

Całkowanie wektora obciążeń {P}

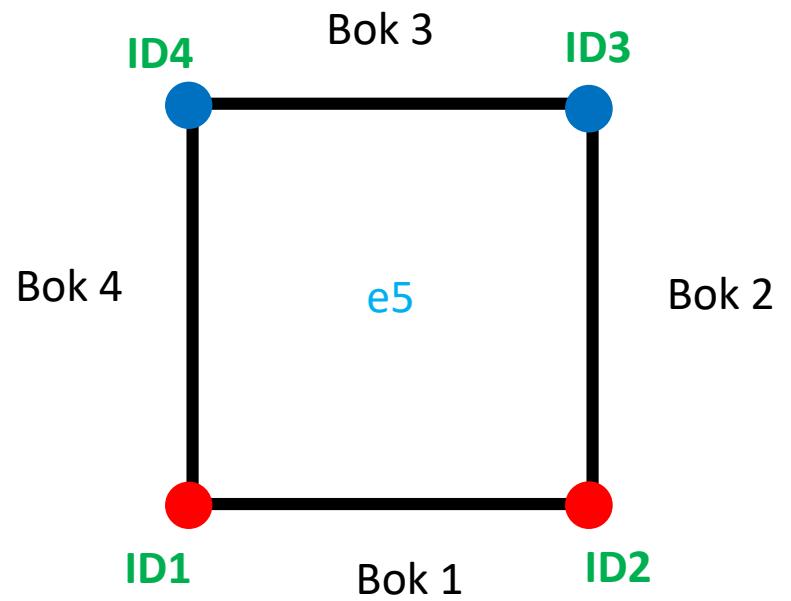
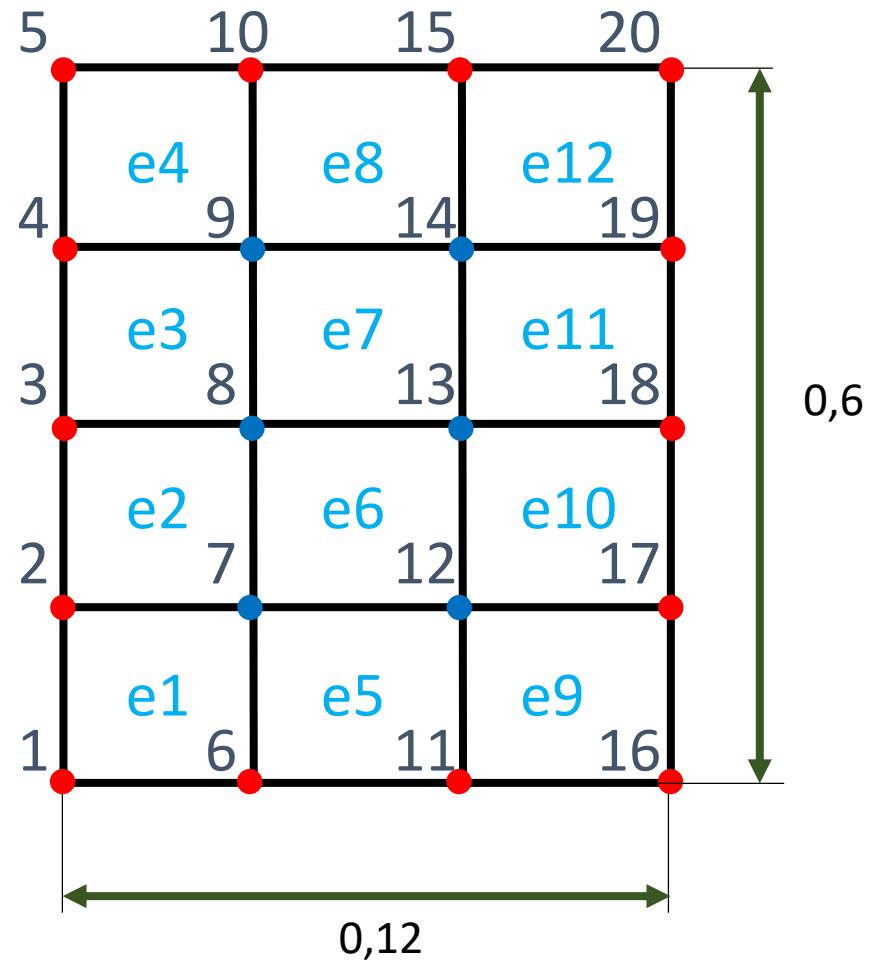
dr inż. Kustra Piotr

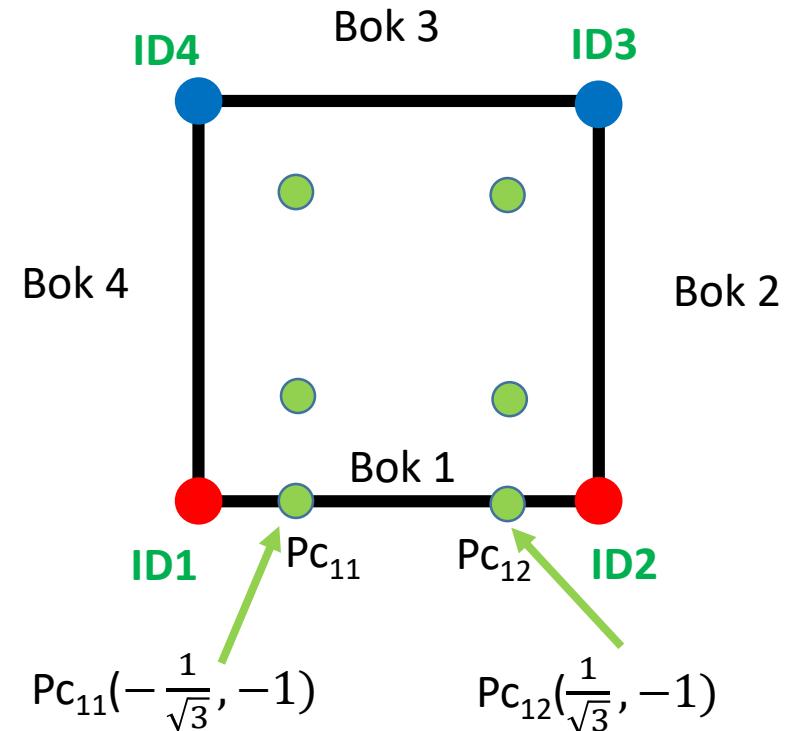
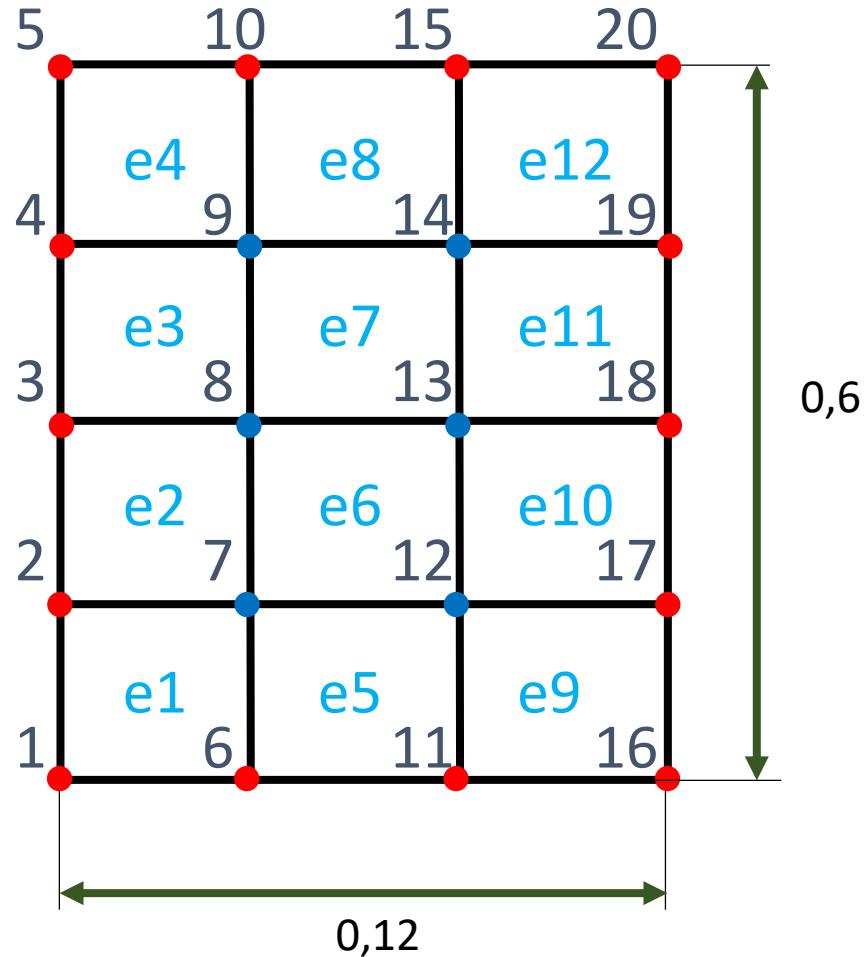
WIMiP, KISiM, AGH

B5, pokój 710

● - węzeł ma kontakt z otoczeniem – warunek brzegowy

● - węzeł nie ma kontaktu z otoczeniem

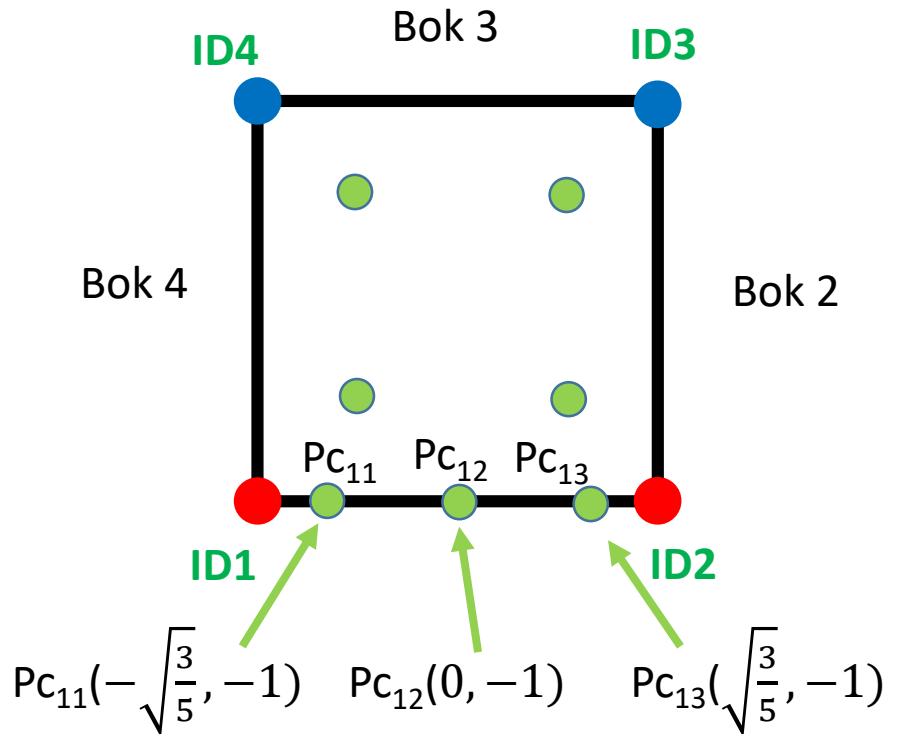
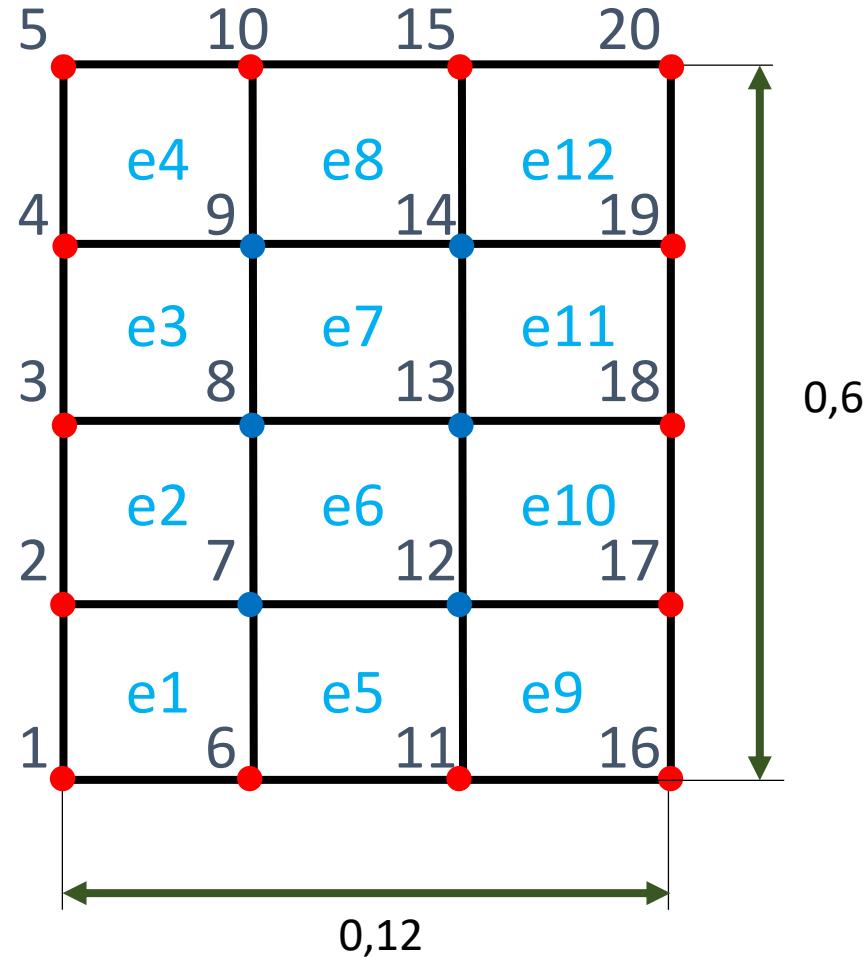




Struktura bok – w elemencie uniwersalnym:

- ilość punktów całkowania po powierzchni,
- współrzędne punktów całkowania,
- wartości funkcji kształtu w punktach całkowania.

pc	ksi	eta	N1	N2	N3	N4
11	-0,57735	-1	0,788675	0,211325	0	0
12	0,57735	-1	0,211325	0,788675	0	0



- Struktura bok – w elemencie uniwersalnym:
- ilość punktów całkowania po powierzchni,
 - współrzędne punktów całkowania,
 - wartości funkcji kształtu w punktach całkowania.

pc	ksi	eta	N1	N2	N3	N4
11	-0,7746	-1	0,887298	0,112702	0	0
12	0	-1	0,5	0,5	0	0
13	0,7746	-1	0,112702	0,887298	0	0

Obliczanie wektora $\{P\}$

$$[P] = \int_S \alpha\{N\} t_{ot} dS = \sum_{i=1}^{n_{pc}} f(pc_i) w_i \det[J]$$

$$[P] = P_{pc1} + P_{pc2}$$

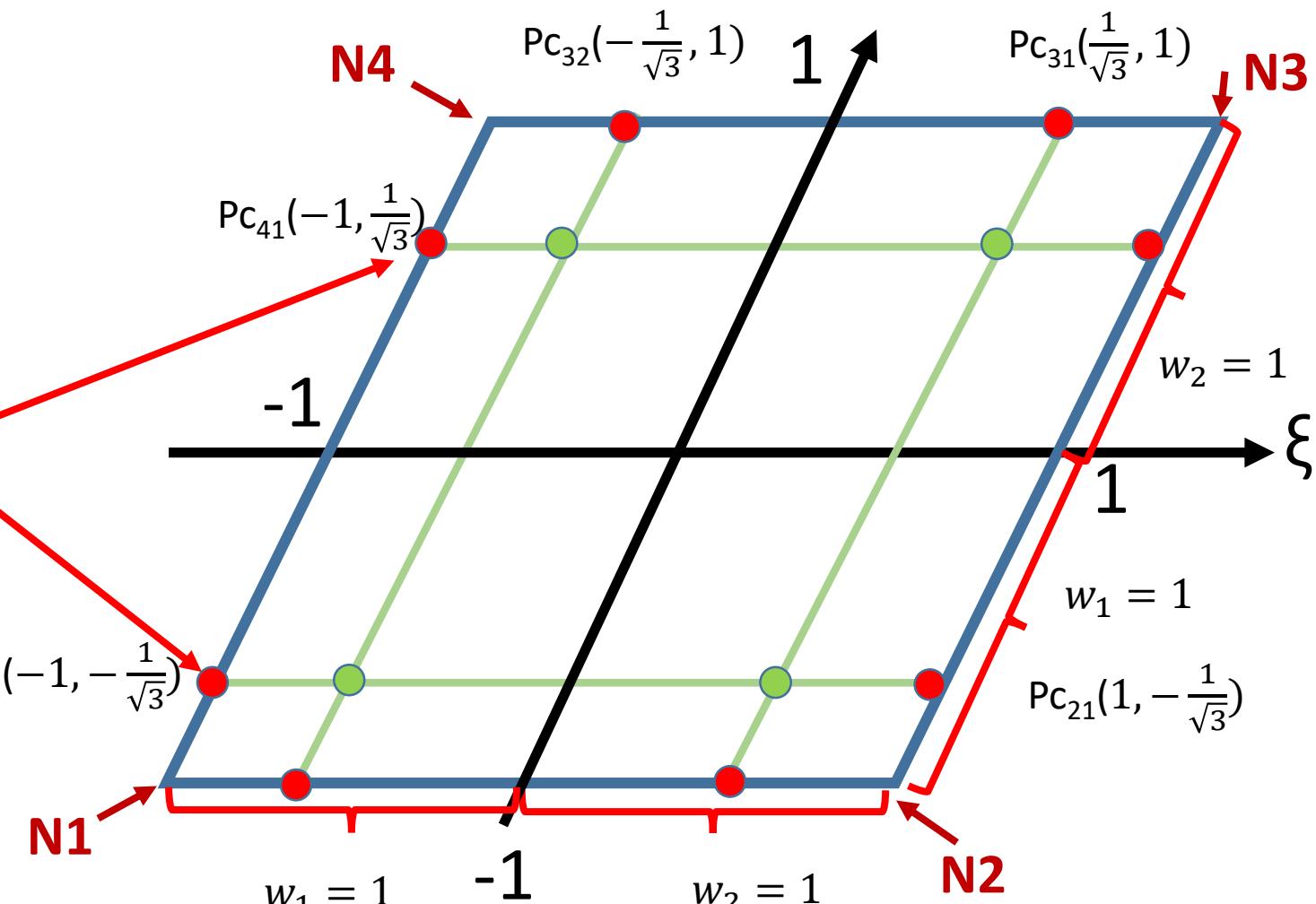
pc	ksi	eta	N1	N2	N3	N4
1	-1	0,5773	0,2113	0	0	0,7886
2	-1	-0,5773	0,7886	0	0	0,2113

ID	1	2	3	4
x	0	0,025	0,025	0
y	0	0	0,025	0,025

$$\det[J] = \frac{L}{2} = 0,0125$$

$$t_{ot} = 1200C \text{ (temp. otoczenia)}$$

$$\{P\} = \int_S 25 \left(\begin{pmatrix} N1 \\ N2 \\ N3 \\ N4 \end{pmatrix} 1200 \right) ds = 25 \left(w_1 * \left(\begin{pmatrix} 0,2113 \\ 0 \\ 0 \\ 0,7886 \end{pmatrix} 1200 \right) + w_2 * \left(\begin{pmatrix} 0,7886 \\ 0 \\ 0 \\ 0,2113 \end{pmatrix} 1200 \right) \right) * \det[J]$$



Obliczanie wektora $\{P\}$

$$[P] = \int_S \alpha\{N\} t_{ot} dS = \sum_{i=1}^{n_{pc}} f(pc_i) w_i \det[J]$$

$$[P] = P_{pc1} + P_{pc2} + P_{pc3}$$

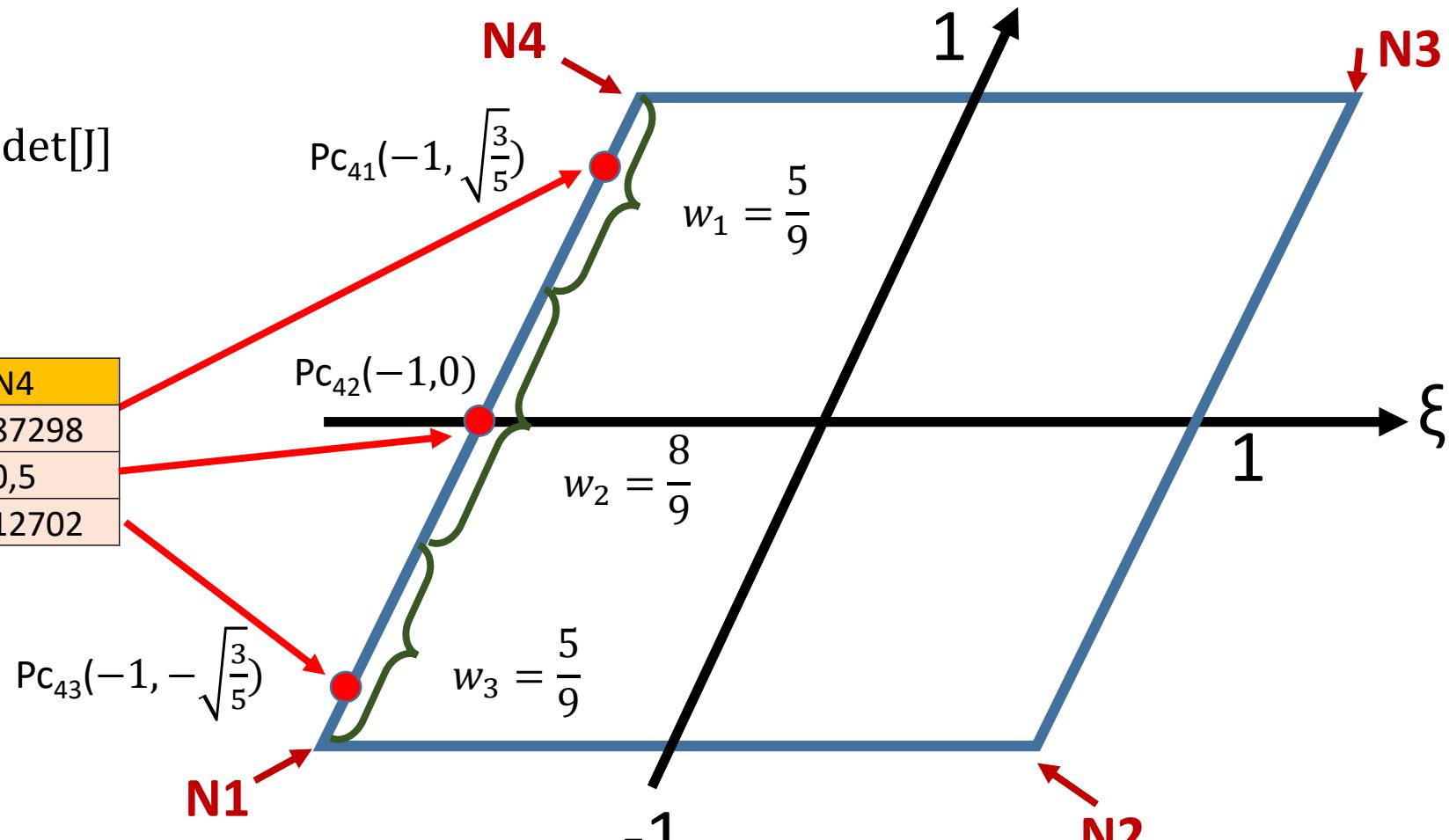
pc	ksi	eta	N1	N2	N3	N4
41	-1	0,7746	0,112702	0	0	0,887298
42	-1	0	0,5	0	0	0,5
43	-1	-0,7746	0,887298	0	0	0,112702

ID	1	2	3	4
x	0	0,025	0,025	0
y	0	0	0,025	0,025

$$\det[J] = \frac{L}{2} = 0,0125$$

$$t_{ot} = 1200C$$

$$[P] = 25 \left(w_1 * \begin{pmatrix} 0,1127 \\ 0 \\ 0,8872 \end{pmatrix} 1200 \right) + w_2 * \begin{pmatrix} 0,5 \\ 0 \\ 0,5 \end{pmatrix} 1200 + w_3 * \begin{pmatrix} 0,8872 \\ 0 \\ 0,1127 \end{pmatrix} 1200 \right) * \det[J]$$



Czytanie siatki z pliku -> tworzenie struktur danych – element, node, element uniwersalny

Implementacja pętli po elementach e:

Pobieranie wartości x oraz y węzłów elementu skońzonego e,

Pętla po punktach całkowania pc (dla 2d $pc = 4, 9, 16\dots$)

Obliczanie macierzy Jakobiego J, Jakobianu i macierzy odwrotnej J^{-1}
dla punktu całkowania pc

Obliczamy dN/dx oraz dN/dy -> Macierz H w dla punktu całkowania pc

Sumujemy macierze H z punktów całkowania $pc_1 - pc_n$ (dla 2d $pc_n = 4, 9, 16\dots$)

Obliczamy macierz Hbc dla każdej ściany elementu „e” i sumujemy

Obliczamy wektor P dla każdej ściany elementu „e” i sumujemy

Agregacja macierzy HL – HG, agregacja wektora PL -> PG

Rozwiążanie układu równań $[H]\{t\} + \{P\} = 0$

Wyświetlenie wartości temperatur z każdego węzła pod konsolą

Struct GaussIntegration

w, pc

Struct Elem2d_4 (element uniwersalny)

$dNdKsi[4 lub 9 lub 16(zależne od npc)][4]$

$dNdEta[4 lub 9 lub 16 (zależne od npc)][4]$

Struct Surface

$N[2 lub 3 lub 4 (npc)][4]$

Surface[4]

Struct Element

$id[4]$

$H[4][4]$

$Hbc[4][4]$

$P[4]$

Struct node

x, y, BC

$$[H]\{t\} + \{P\} = 0$$

nN – liczba węzłów siatki

Struct SystemOfEquation

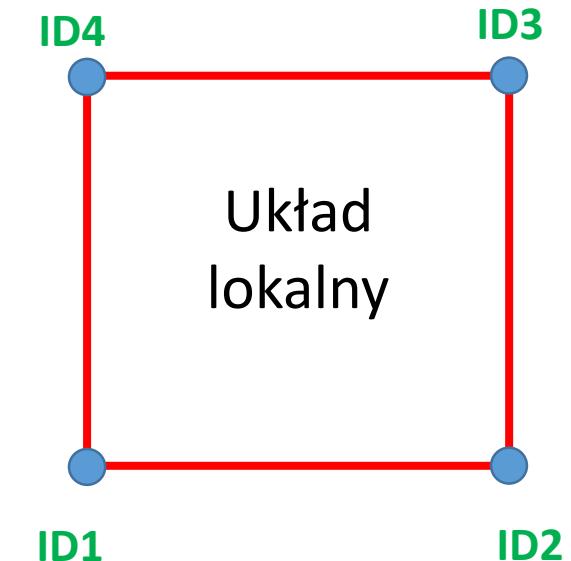
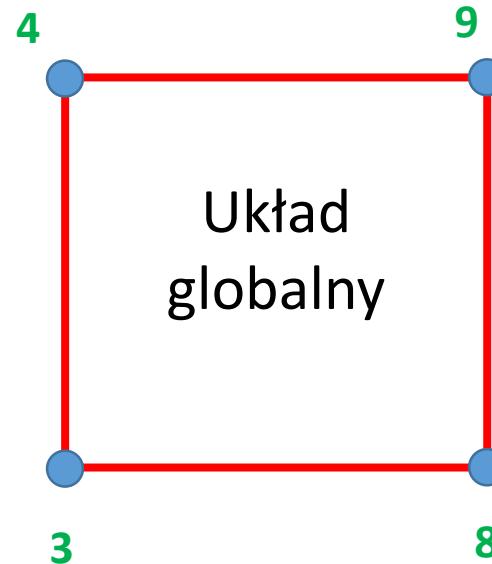
$t[nN]$

$HG[nN][nN]$

$PG[nN]$

$t = \text{Solve}(HG, PG, nN)$

Agregacja wektora $\{P\}$



1	1
1	P1
2	P2
3	P3
4	P4

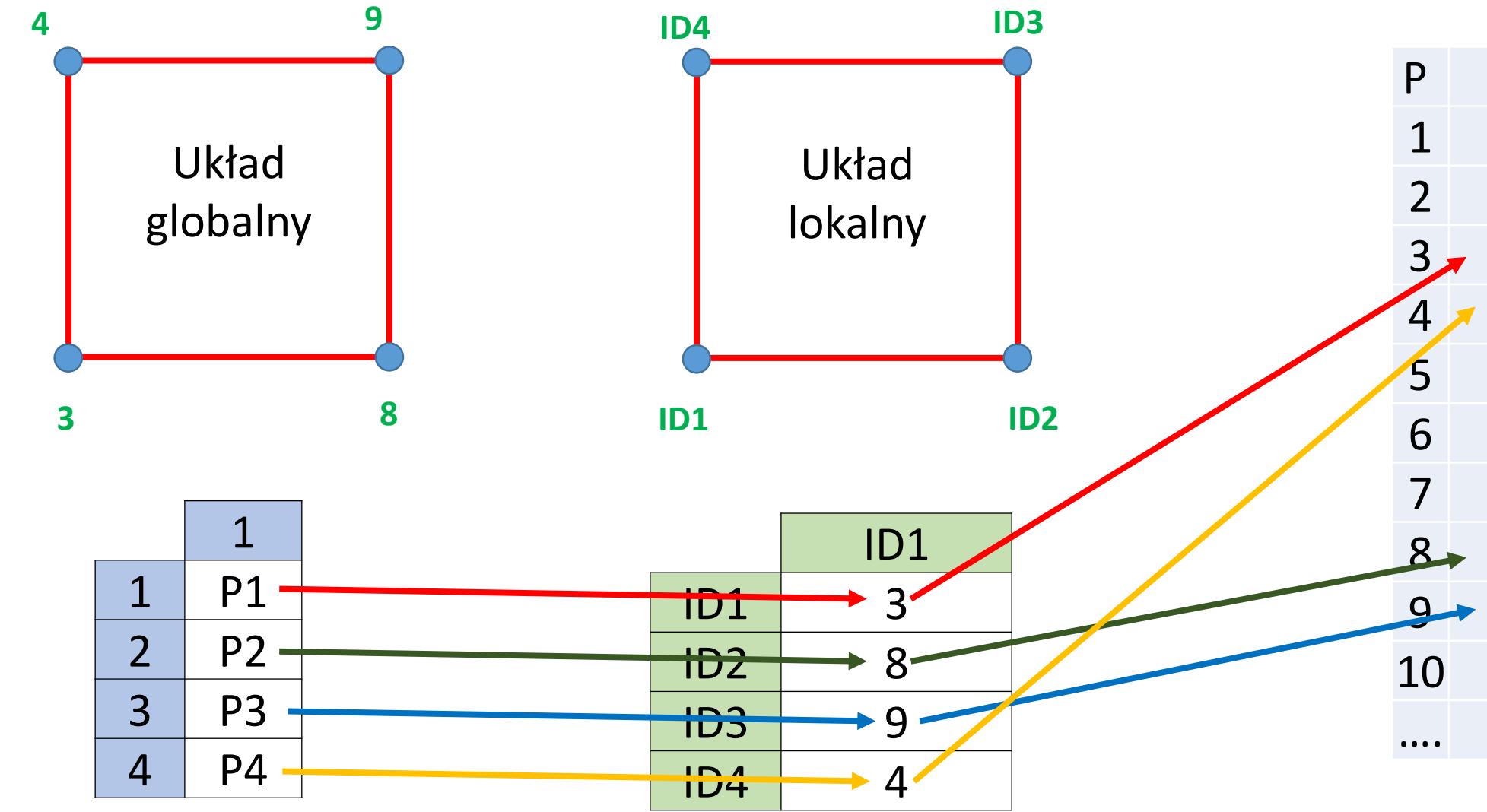
Wektor P lokalny

ID1	1
ID1	3
ID2	8
ID3	9
ID4	4

Przepis na agregacje w przestrzeni 2d

Agregacja 2d

Wektor P globalny



Wektor P lokalny

Przepis na agregacje w przestrzeni 2d