STATIKA KONSTRUKCIJA 1

KABINET 125

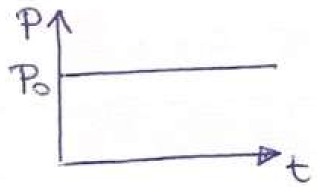
VJEŽBE 1 SK1

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

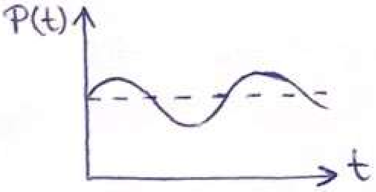
U ZAVISNOSTI OD VRSTE OPTEREĆENJA NA KOJE RAČUNAMO UTICAJE (NAPONE, DEFORMACIJE I POMJERANJA) RAZLIKUJEMO SLJEDEĆE OBLASTI TEORIJE KONSTRUKCIJA:

- STATIKA KONSTRUKCIJA
- DINAMIKA KONSTRUKCIJA
- STABILNOST KONSTRUKCIJA

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



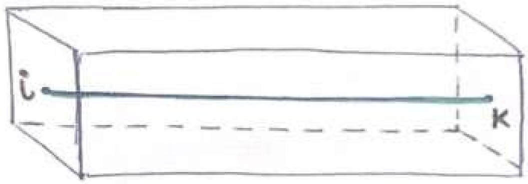
U DINAMICI KONSTRUKCIJA SE RAČUNAJU UTICAJI DOBIJENI POD DEJSTVOM DINAMIČKOG OPTEREĆENJA. DINAMIČKO OPTEREĆENJE SE MIJENJA U TOKU VREMENA.



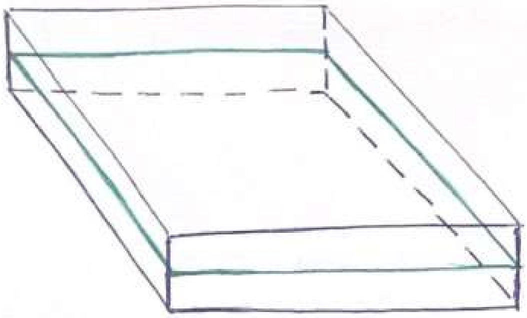
PREDMET ANALIZE PONAŠANJA INŽENJERSKIH KONSTRUKCIJA JE IZNALAŽENJE ODGOVORA KONSTRUKCIJE NA DEJSTVO OPTEREĆENJA I DRUGIH SPOLJAŠNJIH UTICAJA.

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

GREDE, STUBOVI SE APROKSIMIRAJU LINIJSKIM IDEALIZOVANIM MODELIMA, KOJI POVEŽUJU TEŽIŠTA POPREČNIH PRESJEKA.



PLOČE, LJUSKE SE APROKSIMIRAJU POVRŠINSKIM IDEALIZOVANIM MODELIMA.



ZELENOM BOJOM OZNAČENI IDEALIZOVANI MODELI.

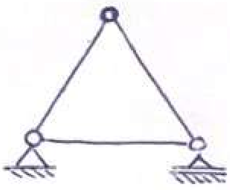
U OVOM KURSU SE ANALIZIRA TEORIJA LINIJSKIH NOSAČA.

LINIJSKI NOSAČI

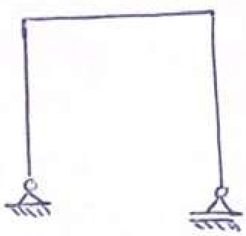
LINIJSKI NOSAČI SE SASTOJE OD ŠTAPOVA, KOJI MOGU BITI PROSTI I GREDNI ŠTAPOVI.

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



GREDNI ŠTAPOVI

ELEMENTI NOSAČA MOGU BITI SPOLJAŠNJI I UNUTRAŠNJI.

SPOLJAŠNJI ELEMENTI:

- OSLONCI
- UKLJEŠTENJA

UNUTRAŠNJI ELEMENTI:

- ŠTAPOVI
- KRUTI UGLOVI

ŠTAPOVI:

- PROSTI
- GREDNI

BROJ ŠTAPOVA JE Z_S

OSLONCI:

POKRETNI OSLONCI

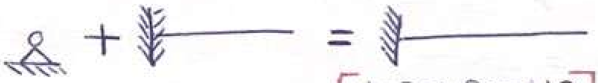
NEPOKRETNI OSLONCI

BROJ OSLONACA JE Z_O

(NEPOKRETNI OSLONAC SE RAČUNA KAO 2 OSLONCA, KAO 2 POKRETNA OSLONCA )

UKLJEŠTENJE:

SPRIJEČENO OBRTANJE, a DOZVOLJENO POMJERANJE



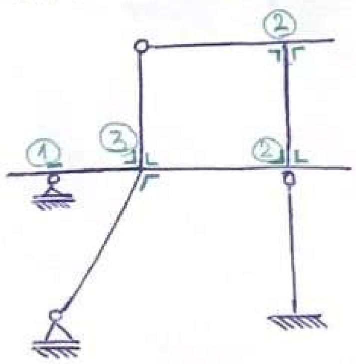
NEPOKRETNO UKLJEŠTENJE

($u=0$; $v=0$; $\varphi=0$)

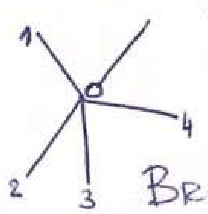
BROJ UKLJEŠTENJA JE Z_U

KRUTI UGLOVI:

SVAKI ŠTAP IMA 2 ČVORA (KRAJNJE TAČKE ŠTAPOVA).



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

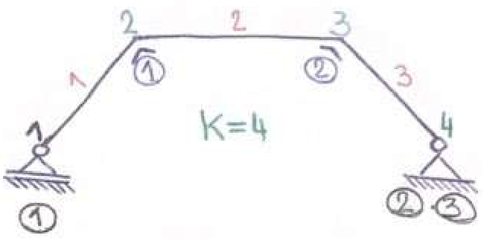


BROJ KRUTIH UGLOVA JE $4-1=3$

BROJ KRUTIH UGLOVA JE Z_K

UKUPAN BROJ ELEMENATA NOSAČA JE $Z_o + Z_u + Z_s + Z_k$

BROJ ČVOROVA U NOSAČU OZNAČAVA SE SA K



$Z_s = 3$
$Z_u = 0$
$Z_o = 3$
$Z_k = 2$
$\Sigma = 8$

KLASIFIKACIJA NOSAČA

STATIČKA KLASIFIKACIJA | KINEMATIČKA KLASIFIKACIJA

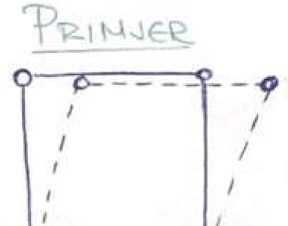
KINEMATIČKA KLASIFIKACIJA NOSAČA

$$Z_k + Z_s + Z_o + Z_u \gtreqless 2K$$

$\Sigma Z > 2K$ – 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, $D \neq 0$.

PRIMJER



KINEMATIČKI LABILNI SISTEMI NE MOGU BITI NOSAČI GRAĐEVINSKIH KONSTRUKCIJA.

$Z_o = 4$
$Z_u = 0$
$Z_s = 3$
$Z_k = 0$
$\Sigma Z = 7$

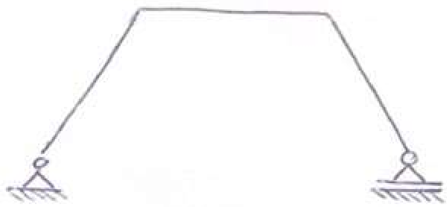
$2K = 2 \times 4 = 8$

$\Sigma Z < 2K$

$\Downarrow$

LABILAN SISTEM

PRIMJER

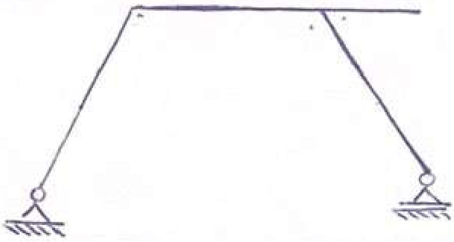


$Z_o = 3$
$Z_u = 0$
$Z_k = 2$
$Z_s = 3$

$\Sigma Z = 8$
$2k = 2 \times 4 = 8$

$\Sigma Z = 2k \rightarrow$ KINEMATIČKI PROSTO STABILAN SISTEM

PRIMJER



MOŽEMO, A NE MORAMO RAČUNATI PREPUSTE.

AKO RAČUNAMO PREPUST:

$Z_o = 3$
$Z_s = 4$
$Z_u = 0$
$Z_k = 3$

$2k = 2 \times 5 = 10$

$\Sigma Z = 10 = 2k = 10 \rightarrow$ PROSTO STABILAN SISTEM

AKO NE RAČUNAMO PREPUST:

$Z_o = 3$
$Z_s = 3$
$Z_u = 0$
$Z_k = 2$

$2k = 2 \times 4 = 8$

$\Sigma Z = 8 = 2k = 8 \rightarrow$ PROSTO STABILAN SISTEM

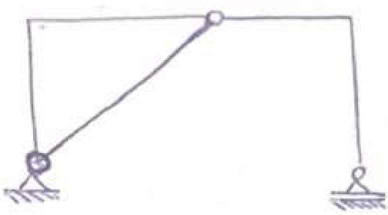
PRIMJER

$Z_o = 4$
$Z_u = 0$
$Z_k = 0$
$Z_s = 2$

$2k = 2 \times 3 = 6$

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

PRIMJER



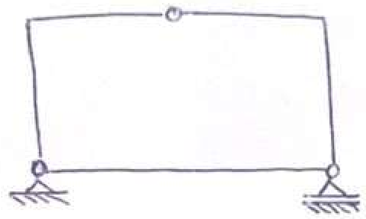
$Z_o = 3$
$Z_u = 0$
$Z_s = 5$
$Z_k = 2$

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

$2k = 2 \times 5 = 10$

NEPRAVILAN JE RASPORED ELEMENATA U NOSAČU.

UKOLIKO BI POMJERILI DIJAGONALNI ŠTAP NA SLJEDEĆI NAČIN:

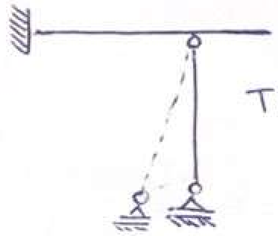


$Z_o = 3$
$Z_u = 0$
$Z_s = 5$
$Z_k = 2$

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

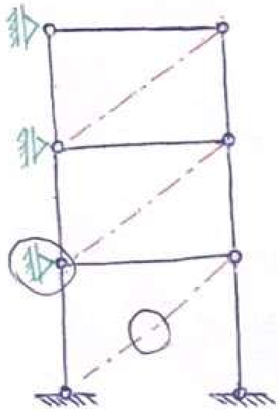
$2k = 2 \times 5 = 10$

PRIMJER



TAKOĐE KRITIČNA KONFIGURACIJA

PRIMJER



$Z_s = 9$
$Z_k = 0$
$Z_o = 4$
$Z_u = 0$

$\Sigma Z = 13$

NE MOŽEMO DODATI DVA ZAOKRUŽENA ELEMENTA, JER DVA PUTA ISTO POMJERANJE SPRIJEČIM

$2k = 2 \times 8 = 16$

$\Sigma Z = 13 < 16 \rightarrow$ LABILAN SISTEM

AKO DODAMO 3 ELEMENTA, VRATIĆEMO KINEMATIČKU STABILNOST NOSAČU.

MOŽEMO DODATI OSLONCE NPR. ILI ŠTAPOVE.

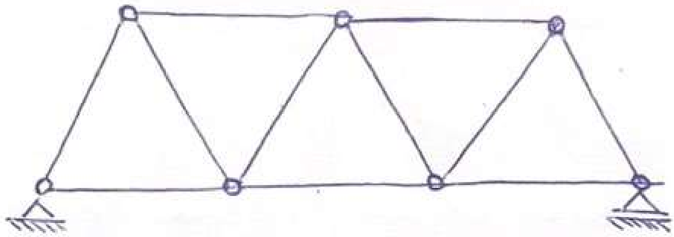
STATIČKA KLASIFIKACIJA NOSAČA

$$Z_K + Z_S + Z_O + Z_U \gtreqless 2K$$

$\sum Z > 2K$ – STATIČKI NEODREĐEN NOSAČ

$\sum Z = 2K$ – STATIČKI ODREĐEN NOSAČ

$\sum Z < 2K$ – STATIČKI PREODREĐEN NOSAČ



$Z_O = 3$
$Z_U = 0$
$Z_S = 11$
$Z_K = 0$

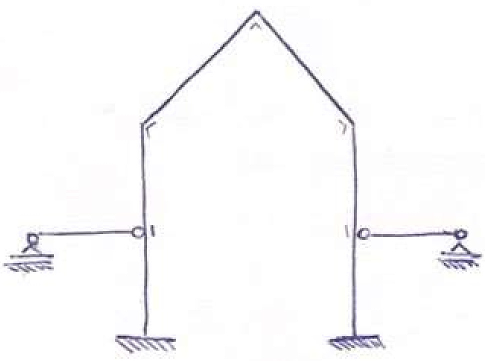
$\sum Z = 14$

$2K = 2 \times 7 = 14$

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

DATI NOSAČ PREDSTAVLJA REŠETKASTU PROSTU GREDU.

PRIMJER



$Z_O = 6$
$Z_U = 2$
$Z_K = 5$
$Z_S = 8$

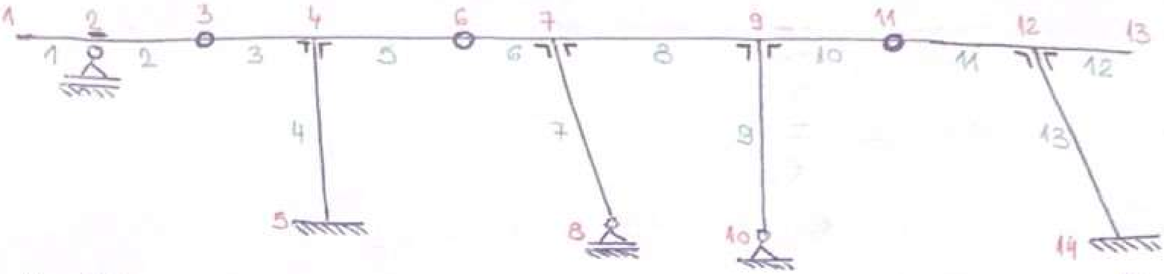
$\sum Z = 21$

$2K = 2 \times 9 = 18$

$\sum Z = 21 > 18 \rightarrow$ 3X STATIČKI NEODREĐEN NOSAČ

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

PRIMJER



$2K = 2 \times 14 = 28$

$Z_S = 13$

$Z_O = 8$

$Z_U = 2$

$Z_K = 9$

$\sum Z = 32$

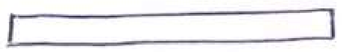
UKIDATI OSLONCE, KRUTE UGLOVE

$\sum Z = 32 > 28 \rightarrow$ 4X ST. NEODREĐEN NOSAČ

UKIDANJEM 4 STATIČKI NEZAVISNE VELIČINE MOŽEMO DOBITI STATIČKI ODREĐEN NOSAČ.

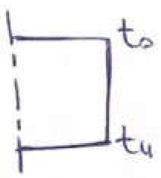
OSIM KONCENTRISANIH I RASPODIJELJENIH SILA, KONCENTRISANIH I RASPODIJELJENIH MOMENATA, KAO OPTEREĆENJE U STATICI KONSTRUKCIJA DJELUJE: ~~TEMPERATURNA~~

- TEMPERATURNA PROMJENA ($t°$).



USLJED DJELOVANJA TEMP. PROMJENE DOLAZI DO IZDUŽENJA ILI SKRAĆENJA ŠTAPA, PRI ČEMU SE JAVLJAJU NORMALNE SILE.

- TEMPERATURNA RAZLIKA (Δt)

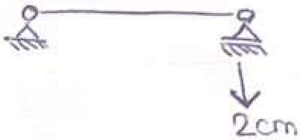


$\Delta t = t_u - t_o$

USLJED DJELOVANJA TEMP. RAZLIKE DOLAZI DO SAVIJANJA ŠTAPA, PRI ČEMU SE JAVLJAJU MOMENTI SAVIJANJA.

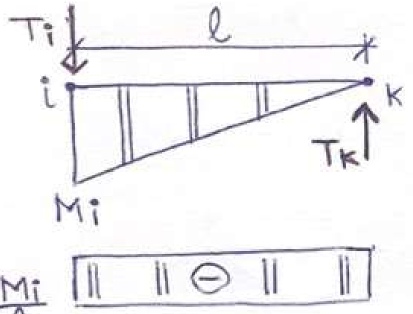
- POMJERANJE OSLONACA

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

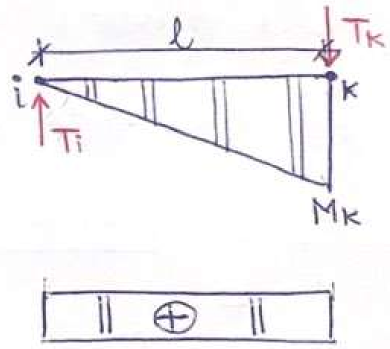


ODREĐIVANJE DIJAGRAMA T SILA

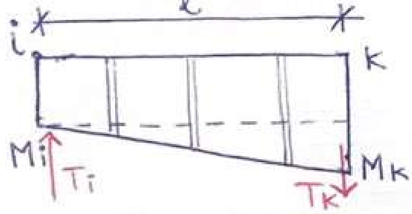
TRANSVERZALNA SILA JE IZVOD MOMENTA.
DIJAGRAM TRANSVERZALNIH SILA ODREĐUJEMO IZ DIJAGRAMA MOMENATA.



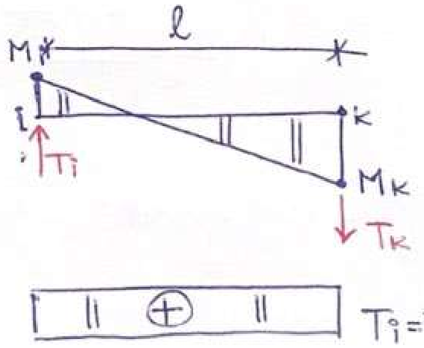
$$T = -\frac{M_i}{l}$$



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

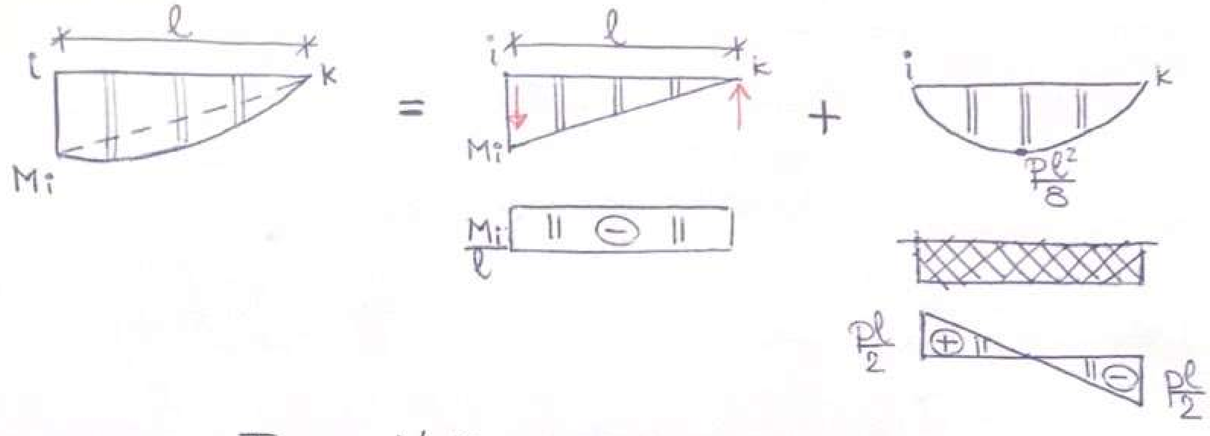


$$T_i = T_k = \frac{M_k - M_i}{l}$$

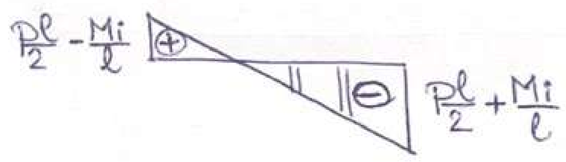


$$T_i = T_k = \frac{M_k - M_i}{l}$$

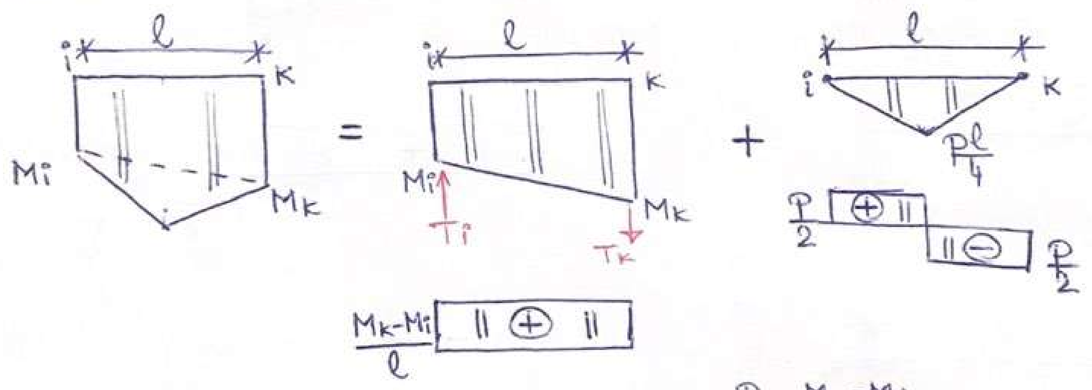
T SILA JE JEDNAKA PROMJENI MOMENTA PO JEDINICI DUŽINE.



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