

Obliczanie ugięcia płyty za pomocą metody różnic skończonych

ORIGIN := 0

$E := 70 \text{ GPa}$

$\nu := 0.25$

$h := 4 \text{ cm}$

$Lx := 4 \text{ m}$

$Ly := 4 \text{ m}$

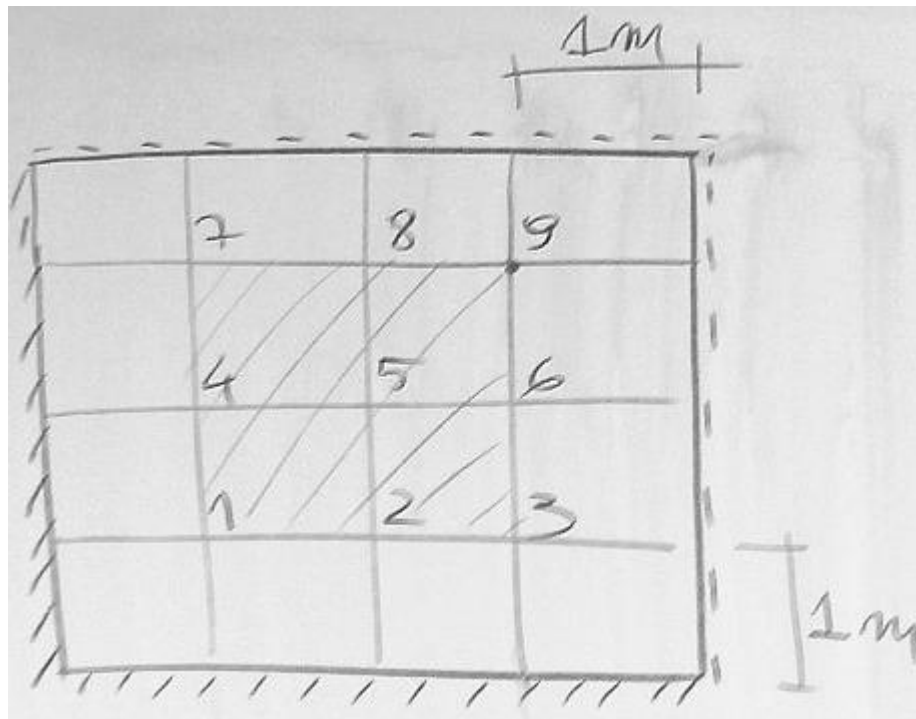
$\Delta := 1 \text{ m}$

$Nx := \frac{Lx}{\Delta} = 4$

$Ny := \frac{Ly}{\Delta} = 4$

$q0 := -5 \text{ kPa}$ - obciążenie użytkowe

$$D := \frac{E \cdot h^3}{12(1 - \nu^2)} = 398.222 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad \text{- sztywność płytowa}$$



Tablica z numerami węzłów wykorzystuje symetrię płyty

$$N := \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 0 \\ 0 & 4 & 5 & 6 & 0 \\ 0 & 7 & 8 & 9 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

```

Bilaplasjan(A, N, i, j) :=
  a ← Ni, j
  Aa, a ← Aa, a + 20
  Aa, Ni, j-1 ← Aa, Ni, j-1 - 8
  Aa, Ni, j+1 ← Aa, Ni, j+1 - 8
  Aa, Ni-1, j ← Aa, Ni-1, j - 8
  Aa, Ni+1, j ← Aa, Ni+1, j - 8
  Aa, Ni-1, j-1 ← Aa, Ni-1, j-1 + 2
  Aa, Ni+1, j-1 ← Aa, Ni+1, j-1 + 2
  Aa, Ni-1, j+1 ← Aa, Ni-1, j+1 + 2
  Aa, Ni+1, j+1 ← Aa, Ni+1, j+1 + 2
  Aa, Ni+2, j ← Aa, Ni+2, j + 1 if i < Ny - 1
  Aa, Ni-2, j ← Aa, Ni-2, j + 1 if i > 1
  Aa, Ni, j-2 ← Aa, Ni, j-2 + 1 if j > 1
  Aa, Ni, j+2 ← Aa, Ni, j+2 + 1 if j < Nx - 1
  A
    
```

$$n := \max(N) = 9 \quad w_n := 0$$

Tworzenie układu równań MRS

$$A_{n,n} := 0 \quad b_n := 0$$

$$i := 1..3 \quad j := 1..3$$

$$B := \sum_i \left(\sum_j B_{i,j} \right)$$

$$i := 2..8 \quad b_i := \frac{1}{2}$$

$$b_1 := \frac{1}{4} \quad b_3 := \frac{1}{4} \quad b_7 := \frac{1}{4} \quad b_9 := \frac{1}{4} \quad b_5 := 1$$

Warunek brzegowy $w_0=0$

$$i := 0$$

$$k := 0..n \quad B_{i,k} := 0 \quad B_{i,i} := 1 \quad b_i := 0$$

Warunki brzegowe $\varphi_x=0$ na brzegu $y=0$

$$j := 1..3 \quad B_{j,j} := B_{j,j+1}$$

Warunki brzegowe $\varphi_y=0$ na brzegu $x=0$

$$j := 1,4..7 \quad B_{j,j} := B_{j,j+1}$$

Warunki brzegowe $M_x=0$ na brzegu $x=L_x$

$$j := 3,6..9 \quad B_{j,j} := B_{j,j-1}$$

Warunki brzegowe $M_y=0$ na brzegu $y=L_y$

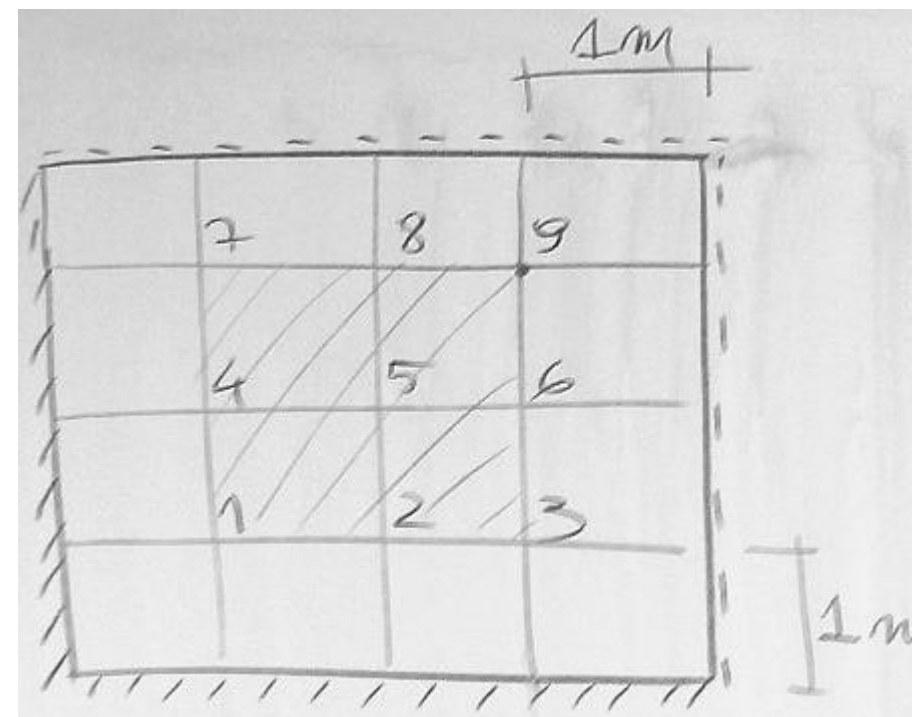
$$j := 7,8..9 \quad B_{j,j} := B_{j,j-1}$$

Wartości węzłowe prawej strony układu równań MRS

$$\alpha_0 := \frac{\Delta^4 \cdot q_0}{D} = -12.555804 \cdot \text{mm}$$

$$N =$$

	0	1	2	3	4
0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	0
2	0	4	5	6	0
3	0	7	8	9	0
4	0	0	0	0	0



Układ równań MRS

$B \cdot w = \alpha \theta \cdot b$

$B =$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	-10	22	-8	1	-8	2	0	1	0	0
2	-2	-8	21	-8	2	-8	2	0	1	0
3	-10	1	-8	20	0	2	-8	0	0	1
4	-2	-8	2	0	21	-8	1	-8	2	0
5	4	2	-8	2	-8	20	-8	2	-8	2
6	-2	0	2	-8	1	-8	19	0	2	-8
7	-10	1	0	0	-8	2	0	20	-8	1
8	-2	0	1	0	2	-8	2	-8	19	-8
9	-10	0	0	1	0	2	-8	1	-8	18

$b =$

	0
0	0
1	0.25
2	0.5
3	0.25
4	0.5
5	1
6	0.5
7	0.25
8	0.5
9	0.25

$\alpha \theta = -0.012556 m$