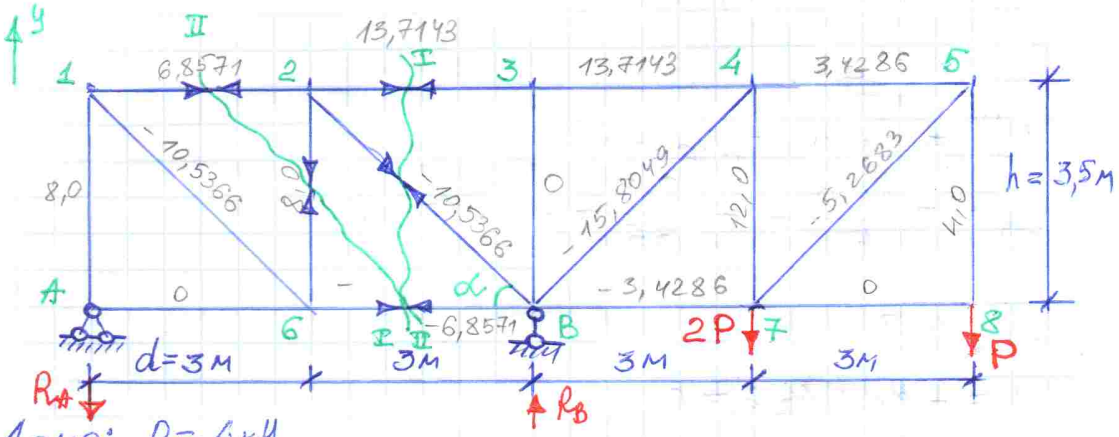
Пример №3 контрольной работы (ферма)



Дано: $P = 4$ кН

1. Опорные реакции: $\Sigma M_A = R_B \cdot 6 - 2P \cdot 9 - P \cdot 12 = 0$

$$R_B = \frac{2P \cdot 9 + P \cdot 12}{6} = 5P = 5 \cdot 4 = 20 \text{ кН}$$

$$\Sigma M_B = R_A \cdot 6 - 2P \cdot 3 - P \cdot 6 = 0$$

$$R_A = \frac{2P \cdot 3 + P \cdot 6}{6} = 2P = 2 \cdot 4 = 8 \text{ кН}$$

Проверка: $\Sigma y = -R_A + R_B - 2P - P = -8 + 20 - 2 \cdot 4 - 4 = 0$

2. Определение усилий аналитически

N_{2-3} м.т. B

$$\Sigma M_B^{лев} = R_A \cdot 6 - N_{2-3} \cdot 3{,}5 = 0 \Rightarrow N_{2-3} = \frac{R_A \cdot 6}{3{,}5} = \frac{8 \cdot 6}{3{,}5} =$$

$= 13{,}7143$ кН

N_{2-B} м.п

$$\Sigma y^{лев} = -R_A - N_{2-B} \cdot \sin\alpha = 0$$

$$tg\alpha = \frac{h}{d} = \frac{3{,}5}{3} = 1{,}1667 \qquad \alpha = 49{,}3987^\circ$$

Для подготовки к контрольной работе на расчетной схеме простым карандашом подписаны усилия во всех стержнях фермы. В других стержнях попробуйте найти самостоятельно усилия аналитически и построить линии влияния. Сравните полученные вами значения с подписанными.

$$N_{2-B} = -\frac{R_A}{\sin\alpha} = -\frac{8}{\sin 49{,}3987^\circ} = -10{,}5366 \text{ кН}$$

N_{6-B} м.т. 2

$$\Sigma M_2^{лев} = R_A \cdot d + N_{6-B} \cdot h = 0$$

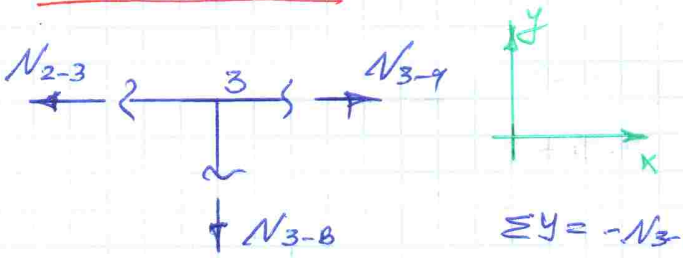
$$N_{6-B} = -\frac{R_A \cdot d}{h} = -\frac{8 \cdot 3}{3{,}5} = -6{,}8571 \text{ кН}$$

N_{2-6} м.п.

$$\Sigma y = -R_A + N_{2-6} = 0$$

$$N_{2-6} = R_A = 8 \text{ кН}$$

N_{3-B} узел 3



$$\Sigma y = -N_{3-B} = 0$$

3. Определение усилий по л.в.

$\bar{P} = 1$ справа	$\bar{P} = 1$ слева
N_{2-3} м.т. B	
$\Sigma M_B^{лев} = \bar{R}_A \cdot 6 + N_{2-3} \cdot 3{,}5 = 0$	$\Sigma M_B^{пр} = R_B \cdot 0 + N_{2-3} \cdot 3{,}5 = 0$
$N_{2-3} = -\frac{\bar{R}_A \cdot 6}{3{,}5} = -1{,}7143\,\bar{R}_A$	$N_{2-3} = 0$
$N_{2-3} = 0{,}8572 \cdot 8 + 1{,}7143 \cdot 4 = 13{,}7144$	
N_{2-B} м.п.	
$\Sigma y^{лев} = \bar{R}_A - N_{2-B} \cdot \sin\alpha = 0$	$\Sigma y^{прав} = \bar{R}_B + N_{2-B} \cdot \sin\alpha = 0$
$N_{2-B} = \frac{\bar{R}_A}{\sin\alpha} = 1{,}3171\,\bar{R}_A$	$N_{2-B} = -\frac{\bar{R}_B}{\sin\alpha} = -1{,}3171\,\bar{R}_B$

$N_{2-B} = -0{,}6586 \cdot 8 - 1.3171 \cdot 4 = -10.5372$ кН

N_{6-B} м.т. 2

$\Sigma M_2^{лев} = \bar{R}_A \cdot 3 - N_{6-B} \cdot 3{,}5 = 0$

$N_{6-B} = \bar{R}_A \cdot \frac{3}{3{,}5} = 0{,}8571\,\bar{R}_A$

$\Sigma M_2^{пр} = \bar{R}_B \cdot 3 - N_{6-B} \cdot 3{,}5 = 0$

$N_{6-B} = \bar{R}_B \cdot \frac{3}{3{,}5} = 0{,}8571\,\bar{R}_B$

$N_{6-B} = -0{,}4286 \cdot 8 - 0{,}8571 \cdot 4 = -6.8572$ кН

N_{2-6} м.п.

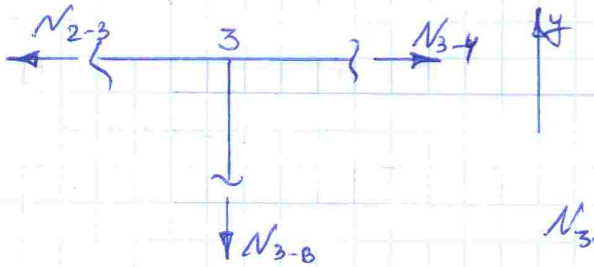
$\Sigma M^{лев} = \bar{R}_A + N_{2-6} = 0$

$N_{2-6} = -\bar{R}_A$

$\Sigma y^{пр} = \bar{R}_B - N_{2-6} = 0$

$N_{2-6} = \bar{R}_B$

$N_{2-6} = 0{,}5 \cdot 8 + 1 \cdot 4 = 8$ кН

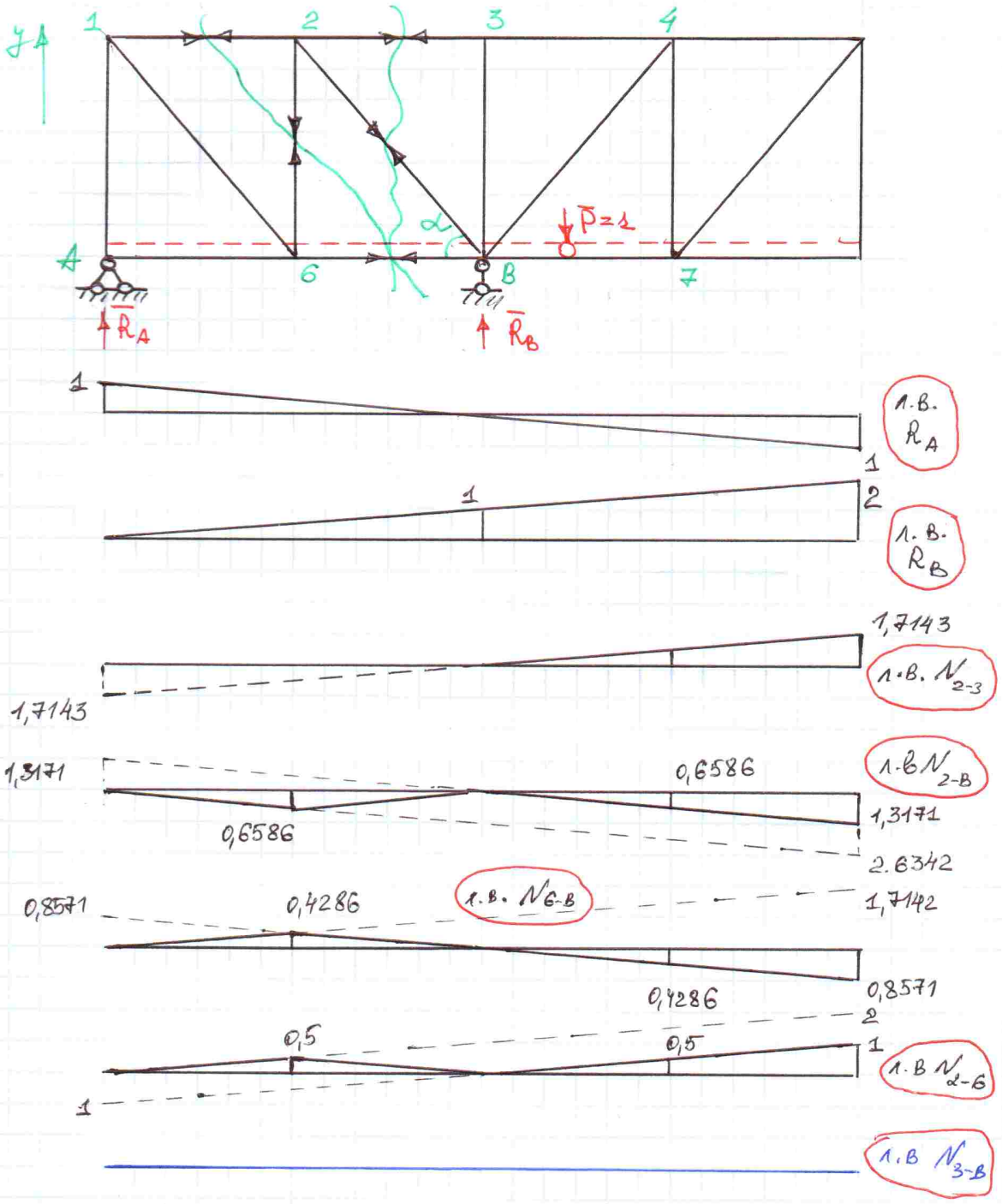


$\Sigma y = -N_{3-B} = 0$

$N_{3-B} = 0$

$N_{3-B} = 0 \cdot 8 + 0 \cdot 4 = 0$

усилие	аналит.	л.в.
N_{2-3}	13.7143	13.7144
N_{2-B}	−10.5366	−10.5372
N_{6-B}	−6.8571	−6.8572
N_{2-6}	8	8
N_{3-B}	0	0



Обратите внимание на линию влияния в стержне 2-6. Единичный груз двигается по нижнему поясу фермы, а секущая плоскость, относительно которой рассматривается равновесие фермы, пересекает первую и вторую панель фермы. Передаточная прямая проходит под той панелью, пересекая которую секущая плоскость проходит через траекторию движения единичного груза, в данном случае это вторая панель.