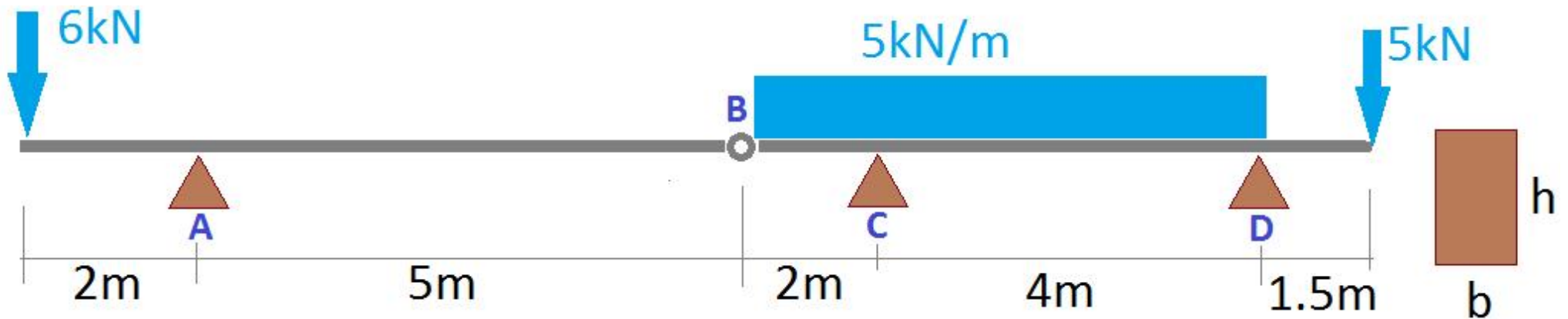


## Obliczenie ugięcia belki metodą różnic skończonych (MRS)

ORIGIN := 0



$$q := 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad P1 := 6\text{kN} \quad P2 := 5\text{kN}$$

$$L := 14.5\text{m} \quad b := 12\text{cm} \quad h := 18\text{cm} \quad J := b \cdot \frac{h^3}{12} \quad E := 16\text{GPa}$$

$$RA := P1 \cdot \frac{7\text{m}}{5\text{m}} \quad TB := RA - P1 \quad RC := \frac{-TB \cdot 6\text{m} + q \cdot 6\text{m} \cdot 3\text{m} - P2 \cdot 1.5\text{m}}{4\text{m}} \quad RD := P2 + q \cdot 6\text{m} - TB - RC$$

$$n := 29 \quad \Delta := \frac{L}{n} \quad \alpha := \frac{\Delta^2}{E \cdot J}$$

### *Definicja funkcji momentów zginających*

$$M1(x) := -P1 \cdot x$$

$$M2(x) := M1(x) + RA \cdot (x - 2m)$$

$$M3(x) := M2(x) - q \cdot \frac{(x - 7m)^2}{2}$$

$$M4(x) := M3(x) + RC \cdot (x - 9m)$$

$$M5(x) := -P2 \cdot (L - x)$$

### *Wyznaczanie współrzędnych węzłów $X_i$ oraz wartości momentów $M_i$*

$$i := 0 .. n \quad X_i := i \cdot \Delta$$

$$i := 0 .. 4 \quad M_i := M1(X_i)$$

$$i := 5 .. 14 \quad M_i := M2(X_i)$$

$$i := 15 .. 18 \quad M_i := M3(X_i)$$

$$i := 19 .. 26 \quad M_i := M4(X_i)$$

$$i := 27 .. 29 \quad M_i := M5(X_i)$$

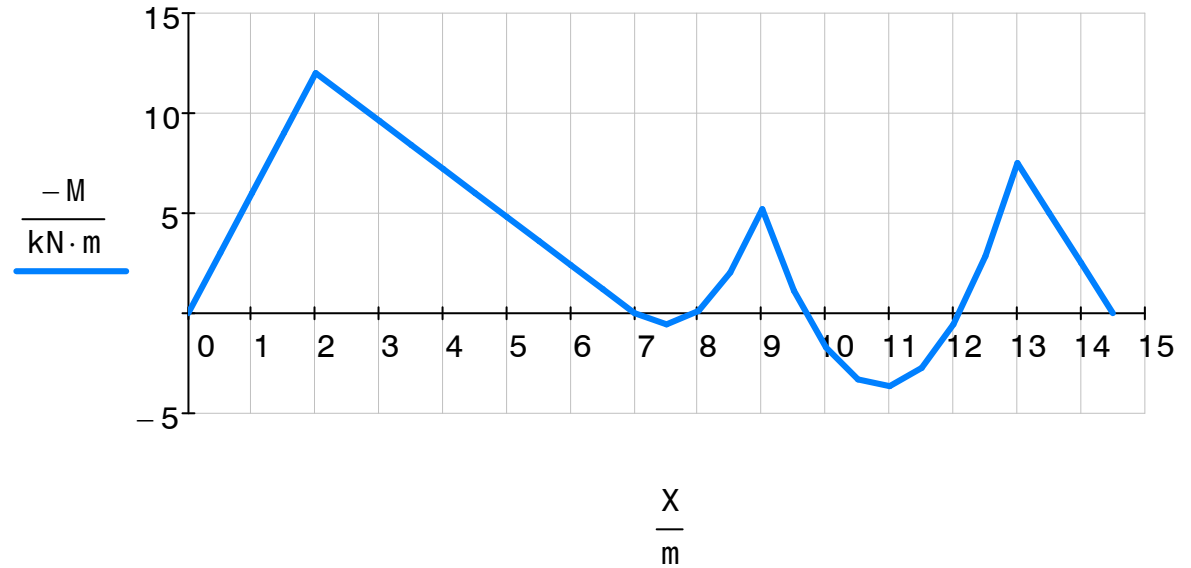
## Wykres momentów zginających

	0
0	0
1	-3
2	-6
3	-9
4	-12
5	-10.8
6	-9.6
7	-8.4
8	-7.2
9	-6
10	-4.8
11	-3.6
12	-2.4
13	-1.2
14	0
15	0.575
16	...

$\cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

	0
0	0
1	0.5
2	1
3	1.5
4	2
5	2.5
6	3
7	3.5
8	4
9	4.5
10	5
11	5.5
12	6
13	6.5
14	7
15	7.5
16	...

$\cdot \text{m}$



*Warunki brzegowe:*

$y_4 = 0 \quad y_{18} = 0 \quad y_{26} = 0$

## Układ równań MRS:

$$y_n := 0$$

$$i := 0.. n \quad A_{i, i} := -2$$

$$i := 1.. n \quad A_{i, i-1} := 1$$

$$i := 0.. n-1 \quad A_{i, i+1} := 1$$

A =

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0	-2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	-2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	-2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	-2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	-2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	-2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	-2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1	-2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	1	-2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-2	1	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-2	1	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-2	1	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-2	1	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-2	1	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-2	1	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-2	1	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-2	1
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-2
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...

## Modyfikacja macierzy A

$$k := 4 \quad r := 0$$

$$j := 0.. n \quad A_{r, j} := 0$$

$$A_{r, k} := 1$$

$$k := 18 \quad r := 14$$

$$j := 0.. n \quad A_{r, j} := 0$$

$$A_{r, k} := 1$$

$$k := 26 \quad r := 29$$

$$j := 0.. n \quad A_{r, j} := 0$$

$$A_{r, k} := 1$$



$y := \text{lsolve}(A, \alpha \cdot M)$

	0
0	-6.008
1	-4.305
2	-2.683
3	-1.221
4	0
5	0.899
6	1.509
7	1.862
8	1.989
9	1.924
10	1.698
11	1.343
12	0.892
13	0.377
14	-0.171
15	-0.125
16	-0.063
17	$-4.521 \cdot 10^{-3}$
18	0
19	-0.135
20	-0.299
21	-0.418
22	-0.447
23	-0.379
24	-0.238
25	-0.081
26	...

$y =$  cm

*Wykres ugięcia belki*

