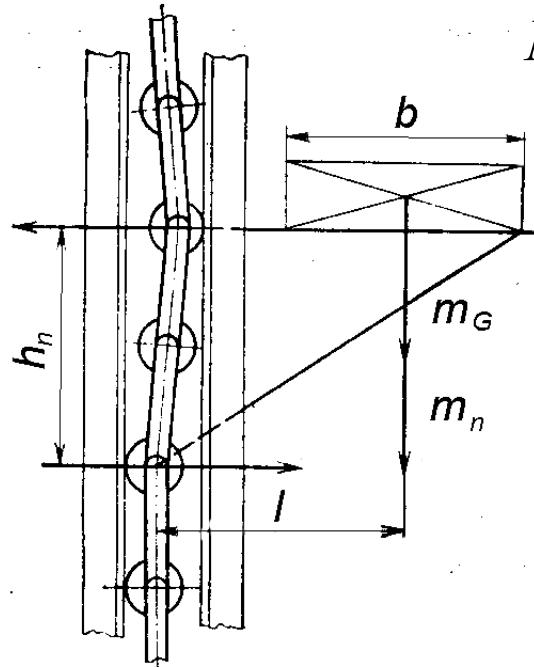
Sastoje se iz dva lanca za koje su pričvršćeni nosači (sl. dole) čiji oblik po pravilu prati **oblik tereta** koji se diže. Lanci su prebačeni preko pogonskih i zateznih lančanika. Najčešće se primenjuju lamelni lanci sa točkićima.



Tipovi nosača

Utovar i istovar se vrši preko strme ravni. Proračun sile zatezanja u karakterističnim tačkama vučnog lanca se vrši metodom obilaska po konturi i u mnogome je sličan sa proračunom elevatora sa koficama.

Razlika je u dopunskom otporu koji se javlja zbog konzolnog položaja nosača i tereta (sl. dole). Normalna sila pritiska točkiće lanaca, za slučaj da se težište tereta i konzolnog nosača poklapaju, u radnoj (opterećenoj) i neradnoj (rasterećenoj) grani je:



$$N_G = \frac{g(m_G + m_n)l}{h_n} \quad (\text{N})$$

$$N_0 = \frac{gm_n l}{h_n} \quad (\text{N})$$

$m_G$ (kg) - masa tereta koji se diže

$m_n$ (kg) - masa nosača ( $m_n \approx 0,3m_G$ )

$l$ (m) - rastojanje težišta tereta i nosača od ose lanca

$$l=0,5b+0,05 \div 0,1 \quad (m)$$

$b$ (m) - širina tereta

$h_n$ (m) - rastojanje između tačaka oslanjanja konzolnog nosača sa lancem

Proračunska šema dopunskih otpora

Dopunski otpor na opterećenoj grani od jednog nosača sa teretom je:

$$W_{dop,G} = 2N_G\omega = 2g(m_G + m_n)l\omega/h_n \text{ (N)}$$

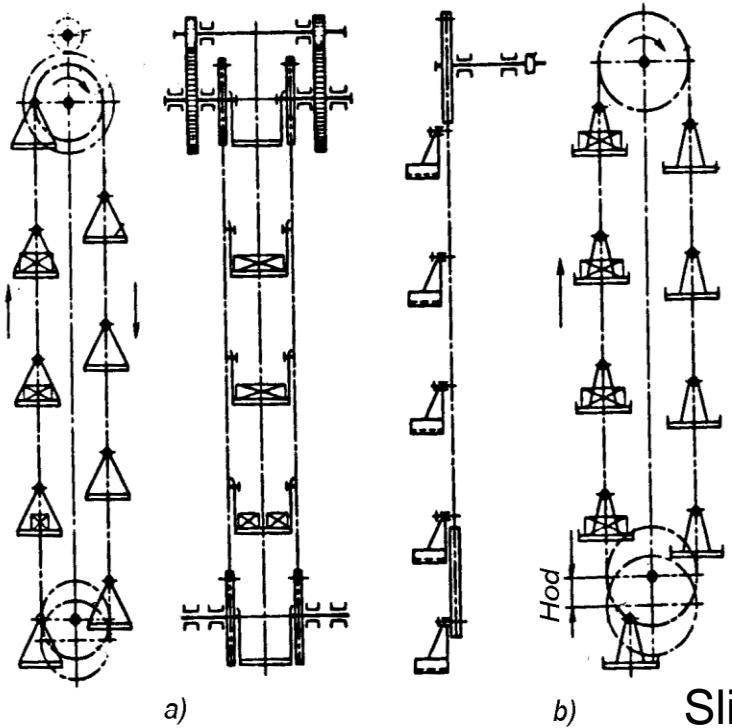
a na neradnoj grani  $W_{dop,0} = 2N_0\omega = 2gm_n l\omega/h_n$

pri čemu je  $\omega$  - koeficijent otpora pri kretanju lanca (tablica T. 11).

Minimalna sila zatezanja lanca se usvaja u granicama  $F_{\min} = 1000 \div 2000 \text{ (N)}$

### Elevator sa višećim nosačima

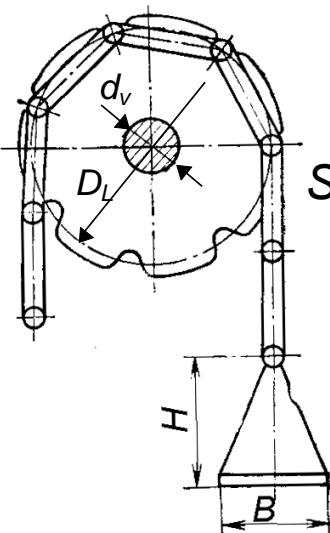
Kod ovih elevatora nosači su zglobno vezani za vučni lanac (sl.9). Namjenjeni su za vertikalni transport komadnih materijala.



Izrađuju se sa jednim i dva lanca. Kod elevatora sa dva lanca, nosači su zglobno vezani između lanaca (sl. 9,a), a kod elevatora sa jednim lancem postavljeni su konzolno (bočno) u odnosu na lanac (sl. 9,b). Metodologija proračuna je slična sa proračunima prethodnih elevatora.

Slika 9: Elevatori sa višećim nosačima

Kod ovih elevatora se mora izvršiti provera prolaska visećeg nosača preko pogonskog lančanika (sl10), pri čemu mora biti ispunjen uslov:



*Slika 10: Šema za proveru prolaza visećeg nosača*

$$\frac{D_L - d_v}{2} > \sqrt{H^2 + \left(\frac{B}{2}\right)^2} \text{ (m)}$$

$D_L$ (m) - prečnik lančanika

$d_v$ (m) - prečnik vratila lančanika

$H$ (m) - visina nosača.

$B$ (m) - širina nosača

Brzina kretanja ovih elevatora se usvaja od 0,01 do 0,2 m/s i zavisi od načina punjenja i pražnjenja. Za proračun zatezne i vučne sile koristi se metoda obilaska po konturi.

Za razliku od prethodnih elevatora, potrebno je odrediti pogonsku masu pokretnih delova elevatora  $q_E = 2q_L + q_n$  (kg/m)  $q_n$ (kg/m) - pogonska masa visećeg nosača

$$q_n = \frac{m_n}{t_n} \quad m_n(\text{kg}) - \text{masa nosača}$$

$$m_n = (0,25 \div 0,50)m_G$$

$$m_G(\text{kg}) - \text{masa tereta.}$$

$$t_n(\text{m}) - \text{korak nosača}$$

Minimalna sila zatezanja lanca se usvaja u granicama

$$F_{min} = 1000 \div 2000 \text{ (N)}$$

