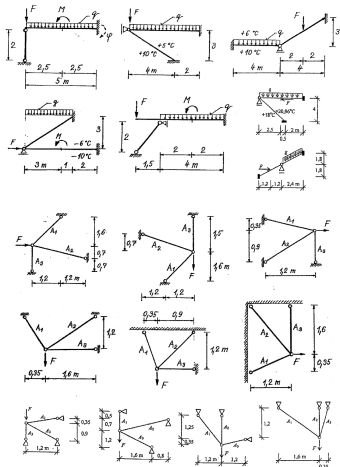
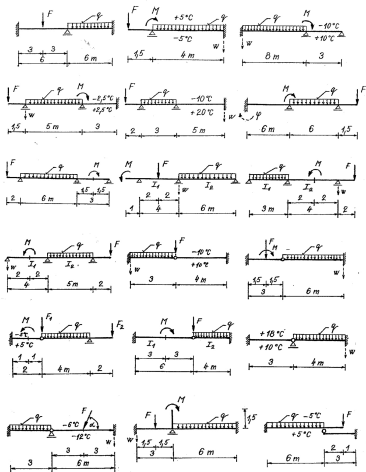
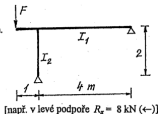




Řešení rovinného rámu silovou metodou

Příklad 407

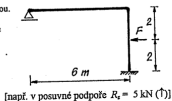
Daný rovinný rám řešte silovou metodou. Pro zvolenou základní soustavu určete neznámou silovou veličinu. Vykreslete průběh ohybových momentů. K řešení využijte Vereščaginovo pravidlo.
 $F = 40 \text{ kN}$, $E = \text{konst.}$,
 $I_1 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $I_2 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$



Příklad 408

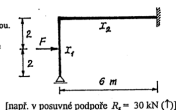
Daný rovinný rám řešte silovou metodou. Pro zvolenou základní soustavu určete neznámou silovou veličinu. Vykreslete průběh ohybových momentů. K řešení využijte Vereščaginovo pravidlo.

$F = 90 \text{ kN}$, $EI = \text{konst.}$



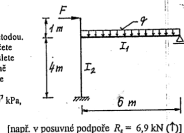
Příklad 409

Daný rovinný rám řešte silovou metodou. Pro zvolenou základní soustavu určete neznámou silovou veličinu. Vykreslete průběh ohybových momentů. K řešení využijte Vereščaginovo pravidlo.
 $F = 60 \text{ kN}$, $E = \text{konst.}$,
 $I_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $I_2 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$



Příklad 410

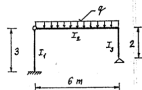
Daný rovinný rám řešte silovou metodou. Pro zvolenou základní soustavu určete neznámou silovou veličinu. Vykreslete průběh ohybových momentů (včetně konstrukce tečen). K řešení využijte Vereščaginovo pravidlo.
 $F = 3 \text{ kN}$, $q = 2 \text{ kNm}^{-1}$, $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$,
 $I_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $I_2 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$



Příklad 411

Daný rovinný rám řešte silovou metodou. Pro zvolenou základní soustavu určete neznámou silovou veličinu. Vykreslete průběh ohybových momentů (včetně konstrukce tečen). K řešení využijte Vereščaginovo pravidlo.
 $q = 5,5 \text{ kNm}^{-1}$, $E = \text{konst.}$, $I_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$,
 $I_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $I_3 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$

[např. v kloubové podpoře $R_x = 2,7 \text{ kN} (\leftarrow)$]

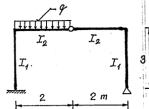


Příklad 412

Daný rovinný rám řešte silovou metodou. Pro zvolenou základní soustavu určete neznámou silovou veličinu. K řešení využijte Vereščaginovo pravidlo.

$q = 8 \text{ kNm}^{-1}$, $E = \text{konst.}$,
 $I_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $I_2 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$

[např. v kloubové podpoře $R_x = 2,9 \text{ kN} (\leftarrow)$]

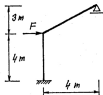


Řešení rovinného rámu silovou metodou

Příklad 401

Daný rovinný rám řešte silovou metodou. Pro zvolenou základní soustavu určete neznámou silovou veličinu. Vykreslete průběh ohybových momentů. K řešení využijte Verešaginovo pravidlo.

$F = 17 \text{ kN}$, $EI = \text{konst.}$

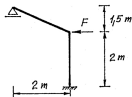


[např. v posuvné podpoře $R_x = 6 \text{ kN} (\uparrow)$]

Příklad 402

Daný rovinný rám vyřešte silovou metodou. Pro zvolenou základní soustavu určete neznámou silovou veličinu. Vykreslete průběh ohybových momentů a posouvajících sil. K řešení využijte Verešaginovo pravidlo.

$F = 3,4 \text{ kN}$, $EI = \text{konst.}$

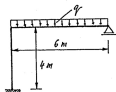


[např. v posuvné podpoře $R_x = 1,2 \text{ kN} (\uparrow)$]

Příklad 403

Daný rovinný rám řešte silovou metodou. Pro zvolenou základní soustavu určete neznámou silovou veličinu. Vykreslete průběh ohybových momentů. K řešení využijte Verešaginovo pravidlo.

$q = 4 \text{ kNm}^{-1}$, $EI = \text{konst.}$

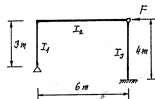


[např. v posuvné podpoře $R_x = 11 \text{ kN} (\uparrow)$]

Příklad 404

Daný rovinný rám řešte silovou metodou. Pro zvolenou základní soustavu určete neznámou silovou veličinu. Vykreslete průběh ohybových momentů a schéma složek reakcí. K řešení využijte Verešaginovo pravidlo.

$F = 20 \text{ kN}$,
 $I_1 = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $I_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$,
 $I_3 = 1,1594 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $E = \text{konst.}$

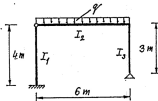


[např. v kloubové podpoře $R_x = 11,5 \text{ kN} (\rightarrow)$]

Příklad 405

Daný rovinný rám řešte silovou metodou. Pro zvolenou základní soustavu určete neznámou silovou veličinu. Vykreslete průběh ohybových momentů. K řešení využijte Verešaginovo pravidlo.

$q = 8 \text{ kNm}^{-1}$,
 $I_1 = 1,1594 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $I_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$,
 $I_3 = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $E = \text{konst.}$

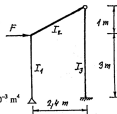


[např. v kloubové podpoře $R_x = 1,35 \text{ kN} (\leftarrow)$]

Příklad 406

Daný rovinný rám řešte silovou metodou. Pro zvolenou základní soustavu určete neznámou silovou veličinu. Vykreslete průběh ohybových momentů. K řešení využijte Verešaginovo pravidlo.

$F = 6,2 \text{ kN}$, $E = \text{konst.}$,
 $I_1 = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $I_2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $I_3 = 1,1594 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$



[např. v kloubové podpoře $R_x = 3,532 \text{ kN} (\leftarrow)$]

R

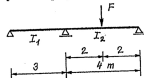
šení spojitého nosníku

Příklad 314

Metodou třímomentových rovnic vyřešte daný spojitý nosník. Nakreslete průběhy všech složek vnitřních sil a schéma složek reakcí.

$$F = 20 \text{ kN}, I_2 = 2 I_1, E = \text{konst.}$$

[ve střední podpoře $M_b = -6 \text{ kN}\cdot\text{m}$]

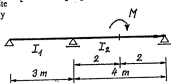


Příklad 315

Metodou třímomentových rovnic vyřešte daný spojitý nosník. Nakreslete průběhy všech složek vnitřních sil a schéma složek reakcí.

$$M = 20 \text{ kN}\cdot\text{m}, I_1 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4, I_2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4, E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$$

[ve střední podpoře $M_b = 1 \text{ kN}\cdot\text{m}$]

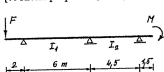


Příklad 316

Metodou třímomentových rovnic vyřešte daný spojitý nosník. Nakreslete průběhy všech složek vnitřních sil a schéma složek reakcí.

$$F = 27 \text{ kN}, M = 9 \text{ kN}\cdot\text{m}, E = \text{konst.}, I_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4, I_2 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

[ve střední podpoře $M_b = 13,5 \text{ kN}\cdot\text{m}$]

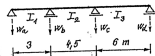


Příklad 317

[ve středních podporách $M_b = 60 \text{ kN}\cdot\text{m}; M_c = -48 \text{ kN}\cdot\text{m}$]

Metodou třímomentových rovnic vyřešte daný spojitý nosník s popuštěním podpor. Nakreslete průběh ohybových momentů.

$$I_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4, I_2 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4, I_3 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4, E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}, w_a = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ m} (\downarrow), w_b = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m} (\downarrow), w_c = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} (\downarrow), w_d = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} (\downarrow)$$

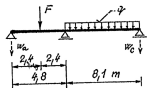


Příklad 318

[ve střední podpoře $M_b = -30 \text{ kN}\cdot\text{m}$]

Metodou třímomentových rovnic vyřešte daný spojitý nosník se silovým zatížením a popuštěním podpor. Nakreslete průběh ohybových momentů.

$$F = 10 \text{ kN}, q = 4 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}, E = 25 \cdot 10^6 \text{ kPa}, \text{průřez levého pole: } 0,3 \times 0,4 \text{ m, pravého pole: } 0,3 \times 0,6 \text{ m}, w_a = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ m} (\downarrow), w_c = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ m} (\downarrow)$$

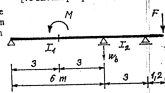


Příklad 319

Metodou třímomentových rovnic vyřešte daný spojitý nosník se silovým zatížením a popuštěním podpor. Nakreslete průběh ohybových momentů.

$$M = 120 \text{ kN}\cdot\text{m}, F = 20 \text{ kN}, w_b = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} (\downarrow), E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}, I_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4, I_2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

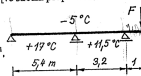
[ve střední podpoře $M_b = -6 \text{ kN}\cdot\text{m}$]



Příklad 320

Metodou třímomentových rovnic vyřešte daný spojitý nosník se silovým zatížením a změnou teploty (přirůstky teplot viz obr.). Nakreslete průběh ohybových momentů. $F = 18 \text{ kN}$, $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$, $\alpha = 1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, průřez v levém poli: $0,3 \times 0,6 \text{ m}$, v pravém poli: $0,3 \times 0,4 \text{ m}$

[ve střední podpoře $M_b = -27 \text{ kN}\cdot\text{m}$]

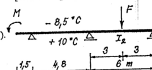


Příklad 321

Metodou třímomentových rovnic vyřešte daný spojitý nosník se silovým zatížením a změnou teploty (přirůstky teplot viz obr.). Nakreslete průběh ohybových momentů a posouvajících sil.

$$M = 8,4 \text{ kN}\cdot\text{m}, F = 16 \text{ kN}, E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}, \alpha = 1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}, \text{průřez v levém poli: } 0,3 \times 0,4 \text{ m; } I_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

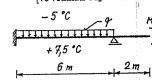
[ve střední podpoře $M_b = -18 \text{ kN}\cdot\text{m}$]



Příklad 322

Metodou třímomentových rovnic vyřešte daný spojitý nosník se silovým zatížením a změnou teploty (dle obr.). Nakreslete průběh ohybových momentů. $q = 2 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$, $M = 16 \text{ kN}\cdot\text{m}$, průřez $0,3 \times 0,4 \text{ m}$, $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$, $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

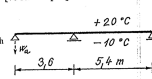
[ve vetknutí $M_a = -19 \text{ kN}\cdot\text{m}$]



Příklad 323

Metodou třímomentových rovnic vyřešte daný spojitý nosník s deformačním zatížením (přirůstky teplot viz obr.). Nakreslete průběh všech složek vnitřních sil a schéma složek reakcí. průřez $0,4 \times 0,6 \text{ m}$, $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$, $w_a = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ m} (\downarrow)$, $\alpha = 1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

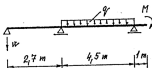
[ve střední podpoře $M_b = 28,8 \text{ kN}\cdot\text{m}$]



Příklad 307

Metodou třímomentových rovnic vyřešte daný spojitý nosník, dojde-li při silovém zatížení současně k poklesu levé podpory. Určete podporové momenty a nakreslete průběh ohybových momentů s konstrukcí tečen.

$q = 4,8 \text{ kNm}^{-1}$, $M = 2,7 \text{ kNm}$,
 $w = 5,94 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ ($\downarrow$),
 průřez: $0,2 \times 0,3 \text{ m}$; $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$

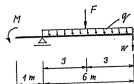


[ve střední podpoře $M_3 = -15 \text{ kNm}$]

Příklad 308

Metodou třímomentových rovnic řešte daný nosník, u něhož současně s působením silového zatížení poklesne pravá podpora o 18 mm ($\downarrow$). Určete podporové momenty a nakreslete diagramy vnitřních sil s konstrukcí tečen.

$F = 8 \text{ kN}$, $q = 2 \text{ kNm}^{-1}$, $M = 6 \text{ kNm}$,
 $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$, $I = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$



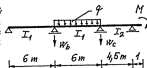
[ve vetknutí $M_2 = -12 \text{ kNm}$]

Příklad 309

Metodou třímomentových rovnic vyřešte daný spojitý nosník, u něhož současně s působením silového zatížení poklesnou podpory o zadané hodnoty ($\downarrow$). Nakreslete průběhy všech složek vnitřních sil včetně konstrukce tečen.

$q = 4 \text{ kNm}^{-1}$, $M = 10,6 \text{ kNm}$ ($\approx 32/3 \text{ kNm}$),
 $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$, $I_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $I_2 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$,
 $w_1 = 5,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$, $w_2 = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

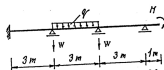
[ve středních podporách $M_3 = 35 \text{ kNm}$; $M_2 = -21 \text{ kNm}$]



Příklad 310

Metodou třímomentových rovnic řešte daný spojitý nosník, na který vedle silového zatížení působí i popuštění podpor. Sestavte číselný tvar soustavy rovnic.

$q = 8 \text{ kNm}^{-1}$, $M = 10 \text{ kNm}$, $w = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ ($\downarrow$),
 průřez: $0,2 \times 0,3 \text{ m}$; $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$

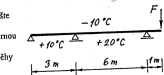


$$\begin{aligned} 2M_2 + M_3 &= -36; \\ M_2 + 4M_3 + M_4 &= 18; \\ M_3 + 4M_4 &= 28 \end{aligned}$$

Příklad 311

Metodou třímomentových rovnic vyřešte daný spojitý nosník, který je zatížen současně osamělou silou a nerovnoměrnou změnou teploty (přírůstky teplot jsou uvedeny na obrázku). Nakreslete průběhy všech složek vnitřních sil a schéma složek reakcí.

$F = 14,4 \text{ kN}$, průřez: $0,4 \times 0,6 \text{ m}$;
 $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$, $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

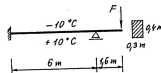


[ve střední podpoře $M_2 = -110,4 \text{ kNm}$]

Příklad 312

Metodou třímomentových rovnic vyřešte daný nosník, který je zatížen současně osamělou silou a nerovnoměrnou změnou teploty (přírůstky teplot jsou uvedeny na obrázku). Nakreslete průběhy všech složek vnitřních sil.

$F = 20 \text{ kN}$, $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$, $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

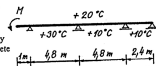


[ve vetknutí $M_2 = -12,8 \text{ kNm}$]

Příklad 313

Metodou třímomentových rovnic vyřešte daný spojitý nosník, který je zatížen současně osamělým momentem a nerovnoměrnou změnou teploty (přírůstky teplot jsou uvedeny na obrázku). Nakreslete průběhy všech složek vnitřních sil.

$M = 1 \text{ kNm}$, průřez: $0,3 \times 0,4 \text{ m}$;
 $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$, $\alpha = 1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$



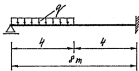
[ve středních podporách $M_2 = -3 \text{ kNm}$; $M_3 = 13 \text{ kNm}$]

Rešení spojitého nosníku

Příklad 301

Metodou třímomentových rovnic vyřešte daný nosník. Nakreslete diagramy všech složek vnitřních sil s konstrukcí tečen.

$$q = 2 \text{ kNm}^{-1}, EI = \text{konst.}$$

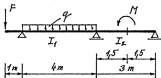


(ve vetknutí $M_b = -7 \text{ kNm}$)

Příklad 302

Metodou třímomentových rovnic vyřešte daný spojitý nosník. Nakreslete průběhy všech složek vnitřních sil a schéma složek reakcí.

$$F = 6 \text{ kN}, q = 3 \text{ kNm}^{-1}, M = 8 \text{ kNm}, I_1 = 2 I_2, E = \text{konst.}$$

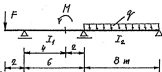


(ve střední podpoře $M_b = -1,8 \text{ kNm}$)

Příklad 303

Metodou třímomentových rovnic vyřešte daný spojitý nosník. Určete podporové momenty a nakreslete průběhy všech složek vnitřních sil (včetně konstrukce tečen).

$$F = 2 \text{ kN}, M = 6 \text{ kNm}, q = 2 \text{ kNm}^{-1}, E = \text{konst.}, I_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4, I_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$



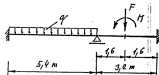
(ve střední podpoře $M_b = -5,8 \text{ kNm}$)

Příklad 304

Metodou třímomentových rovnic řešte daný spojitý nosník. Sestavte číselný tvar soustavy rovnic.

$$q = 2,4 \text{ kNm}^{-1}, F = 8 \text{ kN}, M = 6 \text{ kNm}, E = \text{konst.},$$

$$\text{průřezy: levé pole } 0,3 \times 0,6 \text{ m} \\ \text{pravé pole } 0,3 \times 0,4 \text{ m}$$

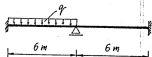


$$\begin{cases} M_a + 0,5M_b = -8,748; \\ 0,5M_a + 3M_b + M_c = -19,848; \\ M_b + 2M_c = -8,1 \end{cases}$$

Příklad 305

Metodou třímomentových rovnic s využitím rozkladu na symetrii a antimetrii vyřešte daný spojitý nosník. Pro řešení symetrického a antisymetrického stavu použijte tabulkové hodnoty. Nakreslete průběhy vnitřních sil a schéma reakcí, znázorněte tečnový polygon.

$$q = 8 \text{ kNm}^{-1}, EI = \text{konst.}$$



$$\begin{aligned} M_a &= -12 + (-18) = -30 \text{ kNm}; \\ M_b &= -12 \text{ kNm}; M_c = -12 + 18 = 6 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Příklad 306

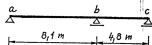
Metodou třímomentových rovnic vyřešte daný spojitý nosník, dojde-li k poklesu všech podpor o zadané hodnoty ($\downarrow$). Určete podporové momenty a nakreslete průběhy všech složek vnitřních sil a schéma reakcí.

$$w_a = 5,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}, w_b = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m},$$

$$w_c = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}, E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa},$$

$$\text{průřez levého pole: } 0,3 \times 0,6 \text{ m};$$

$$\text{průřez pravého pole: } 0,3 \times 0,4 \text{ m}$$



(ve střední podpoře $M_b = -20 \text{ kNm}$)

Výpočet přetvoření prutových soustav

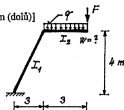
(uvažujte pouze vliv ohybových momentů)

Příklad 209

$[w = 8,6 \cdot 10^{-3} \text{ m (dolů)}]$

Aplikaci principu virtuálních prací a Vereščaginova pravidla určete svislý posun volného konce rovinné lomené konzoly.

$q = 2 \text{ kNm}^{-1}$, $F = 10 \text{ kN}$, $E = 3 \cdot 10^7 \text{ kPa}$,
 $I_1 = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $I_2 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$

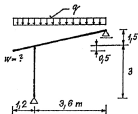


Příklad 210

Aplikaci principu virtuálních prací a Vereščaginova pravidla určete svislý posun volného konce konzoly daného rovinného lomeného nosníku.

$q = 10 \text{ kNm}^{-1}$ (na půdorysný průmět),
 $I = 2,808 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$, $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$

$[w = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m (nahoru)}]$

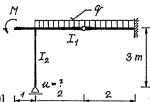


Příklad 211

Aplikaci principu virtuálních prací a Vereščaginova pravidla určete vodorovný posun posuvné kloubové podpory dané rovinné složené nosníkové soustavy.

$q = 4 \text{ kNm}^{-1}$, $M = 6 \text{ kNm}$,
 $I_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $I_2 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$,
 $E = 2 \cdot 10^8 \text{ kPa}$

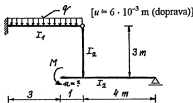
$[u = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m (doleva)}]$



Příklad 212

Aplikaci principu virtuálních prací a Vereščaginova pravidla určete vodorovný posun volného konce konzoly dané rovinné složené nosníkové soustavy.

$q = 1 \text{ kNm}^{-1}$, $M = 3 \text{ kNm}$,
 $I_1 = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $I_2 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$,
 $E = 2 \cdot 10^8 \text{ kPa}$



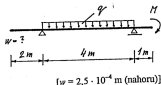
Výpočet přetvoření prutových soustav

(uvažujte pouze vliv ohybových momentů)

Příklad 201

Aplikaci principu virtuálních prací a Verežaginova pravidla určete svislý posuv volného konce levé konzoly daného nosníku.

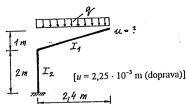
$q = 3 \text{ kNm}^{-1}$, $M = 6 \text{ kNm}$,
průřez: $0,3 \times 0,4 \text{ m}$; $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$



Příklad 202

Aplikaci principu virtuálních prací a Verežaginova pravidla určete vodorovný posun volného konce daného rovinného lomeného konzolového nosníku.

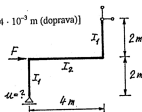
$q = 4 \text{ kNm}^{-1}$ (na půdorysný průmět),
 $I_1 = 5,76 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$, $I_2 = 14,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$,
 $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$



Příklad 203

Aplikaci principu virtuálních prací a Verežaginova pravidla určete vodorovný posun posuvné podpory daného rovinného lomeného nosníku.

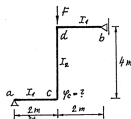
$F = 18 \text{ kN}$, $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$,
 $I_1 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $I_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$



Příklad 204

Aplikaci principu virtuálních prací a Verežaginova pravidla určete pootočení styčnicku c daného rovinného lomeného nosníku.

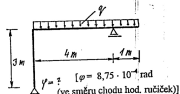
$F = 15 \text{ kN}$, $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$,
 $I_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $I_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$



Příklad 205

Aplikaci principu virtuálních prací a Verežaginova pravidla určete pootočení u pevné kloubové podpory daného rovinného lomeného nosníku.

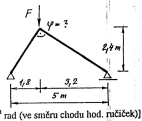
$q = 12 \text{ kNm}^{-1}$, $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$,
přičel: $0,3 \times 0,4 \text{ m}$; sloup: $0,3 \times 0,3 \text{ m}$



Příklad 206

Aplikaci principu virtuálních prací a Verežaginova pravidla určete pootočení styčnicku daného rovinného lomeného nosníku.

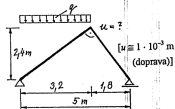
$F = 31,25 \text{ kN}$, $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$, $I = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$



Příklad 207

Aplikaci principu virtuálních prací a Verežaginova pravidla určete vodorovný posuv styčnicku daného rovinného lomeného nosníku.

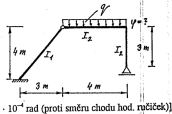
$q = 5 \text{ kNm}^{-1}$ (na půdorysný průmět),
 $I = 1,296 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$



Příklad 208

Aplikaci principu virtuálních prací a Verežaginova pravidla určete pootočení monolitického styčnicku daného rovinného rámu.

$q = 6 \text{ kNm}^{-1}$, $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$,
 $I_1 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $I_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$

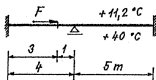


Příklad 516

Obecnou deformační metodou vyřešte deformační stav (tj. určete složky přemístění) daného spojitého nosníku se silovým zatížením v levém poli a teplotním účinkem v pravém poli (přírůstky teplot viz obr.).

$$F = 27,2 \text{ kN}, \alpha_t = 1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}, \\ \text{průřez } 0,3 \times 0,4 \text{ m}, E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$$

$$[u_2 = -5,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}; \varphi_2 = -4 \cdot 10^{-4} \text{ rad}]$$

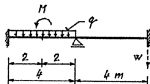


Příklad 517

Obecnou deformační metodou vyřešte deformační stav (tj. určete složky přemístění) daného spojitého nosníku zatíženého silovým a deformačním zatížením. Uvažujte nejmenší počet neznámých.

$$q = 12 \text{ kNm}^{-1}, M = 6,4 \text{ kNm}, w = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m } (\downarrow), \\ \text{průřez } 0,4 \times 0,6 \text{ m}, E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$$

$$[\varphi_2 = -7 \cdot 10^{-4} \text{ rad}]$$

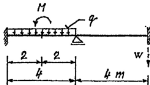


Příklad 518

V obecné deformační metodě dorešte daný spojitý nosník zatížený silovým a deformačním zatížením, vyšlo-li řešením pootočení nad střední podporou $\varphi = -7 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$ (v deformační konvenci). Znázměte průběhy všech složek vnitřních sil a schéma složek reakcí.

$$q = 12 \text{ kNm}^{-1}, M = 6,4 \text{ kNm}, w = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m } (\downarrow), \\ \text{průřez } 0,4 \times 0,6 \text{ m}, E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$$

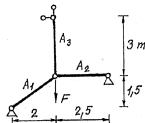
$$[R_{1,2}^* = \{0; 11,4; -32,8; 0; -59,4; -115,2\}^T; \\ R_{2,3}^* = \{0; -70,2; 115,2; 0; 70,2; 165,6\}^T]$$



Příklad 519

Obecnou deformační metodou vyřešte deformační stav (tj. určete složky přemístění) dané rovinné kloubové prutové soustavy.

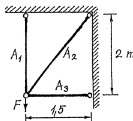
$$F = 19,4 \text{ kN}, \\ A_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2, A_2 = 5,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2, \\ A_3 = 2,82 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2, E = 2 \cdot 10^8 \text{ kPa} \\ [r = (2; 7)^T \cdot 10^{-3} \text{ m}]$$



Příklad 520

Obecnou deformační metodou vyřešte deformační stav (tj. určete složky přemístění) dané rovinné kloubové prutové soustavy.

$$F = 50 \text{ kN}, \\ A_1 = 3,95 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2, A_2 = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2, \\ A_3 = 3,45 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2, E = 2 \cdot 10^8 \text{ kPa} \\ [r = \{3; 8\}^T \cdot 10^{-3} \text{ m}]$$

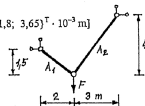


Příklad 521

Obecnou deformační metodou vyřešte deformační stav (tj. určete složky přemístění) dané rovinné kloubové prutové soustavy.

$$F = 50 \text{ kN}, E = 2 \cdot 10^8 \text{ kPa}, \\ A_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2, A_2 = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$[r = \{-1,8; 3,65\}^T \cdot 10^{-3} \text{ m}]$$

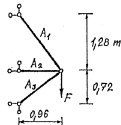


Příklad 522

Obecnou deformační metodou vyřešte deformační stav (tj. určete složky přemístění) dané rovinné kloubové prutové soustavy.

$$F = 15,5 \text{ kN}, \\ A_1 = 8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2, A_2 = 9,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2, \\ A_3 = 15 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2, E = 2 \cdot 10^8 \text{ kPa}$$

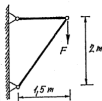
$$[r = \{0,2; 1,1\}^T \cdot 10^{-4} \text{ m}]$$



Příklad 509

Obecnou deformační metodou vyřešte deformační stav (tj. určete složky přemístění) dané rovinné kloubové prutové soustavy.

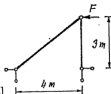
$$F = 24 \text{ kN}, \\ EA = 7,5 \cdot 10^4 \text{ kN} \text{ (pro všechny pruty)} \\ [u = 3,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}; w = 15,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}]$$



Příklad 510

Obecnou deformační metodou vyřešte deformační stav (tj. určete složky přemístění) dané rovinné kloubové prutové soustavy.

$$F = 12 \text{ kN}, EA = 15 \cdot 10^4 \text{ kN} \\ [u = -7,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}; w = -1,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}]$$

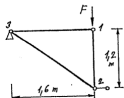


Příklad 511

Obecnou deformační metodou vyřešte deformační stav (tj. určete složky přemístění) dané rovinné kloubové prutové soustavy.

$$F = 6 \text{ kN}, \\ EA = 336 \cdot 10^3 \text{ kN} \text{ (pro všechny pruty)}$$

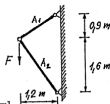
$$[u_1 = 0; w_1 = 0,120635 \cdot 10^{-3} \text{ m}; w_2 = 0,099206 \cdot 10^{-3} \text{ m}]$$



Příklad 512

Obecnou deformační metodou vyřešte deformační stav (tj. určete složky přemístění) dané rovinné kloubové prutové soustavy.

$$F = 14,706 \text{ kN}, E = 2 \cdot 10^3 \text{ kPa}, \\ A_1 = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2, A_2 = 20 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \\ [u = -3,53 \cdot 10^{-3} \text{ m}; w = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}]$$

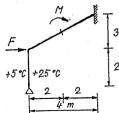


Řešení prutové soustavy obecnou deformační metodou

Příklad 513

Sestavte numerický tvar vektoru pravé strany daného rovinného rámu řešeného obecnou deformační metodou (s nejmenším počtem neznámých). Na rám působí současně silové a deformační zatížení (přírůstky teplot v obr.).
 $F = 31,25 \text{ kN}$, $M = 100 \text{ kNm}$,
 $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$, $\alpha = 1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$,
 průřez sloupů $0,3 \times 0,3 \text{ m}$

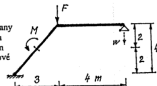
$$[F = (20; -294; 38,5)^T]$$



Příklad 514

Sestavte numerický tvar vektoru pravé strany daného rovinného rámu řešeného obecnou deformační metodou (s nejmenším počtem neznámých). Na rám působí současně silové a deformační zatížení.
 $F = 42 \text{ kN}$, $M = 100 \text{ kNm}$,
 $w = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ ($\downarrow$), $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$,
 příček: $0,3 \times 0,4 \text{ m}$; šikmý sloup: $0,3 \times 0,3 \text{ m}$

$$[F = (-24; 30; -49)^T]$$

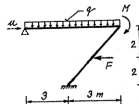


Příklad 515

Sestavte numerický tvar vektoru pravé strany daného rovinného rámu řešeného obecnou deformační metodou (s nejmenším počtem neznámých). Na rám působí současně silové a deformační zatížení.

$$q = 4 \text{ kNm}^{-1}, F = 40 \text{ kN}, M = 8 \text{ kNm}, \\ u = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m} (\rightarrow), E = 3 \cdot 10^7 \text{ kPa}, \\ \text{příček: } 0,4 \times 0,6 \text{ m; sloup: } 0,4 \times 0,4 \text{ m}$$

$$[F = (1180; 15; -10)^T]$$



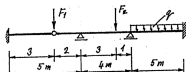
Řešení prutové soustavy obecnou deformační metodou

Příklad 501

Sestavte numerický tvar vektoru pravé strany daného rovinného rámu řešeného obecnou deformační metodou.

$$F_1 = 5 \text{ kN}, F_2 = 16 \text{ kN}, q = 2,4 \text{ kNm}^{-1}$$

$$[F = (5; -3; 4)^T]$$

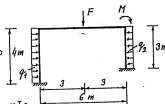


Příklad 502

Sestavte numerický tvar vektoru pravé strany daného rovinného rámu řešeného obecnou deformační metodou.

$$q_1 = 6 \text{ kNm}^{-1}, q_2 = 4 \text{ kNm}^{-1}, F = 20 \text{ kN}, M = 8 \text{ kNm}$$

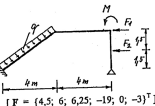
$$[F = (12; 10; -7; -6; 10; 4)^T]$$



Příklad 503

Sestavte numerický tvar vektoru pravé strany daného rovinného rámu řešeného obecnou deformační metodou.

$$q = 3 \text{ kNm}^{-1}, M = 6 \text{ kNm}, F_1 = 8 \text{ kN}, F_2 = 16 \text{ kN}$$



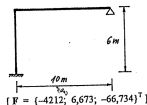
$$[F = (4,5; 6; 6,25; -19; 0; -3)^T]$$

Příklad 504

Sestavte numerický tvar vektoru pravé strany daného rovinného rámu řešeného obecnou deformační metodou. Na rám působí v kloubové podpoře dané deformační zatížení:

$$u = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m} (\leftarrow), w = 12 \cdot 10^{-3} \text{ m} (\downarrow);$$

$$\text{příčel: } 0,3 \times 0,65 \text{ m; sloup: } 0,3 \times 0,5 \text{ m; } E = 27 \text{ GPa}$$

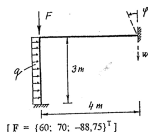


$$[F = (-4212; 6,673; -66,734)^T]$$

Příklad 505

Sestavte numerický tvar vektoru pravé strany daného rovinného rámu řešeného obecnou deformační metodou. Na rám působí současně silové a deformační zatížení.

$$F = 4,375 \text{ kN}, q = 40 \text{ kNm}^{-1}, w = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m} (\downarrow), \varphi = 8 \cdot 10^{-4} \text{ rad} (\curvearrowright), \text{příčel: } 0,3 \times 0,5 \text{ m; sloup: } 0,3 \times 0,3 \text{ m; } E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$$

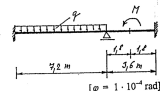


$$[F = (60; 70; -88,75)^T]$$

Příklad 506

Deformační metodou (obecnou nebo zjednodušenou) vyřešte deformační stav (tj. určete složky přemístění) daného spojitěho nosníku.

$$q = 12 \text{ kNm}^{-1}, M = 77,76 \text{ kNm}, \text{průřez: } 0,4 \times 0,6 \text{ m; } E = 27 \cdot 10^6 \text{ kPa}$$

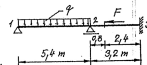


$$[\varphi = 1 \cdot 10^{-4} \text{ rad}]$$

Příklad 507

Obecnou deformační metodou vyřešte deformační stav (tj. určete složky přemístění) daného rovinného spojitěho nosníku.

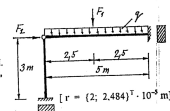
$$q = 3,704 \text{ kNm}^{-1}, F = 51 \text{ kN}, E = 27 \cdot 10^6 \text{ kPa}, \text{průřez - levé pole: } 0,3 \times 0,6 \text{ m; - pravé pole: } 0,3 \times 0,4 \text{ m}$$



$$[u_2 = -2 \cdot 10^{-3} \text{ m; } \varphi_2 = 10 \cdot 10^{-3} \text{ rad}]$$

Příklad 508

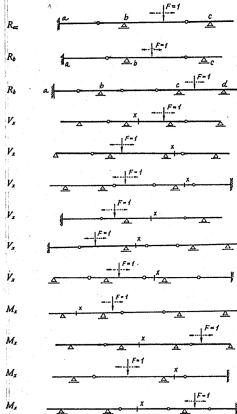
Daný rovinný rám řešte obecnou deformační metodou. S nejmenším počtem rovnic určete složky přemístění. $q = 4 \text{ kNm}^{-1}, F_1 = 8 \text{ kN}, F_2 = 14,42 \text{ kN}, E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa},$ průřezy: sloup $0,2 \times 0,3 \text{ m;}$ příčel $0,3 \times 0,6 \text{ m}$



$$[r = (2; 2,484)^T \cdot 10^{-3} \text{ m}]$$

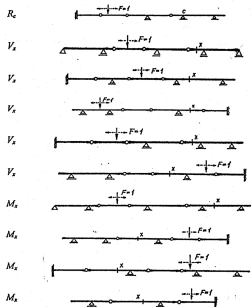
Řešení příčinkových čar Gerberova nosníku

Kinematickou metodou určete tvar příčinkové čáry zadané veličiny daného Gerberova nosníku. Vyznačte výchozí hodnoty pro výpočet určujících (lomových) pořadnic.



Řešení příčinkových čar Gerberova nosníku

Kinematickou metodou určete tvar příčinkové čáry zadané veličiny daného Gerberova nosníku. Vyznačte výchozí hodnoty pro výpočet určujících (lomových) pořadnic.



Určování stupně statické a přetvárné neurčitosti

Pro daný rovinný rám určete:

- stupeň statické neurčitosti (vykreslete základní soustavu)
- stupeň přetvárné neurčitosti při použití obecné i zjednodušené deformační metody (nakreslete výpočtové modely)

Příklad 101



Příklad 102



Příklad 103



Příklad 104



Příklad 105



Příklad 106



Příklad 107



Příklad 108



Příklad 109



Příklad 110



Příklad 111



Příklad 112



Příklad 113



Příklad 114



Příklad 115



Určování stupně statické a přetvárné neurčitosti

Pro daný rovinný rám určete:

- stupeň statické neurčitosti (vykreslete základní soustavu)
- stupeň přetvárné neurčitosti při použití obecné i zjednodušené deformační metody (nakreslete výpočtové modely)

Příklad 116



Příklad 117



Příklad 118



Příklad 119



Příklad 120



Příklad 121



Příklad 122



Příklad 123



Příklad 124

