

## PRORAČUN TRANSPORTERA S BESKONAČNOM TRAKOM

### ZADANO:

- transportna dužina  $L = 187 \text{ m}$
- prosječni nagib trase  $\beta = 5^\circ$
- satni kapacitet  $Q_h = 162 \text{ t/h}$
- transportirani materijal LAPOR

1) Presjek materijala nasutog na traku:

$$A = \frac{1}{k_1 \cdot k_2} \cdot \frac{Q}{3600 \cdot \rho \cdot v} = \frac{1}{0,9 \cdot 0,985} \cdot \frac{162}{3600 \cdot 1,25 \cdot 1,70} = \underline{0,0239 \text{ m}^2}$$

- $k_1 = 0,9$  - koeficijent smanjenja teoretskog kapaciteta zbog neravnomjernog nasipavanja
- $k_2 = 0,985$  - koeficijent smanjenja teoretskog kapaciteta zbog nagiba transportera  $\Rightarrow$  *tablica 1*
- $v = 1,70 \text{ m/s}$  - brzina gibanja trake  $\Rightarrow$  *tablica 2*
- $\rho = 1,25 \text{ t/m}^3$  - nasipna gustoća lapora za transport trakom

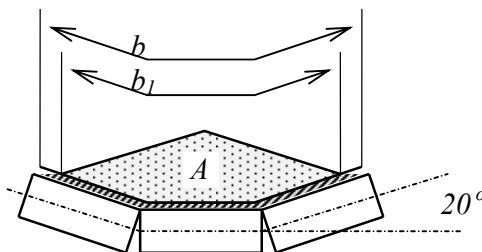
2) Aktivna širina trake:

$$b_1 = \sqrt{\frac{A \cdot 3600}{f}} = \sqrt{\frac{0,0239 \cdot 3600}{465}} = \underline{0,430 \text{ m}}$$

- $f = 465$  - faktor oblika trake, tj. presjeka materijala  $\Rightarrow$  *tablica 3*

Odabrano: **užljebljeni ( koritasti ) oblik  
s nagibom bočnih valjaka od  $20^\circ$**

Slika 1: OBLIK TRAKE



3) Stvarna širina trake:

$$b = \frac{b_1 + 0,05}{0,9} = \frac{0,430 + 0,05}{0,9} = \underline{0,533 \text{ m}}$$

Odabrano:  **$b = 0,65 \text{ m}$**   $\Rightarrow$  *tablica 4*

- najduži rub komada za ovu širinu trake je 200 mm  
 $\Rightarrow$  *tablica 5*

4) Snaga za pogon transportera:

$$P_{bo} = F_{bo} \cdot v \quad [W]$$

-  $P_{bo}$  - snaga na osovini pogonskog bubnja [W]

-  $F_{bo}$  - vučna sila na obodu pogonskog bubnja [N]

$$F_{bo} = g \cdot \left[ c \cdot t \cdot L \cdot \left( G_t + \frac{G}{3,6 \cdot v} \right) \pm \frac{G \cdot H}{3,6 \cdot v} \right] \quad [N]$$

-  $c = 1,53$  - faktor povećanja vučne sile koji uzima u obzir sporedne otpore u pogonu transportera  $\Rightarrow$  *tablica 6*

-  $t = 0,025$  - koeficijent trenja u ležajevima bubnjeva i valjaka  
 $\Rightarrow$  *tablica 7*

-  $G_t$  - masa pokretnih dijelova transportera (trake, valjaka)  
po jednom metru dužnom transportera [kg/m']

$$G_t = 2 \cdot q_t + g_v' + g_v'' \quad [kg/m']$$

-  $q_t$  - masa trake [kg/m']

-  $g_v'$  - masa rotirajućih dijelova nosećih valjaka po jednom metru dužnom transportera [kg/m']

-  $g_v''$  - masa rotirajućih dijelova povratnih valjaka po jednom metru dužnom transportera [kg/m']

$$q_t = b \cdot (q_u + q_o) \quad [kg/m']$$

-  $q_u$  - masa svih uložaka u traci [kg/m<sup>2</sup>]

-  $q_o$  - masa gumene obloge trake [kg/m<sup>2</sup>]

---

### VRSTA TKANINE ZA TRANSPORTNU TRAKU

Odabrano: - **traka RP 160 / 65**

**s ulošcima iz rayon-polyamidnog prediva**  $\Rightarrow$  *tablica 8*

- **traka s 4 uložaka**  $\Rightarrow$  *tablica 9*

Kontrola dozvoljenog koritastog progiba obzirom na širinu trake i na broj uložaka: minimalna širina za odabranu traku je 500 mm što je zadovoljeno odabranom stvarnom širinom trake  $b = 650 \text{ mm}$   
 $\Rightarrow$  **tablica 10**

-  $q_u = 5,20 \text{ kg/m}^2$  - masa svih uložaka za odabranu traku  
 $\Rightarrow$  **tablica 11**

#### KVALITETA OBLOGE ZA TRANSPORTNU TRAKU

Odabrano: **N 3/2**  $\Rightarrow$  debljina obloge gornjeg pokrovnog sloja je 3 mm, a donjeg pokrovnog sloja je 2 mm  $\Rightarrow$  **tablica 12**

-  $q_o = 5,65 \text{ kg/m}^2$  - masa gumenih obloga za odabranu traku  
 $\Rightarrow$  **tablica 13**

---

$$q_t = b \cdot (q_u + q_o) = 0,65 \cdot (5,20 + 5,65) = \underline{7,053 \text{ kg/m}'}$$

---

#### PROMJER VALJAKA

Odabrano:  **$\Phi = 90 \text{ mm}$**   $\Rightarrow$  **tablica 14**

---

#### NOSEĆI VALJCI

$$g_v' = \frac{q_v' \cdot n'}{L} \quad [\text{kg/m}']$$

- $g_v'$  - masa rotirajućih dijelova nosećih valjaka po jednom metru dužnom transportera  $[\text{kg/m}']$
- $q_v' = 9,3 \text{ kg}$  - masa rotirajućih dijelova nosećih valjaka u jednom slogu  $\Rightarrow$  **tablica 15**
- $n'$  - broj nosećih slogova:

$$n' = \frac{L - l_v}{l'} + \frac{l_v}{l_1'} = \frac{187 - 8}{1,3} + \frac{8}{0,65} = 150,00 \Rightarrow \underline{150 \text{ komada}}$$

- $l_v = 8 \text{ m}$  - dužina utovarnog tijela transportera
- $l' = 1,3 \text{ m}$  - razmak slogova nosećih valjaka  $\Rightarrow$  **tablica 16**
- $l_1' = 0,5 \cdot l' = 0,5 \cdot 1,3 = \underline{0,65 \text{ m}}$   
- razmak slogova na utovarnom mjestu

$$g_v' = \frac{q_v' \cdot n'}{L} = \frac{9,3 \cdot 150}{187} = \underline{7,460 \text{ kg/m}'}$$

### POVRATNI VALJCI

$$g_v'' = \frac{q_v''}{l''} = \frac{6,40}{3,25} = \underline{1,969 \text{ kg/m'}}$$

- $g_v''$  - masa rotirajućih dijelova povratnih valjaka po jednom metru dužnom transporteru [kg/m']
- $q_v'' = 6,4 \text{ kg}$  - masa rotirajućih dijelova povratnih valjaka u jednom slogu  $\Rightarrow$  tablica 15
- $l'' = (2 \div 3) \cdot l' = 2,5 \cdot 1,3 = \underline{3,25 \text{ m}}$  - razmak slogova povratnih valjaka  $\Rightarrow$  tablica 16

$$G_t = 2 \cdot q_t + g_v' + g_v'' = 2 \cdot 7,053 + 7,460 + 1,969 = \underline{23,535 \text{ kg/m'}}$$

$$G = 3600 \cdot A \cdot v \cdot \rho = 3600 \cdot 0,0239 \cdot 1,70 \cdot 1,25 = \underline{182,835 \text{ t/h}}$$

- $G$  - teoretska masa transportiranog materijala za jedan sat [t/h]

$$H = L \cdot \sin\beta = 187 \cdot \sin 5^\circ = \underline{16,298 \text{ m}}$$

- $H$  - visina dizanja ili spuštanja tereta, tj. visinska razlika krajnjih točaka transporteru [m]

### VUČNA SILA NA OBODU POGONSKOG BUBNJA

$$F_{bo} = g \cdot \left[ c \cdot t \cdot L \cdot \left( G_t + \frac{G}{3,6 \cdot v} \right) \pm \frac{G \cdot H}{3,6 \cdot v} \right]$$

$$F_{bo} = 9,807 \cdot \left[ 1,53 \cdot 0,025 \cdot 187 \cdot \left( 23,535 + \frac{182,835}{3,6 \cdot 1,70} \right) + \frac{182,835 \cdot 16,298}{3,6 \cdot 1,70} \right]$$

$$F_{bo} = \underline{8511,631 \text{ N}}$$

### SNAGA NA OSOVINI POGONSKOG BUBNJA

$$P_{bo} = F_{bo} \cdot v = 8511,631 \cdot 1,70 = \underline{14469,773 \text{ W}} = \underline{14,470 \text{ kW}}$$

- 5) Dodatna snaga zbog dopunskih otpora uslijed skidača materijala, čistača i sl.:

$$P_d = 1,6 \cdot v \cdot b \cdot n = 1,6 \cdot 1,70 \cdot 0,65 \cdot 2,0 = \underline{3,536 \text{ kW}}$$

- $n = 2$  - broj čistača

6) Dodatna snaga zbog otpora uslijed bočnih vodilica:

$$P_v = 0,08 \cdot l_1 = 0,08 \cdot 8 = \underline{0,64 \text{ kW}}$$

-  $l_1 = 8 \text{ m}$  - dužina vodilica

7) Snaga motora za pogon transportera:

$$P_m = \frac{P_{ef}}{\eta} = \frac{18,646}{0,85} = \underline{21,936 \text{ kW}}$$

-  $P_{ef} = P_{bo} + P_d + P_v = 14,470 + 3,536 + 0,64 = \underline{18,646 \text{ kW}}$  - efektivna snaga motora za pogon transportera

-  $\eta = 0,85$  - koeficijent korisnog učinka mehaničkog prijenosa između elektromotora i bubnja

Vučna sila u traci na bubnju:

$$F_b = \frac{P_{ef}}{v} = \frac{18646}{1,70} = \underline{10968,235 \text{ N}}$$

8) Ukupna vučna sila u traci na punoj strani:

$$F_t = F_b \cdot \left(1 + \frac{1}{e^{\mu \cdot \alpha} - 1}\right) = 10968,235 \cdot (1 + 0,5) = \underline{16452,353 \text{ N}}$$

-  $\mu = 0,35$  - koeficijent trenja između bubnja i trake za bubanj obložen drvetom i suhi pogon  $\Rightarrow$  **tablica 17**

-  $\alpha = 180^\circ$  - kut obuhvata trake oko bubnja

-  $e$  - baza prirodnog logaritma

-  $\frac{1}{e^{\mu \cdot \alpha} - 1} = 0,5 \Rightarrow$  **tablica 18**

9) Potrebni broj uložaka u traci:

$$z = \frac{9,8 \cdot F_t}{b \cdot \sigma_m} + 1 = \frac{9,8 \cdot 16452,353}{0,65 \cdot 156906,4} + 1 = \underline{2,581} < \underline{z=4} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  **odabrana traka zadovoljava**

-  $\sigma_m = 156906,4 \text{ N/m}$  - vlačna čvrstoća po jednom metru širine uložka  
 $\Rightarrow$  **tablica 8**

10) Uređaj protiv kretanja unatrag

$$q_m = \frac{G}{3,6 \cdot v} = \frac{182,835}{3,6 \cdot 1,70} = \underline{29,875 \text{ kg/m}}$$

-  $q_m$  - teoretska masa materijala po metru transportera [kg/m]

$$F_{obv} = g \cdot [c \cdot t \cdot L \cdot (G_t + q_m)]$$

$$F_{obv} = 9,807 \cdot [1,53 \cdot 0,025 \cdot 187 \cdot (23,535 + 29,875)] = \underline{3746,552 \text{ N}}$$

-  $F_{obv}$  - obodna sila za slučaj vodoravno položene trake

$$g \cdot q_m \cdot H > F_{obv}$$

$$9,807 \cdot 29,875 \cdot 16,298 = \underline{4775,055 \text{ N}} > \underline{3746,552 \text{ N}} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  **potreban je uređaj protiv kretanja unatrag**

PRIJELAZNA DUŽINA TRAKE

Odabrano: za  $b = 0,65 \text{ m}$  i nagib valjaka  $\lambda = 20^\circ \Rightarrow L_p = 0,55 \text{ m}$

-  $L_p$  - prijelazna dužina trake od zadnjeg nosećeg sloga do pogonskog bubnja [m]  $\Rightarrow$  **tablica 20**

11) Promjer pogonskog bubnja (tip A)

$$D = \frac{360 \cdot F_b}{p \cdot \pi \cdot \alpha \cdot b} = \frac{360 \cdot 10968,235}{29420 \cdot 3,142 \cdot 180 \cdot 0,65} = \underline{0,365 \text{ m}}$$

-  $p = 29420 \text{ N/m}^2$  - moć prenošenja sile s bubnja na traku  $\Rightarrow$  **tablica 21**

Odabrano: **D = 0,63 m**  $\Rightarrow$  **tablica 22**

Kontrola:

(kontroliramo da li postoji zadovoljavajući odnos između promjera  $D$  i broja uložaka za rad u površinskim uvjetima)

$$D_A = D = 0,63 \text{ m} > (0,125 \div 0,18) \cdot z = 0,125 \cdot 4$$

**D<sub>A</sub> = 0,63 m > 0,5 m - odabrani promjer zadovoljava uvjet**

12) Ostale karakteristike bubnja (tip A)

BROJ OKRETAJA BUBNJA

$$n = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D_A} = \frac{60 \cdot 1,70}{3,142 \cdot 0,63} = \underline{51,529 \text{ o/min}}$$

SNAGA PO JEDNOM OKRETAJU BUBNJA

$$s = \frac{P_{ef}}{n} = \frac{18,646}{51,529} = \underline{0,362 \text{ kW/o/min}}$$

Odabiremo bubanj ( tip A ) sljedećih karakteristika:

⇒ tablica 23

- $D_A = 0,63 \text{ m}$
- $L_1 = 0,75 \text{ m}$  - širina bubnja na koju naliježe traka
- $a = 0,97 \text{ m}$  - širina bubnja s prirubnicama
- $s = 0,360 \text{ kW/o/min}$
- $F_{maks} = 50996,4 \text{ N}$  - maksimalna sila koju bubanj može prenijeti

13) Provjera rezultante sila na osi bubnja

$$F_r < F_{maks}$$

$$F_r = \sqrt{F_t^2 + F_o^2 - 2 \cdot F_t \cdot F_o \cdot \cos \alpha}$$

$$F_r = \sqrt{16452,353^2 + 5484,118^2 - 2 \cdot 16452,353 \cdot 5484,118 \cdot \cos 180}$$

$$F_r = \underline{21936,471 \text{ N}}$$

$$F_o = F_t - F_b = 16452,353 - 10968,235 = \underline{5484,118 \text{ N}}$$

- $F_o$  - maksimalna vučna sila na praznoj strani trake [ N ]
- $F_t$  - maksimalna vučna sila na punoj strani trake [ N ]
- $F_b$  - vučna sila u traci na bubnju [ N ]

$$\underline{F_r = 21936,471 \text{ N} < F_{maks} = 50996,4 \text{ N}}$$

14) Promjer bubnja bez pogona ( tip B )

Uvjet koji mora biti zadovoljen za rad na površini:

$$D_B > (0,1 \div 0,125) \cdot z = 0,125 \cdot 4$$

$$\underline{D_B > 0,5 \text{ m}}$$

REZULTANTNA SILA  $F_r$  ZA BUBANJ BEZ POGONA

$$F_r = F_o \cdot \sqrt{2 \cdot (1 - \cos \alpha)} = 5484,118 \cdot \sqrt{2 \cdot (1 - \cos 180)} = \underline{10968,236 \text{ N}}$$

Odabiremo bubanj ( tip B ) sljedećih karakteristika:

⇒ tablica 24

- $D_B = 0,63 \text{ m}$
- $L_1 = 0,75 \text{ m}$  - širina bubnja na koju naliježe traka
- $a = 0,97 \text{ m}$  - širina bubnja s prirubnicama
- $F_{maks} = 36284,605 \text{ N}$  - maksimalna sila koju bubanj može prenijeti

**KONTROLA PRORAČUNA TRANSPORTA S**  
**BESKONAČNOM TRAKOM METODOM**  
**OBILASKA PO KONTURI**

Poznato:

- $L = 187 \text{ m}$  - transportna dužina
- $b = 0,65 \text{ m}$  - širina trake
- $\beta = 5^\circ$  - prosječni nagib trase
- $v = 1,70 \text{ m/s}$  - brzina gibanja trake
- $\sigma_m = 156906,4 \text{ N/m}$  - vlačna čvrstoća po jednom metru širine uloška
- $q_m = 29,875 \text{ kg/m'}$  - teoretska masa materijala po metru transportera
- $q_{tr} = 7,053 \text{ kg/m'}$  - masa jednog metra dužnog trake
- $g_v' = 7,460 \text{ kg/m'}$  - masa rotirajućih dijelova nosećih valjaka po jednom metru dužnom transportera
- $g_v'' = 1,969 \text{ kg/m'}$  - masa rotirajućih dijelova povratnih valjaka po jednom metru dužnom transportera
- $t = 0,025$  - koeficijent trenja u ležajevima bubnjeva i valjaka
- $\mu = 0,35$  - koeficijent trenja između bubnja i trake za bubanj obložen drvetom i suhi pogon
- $\alpha = 180^\circ$  - kut obuhvata trake oko bubnja
- $l' = 1,3 \text{ m}$  - razmak slogova nosećih valjaka
- $\eta = 0,85$  - koeficijent korisnog učinka mehaničkog prijenosa između elektromotora i bubnja
- $c = 1,53$  - faktor povećanja vučne sile koji uzima u obzir sporedne otpore u pogonu transportera
- $P_d = 3,536 \text{ kW}$  - dodatna snaga zbog dopunskih otpora uslijed skidača materijala, čistača i sl.:
- $P_v = 0,64 \text{ kW}$  - dodatna snaga zbog otpora uslijed bočnih vodilica

1) Otpori na punoj strani trake

$$W_t = g \cdot [(q_m + q_{tr}) \cdot L \cdot t \cdot c \cdot \cos\beta + g_v' \cdot L \cdot t \cdot c \pm (q_m + q_{tr}) \cdot L \cdot \sin\beta]$$

$$W_t = 9,807 \cdot [(29,875 + 7,053) \cdot 187 \cdot 0,025 \cdot 1,53 \cdot \cos 5^\circ + 7,460 \cdot 187 \cdot 0,025 \cdot 1,53 + (29,875 + 7,053) \cdot 187 \cdot \sin 5^\circ] = 9006,241 \text{ N}$$

$$W_t = \underline{9006,241 \text{ N}}$$

2) Otpori na praznoj strani trake

$$W_o = g \cdot (q_{tr} \cdot L \cdot t \cdot c \cdot \cos\beta + g_v'' \cdot L \cdot c \cdot t \mp q_{tr} \cdot L \cdot \sin\beta)$$



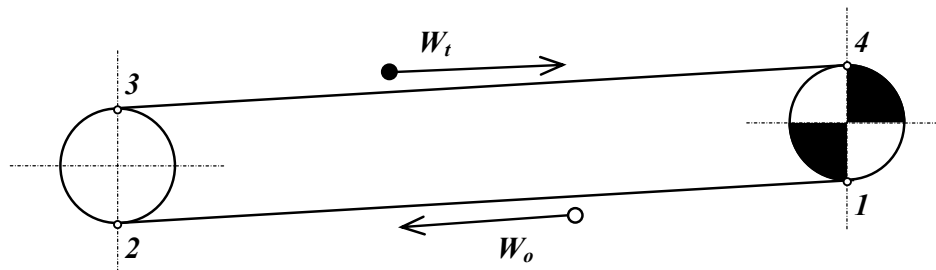
$$W_o = 9,807 \cdot (7,053 \cdot 187 \cdot 0,025 \cdot 1,53 \cdot \cos 5 + 1,969 \cdot 187 \cdot 1,53 \cdot 0,025 - 7,053 \cdot 187 \cdot \sin 5) = -496,337 \text{ N}$$

$$W_o = \underline{-496,337 \text{ N}}$$

3) Napinjanje trake u pojedinim točkama konture

$$F_1 = \frac{W_t + 1,05 \cdot W_o}{e^{\mu \cdot \alpha} - 1,05} = \frac{9006,241 - 1,05 \cdot 496,337}{3,0 - 1,05} = \underline{4351,327 \text{ N}}$$

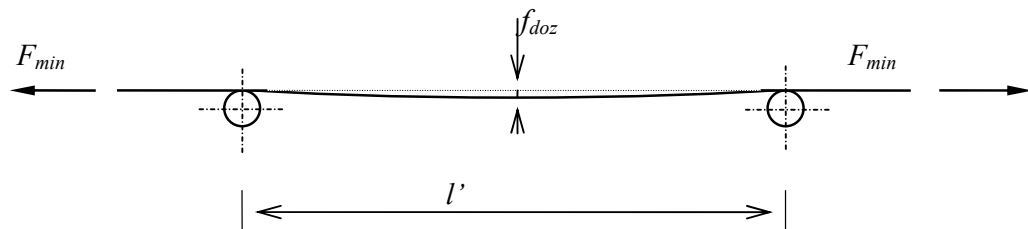
Slika 2:



TOČKA	OZNAKA SILE	IZRAŽENO POMOĆU $F_1$	IZNOSI SILA [N]	PONOVI PRORAČUN
1	$F_1$	$F_1$	4351,327	/
2	$F_2 = F_1 + W_o$	$F_2 = F_1 + W_o$	4847,664	/
3	$F_3 = 1,05 \cdot F_2$	$F_3 = 1,05 \cdot (F_1 + W_o)$	5090,047	/
4	$F_4 = F_3 + W_t$	$F_4 = 1,05 \cdot (F_1 + W_o) + W_t$	14096,288	/

4) Kontrola progiba

Slika 3:



- $F_{min}$  - minimalna sila napinjanja trake potrebna da bi progib ostao u dozvoljenim granicama
- $f_{doz}$  - dozvoljeni progib trake između dva noseća sloga

$$f_{doz} = 0,02 \cdot l' = 0,02 \cdot 1,3 = \underline{0,026 \text{ m}}$$

$$F_{min} = 9,807 \cdot \frac{(q_m + q_{tr}) \cdot l'^2}{8 \cdot f_{doz}} = 9,807 \cdot \frac{(29,875 + 7,053) \cdot 1,3^2}{8 \cdot 0,026}$$

$$F_{min} = \underline{2942,492 \text{ N}}$$

- na punoj strani trake između točaka 3 i 4 djeluju sile od 5090,047 N do 14096,288 N  $\Rightarrow \underline{F_3 = 5090,047 \text{ N} > F_{min} = 2942,492 \text{ N}}$   
što znači da kontrola progiba trake zadovoljava uvjet

5) Kontrola sigurnosti trake

$$K' = \frac{b \cdot \sigma_m \cdot (z - 1)}{F_{maks}} = \frac{0,65 \cdot 156906,4 \cdot (4 - 1)}{14096,288} = 21,706$$

- uvjet:  $\underline{K' = 21,706 > 9,8} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  kontrola sigurnosti trake zadovoljava uvjet

6) Kontrola potrebnog broja uložaka

$$z = \frac{9,8 \cdot F_{maks}}{b \cdot \sigma_m} + 1 = \frac{9,8 \cdot 14096,288}{0,65 \cdot 156906,4} + 1 = \underline{2,354}$$

- uvjet:  $\underline{z = 2,354 < 4} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  kontrola potrebnog broja uložaka zadovoljava uvjet

7) Vučna sila po obodu pogonskog bubnja

$$F_{bo} = F_4 - F_1 = 14096,288 - 4351,327 = \underline{9744,961 \text{ N}}$$

8) Snaga na obodu bubnja:

$$P_{bo} = F_{bo} \cdot v = 9744,961 \cdot 1,70 = \underline{16566,434 \text{ W} = 16,566 \text{ kW}}$$

8) Snaga motora

$$P_{ef} = P_{bo} + P_d + P_v = 16,566 + 3,536 + 0,64 = \underline{20,742 \text{ kW}}$$

$$P_m = \frac{P_{ef}}{\eta} = \frac{20,742}{0,85} = \underline{24,402 \text{ kW}}$$

**SKICA TRANSPORTERA S DIJAGRAMOM SILA**

Mjerilo: 1 cm : 20 m  
1 cm : 2000 N

---

