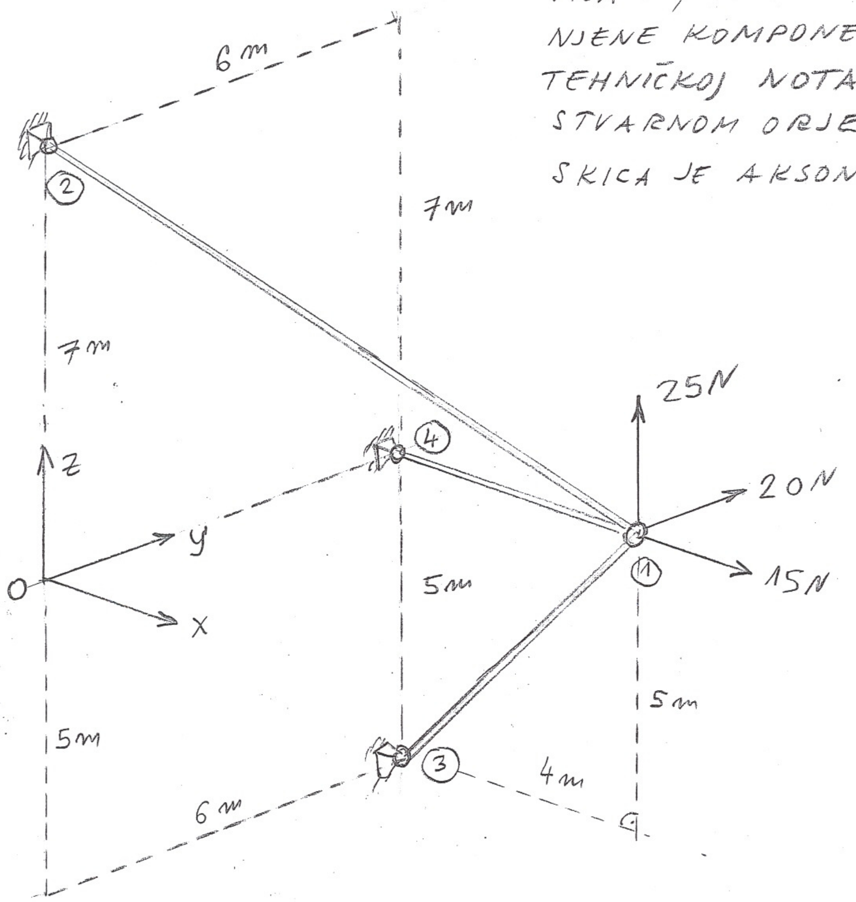
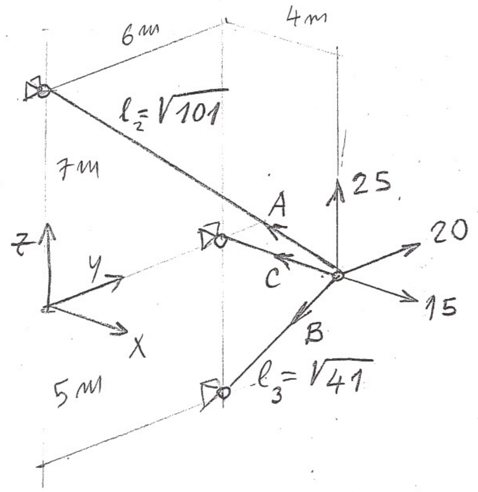
1) TREBA RIJEŠITI PROSTORNI SUSTAV KOJI SADRŽI PODLOGU, ZGLOBNI ČVOR I 3 KUGLASTO ZGLOBNA ŠTAPA. ŠTAPOVI NE LEŽE U ISTOJ RAVNINI, PA ZA OVAJ SUSTAV SLIJEDI DA JE STATIČKI ODREĐEN. NA ČVOR DJELUJE SILA F, PRIKAZANE SU NJENE KOMPONENTE U TEHNIČKOJ NOTACIJI SA STVARNOM ORJENTACIJOM. SKICA JE AKSONOMETRIJSKA.




STATIČKA SHEMA I GEOMETRIJSKI PRORAČUN




$$A_x = -\frac{4}{\sqrt{101}}A; \quad A_y = -\frac{6}{\sqrt{101}}A;$$

$$A_z = \frac{7}{\sqrt{101}}A$$

$$B_x = -\frac{4}{\sqrt{41}}B; \quad B_y = 0$$

$$B_z = -\frac{5}{\sqrt{41}}B$$

$$C_x = -C; \quad C_y = 0; \quad C_z = 0$$

RAČUNSKI (ANALITIČKI) UVJETI RAVNOTEŽE TOČKE; OSNOVNA FORMULACIJA

$$\sum F_{xi} = \emptyset; \quad -\frac{4}{\sqrt{101}} A - \frac{4}{\sqrt{41}} B - 1 \cdot C + 15 = 0$$

$$\sum F_{yi} = \emptyset; \quad -\frac{6}{\sqrt{101}} A + 20 = \emptyset$$

$$\sum F_{zi} = \emptyset; \quad \frac{7}{\sqrt{101}} A - \frac{5}{\sqrt{41}} B + 25 = \emptyset$$

IZ DRUGE JEDNADŽBE: $A = \frac{\sqrt{101}}{6} \cdot 20 = 33{,}4996\, N$

IZ TREĆE: $B = \frac{\sqrt{41}}{5}\left(\frac{7}{\sqrt{101}} A + 25\right) = 61{,}8969$

IZ PRVE: $C = -\frac{4}{\sqrt{101}} A - \frac{4}{\sqrt{41}} B + 15 = -37{,}0000$

$A_x = -13{,}3333;$ $A_y = -20{,}0000;$ $A_z = +23{,}3333$

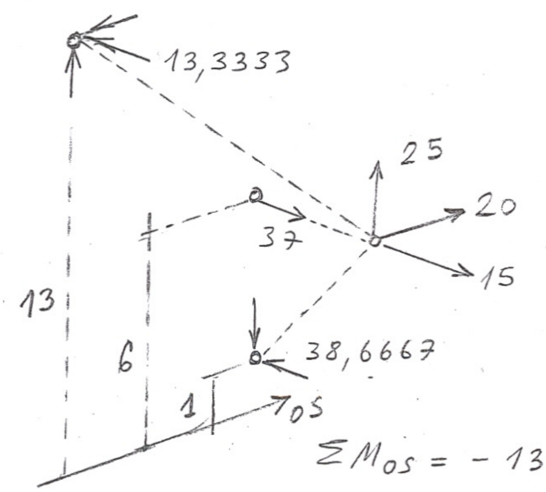
$B_x = -38{,}6667;$ $B_y = 0;$ $B_z = -48{,}3333$

$C_x = +37{,}0000;$ $C_y = 0;$ $C_z = 0.$

$F_x = 15{,}0$ $F_y = 20{,}0$ $F_z = 25{,}0$

VIDLJIVO JE DA ZBROJ SVAKOG STUPCA IZNOSI $\emptyset$.

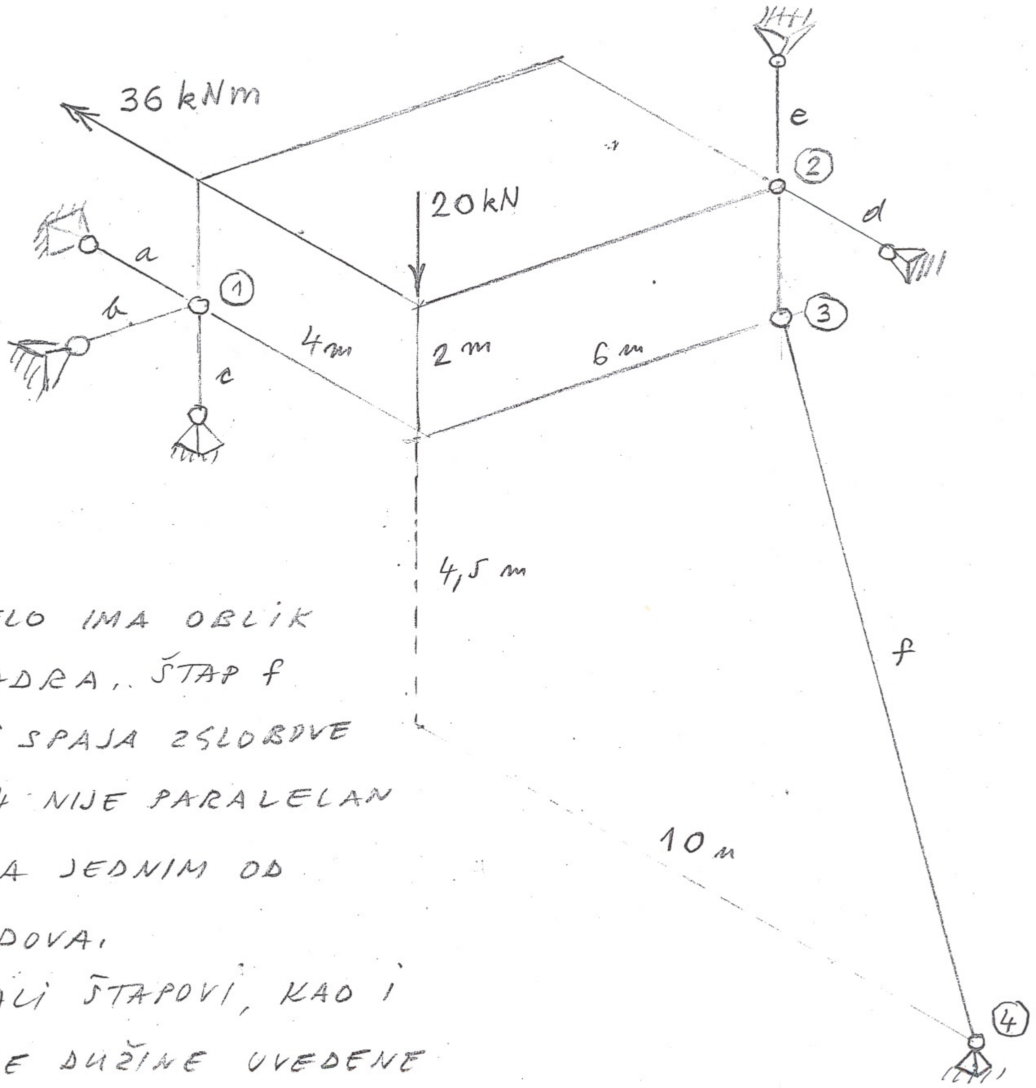
KONTROLA $\Sigma M$ NA ODABRANU OS




SILE SU U ODABRANIM TOČKAMA PRAVACA DJELOVANJA RASTAVLJENE NA KOMPONENTE. TO SU SREDIŠTA ZGLOBOVA. UCRTANE SU STVARNE ORJENTACIJE. VELIČINE SU UPISANE UZ KOMPONENTE ČIJI DOPRINOS NIJE $\emptyset$.

$$\Sigma M_{OS} = -13 \cdot 13{,}3333 - 4 \cdot 25 + 6(37 + 15) - 1 \cdot 38{,}6667 = 0{,}0004 \checkmark$$

2) TREBA RIJEŠITI ZADANI PROSTORNI STATIČKI ODREĐENI SUSTAV KOJI SADRŽI JEDNO TIJELO, PODLOGU I 6 KUGLASTO ZGLOBNIH ŠTAPOVA. SUSTAV JE PRIKAZAN AKSONOMETRIJSKI.



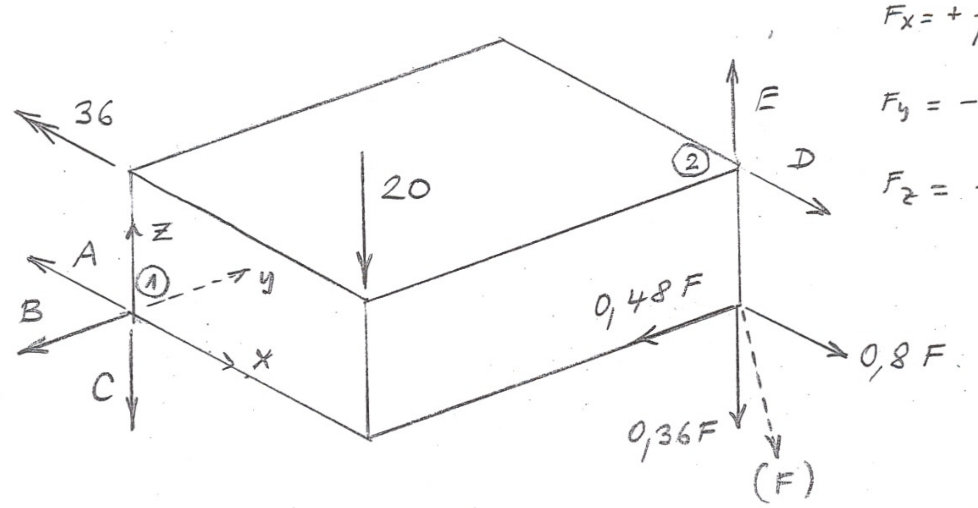

TIJELO IMA OBLIK KVADRA.. ŠTAP f KOJI SPAJA ZGLOBOVE 3 i 4 NIJE PARALELAN NI SA JEDNIM OD BRIDOVA.

OŠTALI ŠTAPOVI, KAO I DVIJE DUŽINE UVEDENE ZA ODREĐIVANJE POLOŽAJA ZGLOBA 4 SU PARALELNE U PROSTORU S ODGOVARAJUĆIM BRIDOVIMA KVADRA.

DULJINA ŠTPA f

$$l_f = \sqrt{6^2 + 4,5^2 + 10^2} = 12,5$$

STATIČKA SHEMA




$F_x = +\frac{10}{12,5} F$

$F_y = -\frac{6}{12,5} \cdot F$

$F_z = -\frac{4,5}{12,5} \cdot F$

SILA F JE RASTAVLJENA NA KOMPONENTE, KOJE SU PRIKAZANE UZ STRJELICE KOJE ODGOVARAJU IZBORU STRJELICE UZ F.

NAPOMENA: AKO SE NA SLICI ŽELE ISKAZATI OPĆE OZNAKE: $F_x$, $F_y$, $F_z$, STRJELICE UZ NJIH MORAJU BITI ORJENTIRANE KAO KOORDINATNE OSI.

RJEŠENJE VODI NA SUSTAV LIN. ALG. NEHOM. JEDNADŽBI KOJI SE PO TRADICIONALNOM PRISTUPU NE MORA PREGLEDNO PRIKAZATI NA JEDNOM MJESTU; JEDNADŽBE SE UVODE REDOSLIJEDOM KOJI ODGOVARA POSTUPKU RJEŠAVANJA.

OVDJE SE NAJPRIJE ODABIRE: $\sum M_u = 0$

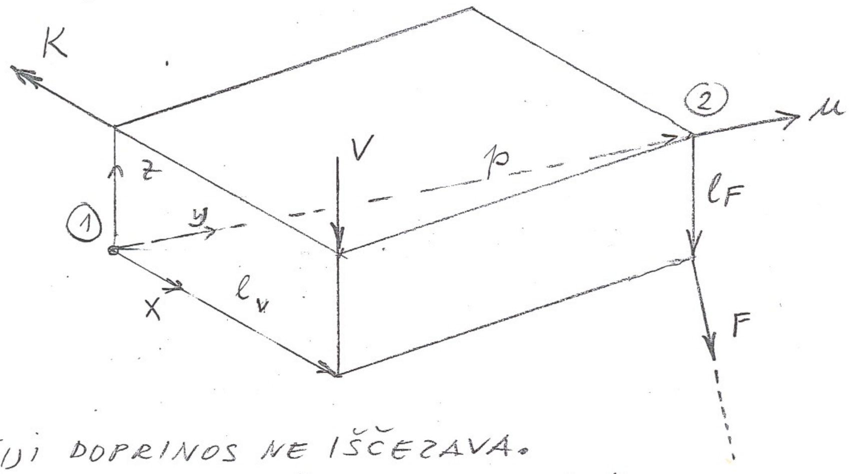
OS $u$ JE ODREĐENA TOČKAMA 1 i 2, A ORJENTIRANA JE OD 1 PREMA 2. IZ TOG ĆE SE UVJETA DIREKTNO ODREDITI F.

$$\left(\vec{l}_F \times \vec{f}_0 \cdot F + l_V \times \vec{V} + \vec{K}\right) \cdot \vec{e}_0 = \emptyset$$

POČETAK $\bar{l}_i$ LEŽI BILO GDJE NA OSI A VRH $\vec{l}_i$ LEŽI BILO GDJE NA PRAVCU PRIPADNE SILE.

VEKTOR $\bar{f}_0$ JE POZNAT: $\bar{f}_0 = 0{,}8\vec{i} - 0{,}48\vec{j} - 0{,}36\vec{k}$.

ZBOG PREGLEDNOSTI UCRTANA SU SAMO DJELOVANJA




ČIJI DOPRINOS NE IŠČEZAVA.

KAKO SE TRAŽI DA „ZAGRADA" SKALARNO POMNOŽENA SA $\bar{e}_0$ BUDE JEDNAKA $\emptyset$, MOŽE SE UMJESTO $\bar{e}_0$ UZETI BILO KOJI PARALELAN VEKTOR, PA JE OVDJE ODABRAN $\vec{p} = 4\vec{i} + 6\vec{j} + 2\vec{k}$

$$\left\{ F \cdot \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0 & -2 \\ 0{,}80 & -0{,}48 & -0{,}36 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -20 \end{vmatrix} - 36\vec{i} \right\} \cdot \vec{p} = \emptyset$$

$$\left\{ F\left(-0{,}96\vec{i} - 1{,}6\vec{j}\right) + 80\vec{j} - 36\vec{i} \right\} \cdot \left(4\vec{i} + 6\vec{j} + 2\vec{k}\right) = \emptyset$$

$$F\left(-0{,}96 \cdot 4 - 1{,}6 \cdot 6\right) + 80 \cdot 6 - 36 \cdot 4 = \emptyset$$

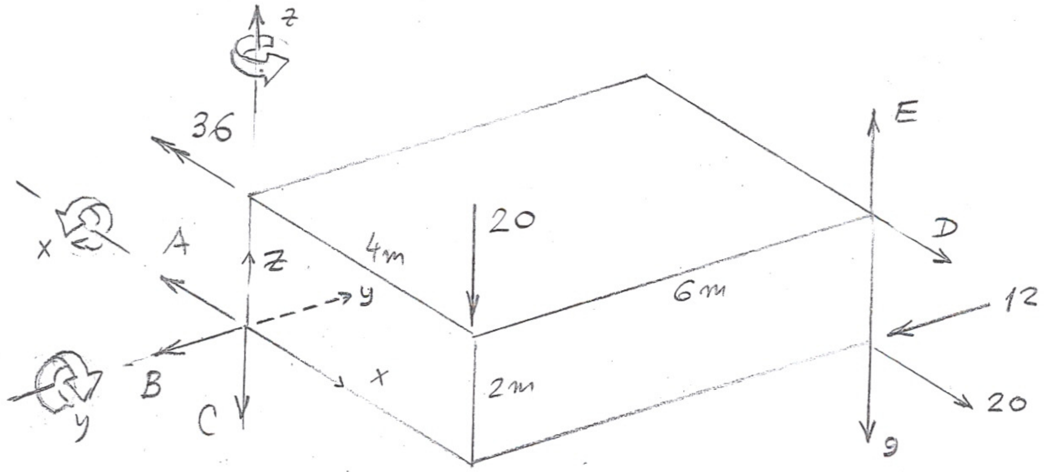
$$-13{,}44 \cdot F + 336 = \emptyset; \qquad F = +\frac{336}{13{,}44} = +25{,}00\,kN$$

SADA SE MOGU IZRAČUNATI KOMPONENTE $\vec{F}$.

$F_x = 0{,}8 \cdot F = +20{,}0\ kN;\quad F_y = -0{,}48 \cdot F = -12{,}0\ kN;$

$F_z = -0{,}36 \cdot F = -9{,}0\ kN.$

NA SLJEDEĆOJ SKICI UCRTANE SU SA STVARNIM ORJENTACIJAMA.




IZ $\Sigma M_z = \phi$ ODREDIT ĆE SE DIREKTNO D:

$-6 \cdot D + 4 \cdot 12 - 6 \cdot 20 = \phi;\quad D = -\dfrac{48 + 120}{6} = -28{,}0\ kN$

IZ $\Sigma M_x = \phi$ ODREDIT ĆE SE DIREKTNO E:

$-36 + 6 \cdot E - 6 \cdot 9 = \phi;\quad E = \dfrac{36 + 54}{6} = +15{,}0\ kN$

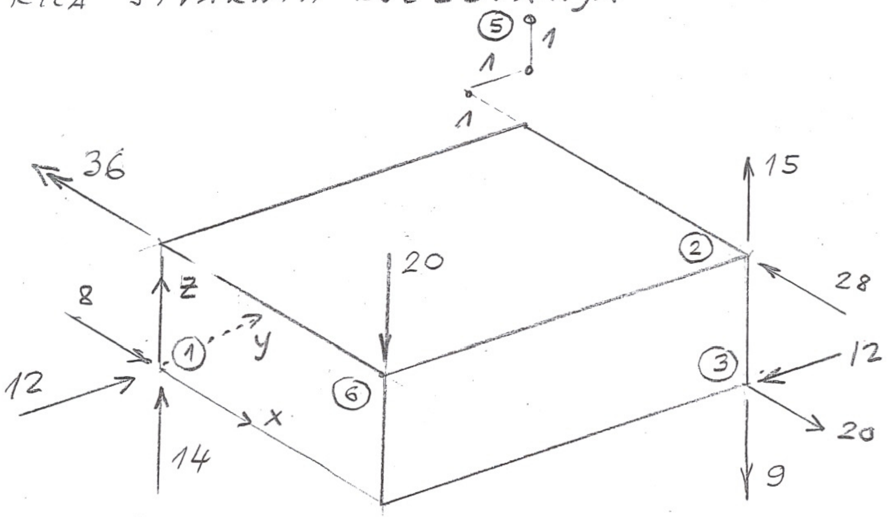
OD TRI PREOSTALE SILE SVAKA JE PARALELNA S PO JEDNOM KOORDINATNOM OSI ŠTO PREDSTAVLJA NAJLAKŠI SLUČAJ.

$\Sigma F_{xi} = \phi;\quad A = D + 20 = -28 + 20 = -8{,}0\ kN$

$\Sigma F_{yi} = \phi;\quad B = -12{,}0\ kN$

$\Sigma F_{zi} = \phi;\quad C = -20 + E - 9 = -20 + 15 - 9 = -14{,}0\ kN$

SKICA STVARNIH DJELOVANJA




KONTROLA ĆE SE PROVESTI POMOĆU ZBROJA VEKTORA MOMENATA NA TOČKU 5. SILE $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}$ SHVATITI ĆE SE KAO KOMPONENTE SILE $\vec{P}$ U TOČKI 1, A $\vec{D}$ I $\vec{E}$ KAO KOMPONENTE SILE Q U 2, SILA U 6 OZNAČENA JE SA $\vec{V}$, A KONC. MOM. SA $\vec{K}$.

| | | | $\vec{i}$ | $\vec{j}$ | $\vec{k}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $\vec{l}_1 \times \vec{P} =$ | $\begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 1 & -7 & -3 \\ 8 & 12 & 14 \end{vmatrix}$ | $\vec{i}(-7\cdot14+3\cdot12)$<br>$\vec{j}(-1\cdot14-3\cdot8)$<br>$\vec{k}(1\cdot12+7\cdot8)$ | $-62$ | $-38$ | $+68$ |
| $\vec{l}_V \times \vec{V} =$ | $\begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 5 & -7 & 0 \\ 0 & 0 & -20 \end{vmatrix}$ | $\vec{i}(7\cdot20+0)$<br>$\vec{j}(5\cdot20+0)$<br>$\vec{k}(0+0)$ | $+140$ | $+100$ | $0$ |
| $\vec{l}_2 \times \vec{Q}$ | $\begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 5 & -1 & -1 \\ -28 & 0 & 15 \end{vmatrix}$ | $\vec{i}(-15+0)$<br>$\vec{j}(-5\cdot15+1\cdot28)$<br>$\vec{k}(0-1\cdot28)$ | $-15$ | $-47$ | $-28$ |
| $\vec{l}_3 \times \vec{F}$ | $\begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 5 & -1 & -3 \\ 20 & -12 & -9 \end{vmatrix}$ | $\vec{i}(1\cdot9-3\cdot12)$<br>$\vec{j}(5\cdot9-3\cdot20)$<br>$k(-5\cdot12+1\cdot20)$ | $-27$ | $-15$ | $-40$ |
| $\vec{K} = -36\,\vec{i} + 0\,\vec{j} + 0\,\vec{k}$ | | | $-36$ | $0$ | $0$ |
| ZBROJ | | | $0$ | $0$ | $0$ |

VEKTOR $l_V$ NE SPAJA 6 i 5 NEGO MU VRH LEŽI NA PRAVCU SILE $\vec{V}$ (20 kN) NA VISINI $z = +3$.