



Geometria Obliczeniowa

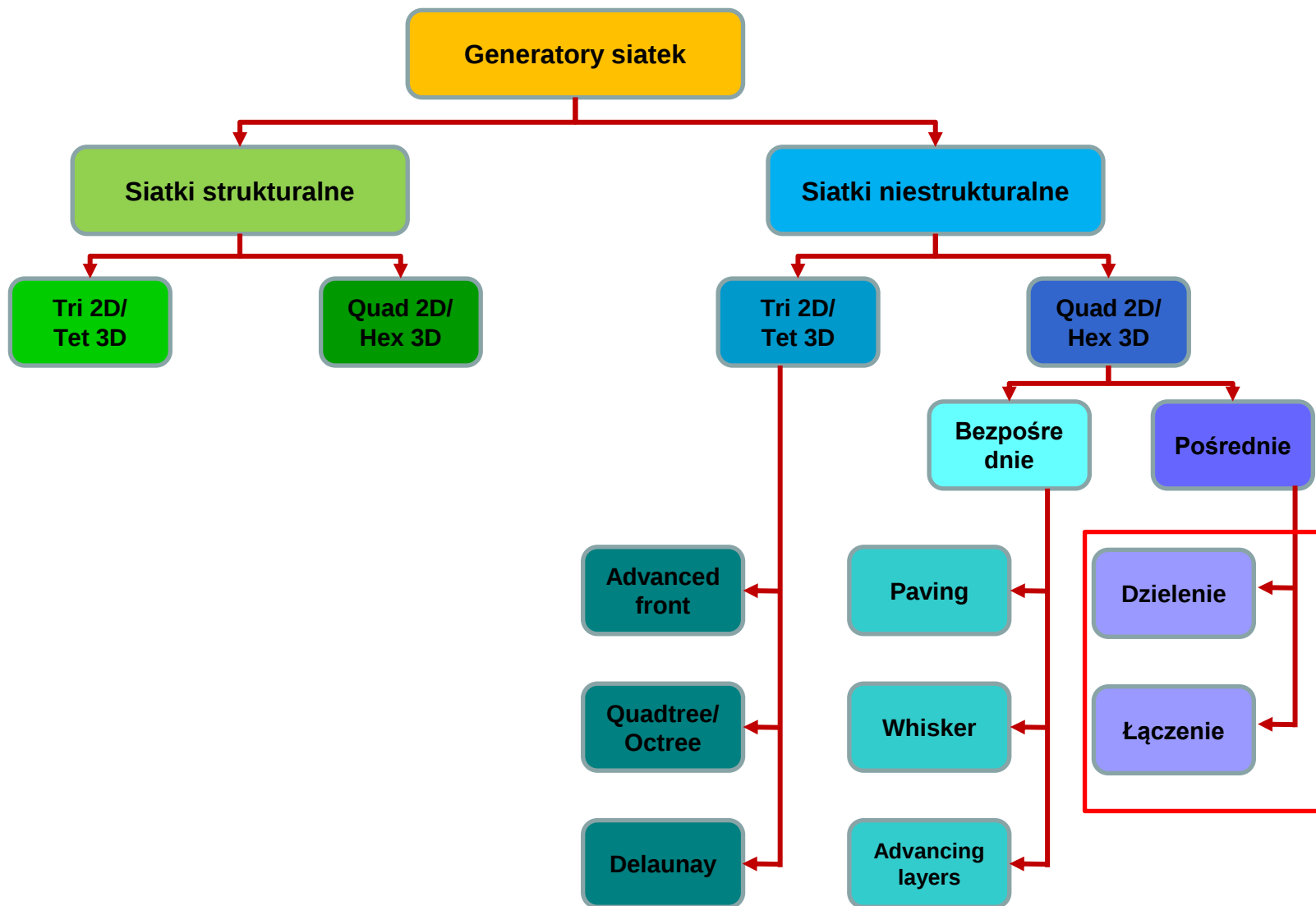
Dr hab. inż. **Łukasz Madej**, prof. AGH

Mgr inż. **Daniel Bachniak**

Katedra Informatyki Stosowanej i Modelowania
Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej

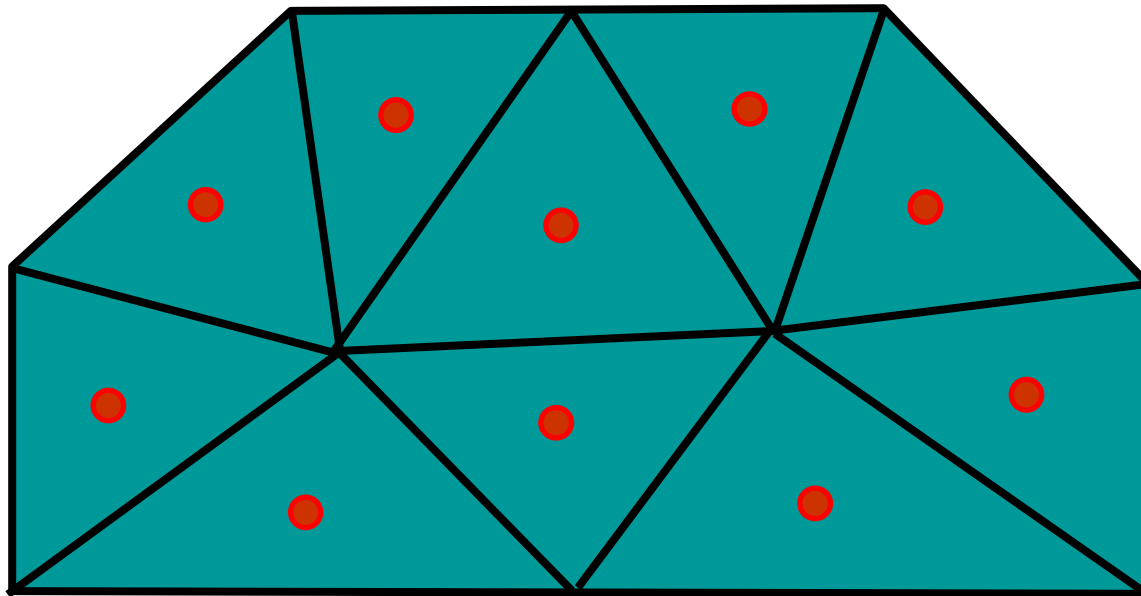
Budynek B5
p. 716

lmadej@agh.edu.pl
home.agh.edu.pl/lmadej





Siatka Quad - Metody Pośrednie



Metoda **dzielenia** trójkątów w siatce

- Wyznacz środki ciężkości trójkątów
- Połącz wyznaczone punkty ze środkami boków trójkąta
- Uzyskane elementy czworokątne są zazwyczaj niskiej jakości



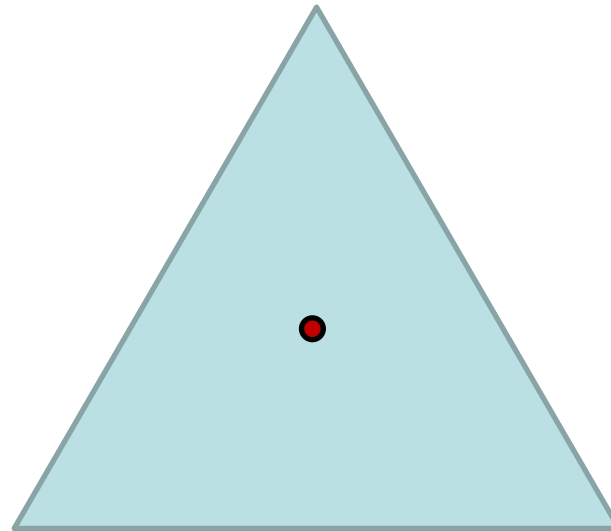
środek ciężkości (barycentrum) w punkcie:

$$A = (A_x, A_y)$$

$$B = (B_x, B_y)$$

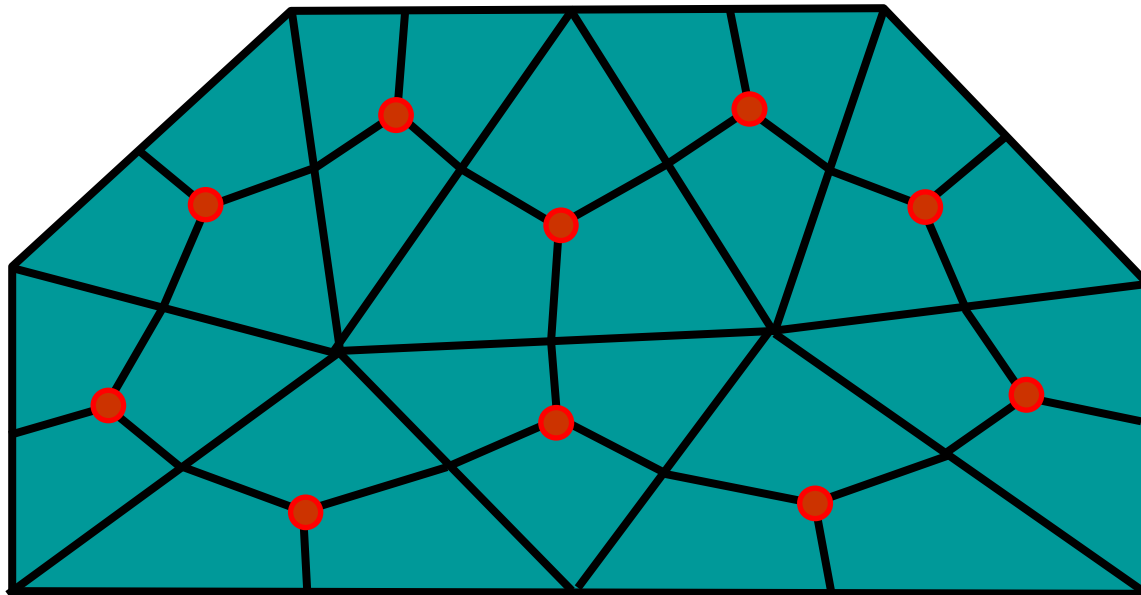
$$C = (C_x, C_y)$$

$$Q = \left(\frac{A_x + B_x + C_x}{3}, \frac{A_y + B_y + C_y}{3} \right)$$





Siatka Quad - Metody Pośrednie

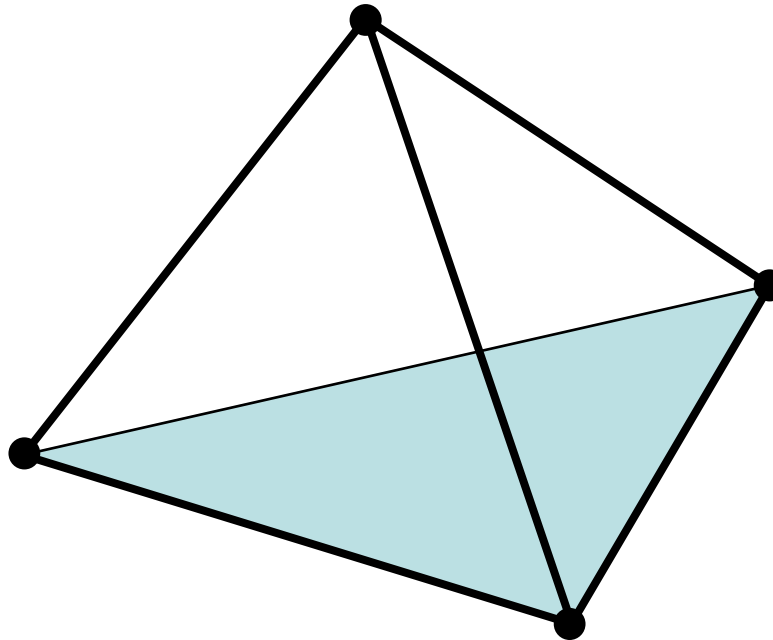


Metoda **dzielenia** trójkątów w siatce

- Wyznacz środki ciężkości trójkątów
- Połącz wyznaczone punkty ze środkami boków trójkąta
- Uzyskane elementy czworokątne są zazwyczaj niskiej jakości



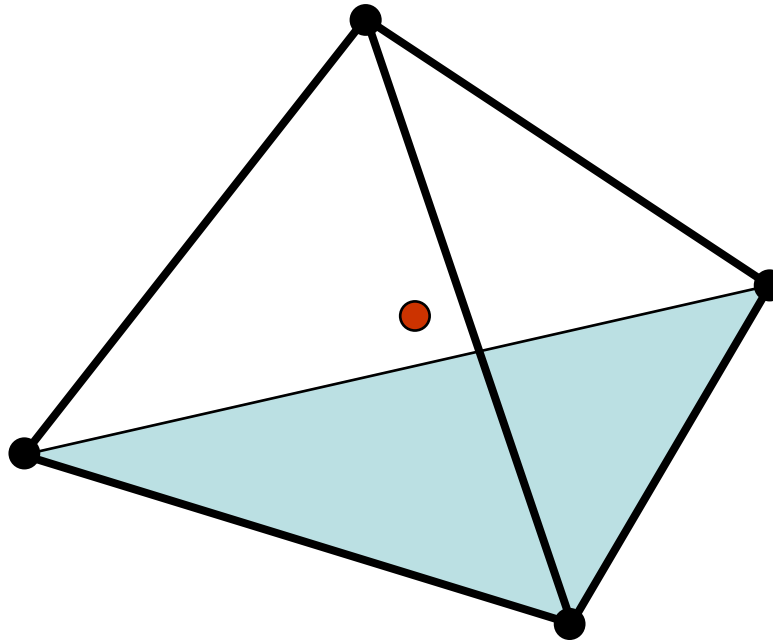
Siatka Hex - Metody Pośrednie



Metoda dzielenia czworokątów w siatce



Siatka Hex - Metody Pośrednie

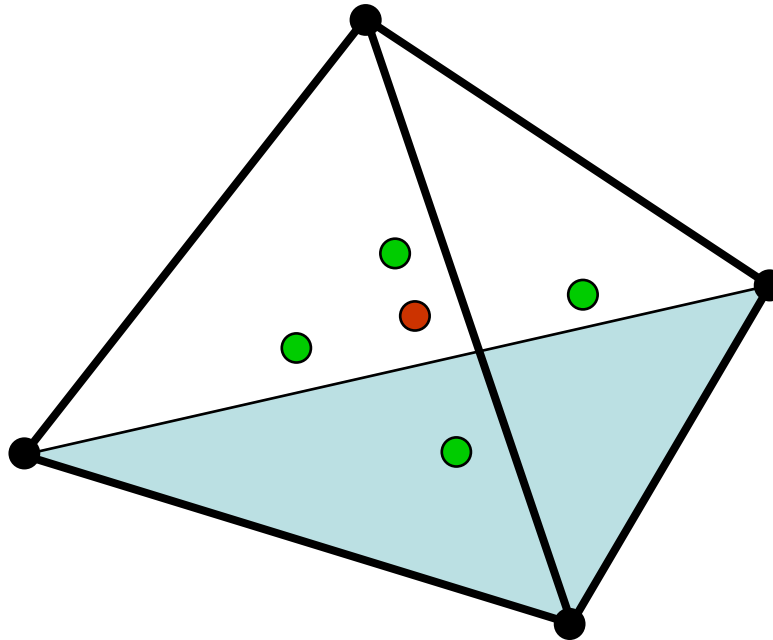


Metoda dzielenie czworościanów w siatce

- Wyznacz środki ciężkości czworościanów



Siatka Hex - Metody Pośrednie

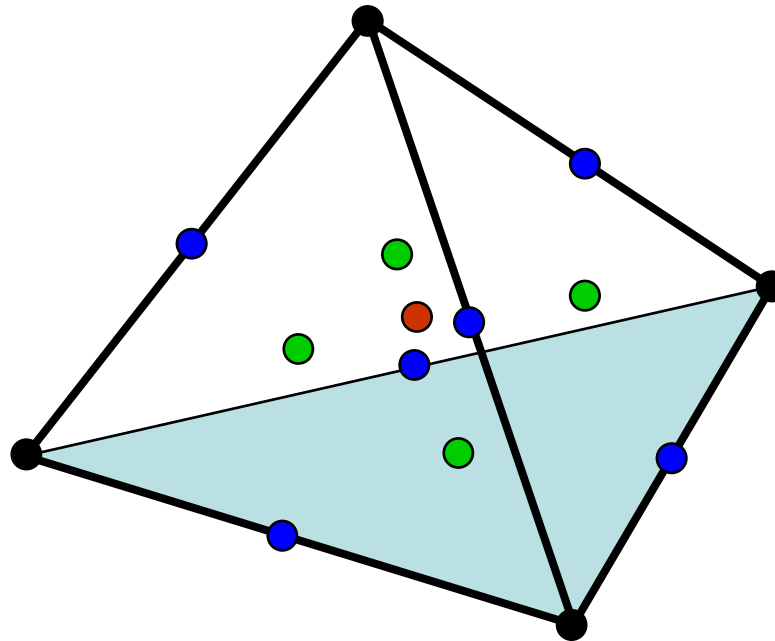


Metoda dzielenie czworościanów w siatce

- Wyznacz środki ciężkości czworościanów
- Wyznacz środki ciężkości trójkątów tworzących ściany czworościanów



Siatka Hex - Metody Pośrednie

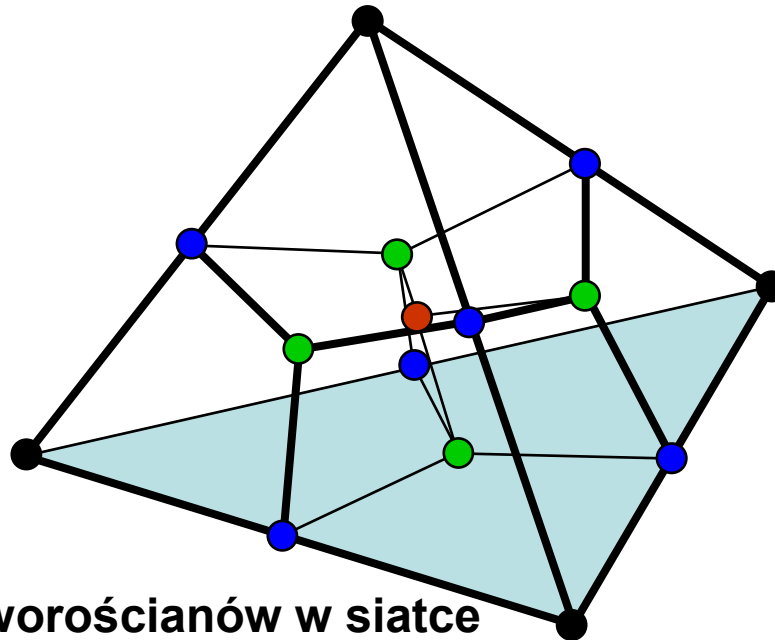


Metoda dzielenie czworościanów w siatce

- Wyznaczyć środki ciężkości czworościanów
- Wyznaczyć środki ciężkości trójkątów tworzących ściany czworościanów
- Wyznaczyć środki boków trójkątów tworzących ściany czworościanów



Siatka Hex - Metody Pośrednie

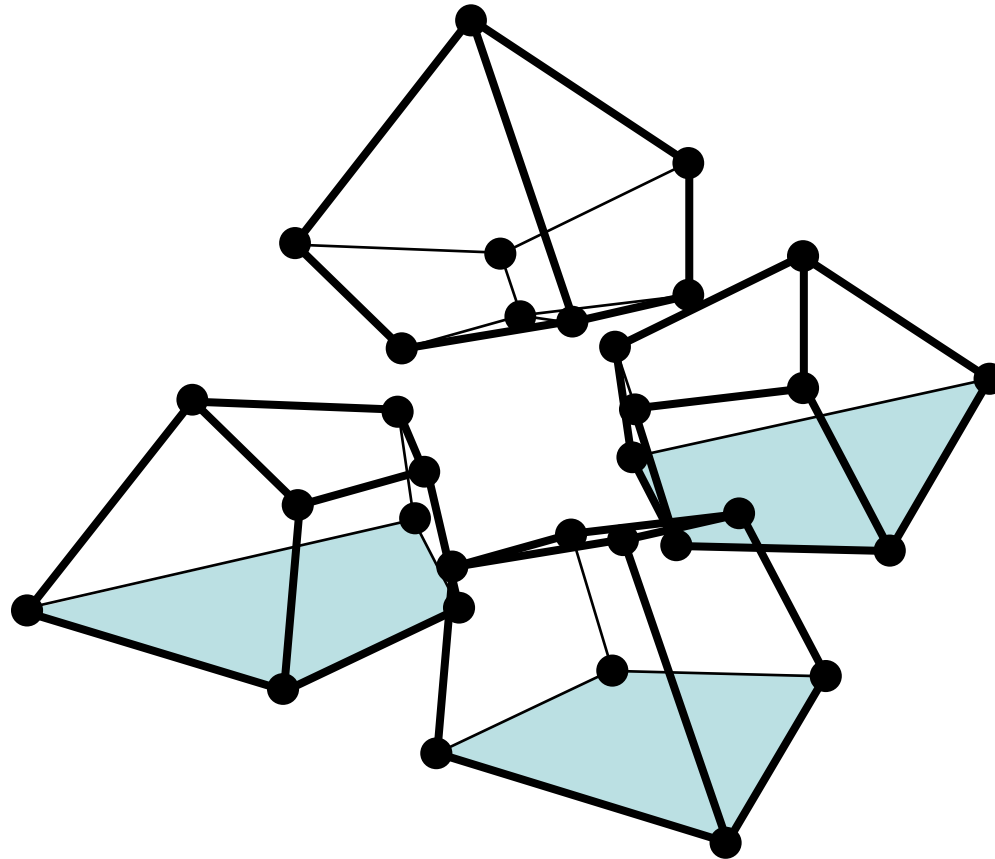


Metoda dzielenie czworościanów w siatce

- Wyznacz środki ciężkości czworościanów
- Wyznacz środki ciężkości trójkątów tworzących ściany czworościanów
- Wyznacz środki boków trójkątów tworzących ściany czworościanów
- Połącz wyznaczone punkty ze środkami ciężkości trójkątów
- Połącz wyznaczone punkty ze środkiem ciężkości czworościanu



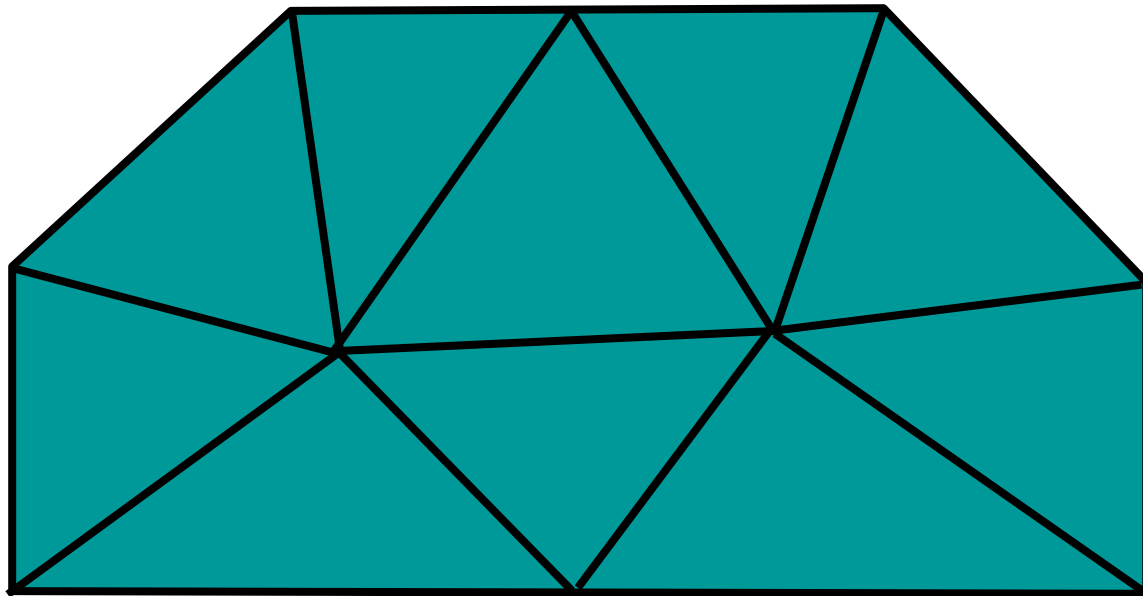
Siatka Hex - Metody Pośrednie



Uzyskane elementy czworokątne są
zazwyczaj niskiej jakości



Siatka Quad - Metody Pośrednie

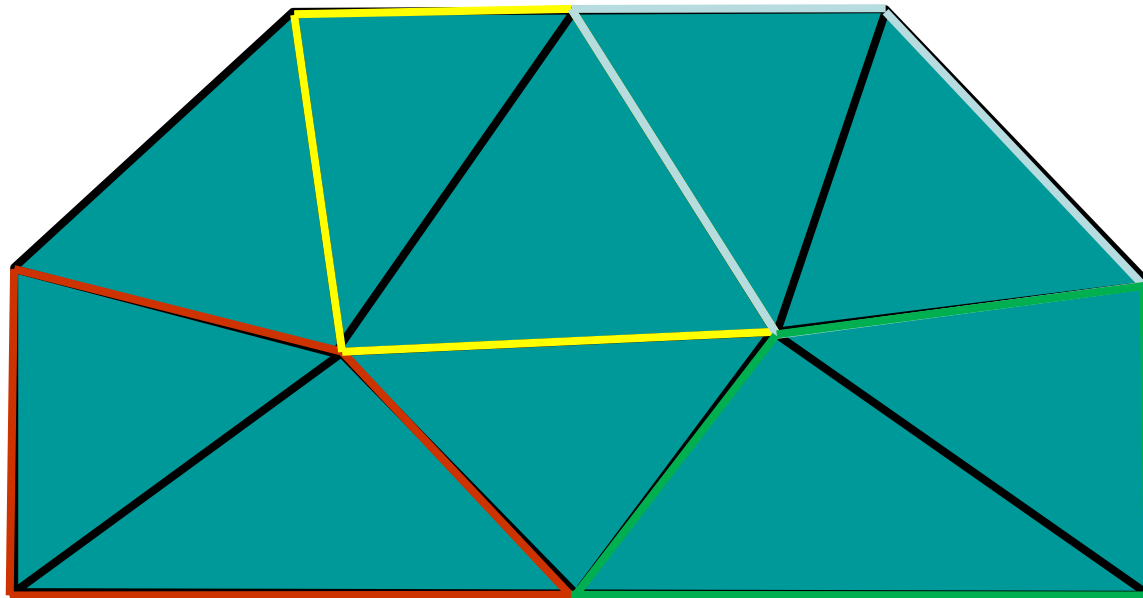


Metoda **łączenia** trójkątów w siatce

- Połącz dwa sąsiadujące ze sobą trójkąty
- Połączeniu w siatce mogą pozostać elementy trójkątne.



Siatka Quad - Metody Pośrednie

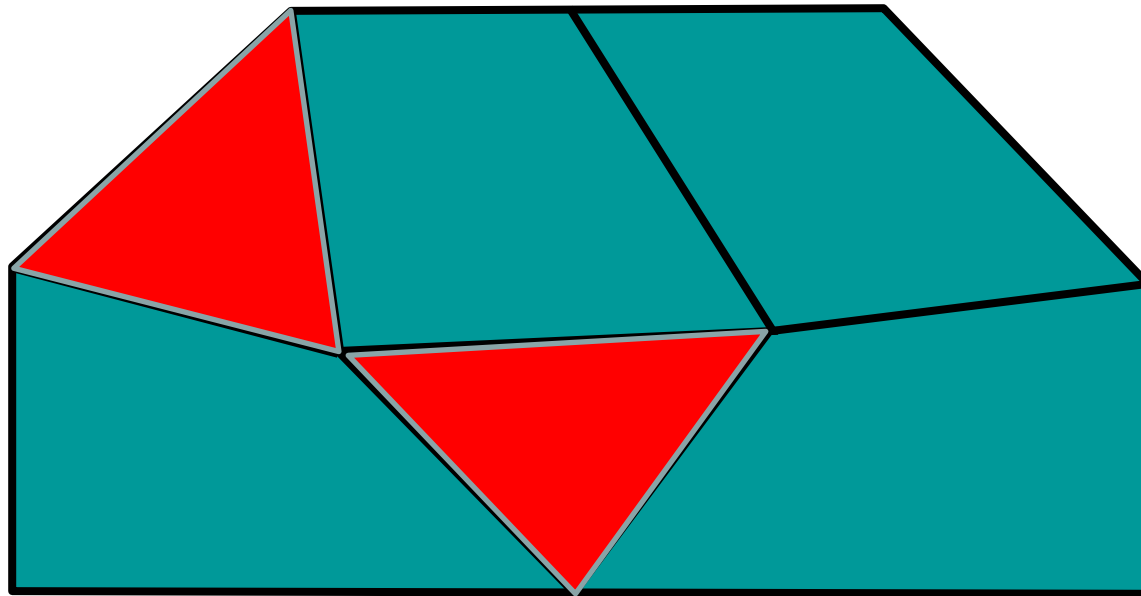


Metoda **łączenia** trójkątów w siatce

- Połącz dwa sąsiadujące ze sobą trójkąty
- Połączeniu w siatce mogą pozostać elementy trójkątne.



Siatka Quad - Metody Pośrednie

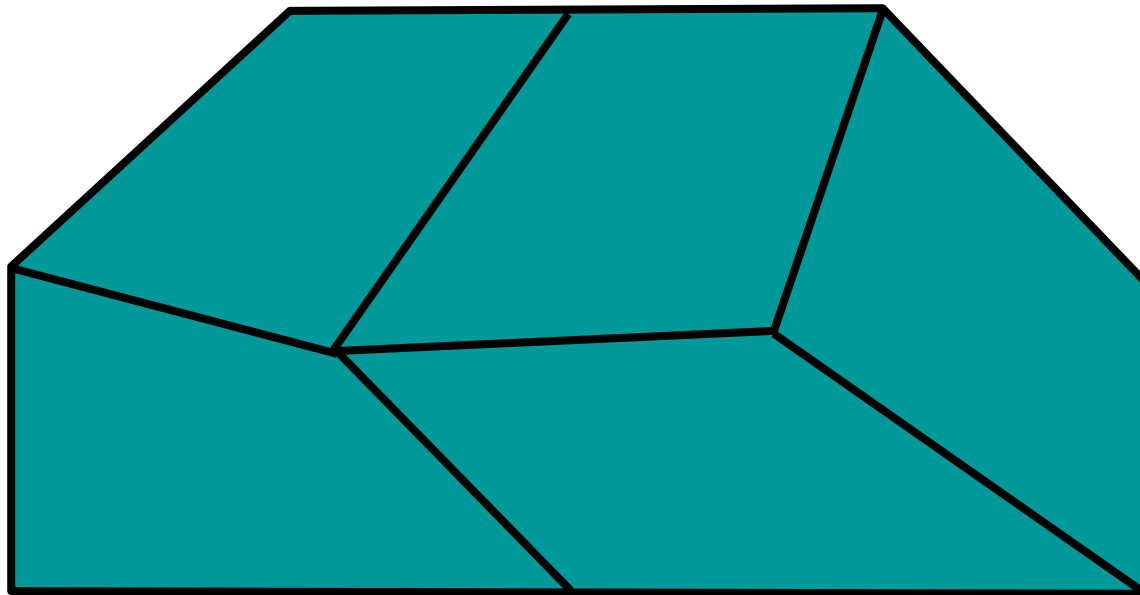


Metoda **łączenia** trójkątów w siatce

- Połącz dwa sąsiadujące ze sobą trójkąty
- Połączeniu w siatce mogą pozostać elementy trójkątne.

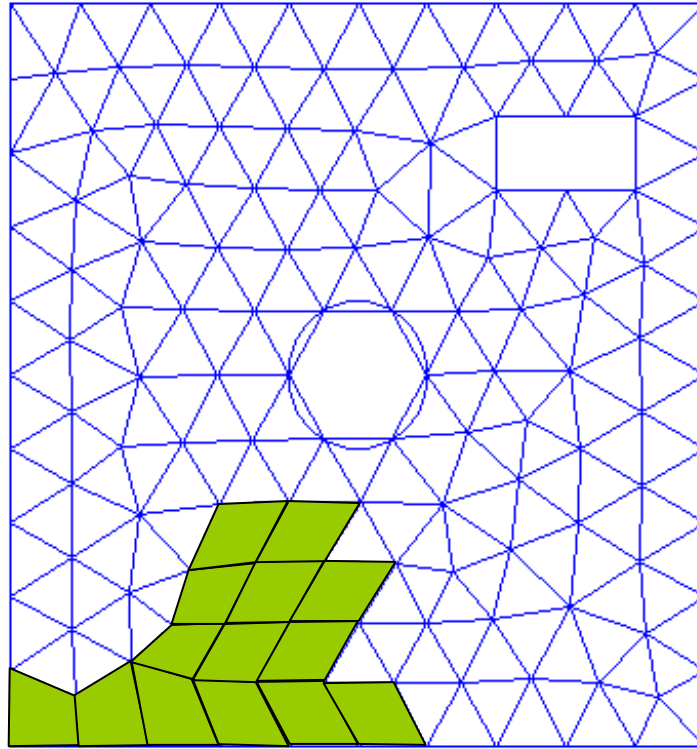


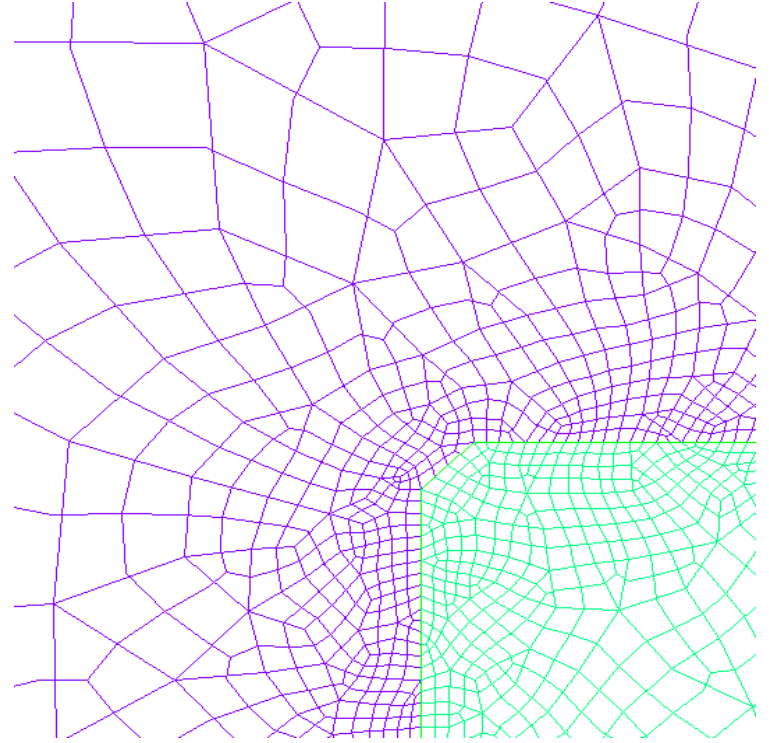
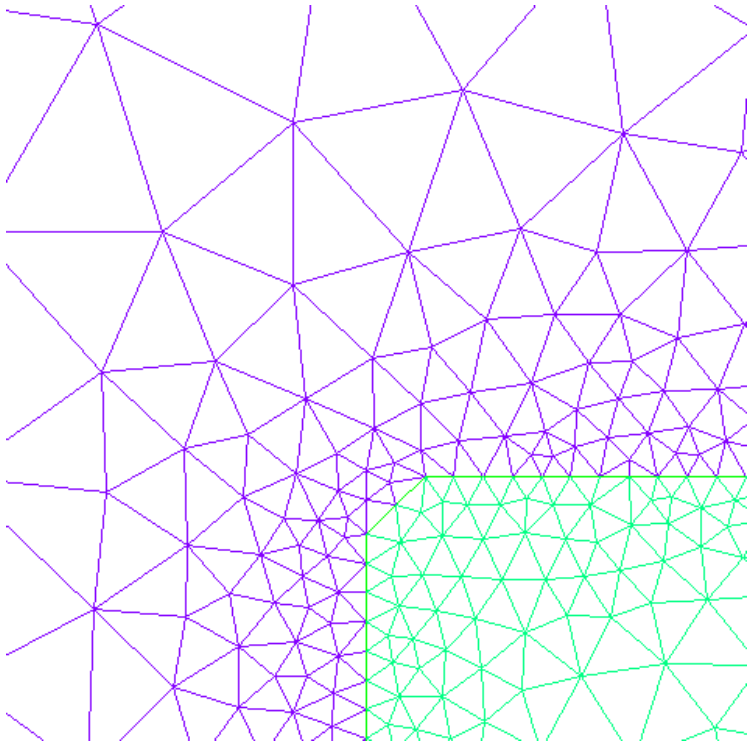
Siatka Quad - Metody Pośrednie



Metoda **łączenia** trójkątów w siatce

- Połącz dwa sąsiadujące ze sobą trójkąty
- Połączeniu w siatce mogą pozostać elementy trójkątne.



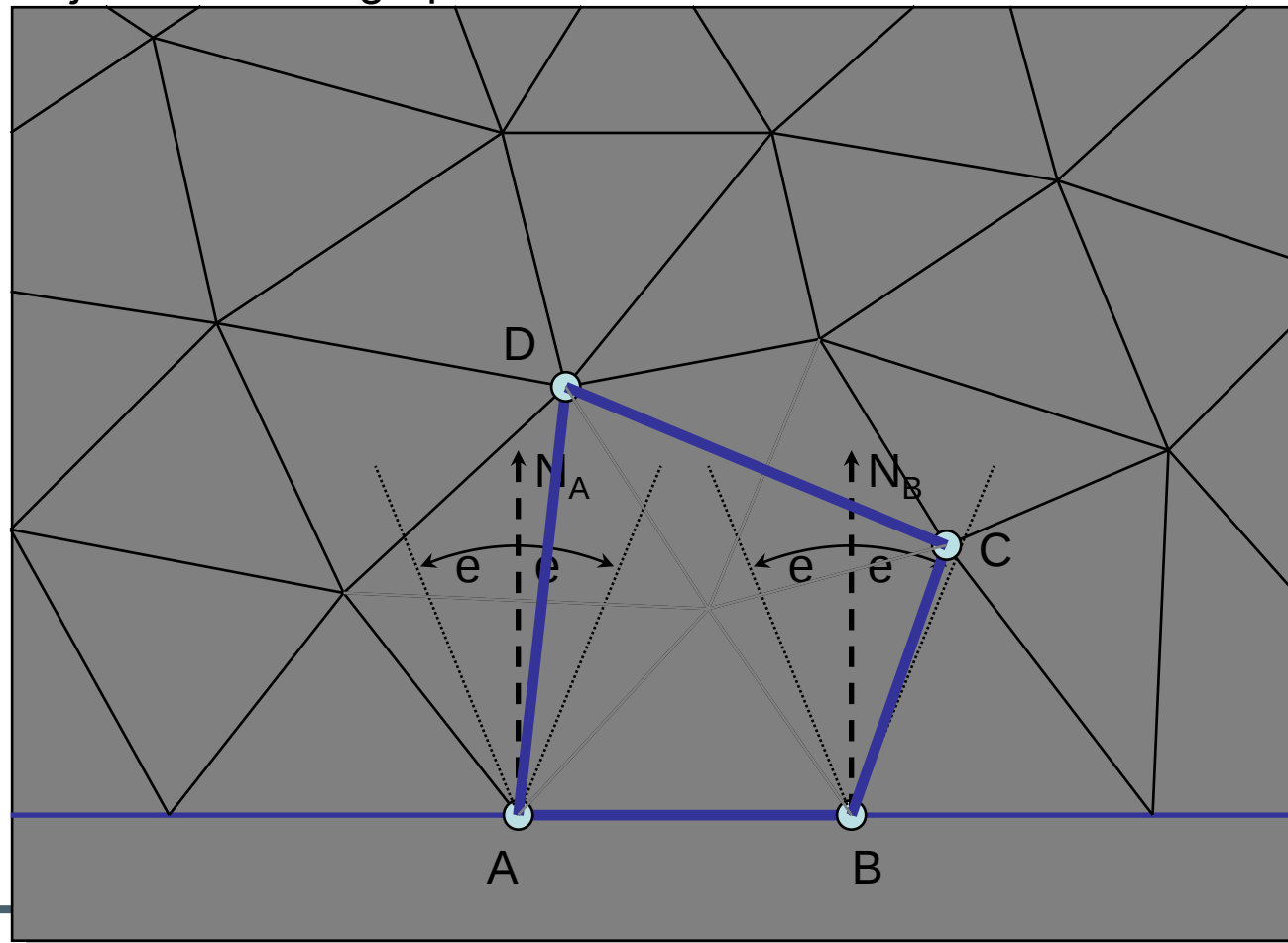




Siatka Quad - Metody Pośrednie

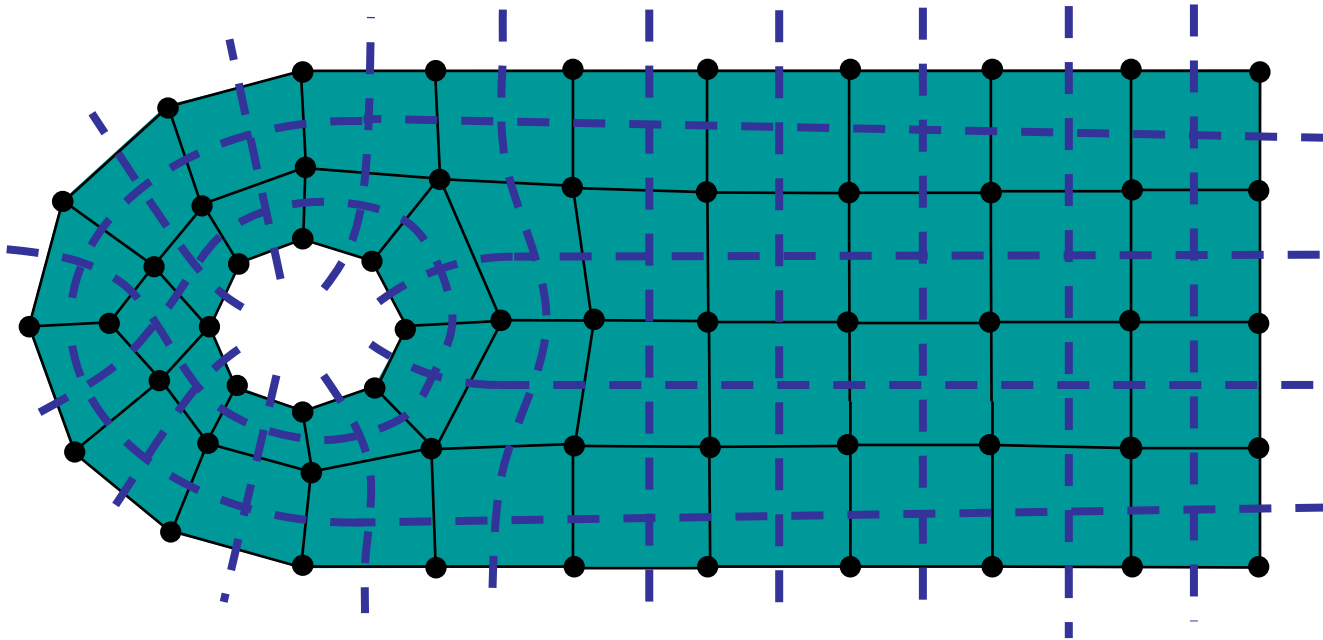
Metoda **łączenia** trójkątów w siatce

- wyznacz wektor prostopadły do rozpatrywanego punktu np. N_B
- wyznacz dwa wektory odchylone o dany kąt od N_B
- znajdź punkt leżący najbliżej analizowanego punktu w obarze $2e$
- połącz punkty
- usuń przecinające krawędzie
- usuń krawędzie wewnętrzne





Siatka Quad - Metody Bezpośrednie



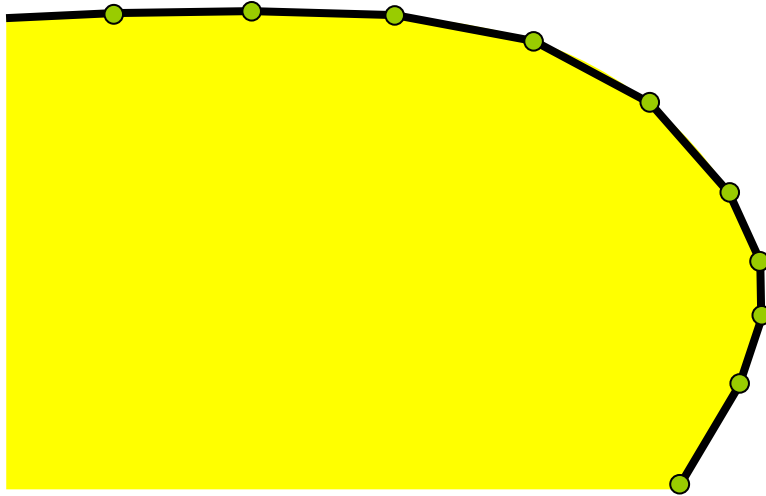
Whisker Weaving

- Wyznacz punkty symetralne odcinków tworzących elementy
- Połącz wyznaczone punkty



Siatka Quad - Metody Bezpośrednie

Metoda postępujących warstw

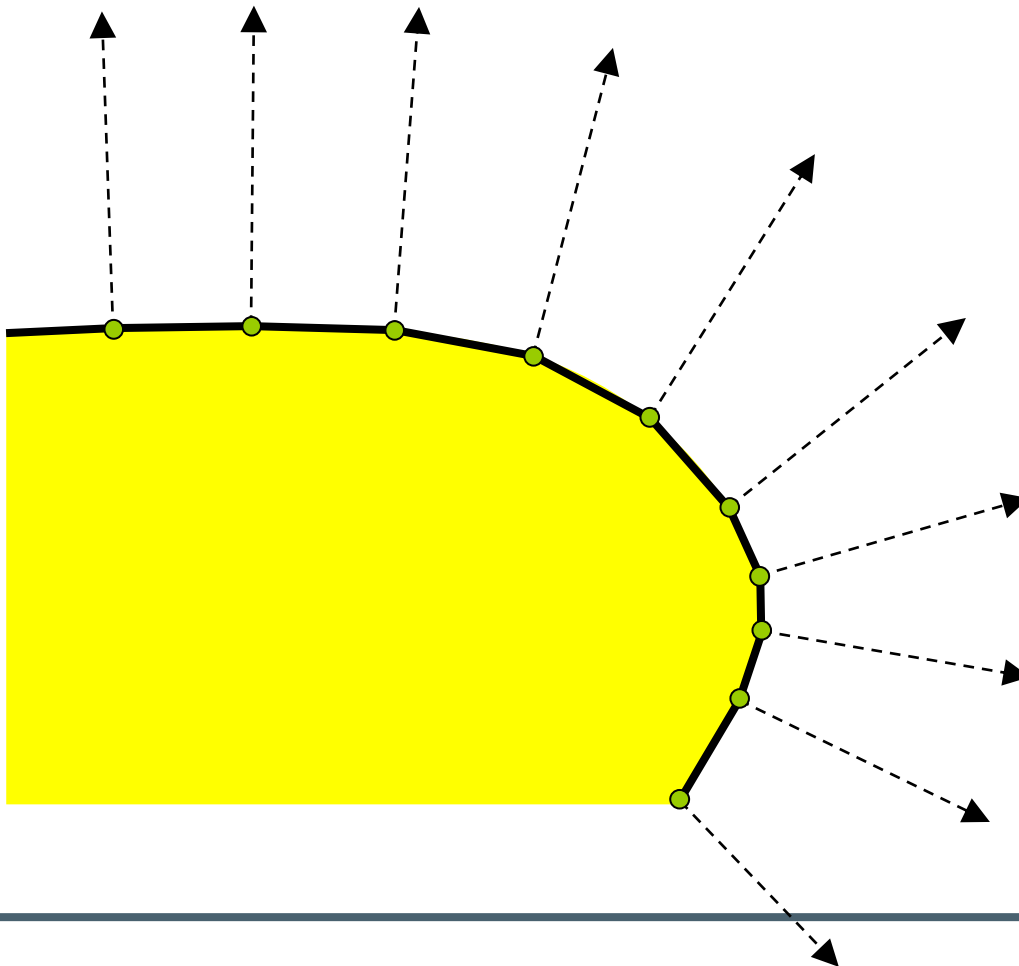


Wyznacz węzły na brzegu obszaru



Siatka Quad - Metody Bezpośrednie

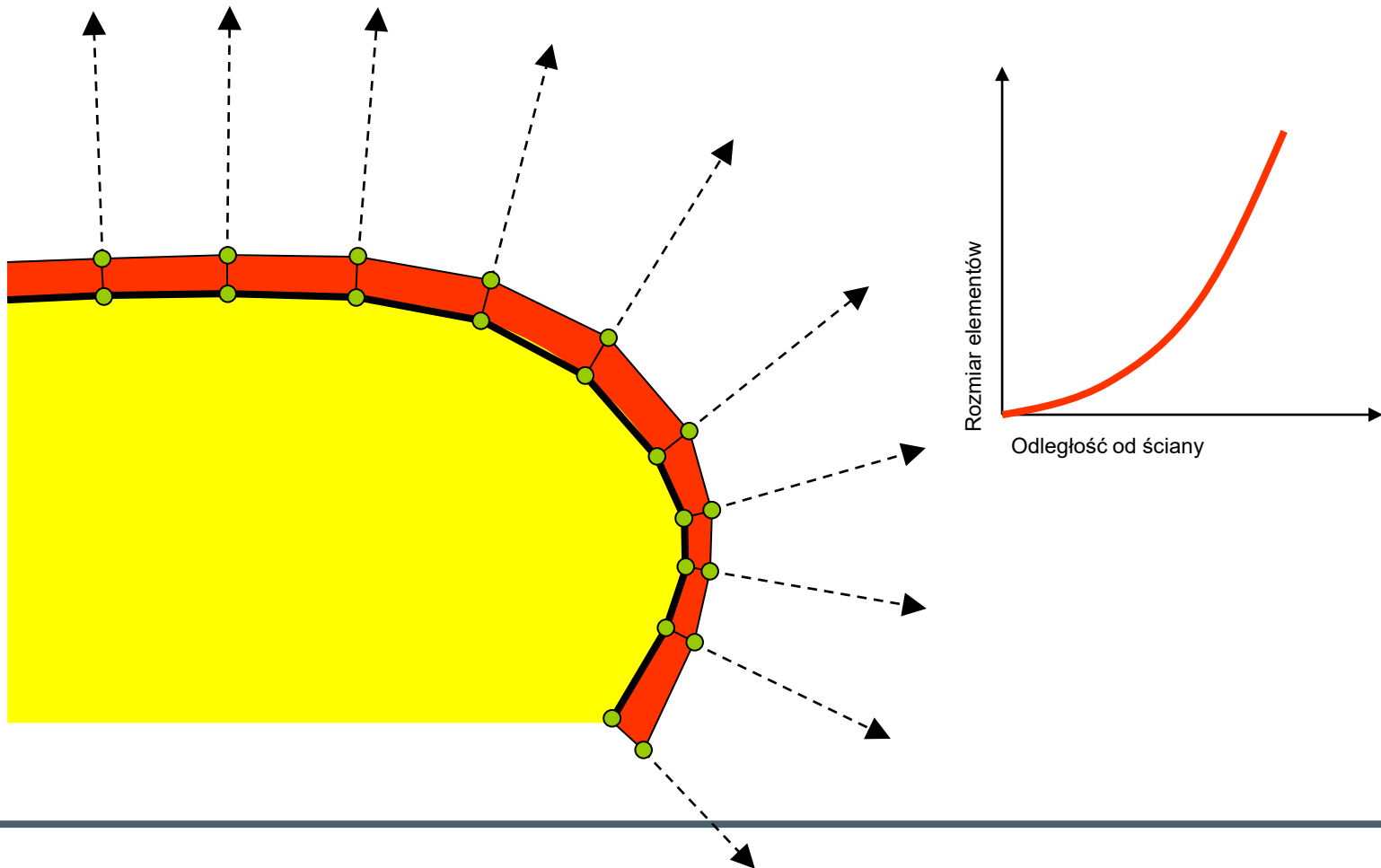
Wyznacz wektory normalne do
brzegu obszaru w punktach
brzegowych





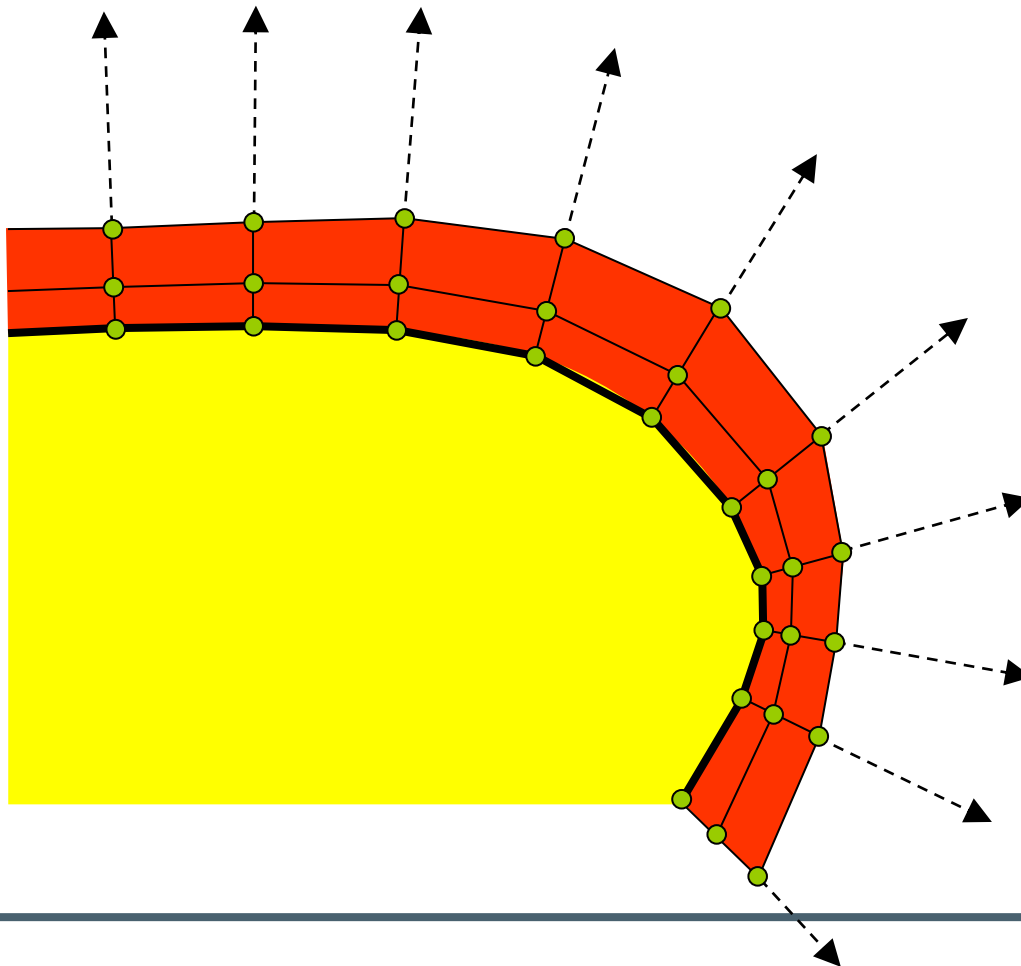
Siatka Quad - Metody Bezpośrednie

Wyznacz punkty leżące w kierunku normalnych w zadanej odległości



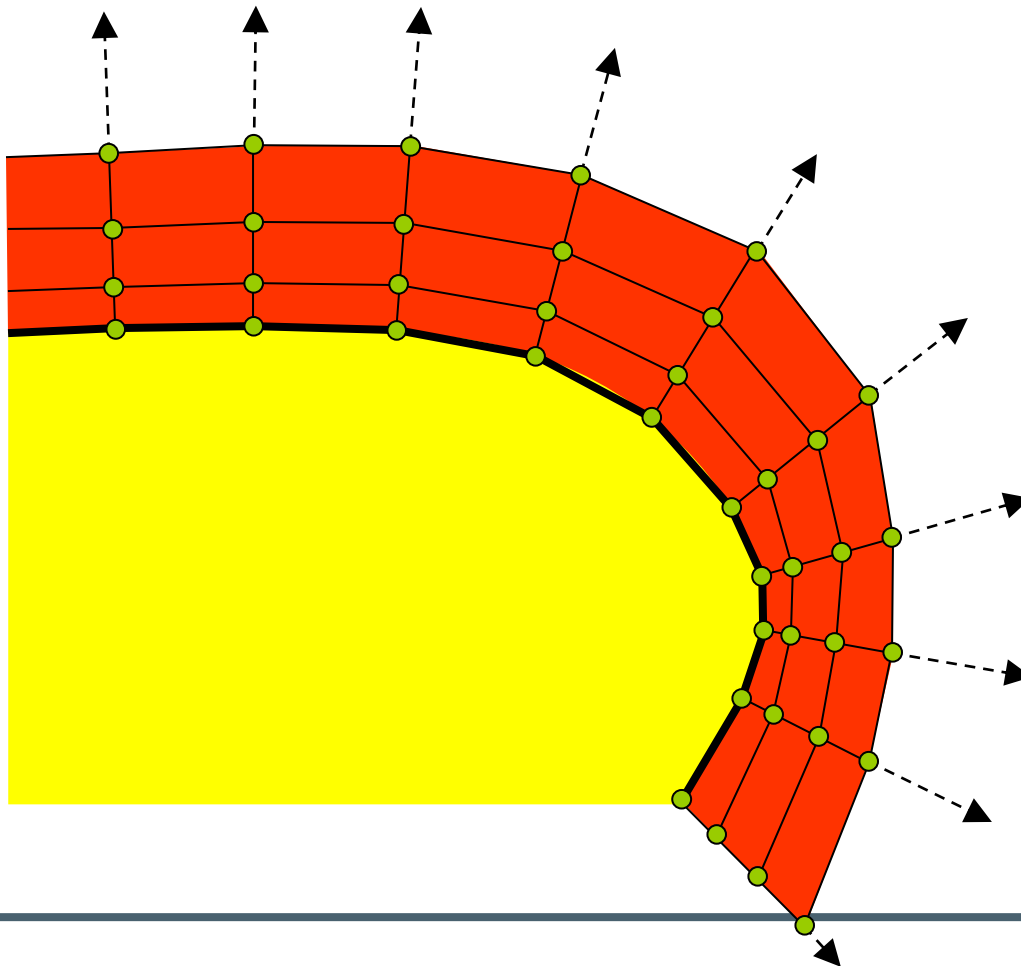


Siatka Quad - Metody Bezpośrednie



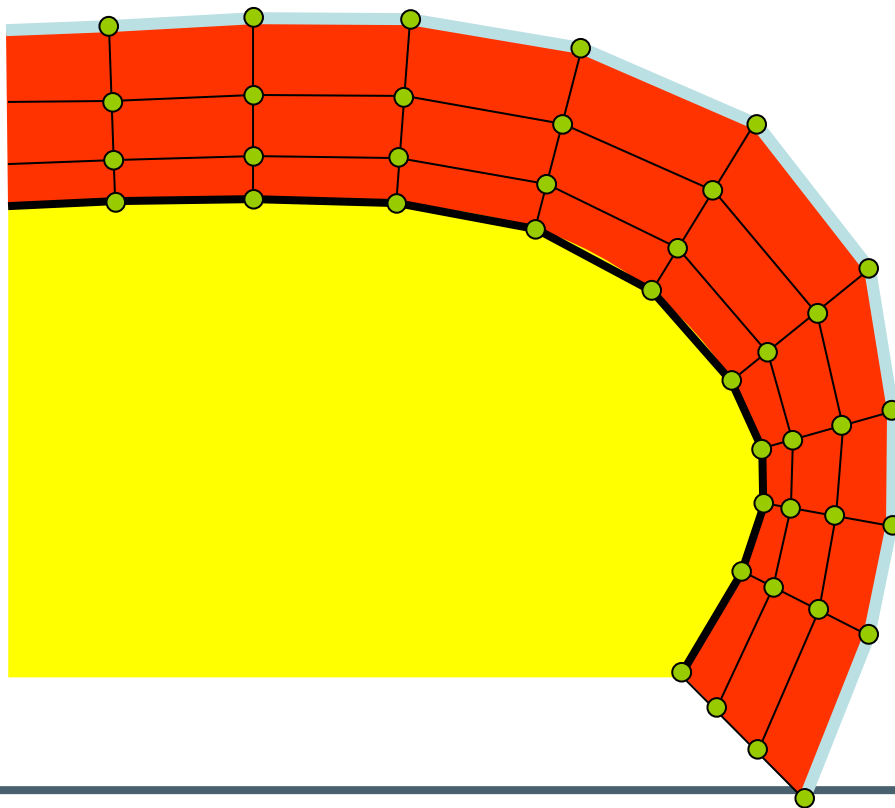


Siatka Quad - Metody Bezpośrednie



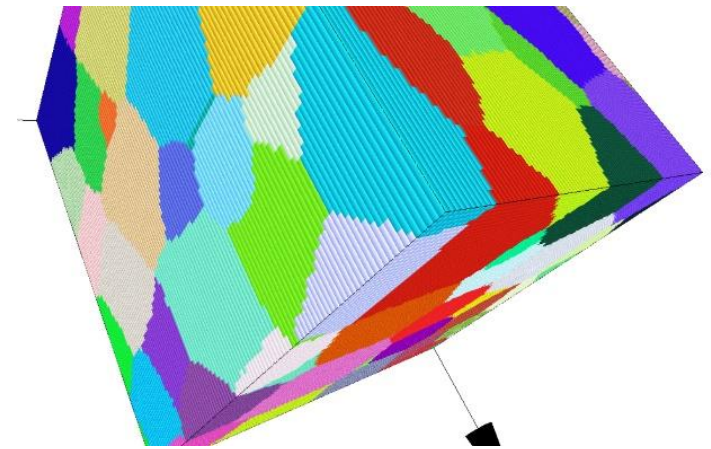
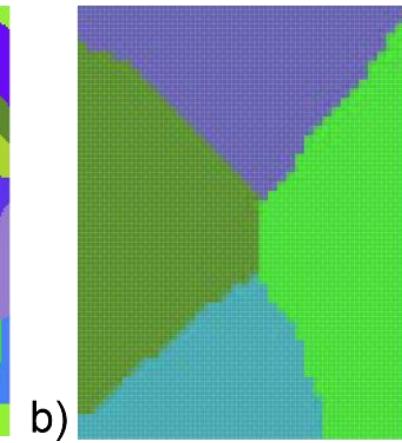
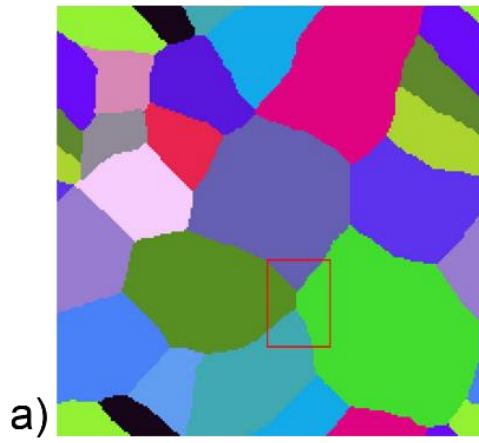
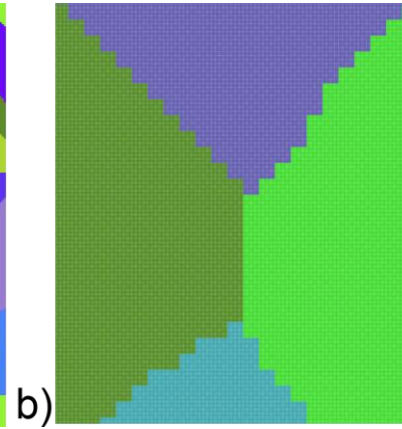
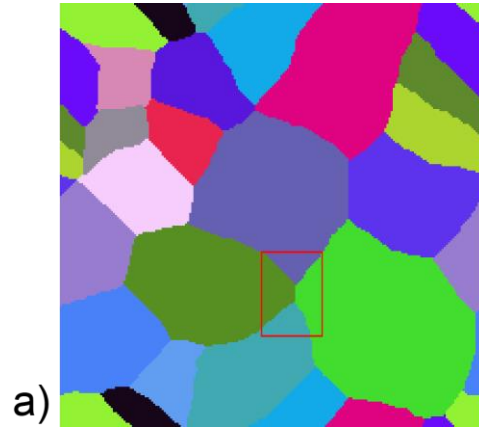


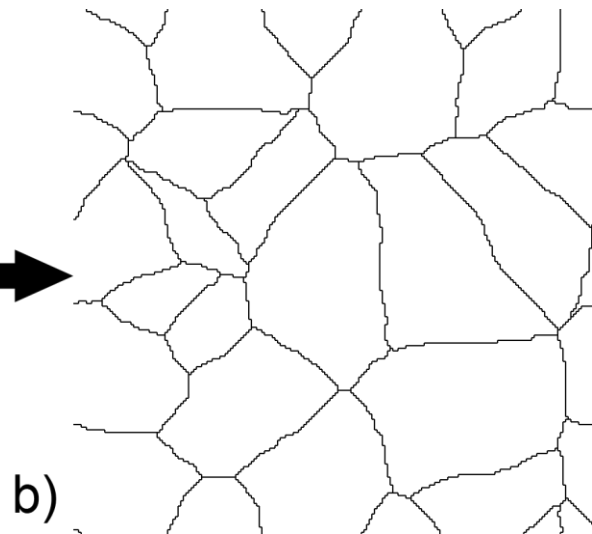
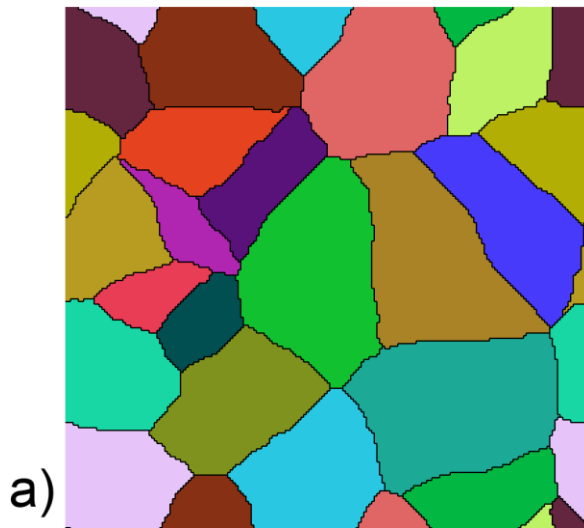
Siatka Quad - Metody Bezpośrednie





Siatki elementów skończonych w modelach cyfrowej reprezentacji materiału



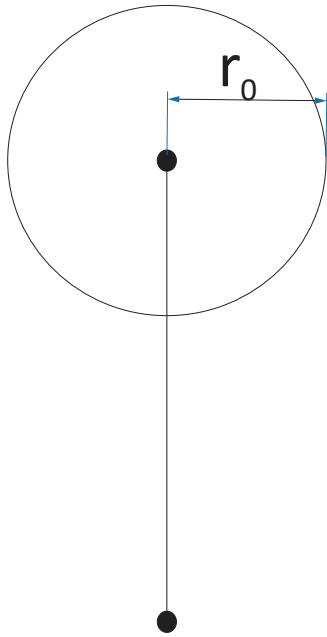




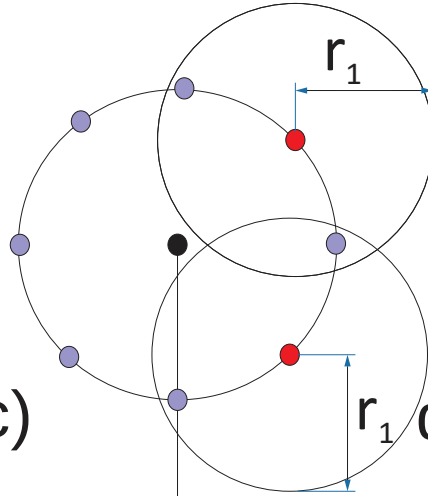
a)



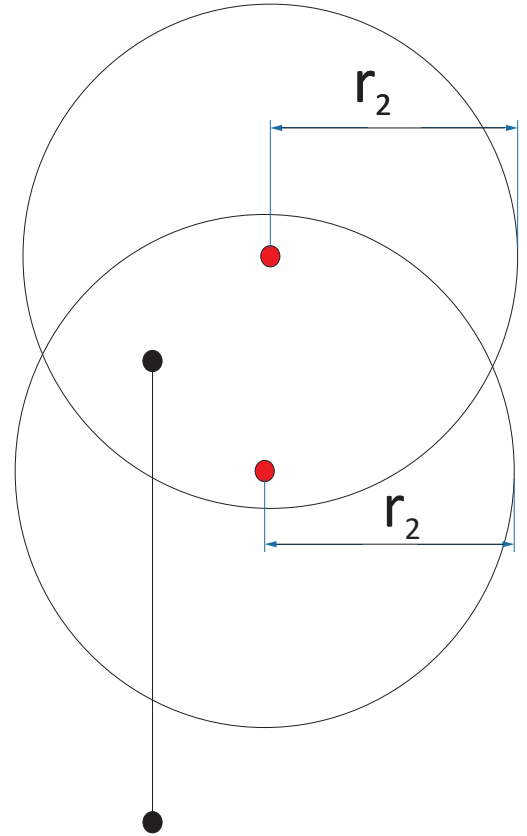
b)

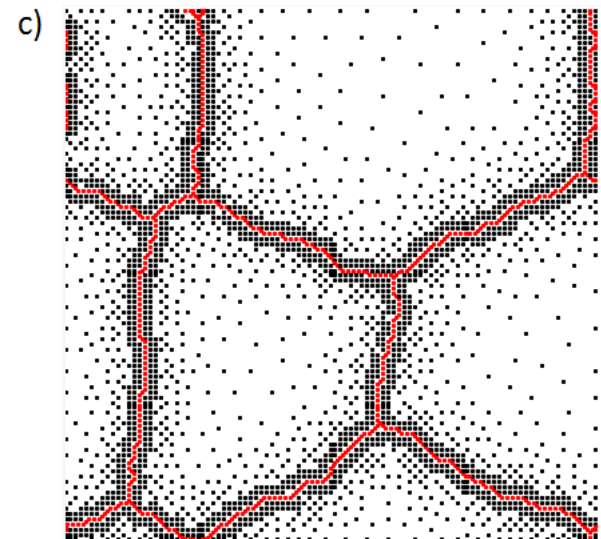
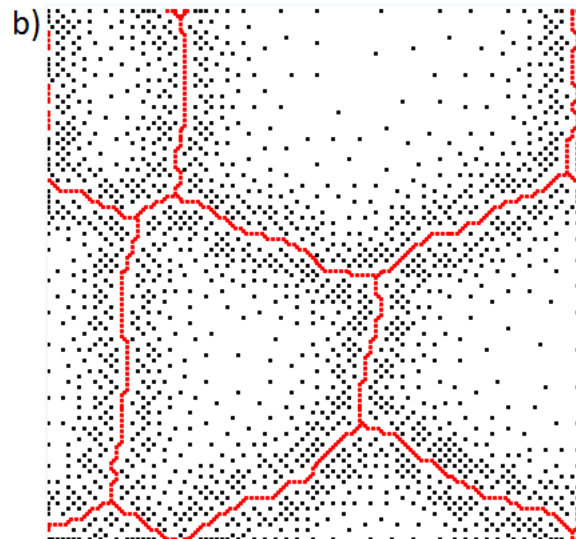
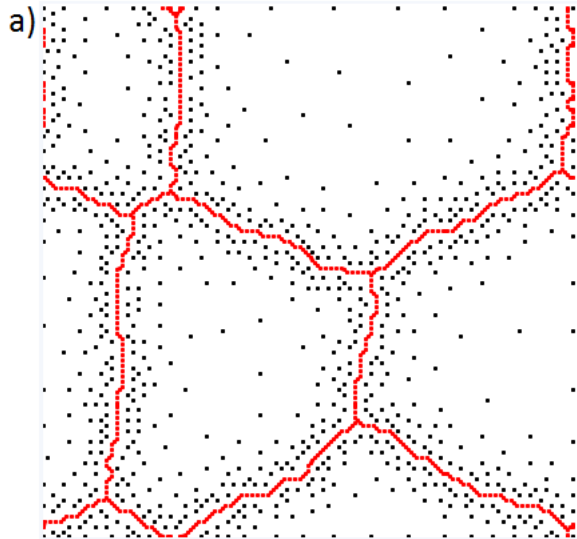


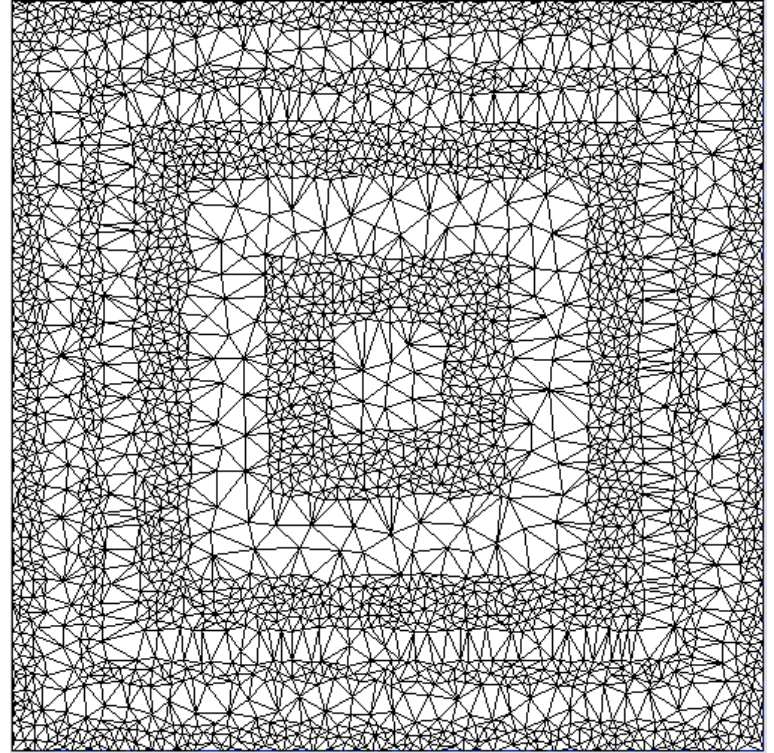
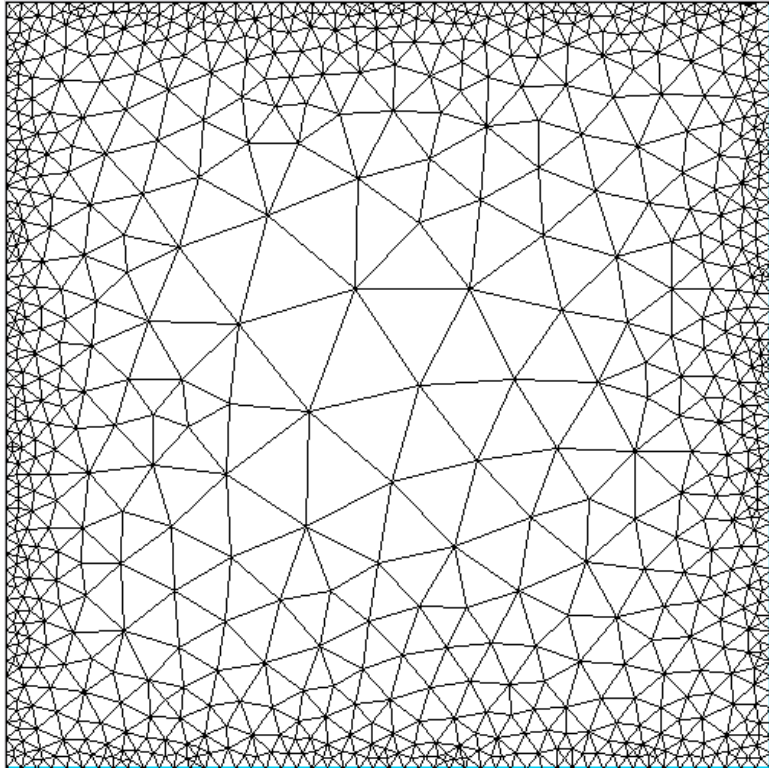
c)



d)

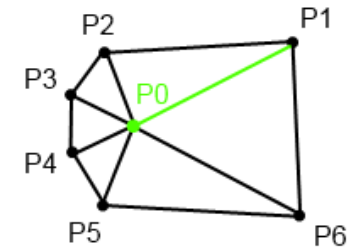
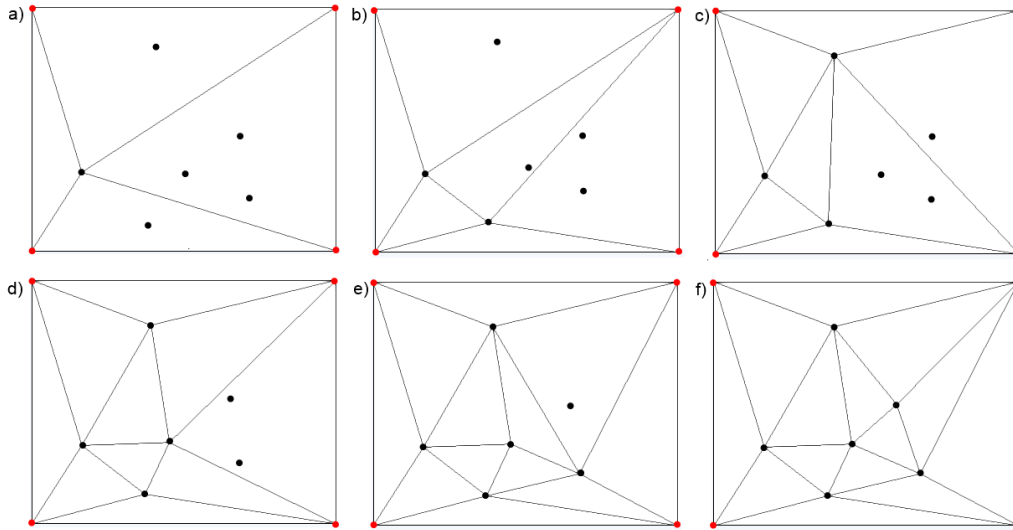






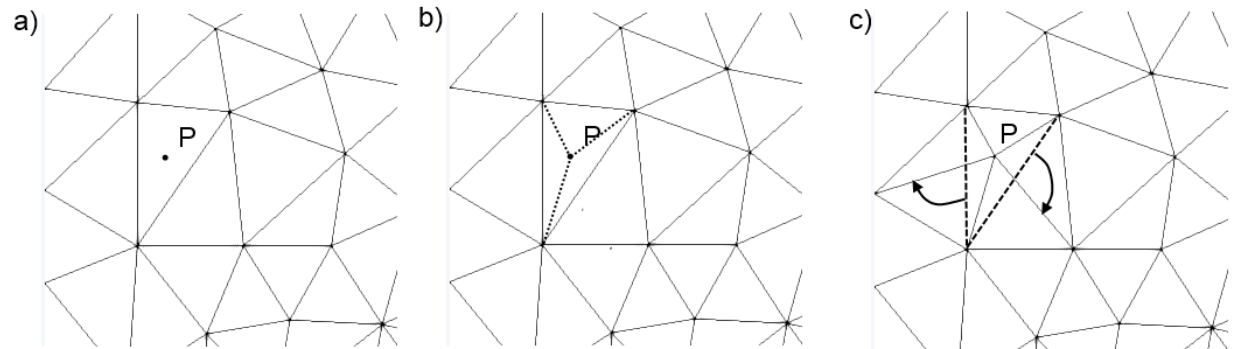
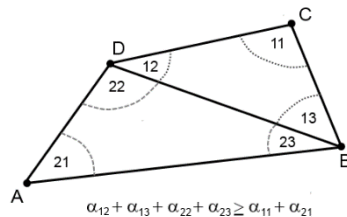


3. Delaunay triangulation on the basis of the available points.



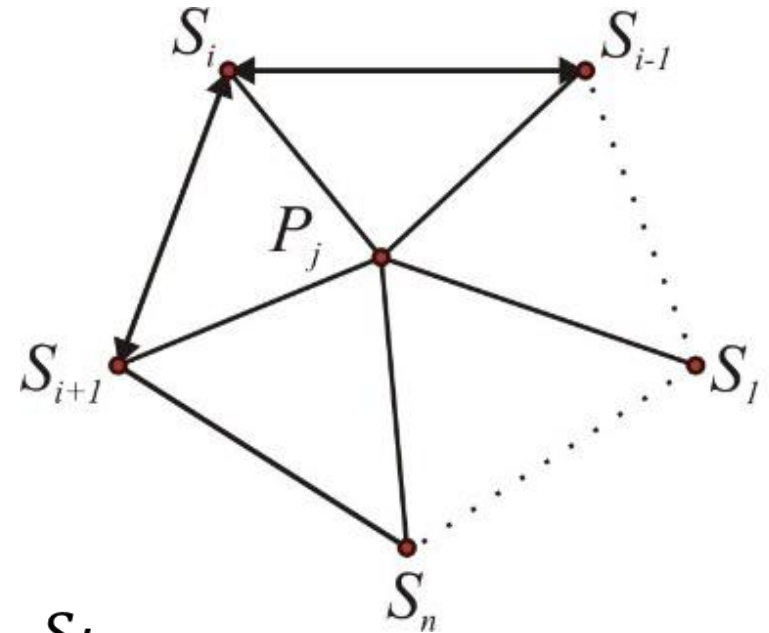
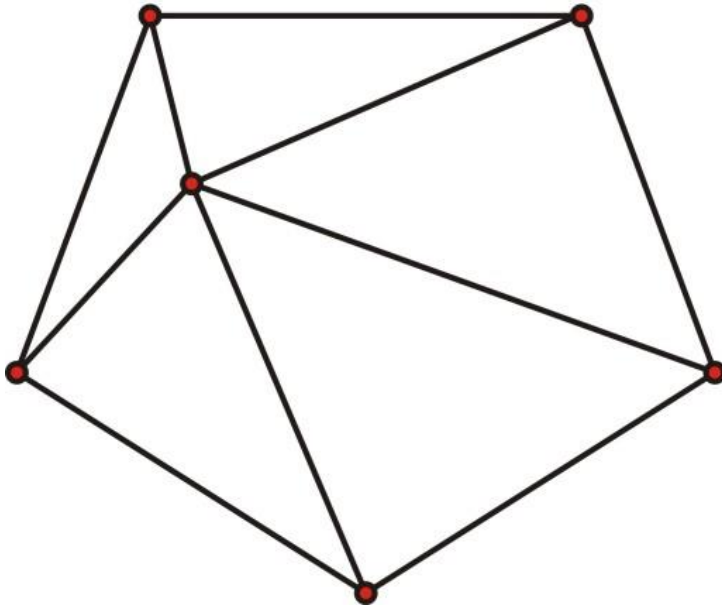
4. Mesh correction

- the Laplace smoothing algorithm is applied in order to obtain finite elements with regular shapes.
- edge swaping algorithm





Wygładzanie Laplace'a polega na przesuwaniu węzłów do środka ciężkości figury utworzonej z wszystkich trójkątów do których ten węzeł należy.



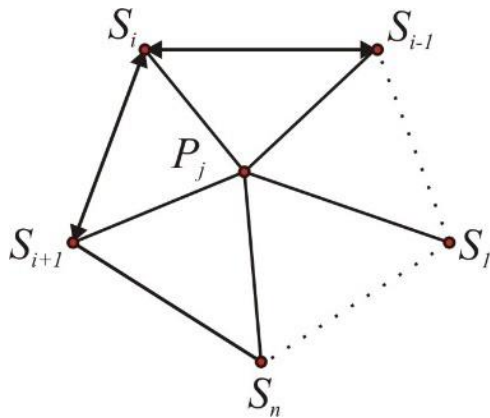
$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n}$$



W przypadku wygładzania elementów zmodyfikowaną metodą Laplace, każdy z punktów S otrzymuje wagi proporcjonalnie do odległości pomiędzy wspólnymi punktami, punktu P dla którego obliczane jest położenie a punktu dla którego obliczana jest waga.

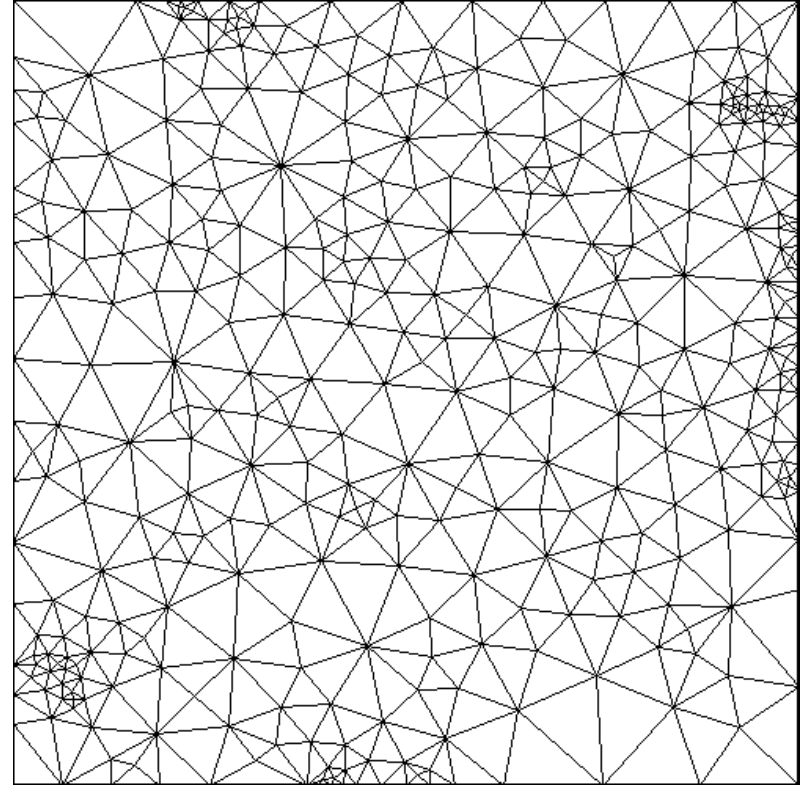
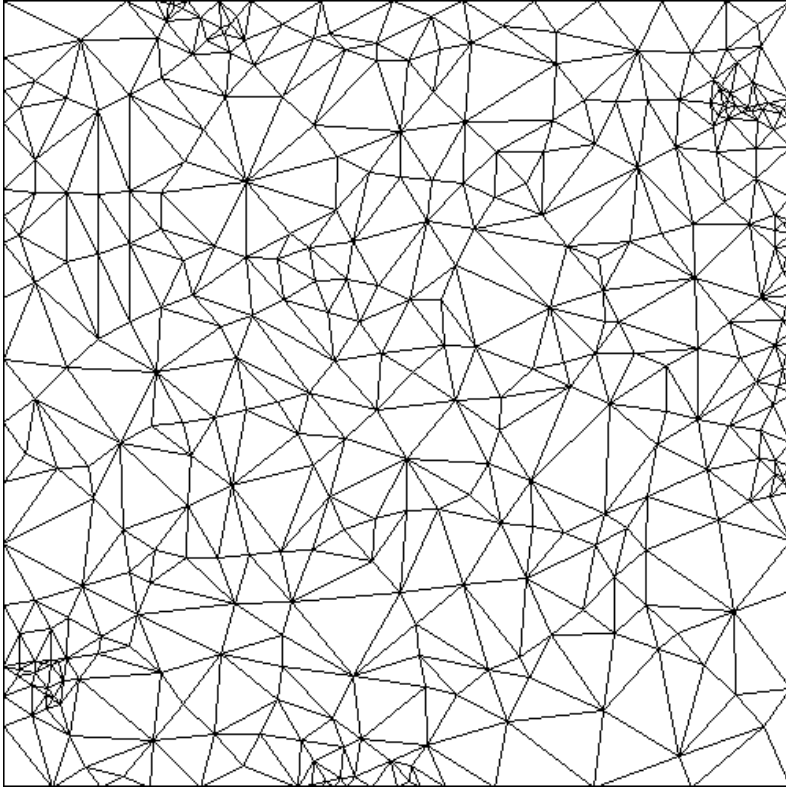
Każda waga dla każdego punktu obliczana jest osobno.

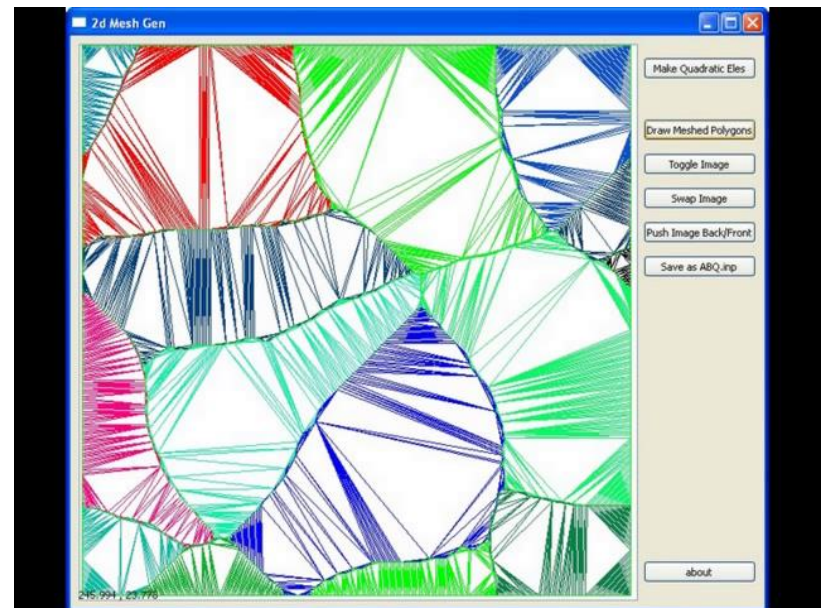
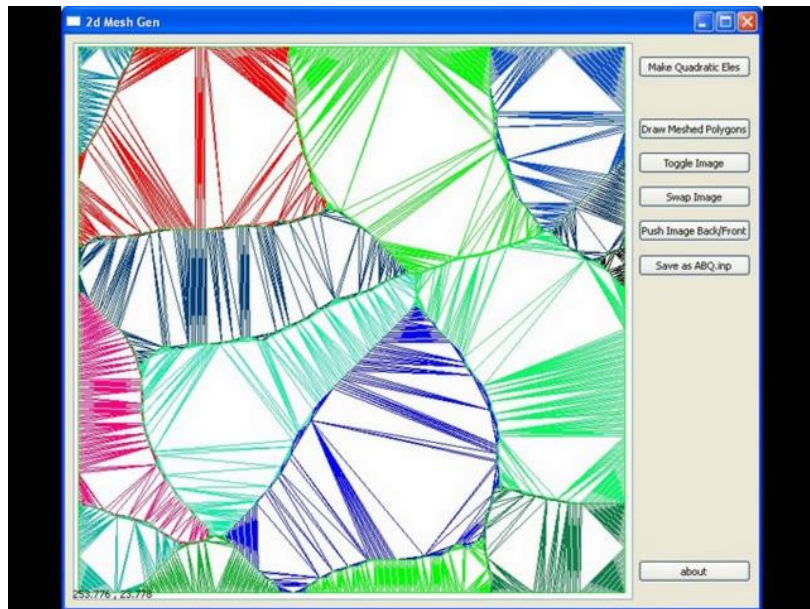
Następnie wszystkie wagi punktów dzielone są przez średnią arytmetyczną wag. Aby zwiększać lub zmniejszać wpływ wagi na obliczenie pozycji punktu dodatkowo można wprowadzić dwa współczynniki v_1 i v_2 .



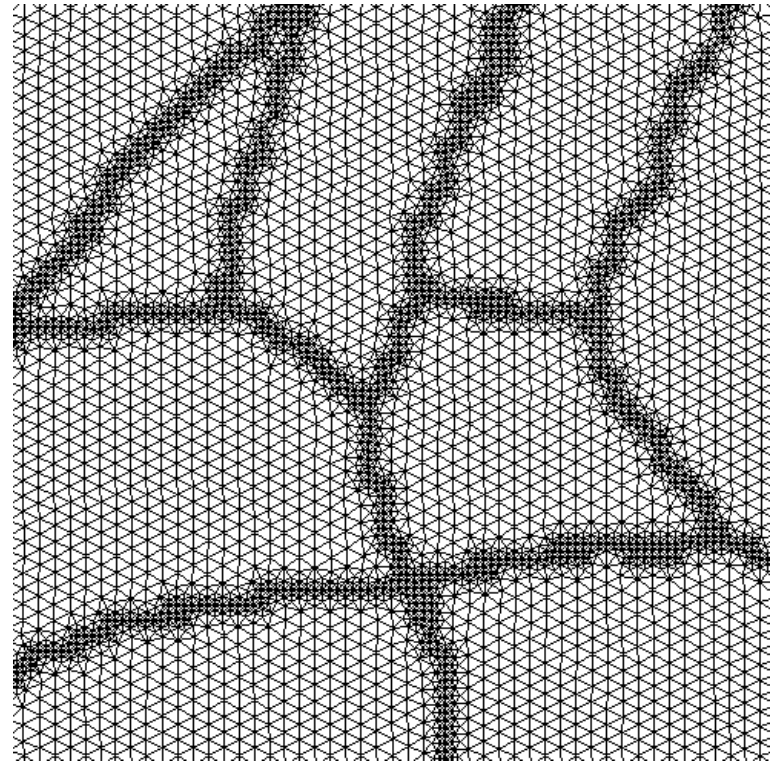
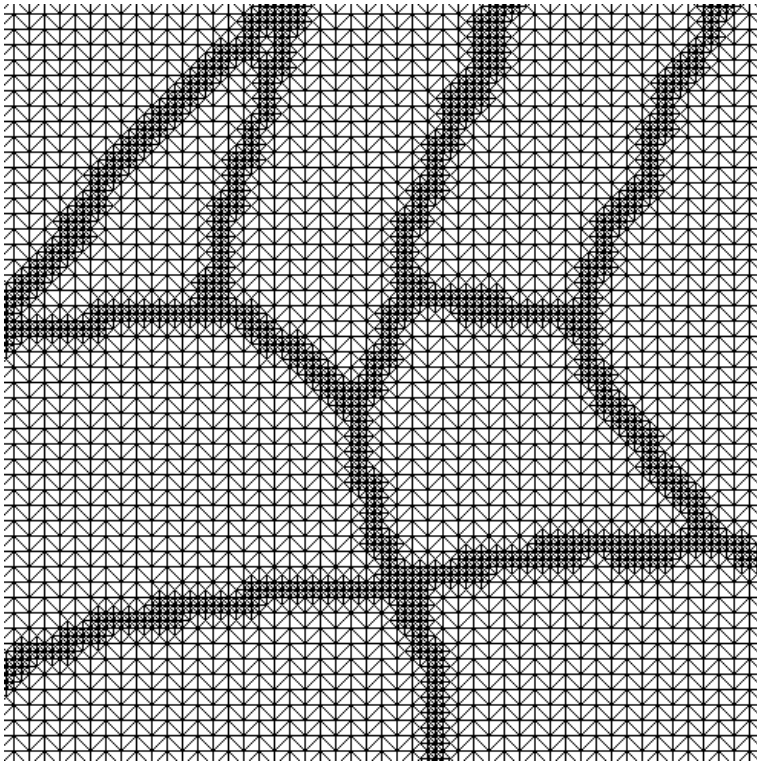
$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i w_i + S_i v_2)}{n(v_2 + 1)} \quad \forall j \in \{1, \dots, N\}$$

$$w_i = (|S_i S_{i+1}| + |S_i S_{i-1}|)^{v_1}$$





Algorytm wygładzania Laplace'a jest stosowany przede wszystkim w metodzie wykorzystującej triangulację Delaunay'a, ale można go również z powodzeniem zastosować do wygładzania siatek wygenerowanych metodą Octree



```

Plik Edytuj Opcje Kodowanie Pomoc
0 0 0 49
0 0 1 49
0 0 2 49
0 0 3 49
0 0 4 49
0 0 5 49
0 0 6 49
0 0 7 49
0 0 8 49
0 0 9 49
0 0 10 49
0 0 11 49
0 0 12 49
0 0 13 49
0 0 14 49
0 0 15 49
0 0 16 49
0 0 17 49
0 0 18 49
0 0 19 49
0 0 20 49
0 0 21 49
0 0 22 49
0 0 23 49
0 0 24 49
0 0 25 49
0 0 26 49
0 0 27 49
0 0 28 38
0 0 29 38
0 0 30 38
0 0 31 38
0 0 32 38

```

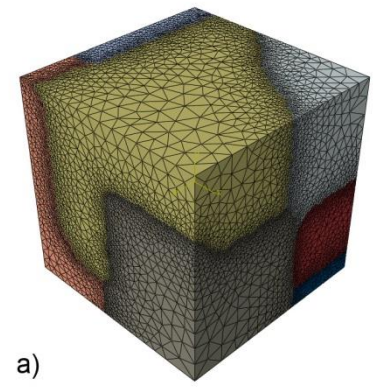
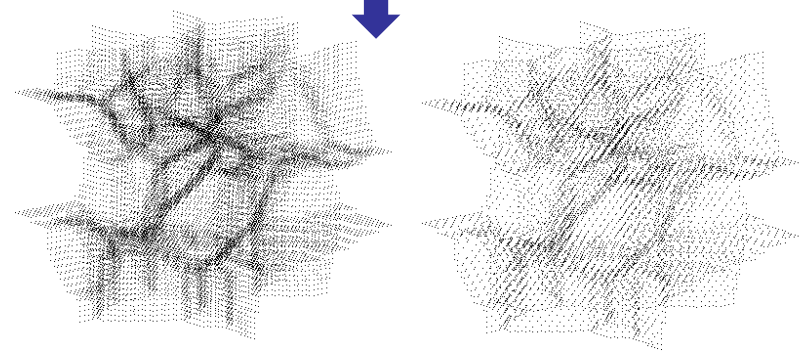
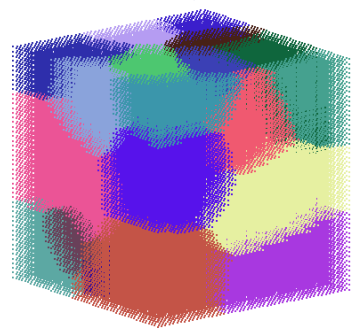
txt

```

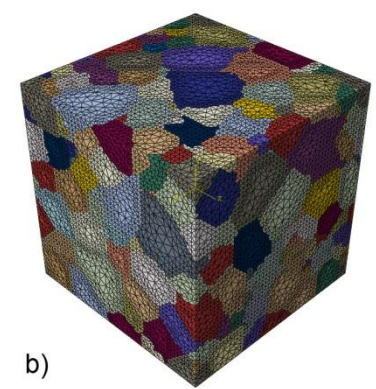
Plik Edytuj Opcje Kodowanie Pomoc
# vtk DataFile Version 3.0
t = 36 s
ASCII
DATASET STRUCTURED_POINTS
DIMENSIONS 111 71 71
ORIGIN 0 0 0
SPACING 0.5 0.5 0.5
CELL_DATA 539000
SCALARS korn int
LOOKUP_TABLE default
2 2 2 2
2 2 2 2
2 2 2 2
2 2 2 6
6 6 14 14
14 14 14 14
14 14 14 14
25 25 25 25
25 25 25 25
25 25 25 25
25 40 40 40
40 56 56 56
56 56 56 56
56 56 56 56
56 56 56 56
56 56 80 80

```

vtk



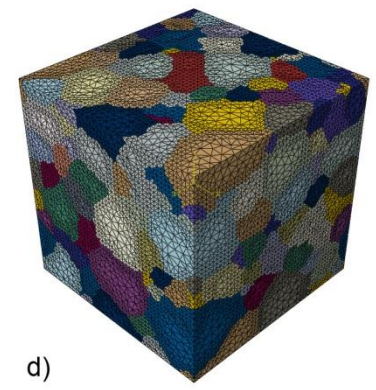
a)



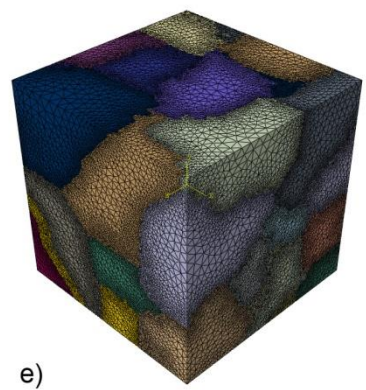
b)



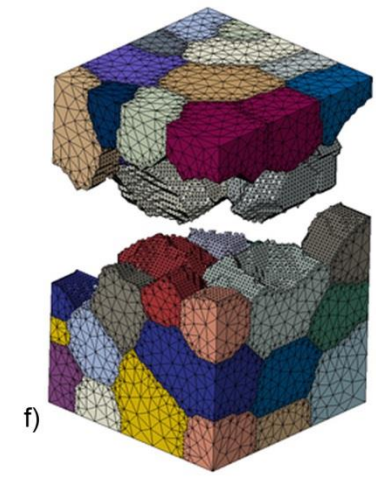
c)



d)



e)



f)

