

# STATIKA KONSTRUKCIJA 1

KABINET 125

# VJEŽBE 1

SK1

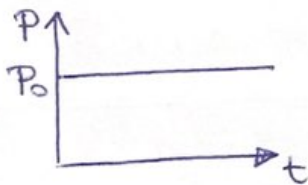
①

STRUČNO-NAUČNA DISCIPLINA KOJA SE BAVI PRORAČUNOM UTICAJA U INŽENJERSKIM KONSTRUKCIJAMA NAZIVA SE TEORIJA KONSTRUKCIJA.

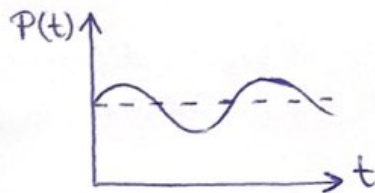
U ZAVISNOSTI OD VRSTE OPTEREĆENJA NA KOJE RAČUNAMO UTICAJE (NAPONE, DEFORMACIJE I ~~PO~~ POMJERANJA) RAZLIKUJEMO SLJEDEĆE OBLASTI TEORIJE KONSTRUKCIJA:

- STATIKA KONSTRUKCIJA
- DINAMIKA KONSTRUKCIJA
- STABILNOST KONSTRUKCIJA

U STATICI KONSTRUKCIJA SE PRORAČUNAVAJU UTICAJI POD DEJSTVOM STATIČKOG OPTEREĆENJA. STATIČKO OPTEREĆENJE SE NE MIJENJA U TOKU VREMENA.



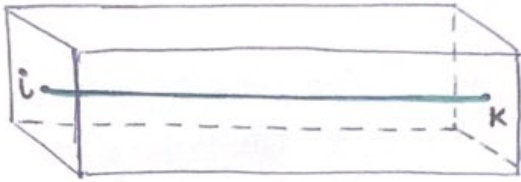
U DINAMICI KONSTRUKCIJA SE RAČUNAJU UTICAJI DOBIJENI POD DEJSTVOM DINAMIČKOG OPTEREĆENJA. DINAMIČKO OPTEREĆENJE SE MIJENJA U TOKU VREMENA.



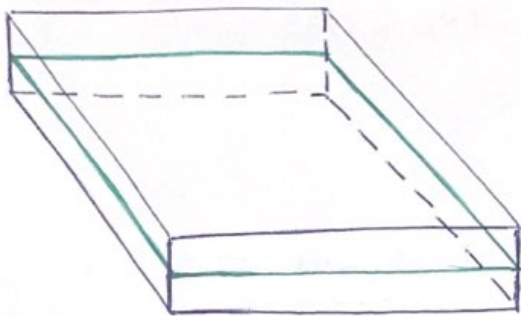
PREDMET ANALIZE PONAŠANJA INŽENJERSKIH KONSTRUKCIJA JE IZNALAŽENJE ODGOVORA KONSTRUKCIJE NA DEJSTVO OPTEREĆENJA I DRUGIH SPOLJAŠNJIH UTICAJA.

KONSTRUKCIJE KOJE ANALIZIRAMO PREDSTAVLJAMO POMOĆU IDEALIZOVANIH MODELA. IDEALIZOVANI MODELI MORAJU BITI ŠTO JEDNOSTAVNIJI, A DA ~~DO~~ DOBRO APROKSIMIRAJU ANALIZIRANU KONSTRUKCIJU.

Grede, stubovi se aproksimiraju linijskim idealizovanim modelima, koji povezuju težišta poprečnih presjeka.



Plоче, ljuske se aproksimiraju površinskim idealizovanim modelima.



ZELENOM BOJOM OZNAČENI IDEALIZOVANI MODELI.

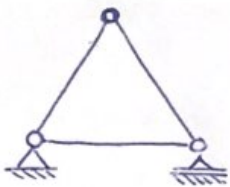
U ovom kursu se analizira teorija linijskih nosača.

## LINIJSKI NOSAČI

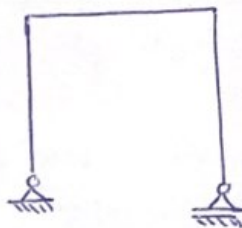
Linijski nosači se sastoje od štapova, koji mogu biti prosti i gredni štapovi.

Prosti štapovi su obostrano zglavkasto vezani (javljaju se kod rešetkastih nosača) i mogu primiti samo opterećenje duž ose štapa (aksijalno opt.).

Gredni štapovi primaju i prenose proizvoljno opterećenje.



PROSTI ŠTAPOVI



GREJNI ŠTAPOVI



ELEMENTI NOSAČA MOGU BITI SPOLJAŠNJI I UNUTRAŠNJI.

SPOLJAŠNJI ELEMENTI:

- OSLONCI
- UKLJEŠTENJA

UNUTRAŠNJI ELEMENTI:

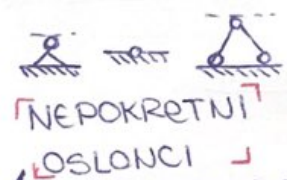
- ŠTAPOVI
- KRUTI UGLOVI

ŠTAPOVI:

- PROSTI
- GREJNI

BROJ ŠTAPOVA JE  $Z_s$

OSLONCI:

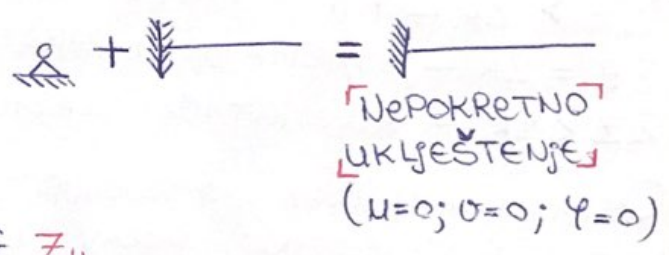


BROJ OSLONACA JE  $Z_o$

NEPOKRETNI OSLONAC SE RAČUNA KAO 2 OSLONCA, KAO 2 POKRETNIA OSLONCA  $\text{[Symbol]} = \text{[Symbol]} + \text{[Symbol]}$

UKLJEŠTENJE:

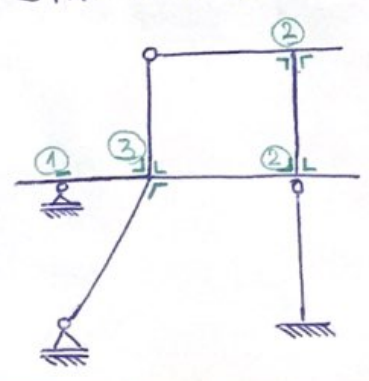
SPRIJEČENO OBRRTANJE, a DOZVOLJENO POMJERANJE



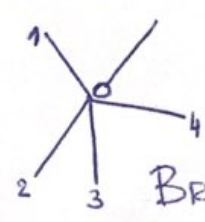
BROJ UKLJEŠTENJA JE  $Z_u$

KRUTI UGLOVI:

SVAKI ŠTAP IMA 2 ČVORA (KRAJNJE TAČKE ŠTAPOVA).



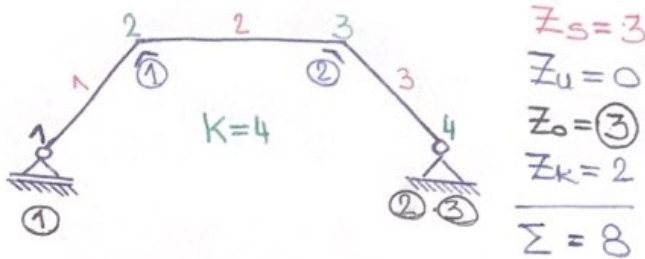
BROJ KRUTIH UGLOVA JE JEDNAK BROJU ŠTAPOVA KOJI SU KRUTO VEZANI U ČVORU - 1.



BROJ KRUTIH UGLOVA JE  $4-1=3$

BROJ KRUTIH UGLOVA JE  $Z_k$

UKUPAN BROJ ELEMENATA NOSAČA JE  $Z_0 + Z_u + Z_s + Z_k$   
 BROJ ČVOROVA U NOSAČU OZNAČAVA SE SA  $K$



### KLASIFIKACIJA NOSAČA

[STATIČKA KLASIFIKACIJA] [KINEMATIČKA KLASIFIKACIJA]

### KINEMATIČKA KLASIFIKACIJA NOSAČA

$$Z_k + Z_s + Z_0 + Z_u \begin{matrix} > \\ = \\ < \end{matrix} 2K$$

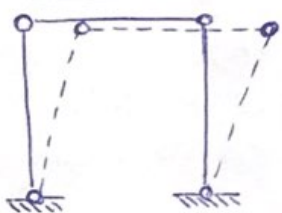
$\Sigma Z > 2K$  - KINEMATIČKI VIŠESTRUKO STABILAN SISTEM

$\Sigma Z = 2K$  - KINEMATIČKI PROSTO STABILAN SISTEM

$\Sigma Z < 2K$  - KINEMATIČKI LABILAN SISTEM

OSIM OVIH USLOVA, POTREBNO JE DA USLOVI KOMPATIBILNOSTI BUDU MEĐUSOBNO NEZAVISNI, TJ. DA DETERMINANTA USLOVA KOMPATIBILNOSTI BUDE RAZLIČITA OD NULE,  $D \neq 0$ .

#### PRIMER



$$Z_0 = 4 \quad 2K = 2 \times 4 = 8$$

$$Z_u = 0$$

$$Z_s = 3$$

$$Z_k = 0$$

$$\Sigma Z = 7$$

$$\Sigma Z < 2K$$



LABILAN SISTEM

KINEMATIČKI LABILNI SISTEMI NE MOGU BITI NOSAČI GRAĐEVINSKIH KONSTRUKCIJA.

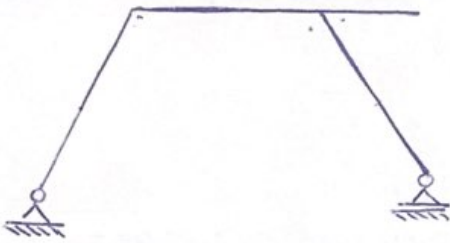
PRIMJER

$$\begin{aligned} Z_0 &= 3 \\ Z_u &= 0 \\ Z_k &= 2 \\ Z_s &= 3 \end{aligned}$$

$$\underline{\Sigma Z = 8}$$

$$2K = 2 \times 4 = 8$$

PRIMJER



MOŽEMO, A NE MORAMO RAČUNATI  
PREPUŠTE.

AKO RAČUNAMO PREPUŠT:

$$Z_0 = 3$$

$$Z_s = 4$$

$$Z_u = 0$$

$$Z_k = 3$$

$$\underline{\Sigma Z = 10} = 2K = 10 \rightarrow \text{PROSTO STABILAN SYSTEM}$$

AKO NE RAČUNAMO PREPUŠT:

$$Z_0 = 3$$

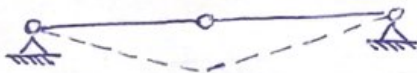
$$Z_s = 3$$

$$Z_u = 0$$

$$Z_k = 2$$

$$\underline{\Sigma Z = 8} = 2K = 8 \rightarrow \text{PROSTO STABILAN SYSTEM}$$

PRIMJER



$$Z_0 = 4$$

$$Z_u = 0$$

$$Z_k = 0$$

$$Z_s = 2$$

$$2K = 2 \times 3 = 6$$

$\Sigma Z = 6 = 2K = 6 \rightarrow$  NEĆE BITI STABILAN SYSTEM, VEĆ IMAMO  
KRITIČNU KONFIGURACIJU. (U SKRIPTI DETALJNIJE)

$\Sigma Z = 2K \rightarrow$  KINEMATIČKI  
PROSTO STABILAN  
SYSTEM ③



### PRIMJER



$$Z_0 = 3$$

$$Z_u = 0$$

$$Z_s = 5$$

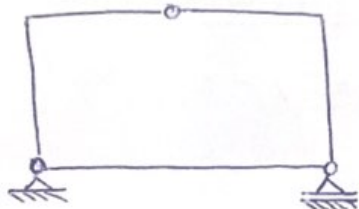
$$Z_k = 2$$

$$\Sigma Z = 10 = 2k = 10 \rightarrow \text{NEĆE BITI STABILAN SISTEM, } D = 0$$

$$2k = 2 \times 5 = 10$$

NEPRAVILAN JE RASPORED  
ELEMENTA U NOSAČU.

UKOLIKO BI POMJERILI DIAGONALNI ŠTAP NA SLJEDEĆI NAČIN:



$$Z_0 = 3$$

$$Z_u = 0$$

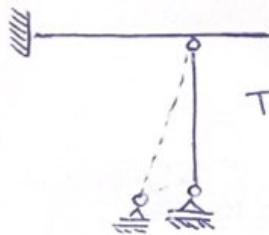
$$Z_s = 5$$

$$Z_k = 2$$

$$\Sigma Z = 10 = 2k = 10 \rightarrow \text{PRAVILAN RASPORED, STABILAN SISTEM}$$

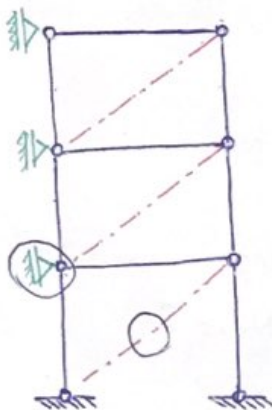
$$2k = 2 \times 5 = 10$$

### PRIMJER



TAKOĐE KRITIČNA KONFIGURACIJA

### PRIMJER



$$Z_s = 9$$

$$Z_k = 0$$

$$Z_0 = 4$$

$$Z_u = 0$$

$$\Sigma Z = 13$$

$$2k = 2 \times 8 = 16$$

$$\Sigma Z = 13 < 16 \rightarrow \text{LABILAN SISTEM}$$

NE MOŽEMO DODATI DVA  
ZAKRUŽENA ELEMENTA, JER DVA  
PUTA ISTO POMJERANJE SPRIJEČIK

AKO DODAMO 3 ELEMENTA, VRATIĆEMO  
KINEMATIČKU STABILNOST NOSAČU.  
MOŽEMO DODATI OSLOMCE NPR. ILI ŠTAPOVE.

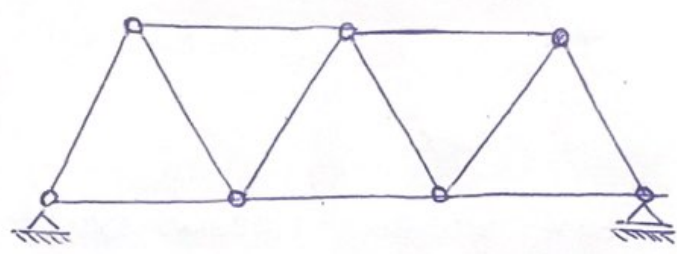
# STATIČKA KLASIFIKACIJA NOSAČA

$$Z_k + Z_s + Z_o + Z_u \begin{matrix} > \\ = \\ < \end{matrix} 2K$$

$\Sigma Z > 2K$  - STATIČKI NEODREĐEN NOSAČ

$\Sigma Z = 2K$  - STATIČKI ODREĐEN NOSAČ

$\Sigma Z < 2K$  - STATIČKI PREODREĐEN NOSAČ



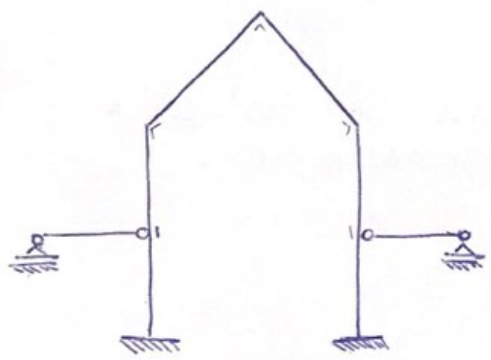
$$\begin{aligned} Z_o &= 3 \\ Z_u &= 0 \\ Z_s &= 11 \\ Z_k &= 0 \\ \hline \Sigma Z &= 14 \end{aligned}$$

$$2K = 2 \times 7 = 14$$

$\Sigma Z = 2K \rightarrow$  ST. ODREĐEN NOSAČ

DATI NOSAČ PREDSTAVLJA REŠETKASTU PROSTU GREDE.

## PRIMJER



$$\begin{aligned} Z_o &= 6 \\ Z_u &= 2 \\ Z_k &= 5 \\ Z_s &= 8 \\ \hline \Sigma Z &= 21 \end{aligned}$$

$$\Sigma Z = 21$$

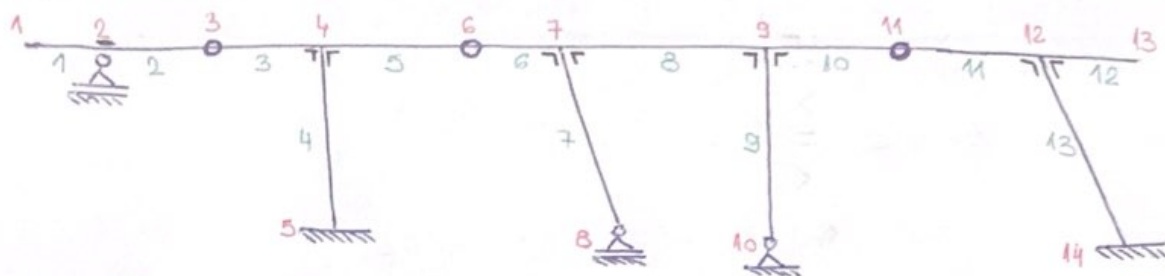
$$2K = 2 \times 9 = 18$$

$\Sigma Z = 21 > 18 \rightarrow$  3x STATIČKI NEODREĐEN NOSAČ

BILO KOJU TAČKU NOSAČA MOŽEMO PROGLASITI ČVOROM, A DA SE PRI TOME NE MIJENJA STATIČKA I ~~STATIČKA~~ KINEMATIČKA STABILNOST.



# PRIMER



$$2K = 2 \times 14 = 28$$

$$Z_S = 13$$

$$Z_0 = 8$$

$$Z_u = 2$$

$$Z_k = 9$$

$$\Sigma Z = 32$$

$$\Sigma Z = 32 > 28 \rightarrow 4 \times \text{ST. NEODREĐEN NOSAČ}$$

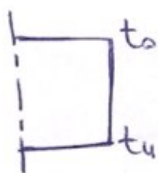
UKIDANJEM 4 STATIČKI NEZAVISNE VELIČINE MOŽEMO DOBITI STATIČKI ODREĐEN NOSAČ.

Osim ~~koncentrisanih i raspodijeljenih sila,~~ koncentrisanih i raspodijeljenih momenata, kao opterećenje u statički konstrukcija djeluje: ~~temperaturna~~

- TEMPERATURNJA PROMJENA ( $t^\circ$ )

Usljed djelovanja temp. promjene dolazi do izduženja ili skraćivanja štapa, pri čemu se javljaju normalne sile.

- TEMPERATURNJA RAZLIKA ( $\Delta t$ )



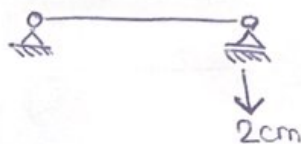
$$\Delta t = t_u - t_o$$

Usljed djelovanja temp. razlike dolazi do savijanja štapa, pri čemu se javljaju momenti savijanja.

## - POMJERANJE OSLOMACA

⑤

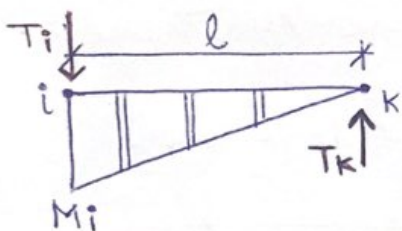
KOD STATIČKI ODREĐENIH NOSAČA, USLED POMJERANJA OSLOMACA SE NE JAVLJAJU UTICAJI. STOGA ST. ODREĐENI NOSAČI SU POGODNI ZA GRADNJU NA LOŠEM TLU.



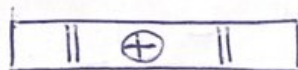
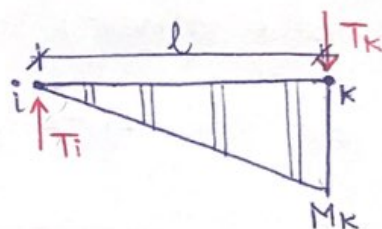
## ODREĐIVANJE DIAGRAMA T SILA

TRANSVERZALNA SILA JE IZVOD MOMENTA.

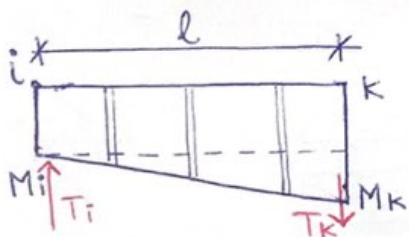
DIAGRAM TRANSVERZALNIH SILA ODREĐUJEMO IZ DIAGRAMA MOMENATA.



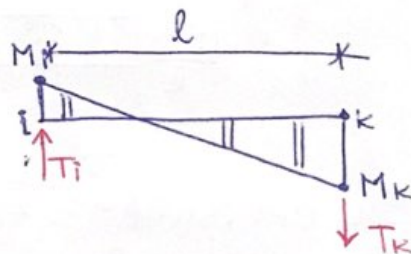
$$T = -\frac{M_i}{l}$$



$$T_i = T_k = \frac{M_k}{l}$$

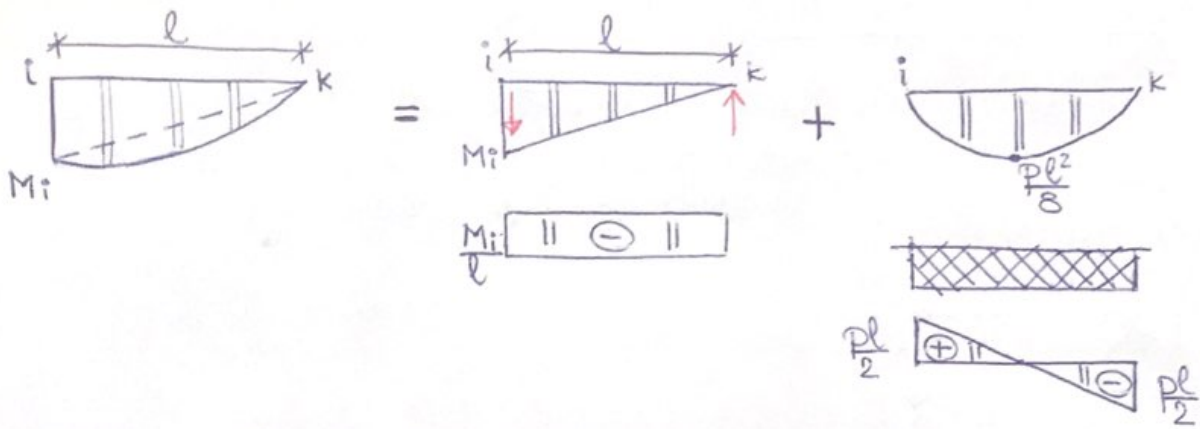


$$T_i = T_k = \frac{M_k - M_i}{l}$$

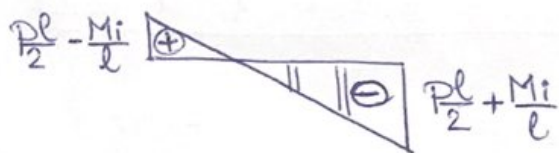


$$T_i = T_k = \frac{M_k - M_i}{l}$$

T SILA JE JEDNAKA PROMJENI MOMENTA PO JEDINICI DUŽINE.

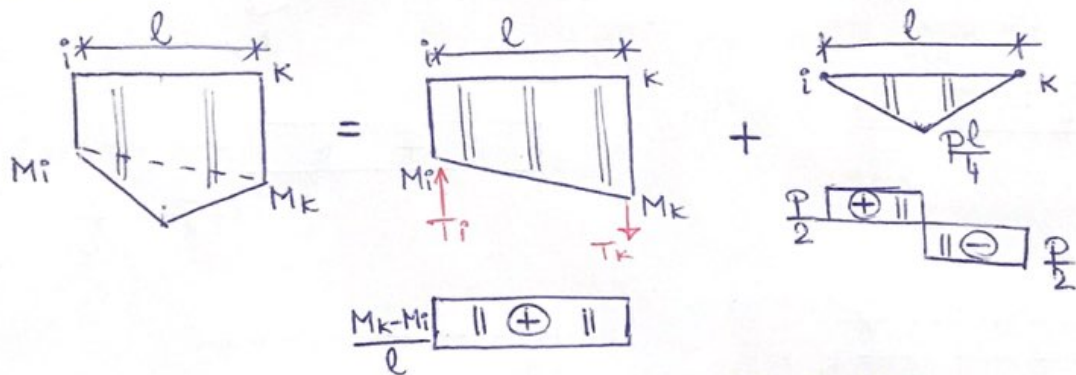


SABIRAJU SE T SILE. VAŽI PRINCIP SUPERPOZICIJE.



KAD JE PROMJENA MOMENTA LINEARNA, T SILA JE KONSTANTNA.  
 KAD JE PROMJENA MOMENTA PARABOLIČNA, PROMJENA T SILE JE LINEARNA.

KAD JE MOMENT KONSTANTAN, T SILA JE JEDNAKA NULI.



SUPERPONIRAMO T SILE

