

## TEMAT 1 ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO ZE STATYKI BUDOWLI

1. Rozwiązanie kratownicy i wyznaczenie przemieszczeń
2. Rozwiązanie ramy metodą sił i wyznaczenie przemieszczeń

.....  
Imię i nazwisko studenta

### ZADANIE 1.

Dana jest kratownica płaska izostaticzna o schemacie i obciążeniu mechanicznym (charakterystycznym) i niemechanicznym jak na rysunku. Należy:

- Sprawdzić warunek ilościowy i jakościowy geometrycznej niezmienności układu.
- Wyznaczyć siły osiowe w prętach wywołane zadaniem obciążeniem.
- Zaprojektować wstępnie przekroje prętów tak by wystąpiły pręty o przynajmniej 2 różnych polach przekroju poprzecznego.
- Wyznaczyć z wykorzystaniem komputera siły osiowe w prętach wywołane obciążeniami jednostkowymi.
- Obliczyć wartości zaznaczonych przemieszczeń od każdego typu obciążenia oddzielnie.

W obliczeniach przyjąć - średni współczynnik obciążenia

$$\gamma_f = 1.5,$$

- wytrzymałość obliczeniową stali

$$f_d = 215 \text{ MPa},$$

- współczynnik sprężystości podłużnej

$$E = 210 \text{ GPa},$$

- współczynnik rozszerzalności termicznej

$$\alpha_T = 0.0000012 / ^\circ \text{C}.$$

### ZADANIE 2.

Dana jest rama hiperstatyczna o schemacie i obciążeniu mechanicznym i niemechanicznym jak na rysunku. Należy:

- Sprawdzić warunek ilościowy i jakościowy geometrycznej niezmienności układu.
- Stosując metodę sił rozwiązać ramę od danego obciążenia siłami.
- Na podstawie obliczonych momentów zginających zaprojektować wstępnie przekroje prętów.
- Po zaprojektowaniu przekrojów rozwiązać zadany układ od 1 obciążenia nie mechanicznego.
- Zbudować układ równań metody sił dla drugiego przypadku obciążenia nie mechanicznego (nie rozwiązywać).
- Przeprowadzić kontrolę rozwiązania od obciążenia mechanicznego i rozwiązania od obciążenia niemechanicznego (sprawdzić statyczną i kinematyczną dopuszczalność rozwiązania).
- Obliczyć wartość przemieszczenia w zaznaczonym miejscu oddzielnie od obu obciążeń.

### Uwagi dotyczące wykonania ćwiczenia:

- Ćwiczenia projektowe wykonujemy na kartkach formatu A4. Piszemy po jednej stronie kartki, druga strona zostaje na poprawę.
- **Żaden element ćwiczenia (ani tekst ani rysunki) nie mogą być wykonane w ołówku.** Strony ćwiczenia muszą być ponumerowane kolejno rozpoczynając od strony tytułowej.
- Pierwsza strona ćwiczenia jest jego okładką na której należy napisać tytuł i nr ćw., nazwisko i imię, druga kartka to wydany temat, **trzecia kartka to spis treści.**
- **Kolejna kartka ma zawierać dane i szukane (schemat rozwiązywanego układu z wymiarami i obciążeniami).**
- Jeśli w temacie lub na zajęciach nie jest wyraźnie zaznaczone, że coś jest obliczane na komputerze to wszystkie **obliczenia wykonujemy ręcznie, wartości i jednostki muszą wynikać z obliczeń**, podać używane wzory, wykonać niezbędne szkice. Na końcu ćwiczenia należy napisać: projekt (ćwiczenie) wykonał i podpisać się.
- **Przy poprawianiu ćwiczeń należy przekreślić błędne obliczenia tak by były czytelne i wykonywać nowe (obok, na pustych stronach lub na nowych stronach z zaznaczeniem gdzie się te poprawki znajdują). Nie dopuszcza się wymowniania stron z błędnymi obliczeniami lub poprawianie przez wymazywanie.**

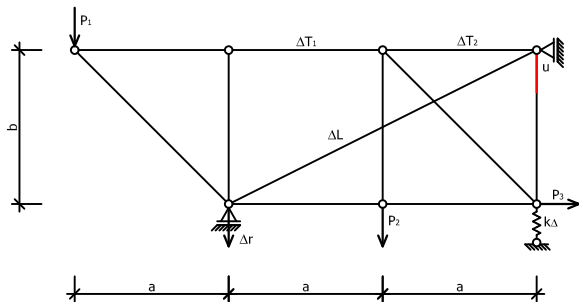
Termin oddania ćwiczenia

Tematy pierwszego ćwiczenia laboratoryjnego z kursu STATYKA BUDOWLI.  
Liczba porządkowa stanowi zarazem numer tematu przypisany do hasła podanego na pierwszych zajęciach.

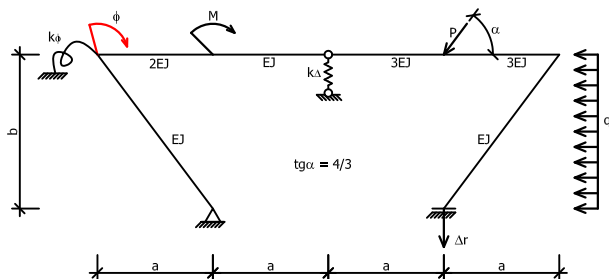
| Lp. | Hasło  |
|-----|--------|
| 1   | 244281 |
| 2   | 244608 |
| 3   | 244606 |
| 4   | 244589 |
| 5   | 244380 |
| 6   | 244337 |
| 7   | 203177 |
| 8   | 234315 |
| 9   | 244367 |
| 10  | 244349 |
| 11  | 233459 |

1

$a = 4 \text{ m}, b = 4 \text{ m}, k_A = 4EA/a$   
 $P_1 = 15 \text{ kN}, P_2 = 12 \text{ kN}, P_3 = 28 \text{ kN}$   
 $\Delta r = 0,015 \text{ m}, \Delta L = 0,01 \text{ m},$   
 $\Delta T_1 = 10 \text{ st. C}, \Delta T_2 = 25 \text{ st. C}$

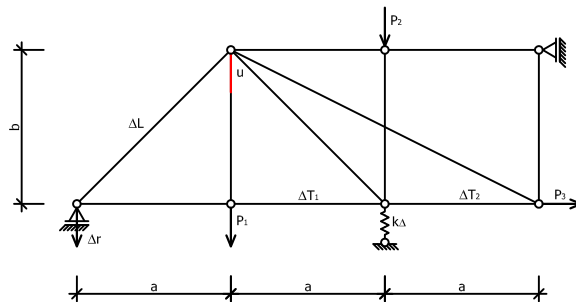


$a = 4 \text{ m}, b = 4 \text{ m}, k_A = 6EJ/a^3, k_B = 3EJ/a,$   
 $P = 15 \text{ kN}, M = 40 \text{ kNm}, q = 8 \text{ kN/m}$   
 $\Delta r = 0,015 \text{ m}, t_1 = 10 \text{ st. C}, t_2 = 30 \text{ st. C}$

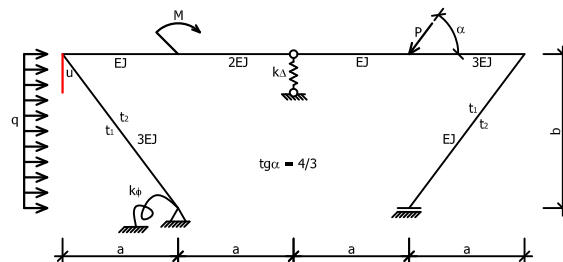


2

$a = 4 \text{ m}, b = 4 \text{ m}, k_A = 4EA/a$   
 $P_1 = 15 \text{ kN}, P_2 = 12 \text{ kN}, P_3 = 28 \text{ kN}$   
 $\Delta r = 0,015 \text{ m}, \Delta L = 0,01 \text{ m},$   
 $\Delta T_1 = 10 \text{ st. C}, \Delta T_2 = 25 \text{ st. C}$

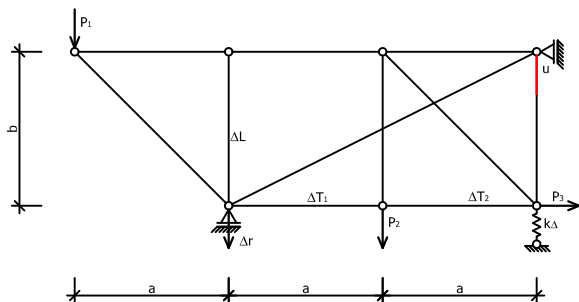


$a = 4 \text{ m}, b = 4 \text{ m}, k_A = 6EJ/a^3, k_B = 3EJ/a,$   
 $P = 15 \text{ kN}, M = 40 \text{ kNm}, q = 8 \text{ kN/m}$   
 $\Delta r = 0,015 \text{ m}, t_1 = 10 \text{ st. C}, t_2 = 30 \text{ st. C}$

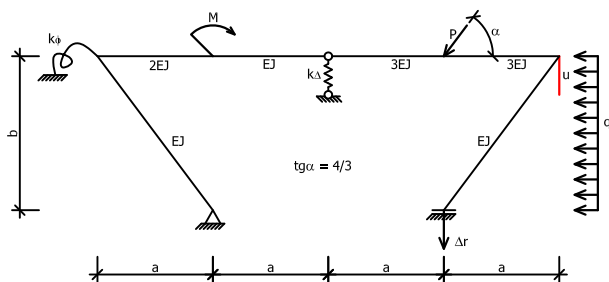


3

$a = 4 \text{ m}, b = 4 \text{ m}, k_A = 4EA/a$   
 $P_1 = 15 \text{ kN}, P_2 = 12 \text{ kN}, P_3 = 28 \text{ kN}$   
 $\Delta r = 0,015 \text{ m}, \Delta L = 0,01 \text{ m},$   
 $\Delta T_1 = 10 \text{ st. C}, \Delta T_2 = 25 \text{ st. C}$

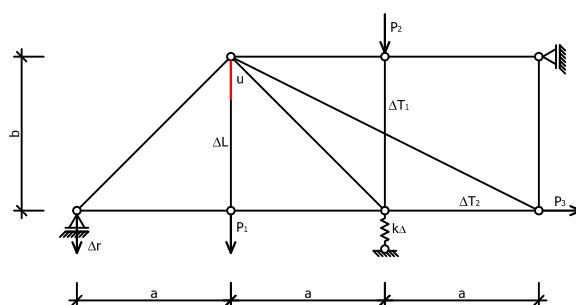


$a = 3 \text{ m}, b = 4 \text{ m}, k_A = 4EJ/a^3, k_B = 10EJ/a,$   
 $P = 10 \text{ kN}, M = 25 \text{ kNm}, q = 6 \text{ kN/m}$   
 $\Delta r = 0,03 \text{ m}, t_1 = 5 \text{ st. C}, t_2 = 15 \text{ st. C}$

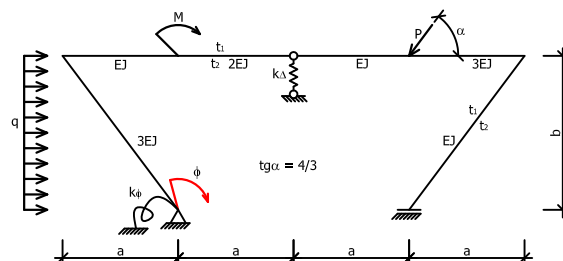


4

$a = 4 \text{ m}, b = 4 \text{ m}, k_A = 4EA/a$   
 $P_1 = 15 \text{ kN}, P_2 = 12 \text{ kN}, P_3 = 28 \text{ kN}$   
 $\Delta r = 0,015 \text{ m}, \Delta L = 0,01 \text{ m},$   
 $\Delta T_1 = 10 \text{ st. C}, \Delta T_2 = 25 \text{ st. C}$



$a = 3 \text{ m}, b = 4 \text{ m}, k_A = 5EJ/a^3, k_B = 8EJ/a,$   
 $P = 10 \text{ kN}, M = 25 \text{ kNm}, q = 6 \text{ kN/m}$   
 $\Delta r = 0,03 \text{ m}, t_1 = 5 \text{ st. C}, t_2 = 15 \text{ st. C}$



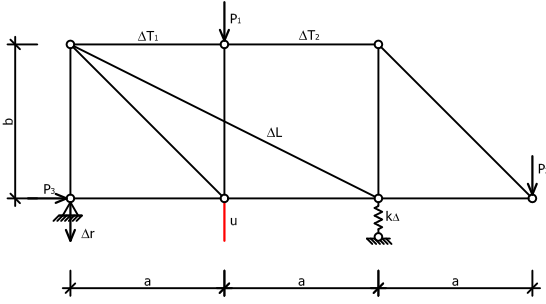
5

$$a = 4 \text{ m}, b = 4 \text{ m}, k_1 = 4EA/a$$

$$P_1 = 15 \text{ kN}, P_2 = 12 \text{ kN}, P_3 = 28 \text{ kN}$$

$$\Delta r = 0,015 \text{ m}, \Delta L = 0,01 \text{ m},$$

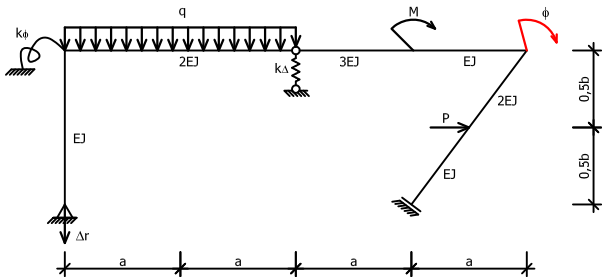
$$\Delta T_1 = 10 \text{ st. C}, \Delta T_2 = 25 \text{ st. C}$$



$$a = 4 \text{ m}, b = 4 \text{ m}, k_1 = 6EJ/a^3, k_2 = 3EJ/a,$$

$$P = 15 \text{ kN}, M = 40 \text{ kNm}, q = 8 \text{ kN/m}$$

$$\Delta r = 0,015 \text{ m}, t_1 = 10 \text{ st. C}, t_2 = 30 \text{ st. C}$$



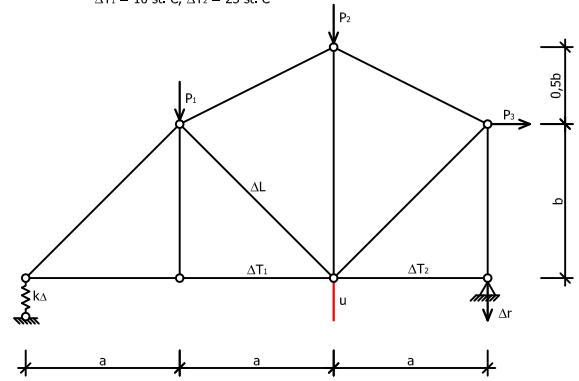
6

$$a = 4 \text{ m}, b = 4 \text{ m}, k_1 = 4EA/a$$

$$P_1 = 15 \text{ kN}, P_2 = 12 \text{ kN}, P_3 = 28 \text{ kN}$$

$$\Delta r = 0,015 \text{ m}, \Delta L = 0,01 \text{ m},$$

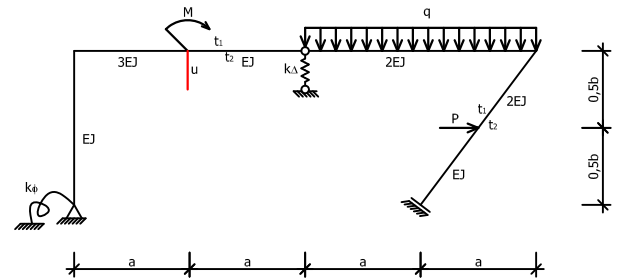
$$\Delta T_1 = 10 \text{ st. C}, \Delta T_2 = 25 \text{ st. C}$$



$$a = 4 \text{ m}, b = 4 \text{ m}, k_1 = 6EJ/a^3, k_2 = 3EJ/a,$$

$$P = 15 \text{ kN}, M = 40 \text{ kNm}, q = 8 \text{ kN/m}$$

$$\Delta r = 0,015 \text{ m}, t_1 = 10 \text{ st. C}, t_2 = 30 \text{ st. C}$$



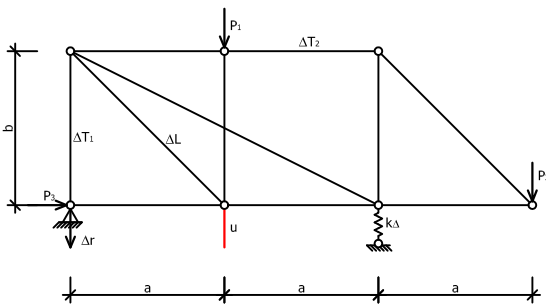
7

$$a = 4 \text{ m}, b = 4 \text{ m}, k_1 = 4EA/a$$

$$P_1 = 15 \text{ kN}, P_2 = 12 \text{ kN}, P_3 = 28 \text{ kN}$$

$$\Delta r = 0,015 \text{ m}, \Delta L = 0,01 \text{ m},$$

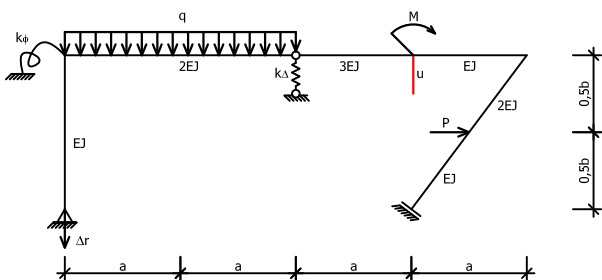
$$\Delta T_1 = 10 \text{ st. C}, \Delta T_2 = 25 \text{ st. C}$$



$$a = 3 \text{ m}, b = 4 \text{ m}, k_1 = 6EJ/a^3, k_2 = 8EJ/a,$$

$$P = 10 \text{ kN}, M = 25 \text{ kNm}, q = 6 \text{ kN/m}$$

$$\Delta r = 0,03 \text{ m}, t_1 = 5 \text{ st. C}, t_2 = 15 \text{ st. C}$$



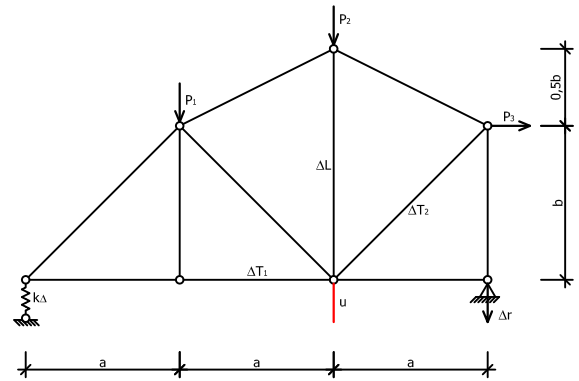
8

$$a = 4 \text{ m}, b = 4 \text{ m}, k_1 = 4EA/a$$

$$P_1 = 15 \text{ kN}, P_2 = 12 \text{ kN}, P_3 = 28 \text{ kN}$$

$$\Delta r = 0,015 \text{ m}, \Delta L = 0,01 \text{ m},$$

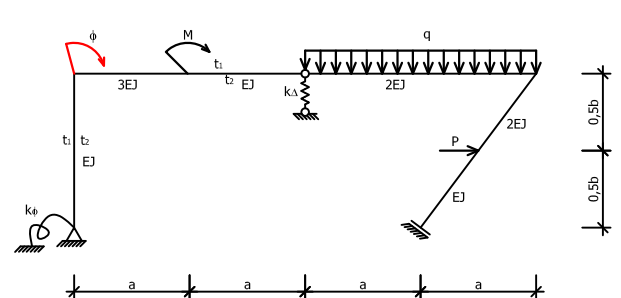
$$\Delta T_1 = 10 \text{ st. C}, \Delta T_2 = 25 \text{ st. C}$$



$$a = 3 \text{ m}, b = 4 \text{ m}, k_1 = 10EJ/a^3, k_2 = 8EJ/a,$$

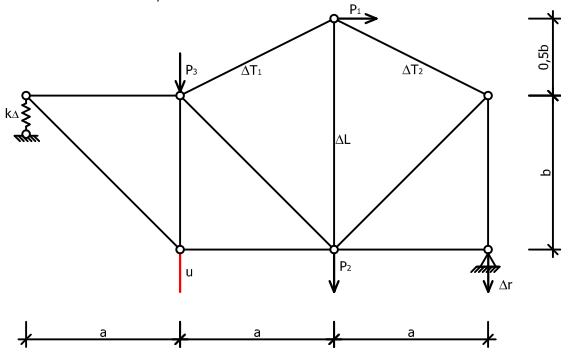
$$P = 10 \text{ kN}, M = 25 \text{ kNm}, q = 6 \text{ kN/m}$$

$$\Delta r = 0,03 \text{ m}, t_1 = 5 \text{ st. C}, t_2 = 15 \text{ st. C}$$

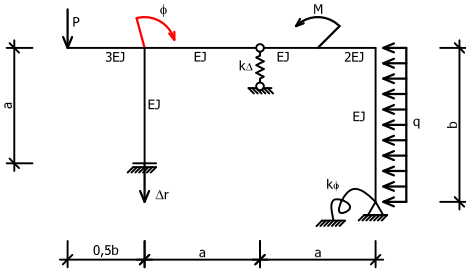


9

$a = 4 \text{ m}$ ,  $b = 4 \text{ m}$ ,  $k_3 = 4EA/a$   
 $P_1 = 15 \text{ kN}$ ,  $P_2 = 12 \text{ kN}$ ,  $P_3 = 28 \text{ kN}$   
 $\Delta r = 0,015 \text{ m}$ ,  $\Delta L = 0,01 \text{ m}$ ,  
 $\Delta T_1 = 10 \text{ st. C}$ ,  $\Delta T_2 = 25 \text{ st. C}$

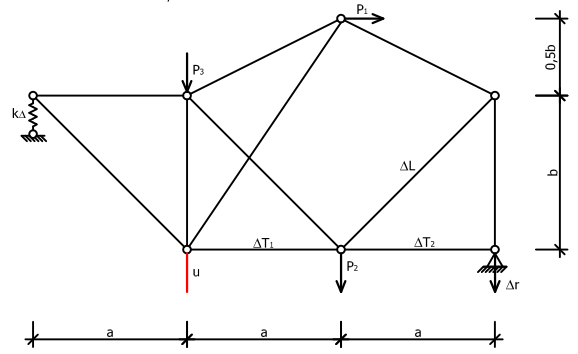


$a = 4 \text{ m}$ ,  $b = 4 \text{ m}$ ,  $k_3 = 6EJ/a^3$ ,  $k_4 = 3EJ/a$ ,  
 $P = 15 \text{ kN}$ ,  $M = 40 \text{ kNm}$ ,  $q = 8 \text{ kN/m}$   
 $\Delta r = 0,015 \text{ m}$ ,  $t_1 = 10 \text{ st. C}$ ,  $t_2 = 30 \text{ st. C}$

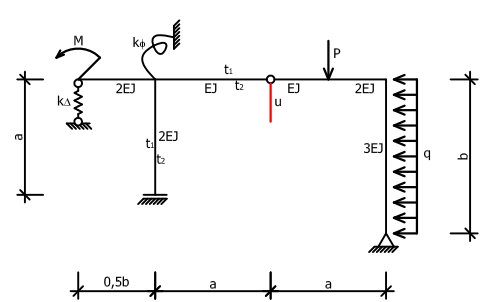


10

$a = 4 \text{ m}$ ,  $b = 4 \text{ m}$ ,  $k_3 = 4EA/a$   
 $P_1 = 15 \text{ kN}$ ,  $P_2 = 12 \text{ kN}$ ,  $P_3 = 28 \text{ kN}$   
 $\Delta r = 0,015 \text{ m}$ ,  $\Delta L = 0,01 \text{ m}$ ,  
 $\Delta T_1 = 10 \text{ st. C}$ ,  $\Delta T_2 = 25 \text{ st. C}$

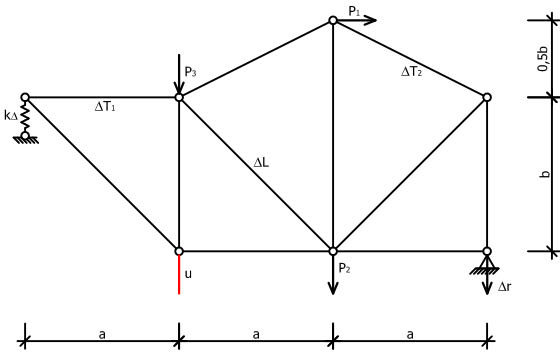


$a = 4 \text{ m}$ ,  $b = 4 \text{ m}$ ,  $k_3 = 6EJ/a^3$ ,  $k_4 = 3EJ/a$ ,  
 $P = 15 \text{ kN}$ ,  $M = 40 \text{ kNm}$ ,  $q = 8 \text{ kN/m}$   
 $\Delta r = 0,015 \text{ m}$ ,  $t_1 = 10 \text{ st. C}$ ,  $t_2 = 30 \text{ st. C}$

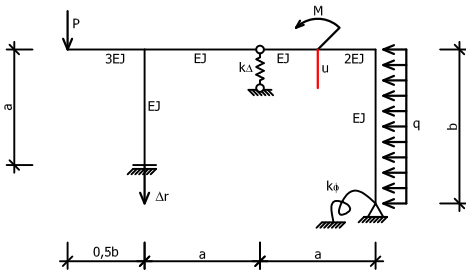


11

$a = 4 \text{ m}$ ,  $b = 4 \text{ m}$ ,  $k_3 = 4EA/a$   
 $P_1 = 15 \text{ kN}$ ,  $P_2 = 12 \text{ kN}$ ,  $P_3 = 28 \text{ kN}$   
 $\Delta r = 0,015 \text{ m}$ ,  $\Delta L = 0,01 \text{ m}$ ,  
 $\Delta T_1 = 10 \text{ st. C}$ ,  $\Delta T_2 = 25 \text{ st. C}$

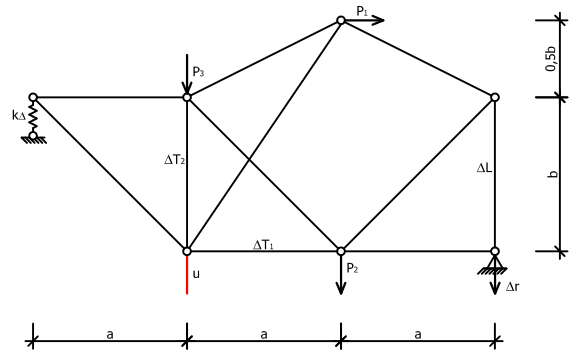


$a = 3 \text{ m}$ ,  $b = 4 \text{ m}$ ,  $k_3 = 8EJ/a^3$ ,  $k_4 = 8EJ/a$ ,  
 $P = 10 \text{ kN}$ ,  $M = 25 \text{ kNm}$ ,  $q = 6 \text{ kN/m}$   
 $\Delta r = 0,03 \text{ m}$ ,  $t_1 = 5 \text{ st. C}$ ,  $t_2 = 15 \text{ st. C}$



12

$a = 4 \text{ m}$ ,  $b = 4 \text{ m}$ ,  $k_3 = 4EA/a$   
 $P_1 = 15 \text{ kN}$ ,  $P_2 = 12 \text{ kN}$ ,  $P_3 = 28 \text{ kN}$   
 $\Delta r = 0,015 \text{ m}$ ,  $\Delta L = 0,01 \text{ m}$ ,  
 $\Delta T_1 = 10 \text{ st. C}$ ,  $\Delta T_2 = 25 \text{ st. C}$



$a = 3 \text{ m}$ ,  $b = 4 \text{ m}$ ,  $k_3 = 3EJ/a^3$ ,  $k_4 = 7EJ/a$ ,  
 $P = 10 \text{ kN}$ ,  $M = 25 \text{ kNm}$ ,  $q = 6 \text{ kN/m}$   
 $\Delta r = 0,03 \text{ m}$ ,  $t_1 = 5 \text{ st. C}$ ,  $t_2 = 15 \text{ st. C}$

