

PODSTAWY PRZETWARZANIA OBRAZÓW CYFROWYCH

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE

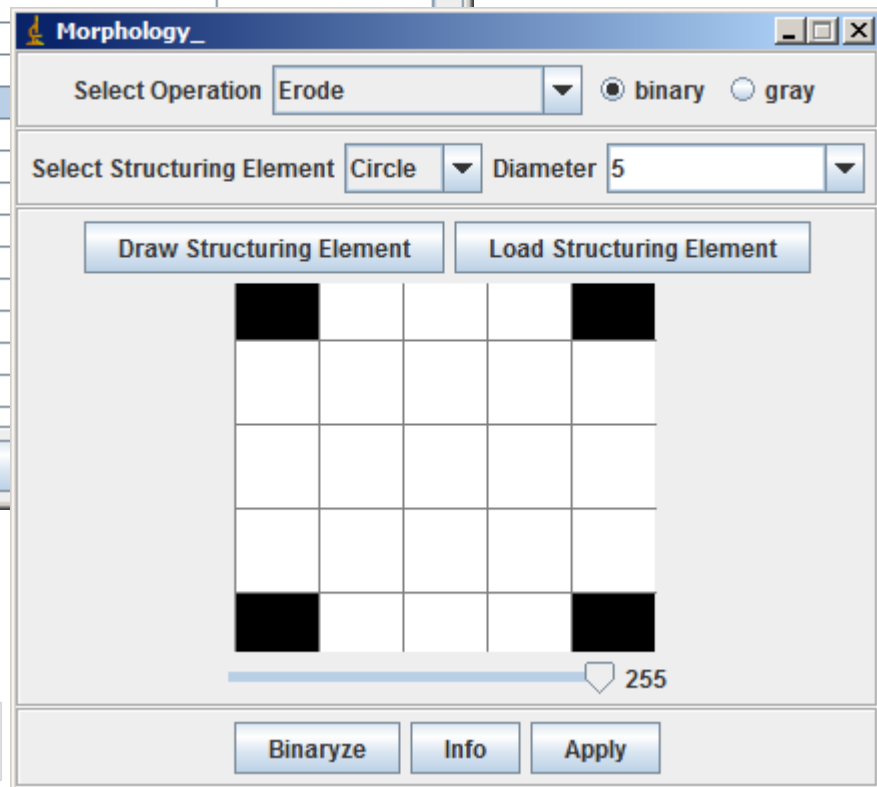
PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE

- OBRAZY BINARNE
 - erozja, dylatacja, otwarcie, zamknięcie, SKIZ
 - wyodrębnianie konturów
 - ścienianie, pogrubianie, szkieletyzacja
- OBRAZY W SKALI SZAROŚCI
 - erozja, dylatacja, otwarcie, zamknięcie,
 - Top-Hat, gradient morfologiczny,
 - H-minima etc ...

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE

A...	Name	URL	Host	Directory on Hos
<input type="checkbox"/>	MaMuT	http://sites.imagej.net/MaMuT/		
<input type="checkbox"/>	Maskflow	http://sites.imagej.net/Maskflow/		
<input type="checkbox"/>	Masks from ROIs	http://sites.imagej.net/MasksfromRoIs/		
<input type="checkbox"/>	Mastodon	http://sites.imagej.net/Mastodon-jungle/		
<input type="checkbox"/>	Mcat	http://sites.imagej.net/Mcat/		
<input type="checkbox"/>	Micro-Magellan	http://sites.imagej.net/Hpinkard/		
<input type="checkbox"/>	Microglia-Morphometry	http://sites.imagej.net/Microglia-Morphometry/		
<input type="checkbox"/>	Mighty Data, Inc.	http://sites.imagej.net/mightydatainc/		
<input type="checkbox"/>	MIST	http://sites.imagej.net/NIST-ISG-MIST/		
<input type="checkbox"/>	MiToBo	http://sites.imagej.net/MiToBo/		
<input type="checkbox"/>	MoBIE	http://sites.imagej.net/MoBIE/		
<input type="checkbox"/>	Molography	http://sites.imagej.net/VolkerGatterdam/		
<input type="checkbox"/>	MoMA	http://sites.imagej.net/MoMA/		
<input checked="" type="checkbox"/>	Morphology	http://sites.imagej.net/Landini/		
<input type="checkbox"/>	MOSAIC ToolSuite	https://mosaic.mpi-cbg.de/Downloads/update/Fiji...		
<input type="checkbox"/>	MPIBPC	http://sites.imagej.net/MPIBPC/		
<input type="checkbox"/>	MS-ECS-2D	http://sites.imagej.net/MS-ECS-2D/		
<input type="checkbox"/>	MTrack	http://sites.imagej.net/MicrotubuleTracker/		
<input type="checkbox"/>	Multifrac	http://sites.imagej.net/Multifrac/		
<input type="checkbox"/>	Multi-Template-Matching	http://sites.imagej.net/Multi-Template-Matching/		
<input type="checkbox"/>	N5	http://sites.imagej.net/N5/		
<input type="checkbox"/>	NanoJ-Core	http://sites.imagej.net/NanoJ/		
<input type="checkbox"/>	NanoJ-SQUIRREL	http://sites.imagej.net/NanoJ-SQUIRREL/		
<input type="checkbox"/>	NanoJ-SRRE	http://sites.imagej.net/NanoJ-SRRE/		

<-Gabriel Landini



funkcje wbudowane w ImageJ
Process->Binary-> ...

MorphoLibJ

Salvatore Aglieco->

HIT-OR-MISS

Dla danego obrazu binarnego (ImageJ – 0 [zero] lub 255 [jeden]) przykładany jest element strukturalny, najczęściej kwadrat 3x3, którego elementy mają następujące znaczenie podczas odnoszenia się do odpowiednich pikseli obrazu względem punktu centralnego maski :

- 0 – oczekiwana wartość zero
- 1 – oczekiwana wartość jeden
- x – wartość dowolna (ImageJ, Morphology: 2)

W razie zgodności – wpisywany jest wynik 1,
w razie niezgodności - wpisywany jest wynik 0.

wnętrze

1	1	1
1	1	1
1	1	1

końcówki

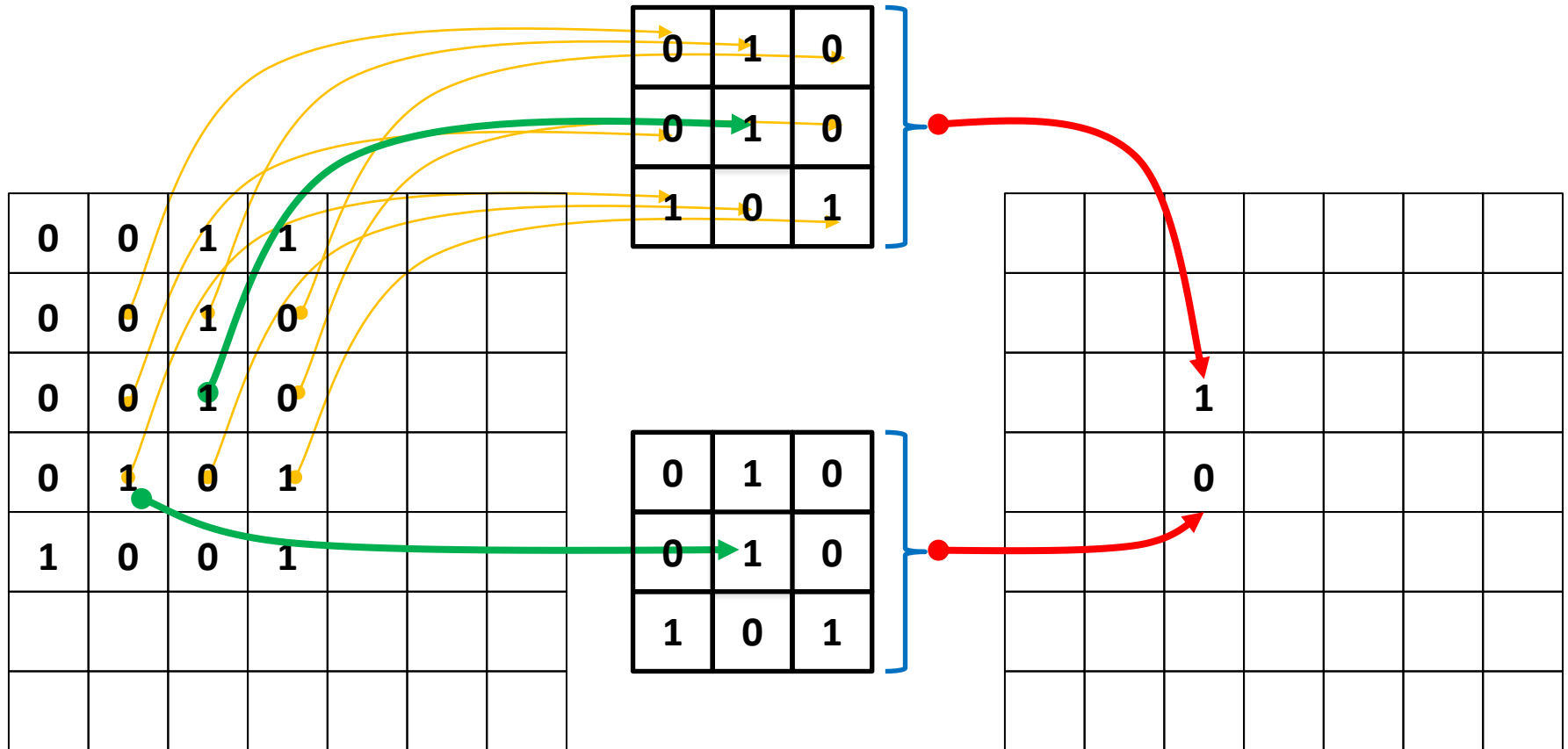
0	0	0
0	1	0
x	x	x

punkty potrójne

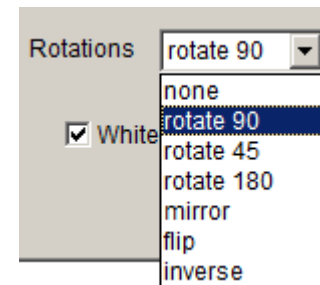
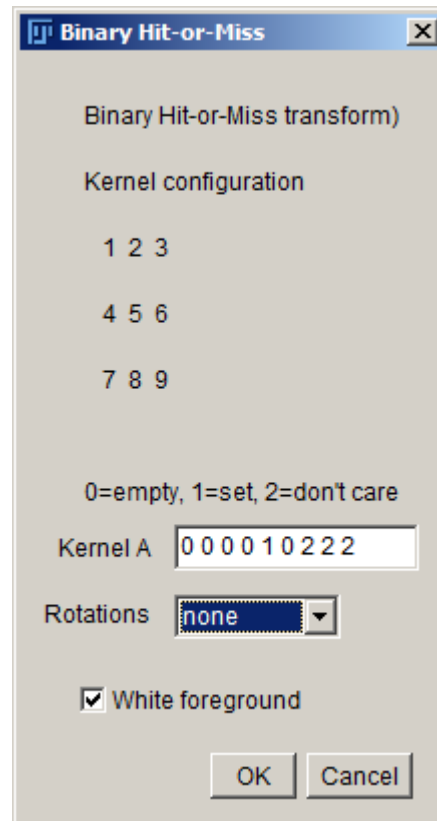
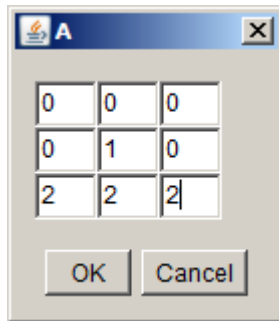
0	1	0
0	1	0
1	0	1

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

HIT-OR-MISS



PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE



```
// wywołanie funkcji pakietu Morphology
```

```
run("BinaryHitOrMiss ", "kernel_a=[0 0 0 0 1 0 2 2 2] rotations=none white");
```

```
run("BinaryThin ", "kernel_a=[2 1 1 0 1 1 0 0 2 ] rotations=[rotate 90] iterations=5 white");
```

Hit-or-miss – zapalenie/zgaszenie punktu pasującego /niepasującego do szablonu

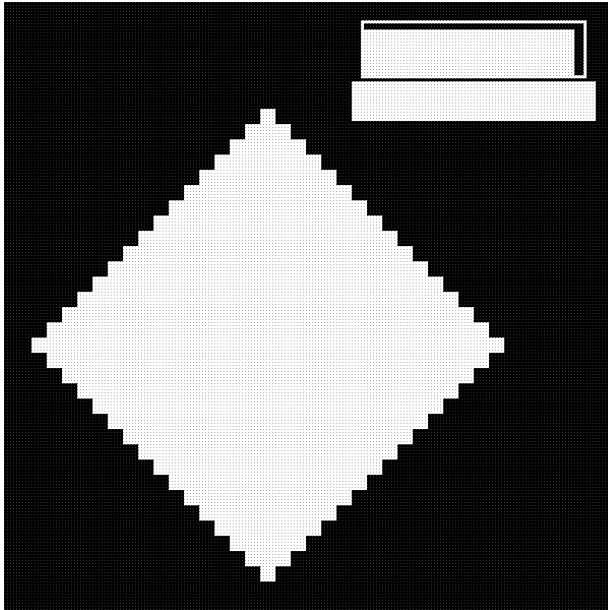
Ścienianie – zgaszenie punktu pasującego do szablonu

Pogrubienie – zapalenie punktu pasującego do szablonu

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

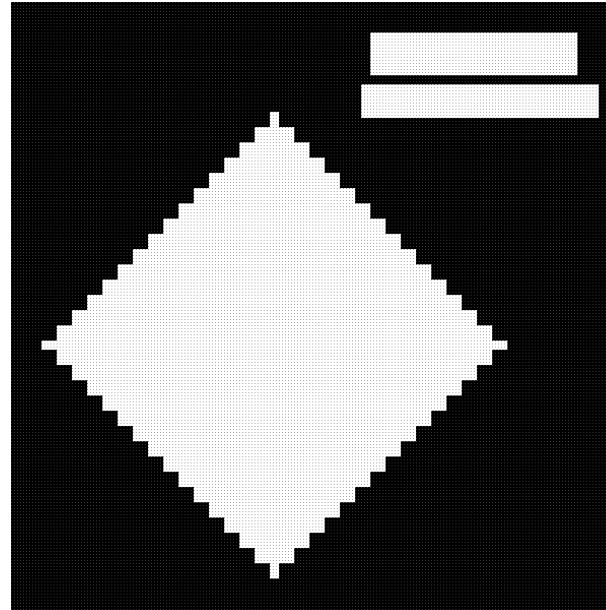
HIT-OR-MISS – ekstrakcja konturu

źródło

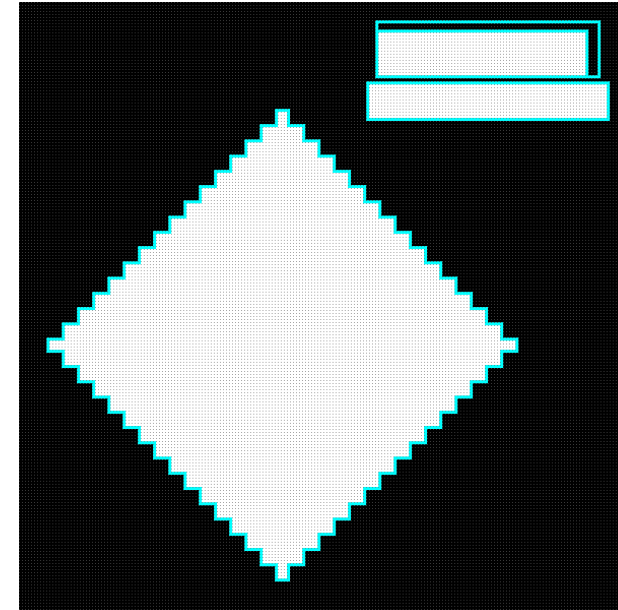


wnętrze

1	1	1
1	1	1
1	1	1



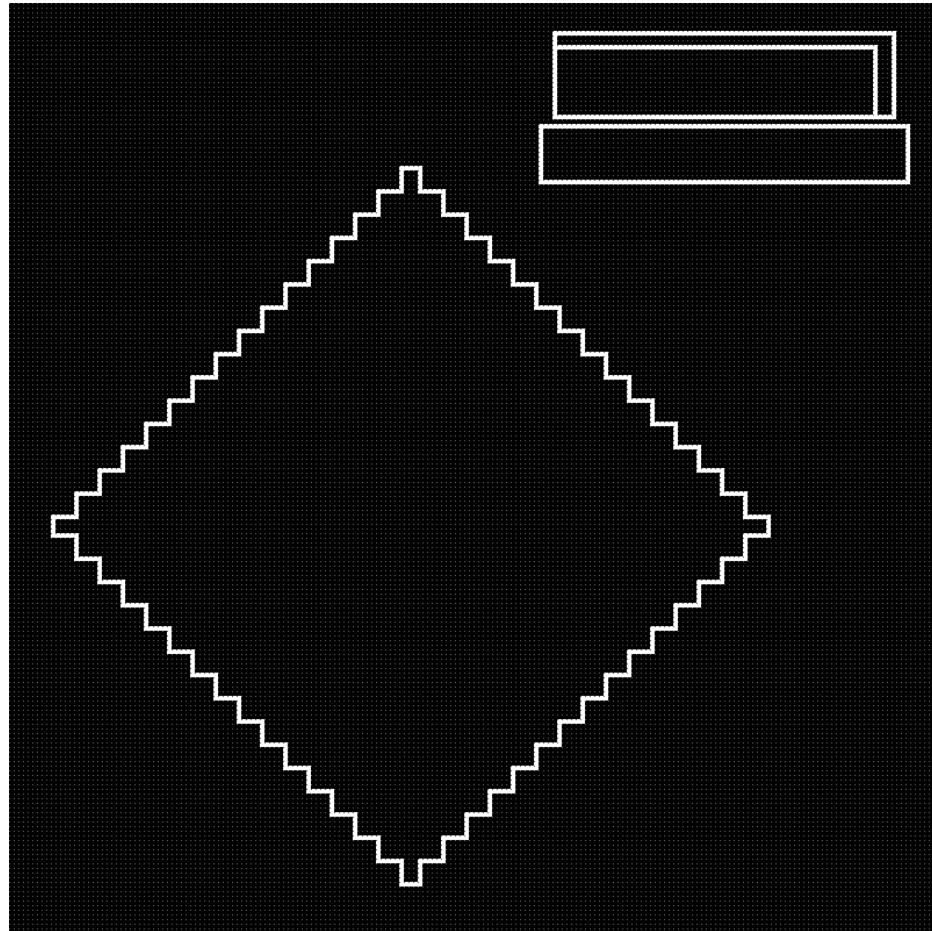
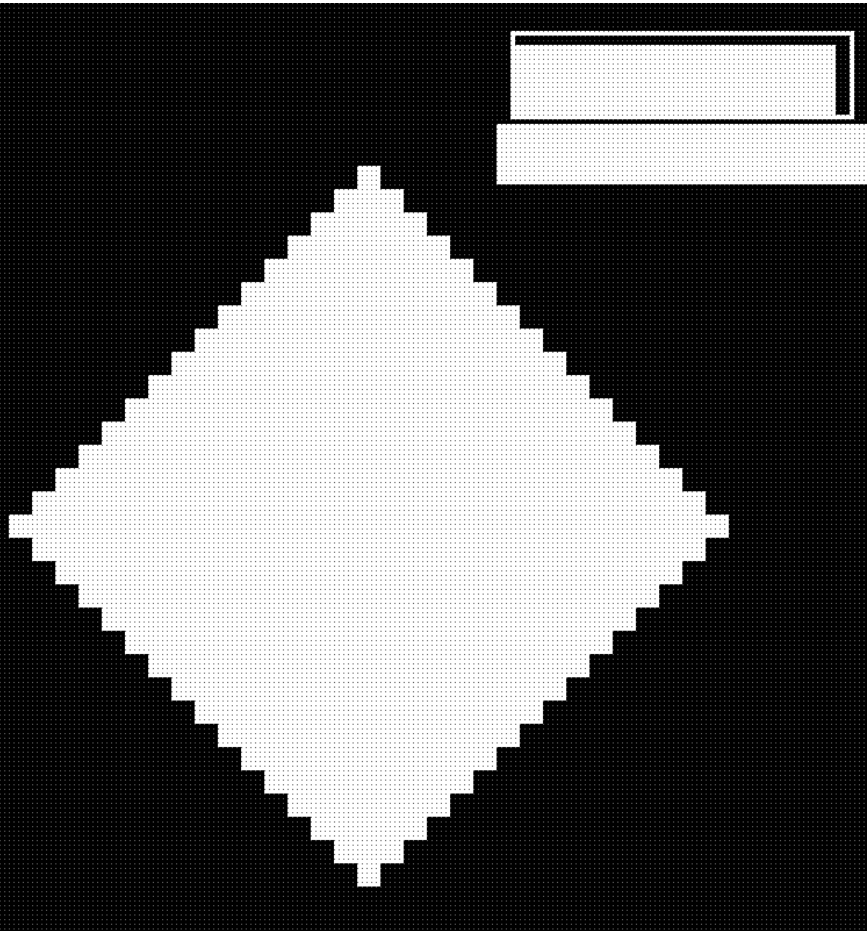
razem



```
open ("obiekty.png");  
rename ("zrodlo");  
  
open ("obiekty.png");  
run ("BinaryHitOrMiss ", "kernel_a=[1 1 1 1 1 1 1 1 1 ] rotations=none white");  
rename ("wnetrze");  
  
run ("Merge Channels...", "c4=wnetrze c5=zrodlo keep");  
rename ("razem");
```

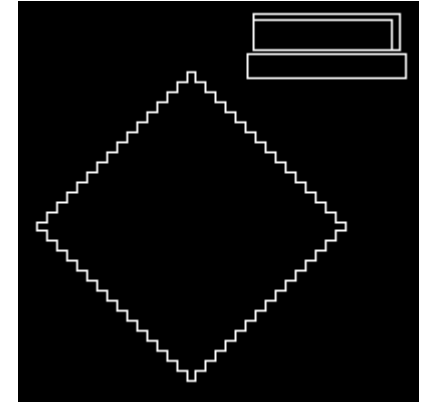
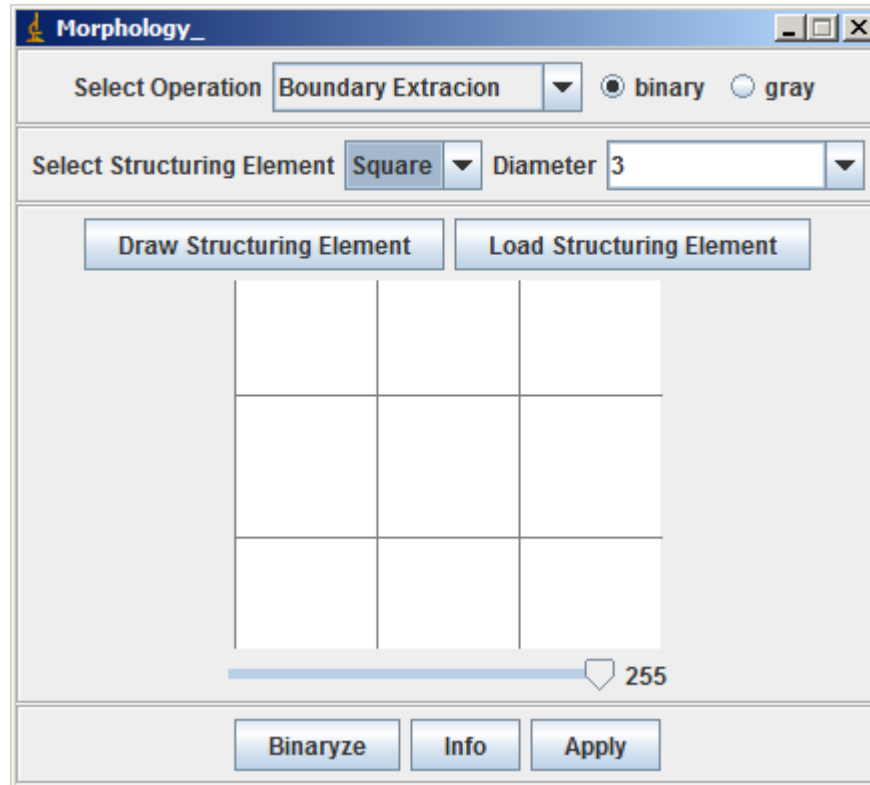
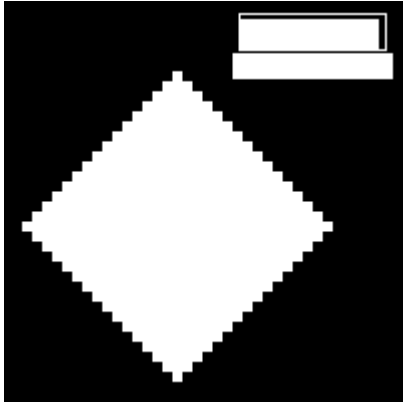
PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

Thinning - ścienianie – ekstrakcja konturu



```
run("BinaryThin ", "kernel_a='1 1 1 1 1 1 1 1 1 ' rotations='none' iterations=1  
white");  
rename("wnętrze_th");
```

Ekstrakcja konturu

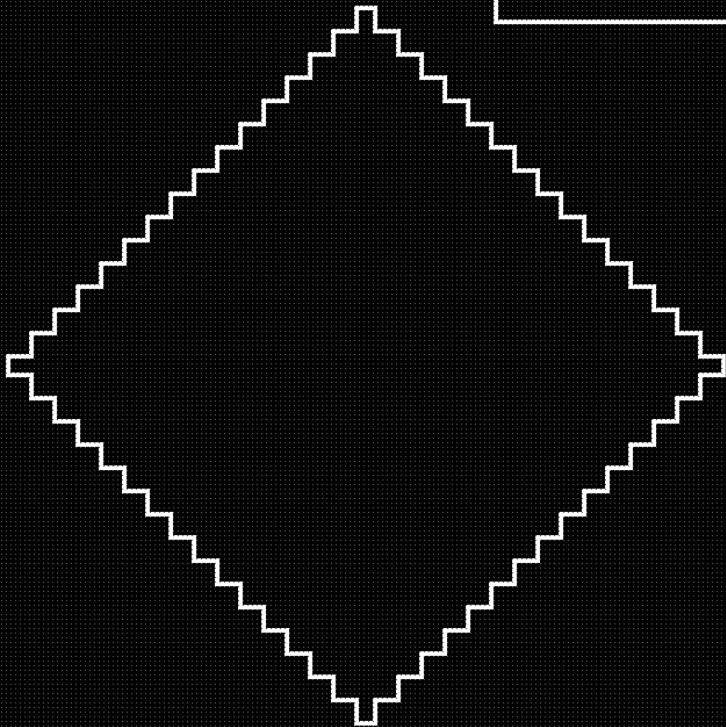


Ekstrakcja konturu polega na usunięciu punktów wewnętrznych obiektu (czyli tych, które mają wszystkich sąsiadów zapalonych)

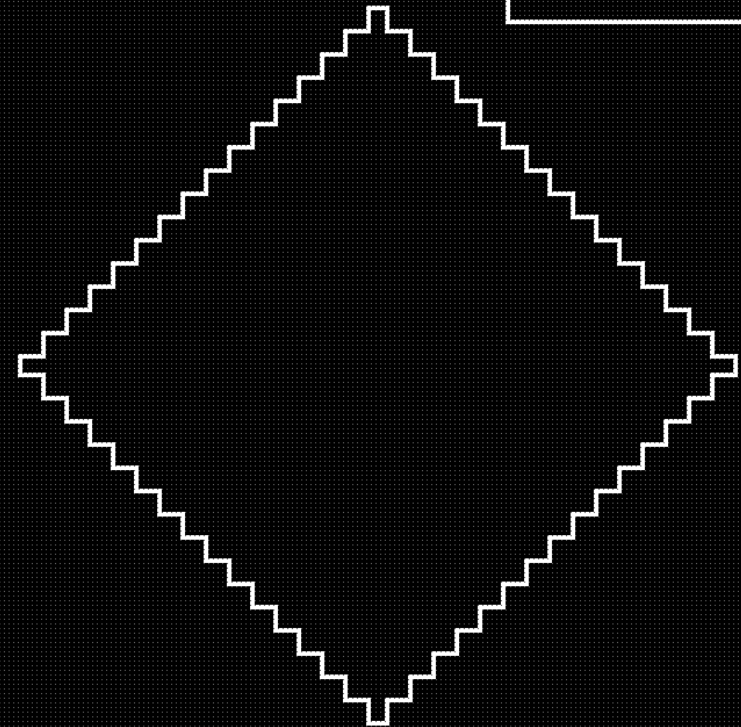
PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

Ekstrakcja konturu

circle r=3



sqr r=3



koło, $r = 3, 5, 7$

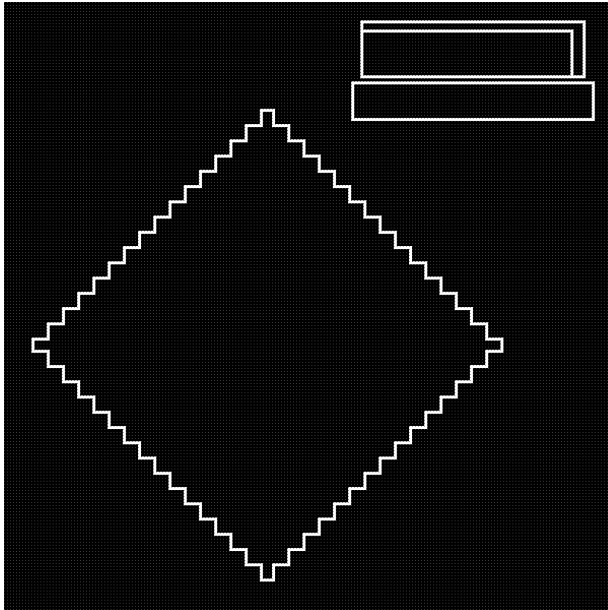
[animacja]
zależność wyniku od parametrów

kwadrat, $r = 3, 5, 7$

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

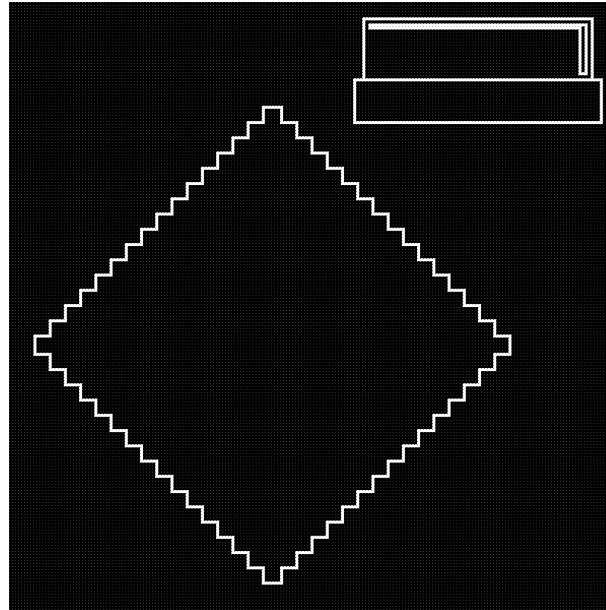
Ekstrakcja konturu – a obrys

kontur



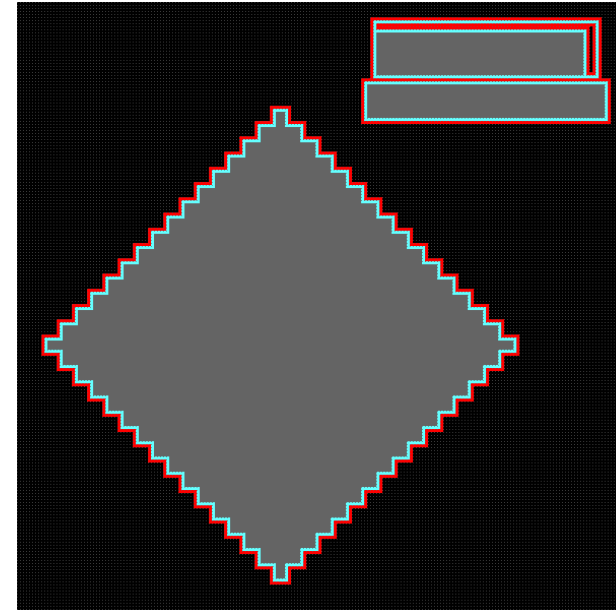
granica wewnętrzna

obrys (outline)



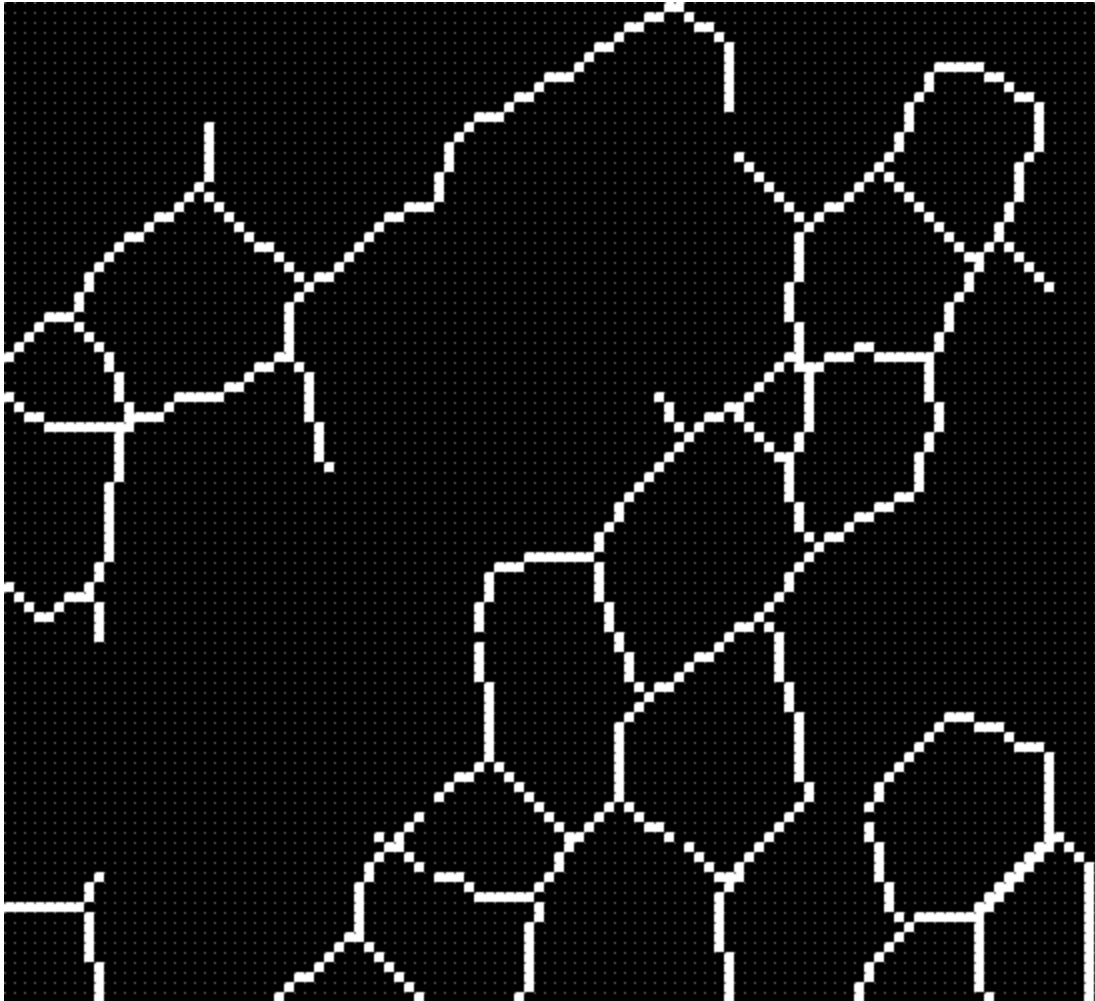
granica zewnętrzna

razem



PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

HIT-OR-MISS – znajdowanie końcówek



0	0	0
0	1	0
x	x	x

x	0	0
x	1	0
x	0	0

x	x	x
0	1	0
0	0	0

0	0	x
0	1	x
0	0	x

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

HIT-OR-MISS – znajdowanie końcówek

```
// zlozenie obrazow dla czterech masek

open ("koncowki.png");
run ("BinaryHitOrMiss ", "kernel_a=[0 0 0 0 1 0 2 2 2 ] rotations=none white");
rename ("punkty1");

open ("koncowki.png");
run ("BinaryHitOrMiss ", "kernel_a=[2 0 0 2 1 0 2 0 0 ] rotations=none white");
rename ("punkty2");

open ("koncowki.png");
run ("BinaryHitOrMiss ", "kernel_a=[2 2 2 0 1 0 0 0 0 ] rotations=none white");
rename ("punkty3");

open ("koncowki.png");
run ("BinaryHitOrMiss ", "kernel_a=[0 0 2 0 1 2 0 0 2 ] rotations=none white");
rename ("punkty4");

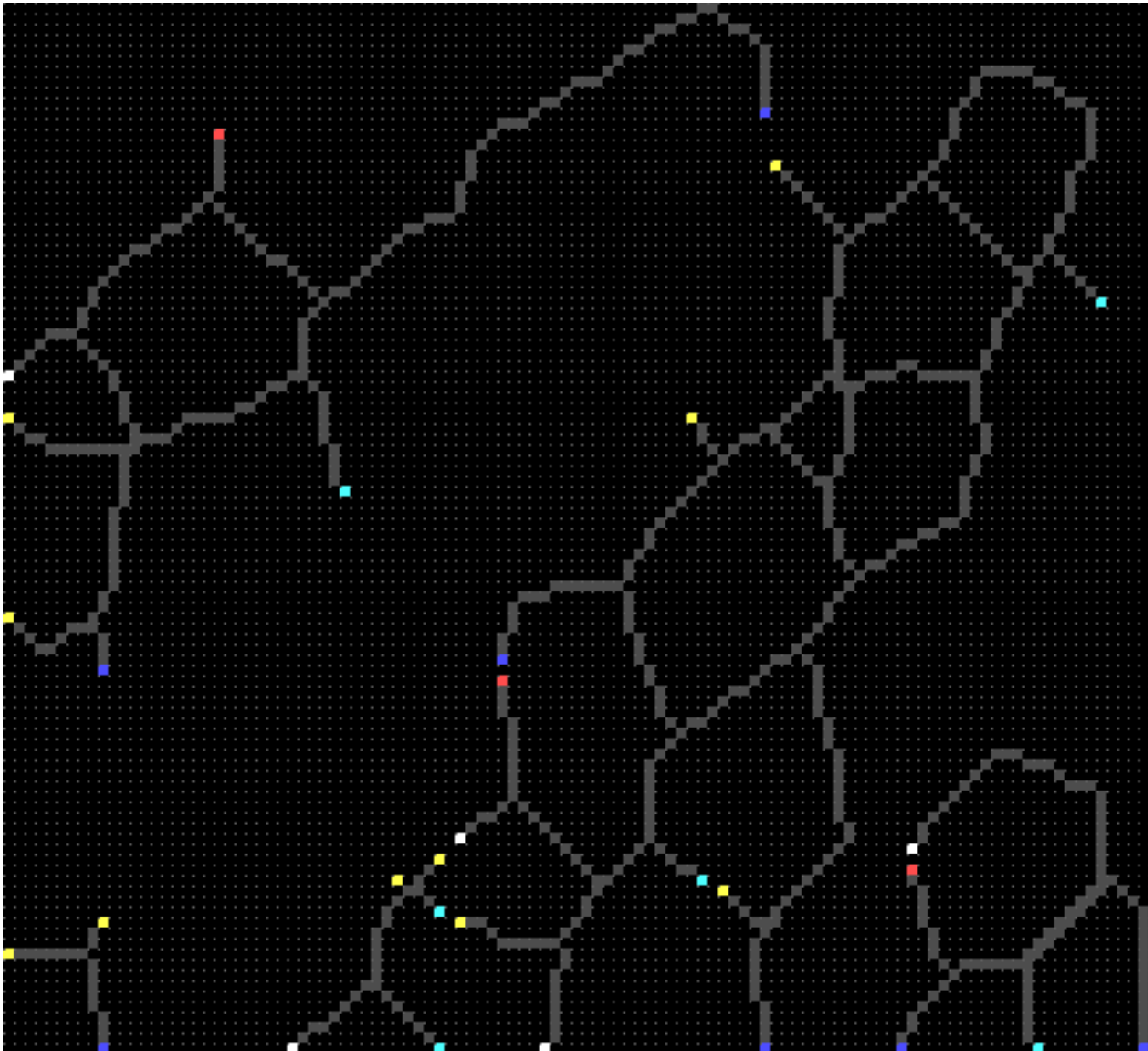
open ("koncowki.png");
run ("Multiply...", "value=0.3"); // przyciemnienie siatki (biala->szara)
rename ("podklad");

run ("Merge Channels...", "c1=punkty1 c2=punkty2 c3=punkty3 c4=podklad c7=punkty4");

// merge: c1 red, c2 green, c3 blue, c4 gray, c5 cyan, c6 magenta, c7 yellow
// cyan: 0,255,255, magenta: 255,0,255, yellow: 255,255,0
```

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

HIT-OR-MISS – znajdowanie końcówek



0	0	0
0	1	0
x	x	x

x	0	0
x	1	0
x	0	0

x	x	x
0	1	0
0	0	0

0	0	x
0	1	x
0	0	x

Część punktów wykrywana przez dwie maski

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

HIT-OR-MISS – znajdowanie końcówek

```
// operacje z rotacjami
```

```
open("koncowki.png");
```

```
run("BinaryHitOrMiss ", "kernel_a=[0 0 0 0 1 0 2 2 2] rotations=[rotate 90] white");
```

```
rename("punkty5");
```

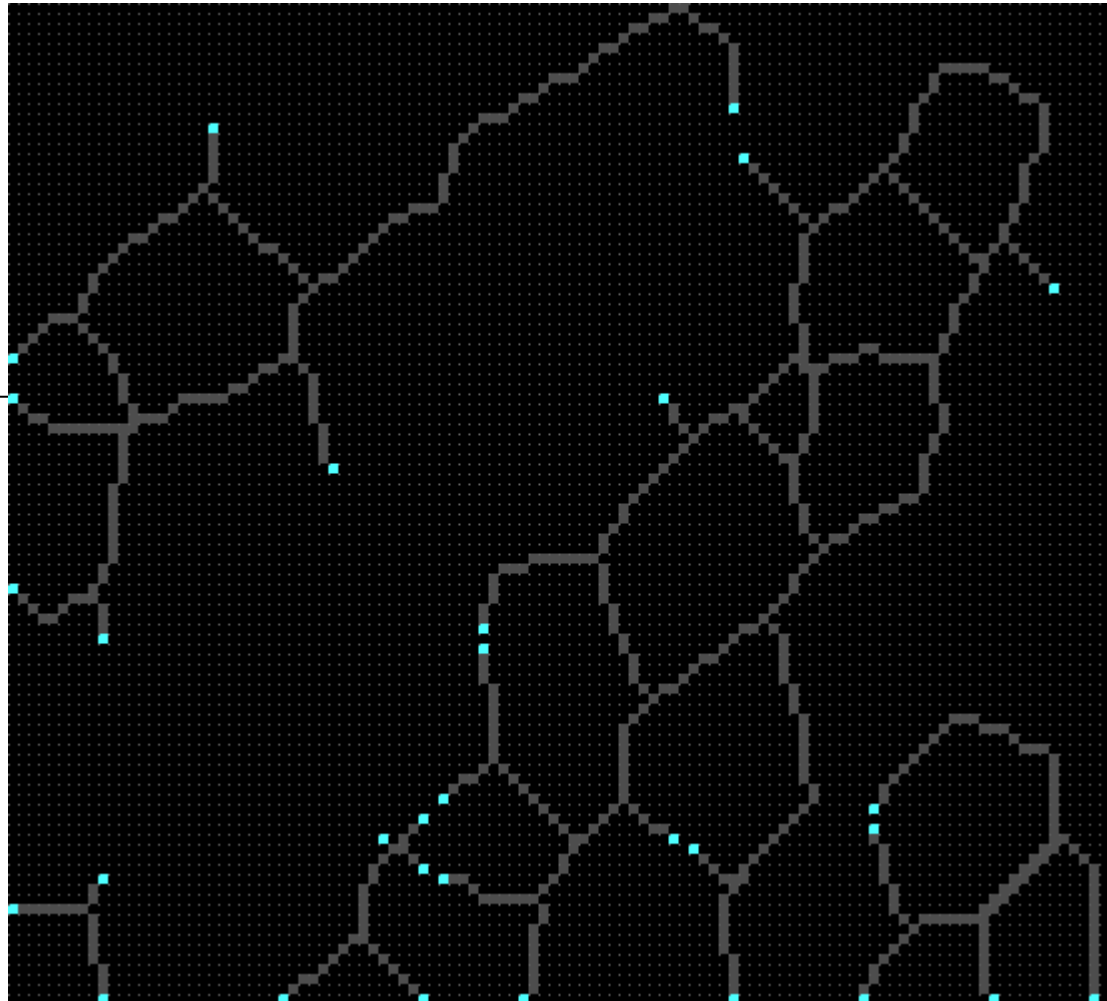
```
open("koncowki.png");
```

```
run("Multiply...", "value=0.3");
```

```
rename("podklad");
```

```
run("Merge Channels...",
```

```
    "c4=podklad c5=punkty5");
```



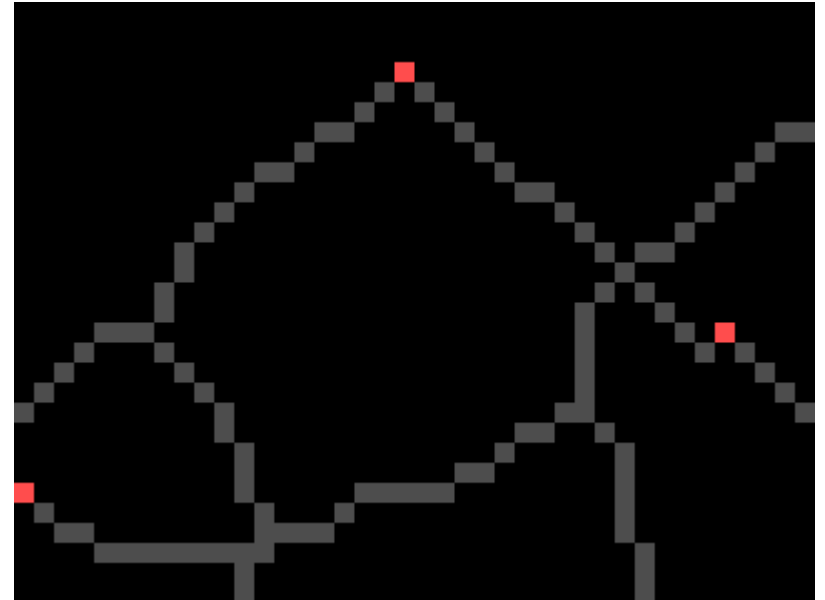
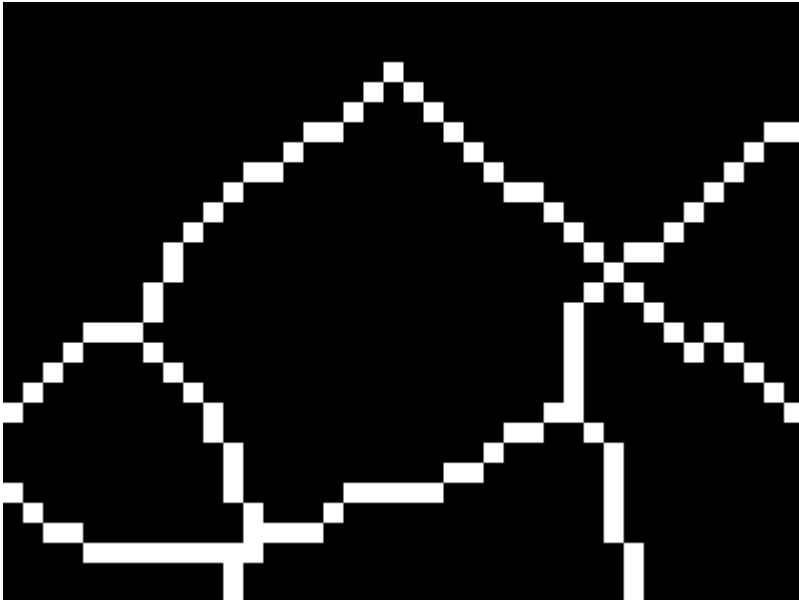
PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

HIT-OR-MISS – znajdowanie końcówek

[nieprawidłowe]

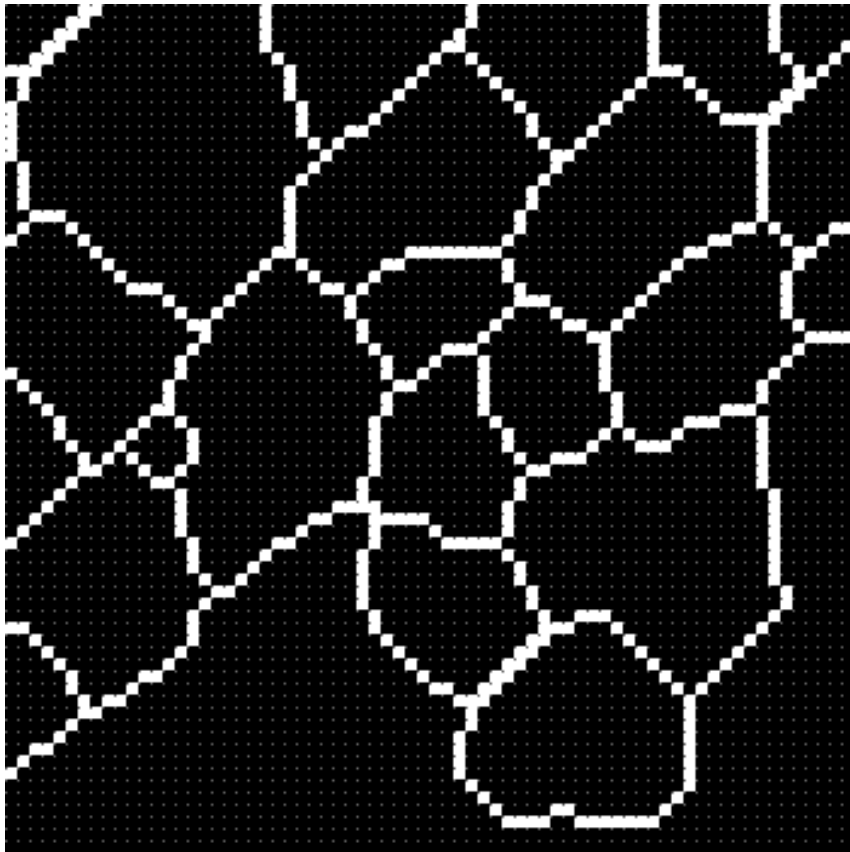
0	0	0
0	1	0
X	X	X

```
run("BinaryHitOrMiss ", "kernel_a=[0 0 0 0 1 0 2 2 2] rotations=none white");
```



PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

HIT-OR-MISS – wykrywanie punktów potrójnych (węzłowych)



0	1	0
0	1	0
1	0	1

0	0	1
1	1	0
0	0	1

1	0	0
0	1	1
1	0	0

1	0	1
0	1	0
0	1	0

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

HIT-OR-MISS – wykrywanie punktów potrójnych (węzłowych)

```
open ("siatka.png");
run ("BinaryHitOrMiss ", "kernel_a=[0 1 0 0 1 0 1 0 1 ] rotations=none white");
rename ("punkty1");

open ("siatka.png");
run ("BinaryHitOrMiss ", "kernel_a=[1 0 0 0 1 1 1 0 0 ] rotations=none white");
rename ("punkty2");

open ("siatka.png");
run ("BinaryHitOrMiss ", "kernel_a=[1 0 1 0 1 0 0 1 0 ] rotations=none white");
rename ("punkty3");

open ("siatka.png");
run ("BinaryHitOrMiss ", "kernel_a=[0 0 1 1 1 0 0 0 1 ] rotations=none white");
rename ("punkty4");

open ("siatka.png");
run ("Multiply...", "value=0.3");
rename ("podklad");

run ("Merge Channels...", "c1=punkty1 c2=punkty2 c3=punkty3 c4=podklad c7=punkty4");
```

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

HIT-OR-MISS – wykrywanie punktów potrójnych (węzłowych)



0	1	0
0	1	0
1	0	1

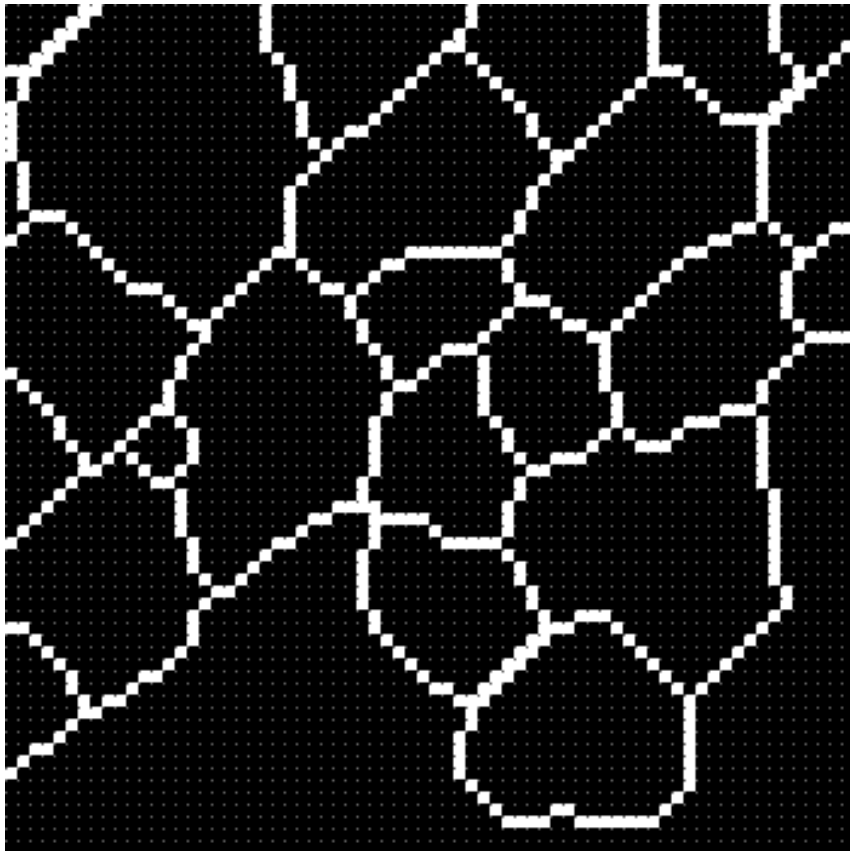
0	0	1
1	1	0
0	0	1

1	0	0
0	1	1
1	0	0

1	0	1
0	1	0
0	1	0

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

HIT-OR-MISS – wykrywanie punktów potrójnych (węzłowych)



1	0	0	0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	1	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1	0
0	0	1				1	0	0
1	1	0				0	1	1
0	0	1				1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	1	0
0	1	1	0	1	0	1	1	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

HIT-OR-MISS – wykrywanie punktów potrójnych (węzłowych)

```
// z obrotem o 90

open("siatka.png");
run("BinaryHitOrMiss ", "kernel_a=[0 1 0 0 1 0 1 0 1 ] rotations=[rotate 90]
white");
rename("punkty5");

open("siatka.png");
run("Multiply...", "value=0.3");
rename("podklad");

run("Merge Channels...", "c4=podklad c5=punkty5");

// z obrotem o 45

open("siatka.png");
run("BinaryHitOrMiss ", "kernel_a=[0 1 0 0 1 0 1 0 1 ] rotations=[rotate 45]
white");
rename("punkty6");

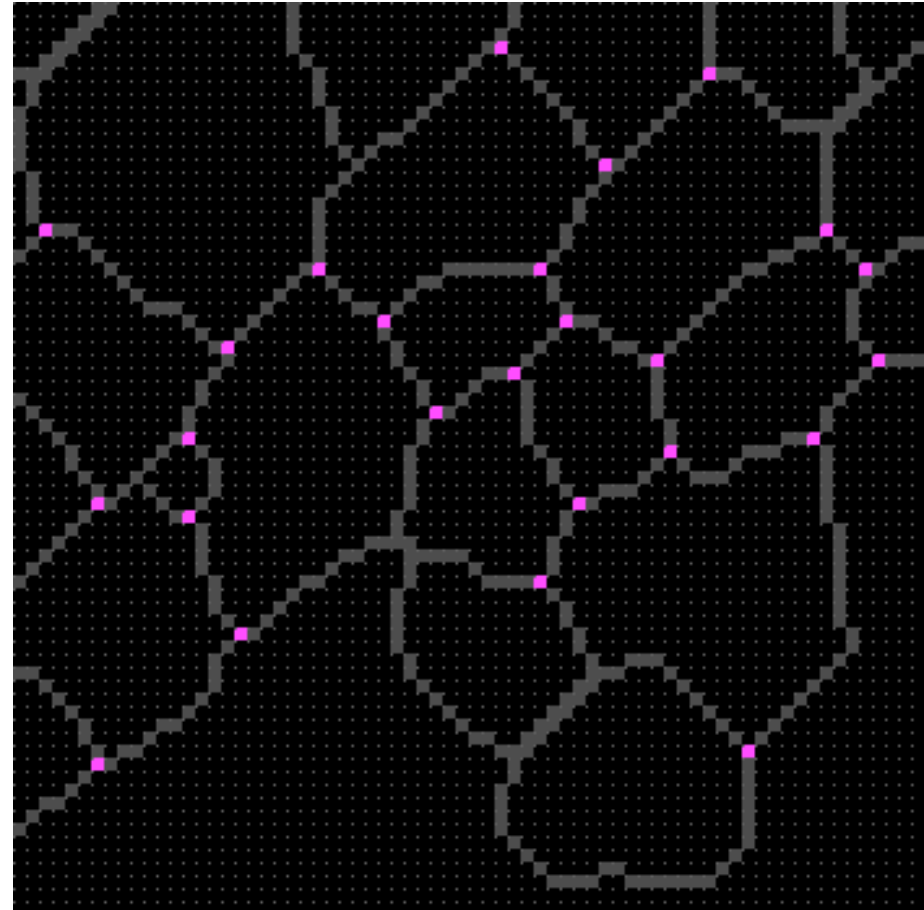
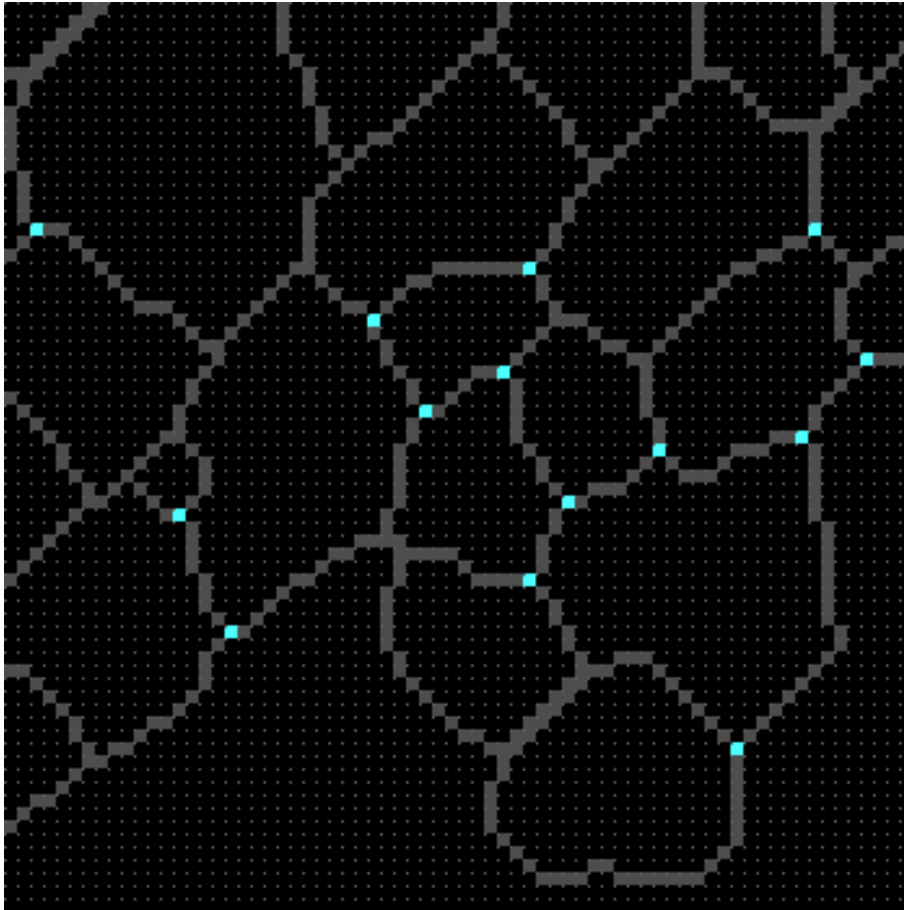
open("siatka.png");
run("Multiply...", "value=0.3");
rename("podklad");

run("Merge Channels...", "c4=podklad c6=punkty6");
```

[90]

HIT-OR-MISS – wykrywanie punktów potrójnych (węzłowych)

[45]



?

1	0	1
0	1	0
1	0	0

sposób
ścieniania:

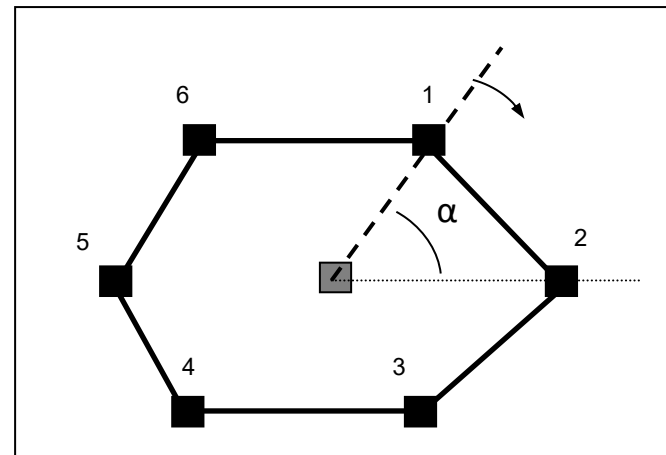
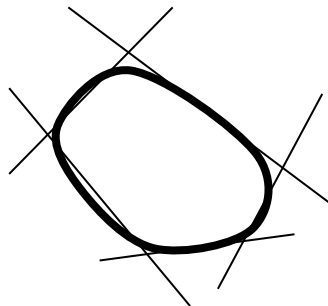
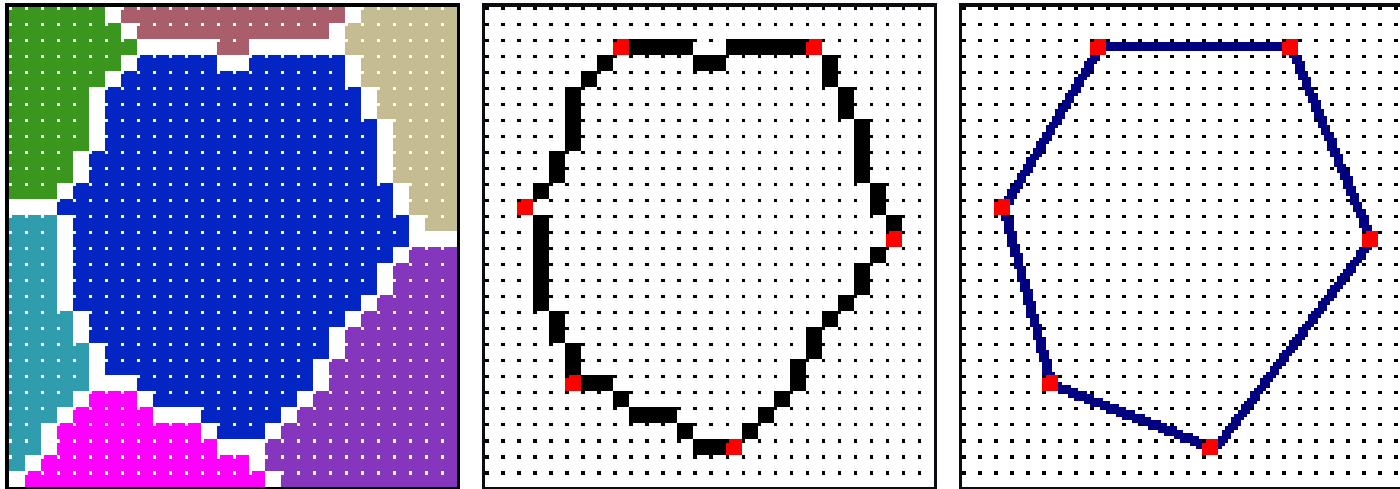
0	1	0
1	1	1
0	0	0

=>

0	1	0
1	0	1
0	0	0

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

HIT-OR-MISS – wykrywanie punktów potrójnych (węzłowych) – po co?



A PUNKT POCZWÓRNY ? 😊 😊 😊

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

EROZJA I DYLATACJA

Erozja – w odniesieniu do zadanego elementu strukturalnego wyznaczana jest wartość minimalna i taka jest wpisywania do obrazu wynikowego.

Obrazy binarne: {0, 1}

Obrazy monochromatyczne 8-bit: <0-255>

Dylatacja – w odniesieniu do zadanego elementu strukturalnego wyznaczana jest wartość maksymalna i taka jest wpisywania do obrazu wynikowego.

Obrazy binarne: {0, 1}

Obrazy monochromatyczne 8-bit: <0-255>

Alternatywna metoda erozji i dylatacji – liczbowa:
określana jest minimalna (/maksymalna) liczba punktów warunkujących przeprowadzenie operacji.

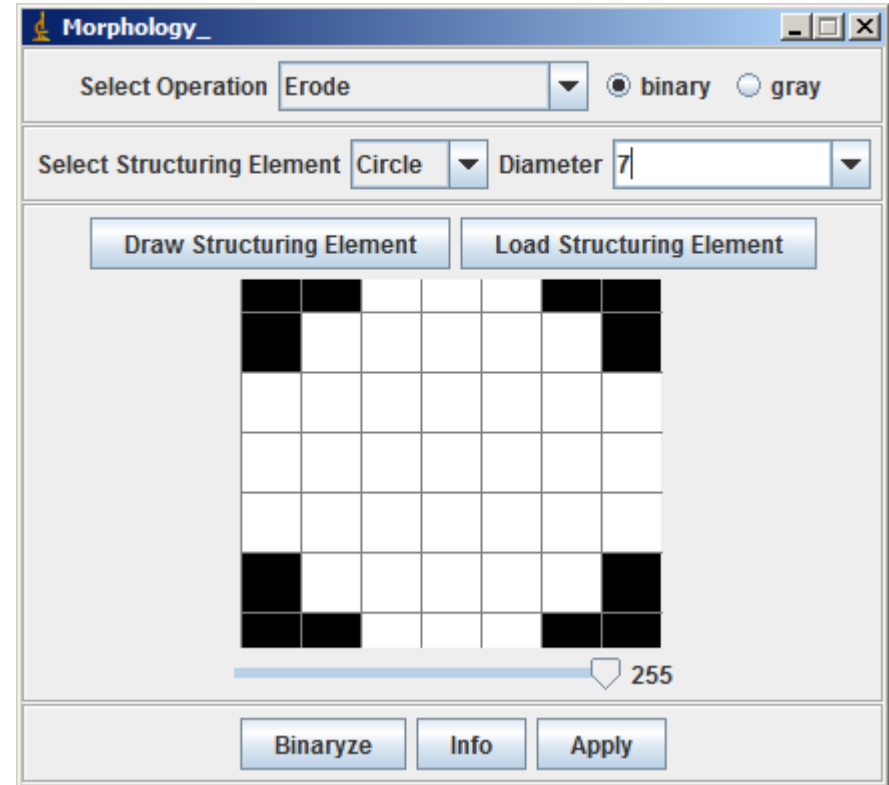
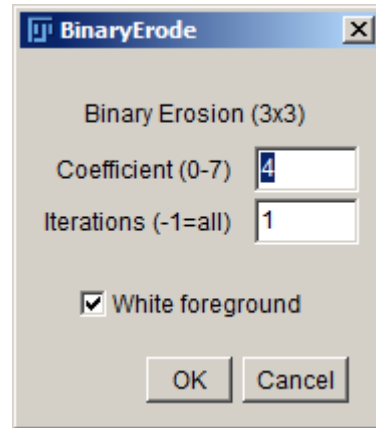
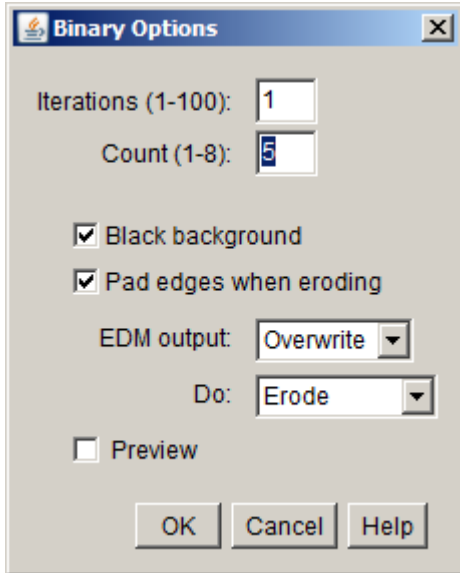
Otwarcie: erozja, dylatacja

Zamknięcie: dylatacja, erozja

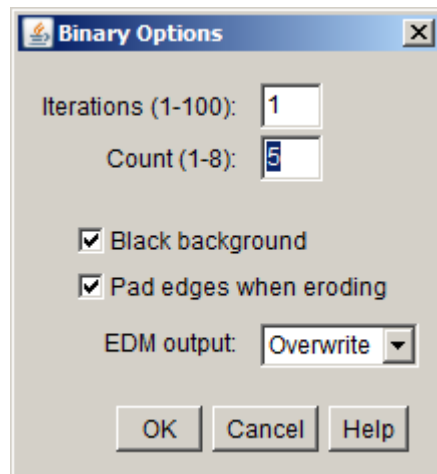
Kolejne otwarcia/zamknięcia nie zmieniają obrazu (niezmiennność względem siebie)

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

EROZJA I DYLATACJA



Różnice w zliczaniu między dwiema implementacjami



widok okna dla obrazu,
który nie jest w formacie
binarnym 8-bit 0-255

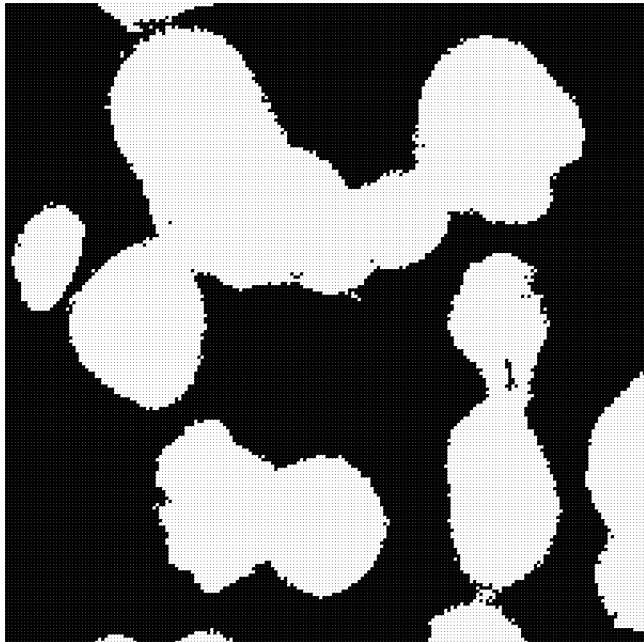
ImageJ -> Process -> Binary -> ... pierwotne ('natywne') operacje na obrazach binarnych traktują:

0 - obiekt

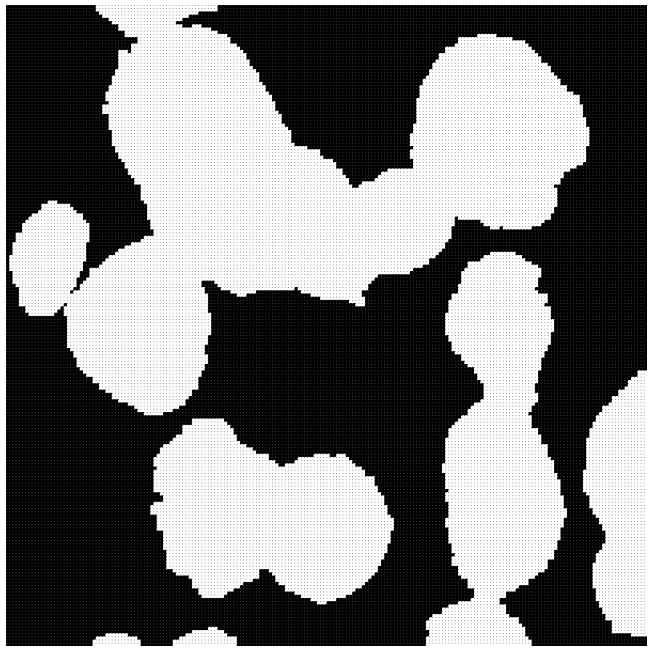
255 - tło

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

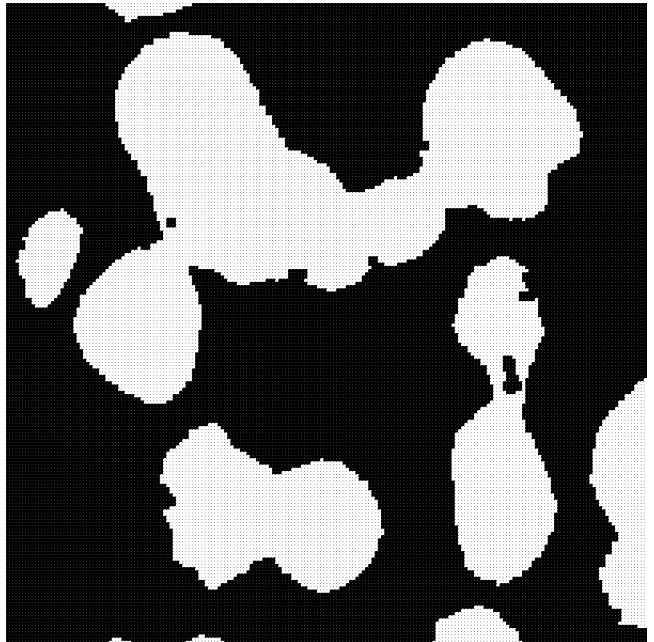
EROZJA I DYLATACJA



dylatacja, $c=1$

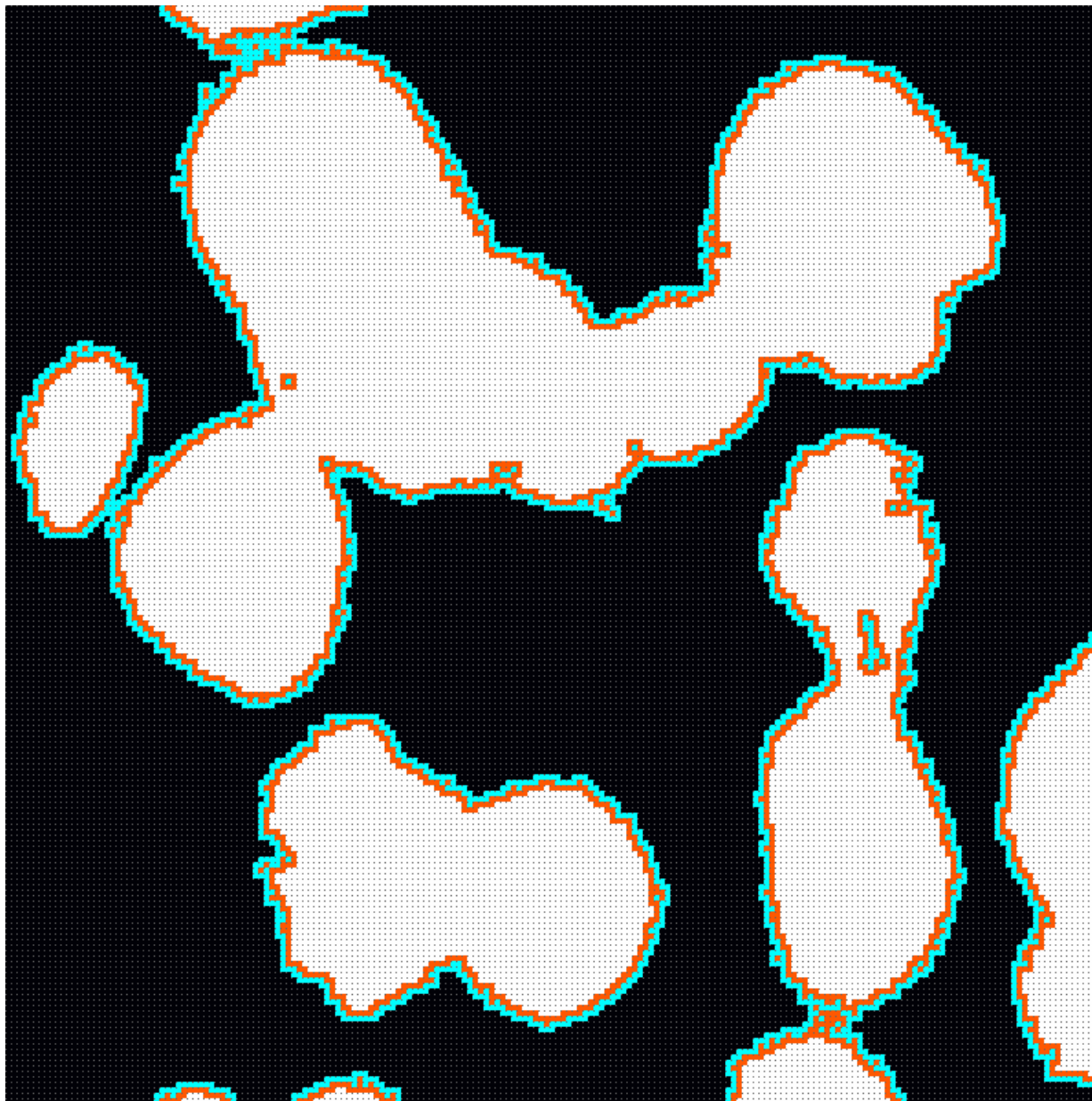


erozja, $c=1$



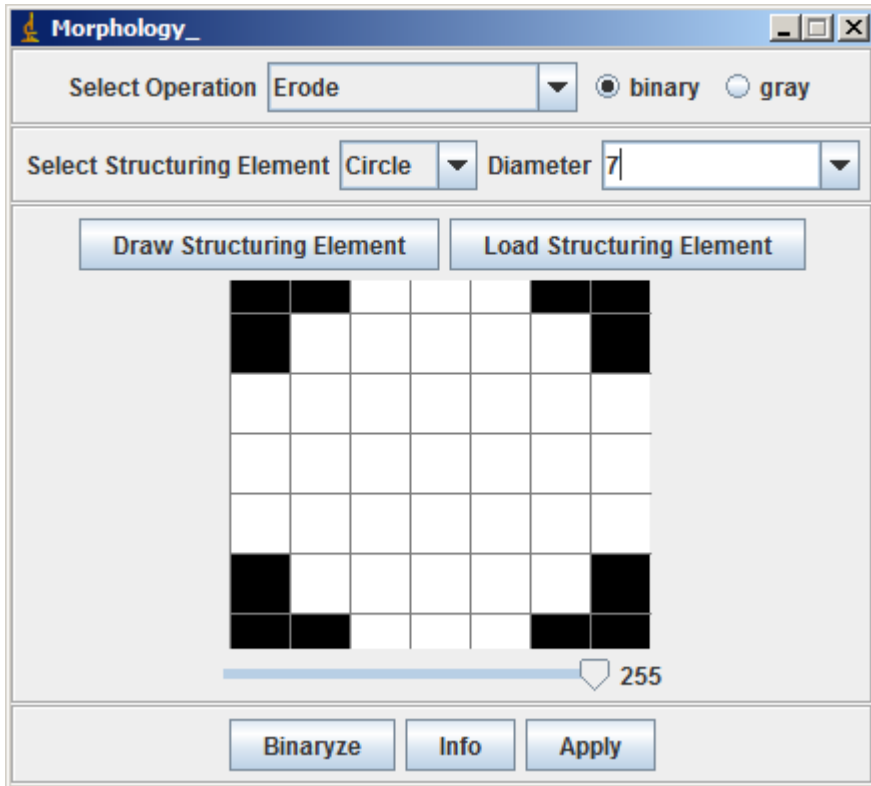
PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

EROZJA I DYLATACJA



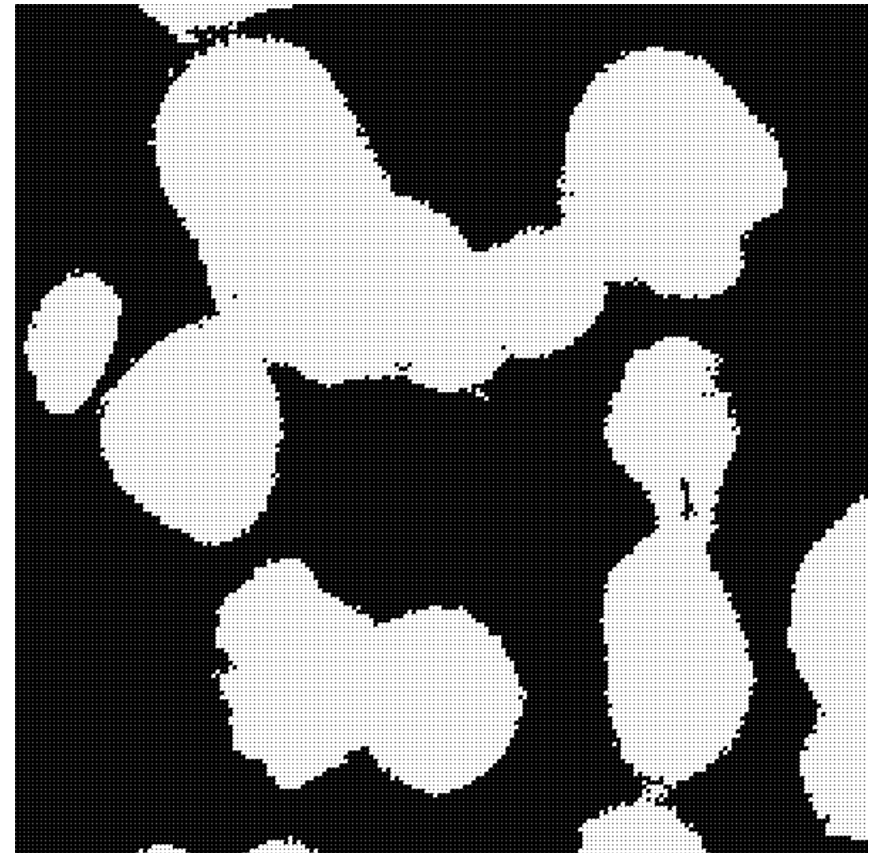
PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

EROZJA I DYLATACJA



dyskusja parametrów:

Otoczenie $r=3,5,7$

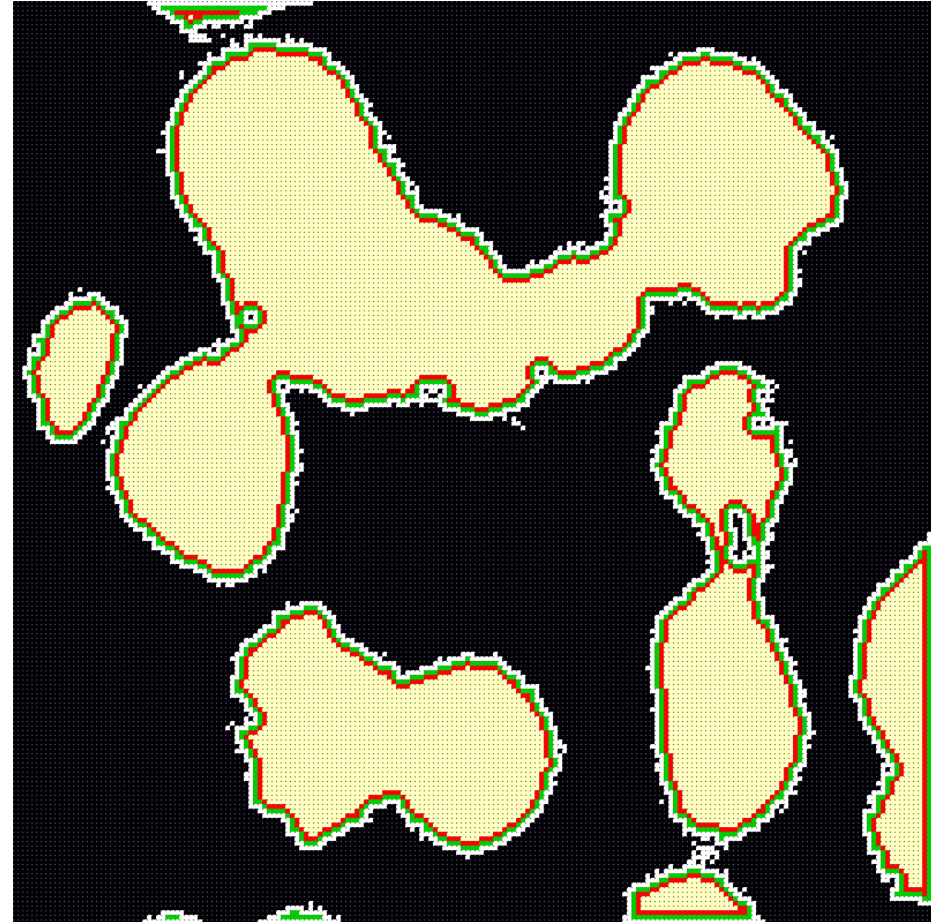
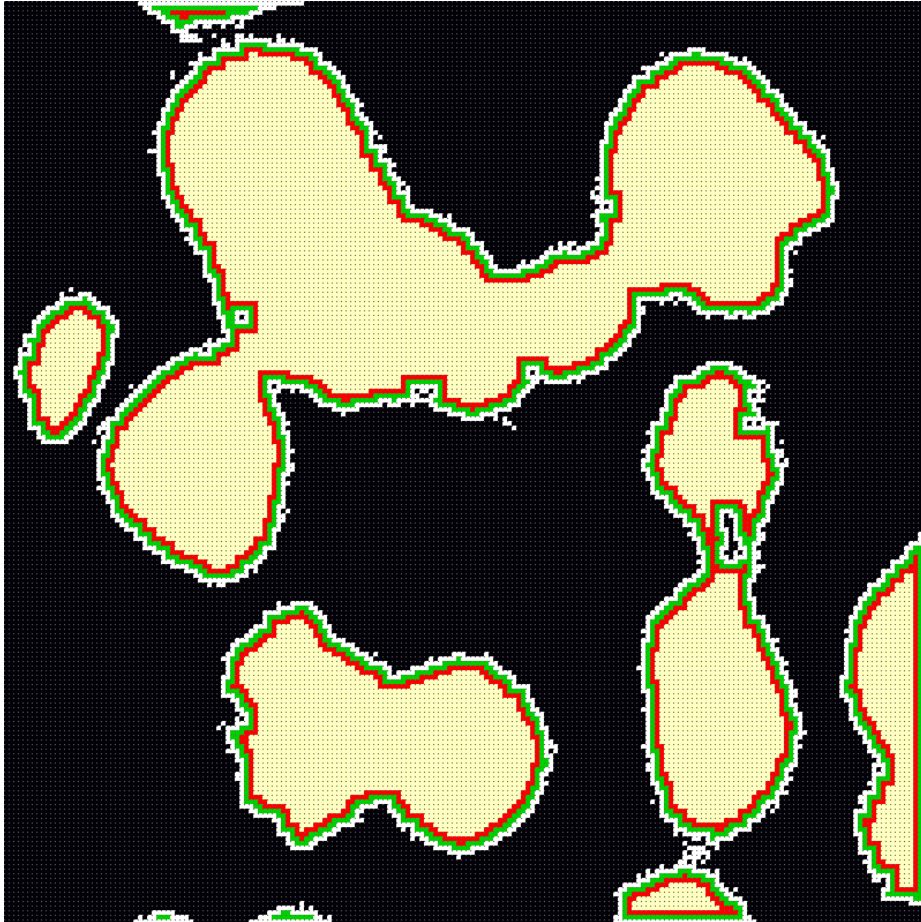


[animacja - 4 klatki]

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

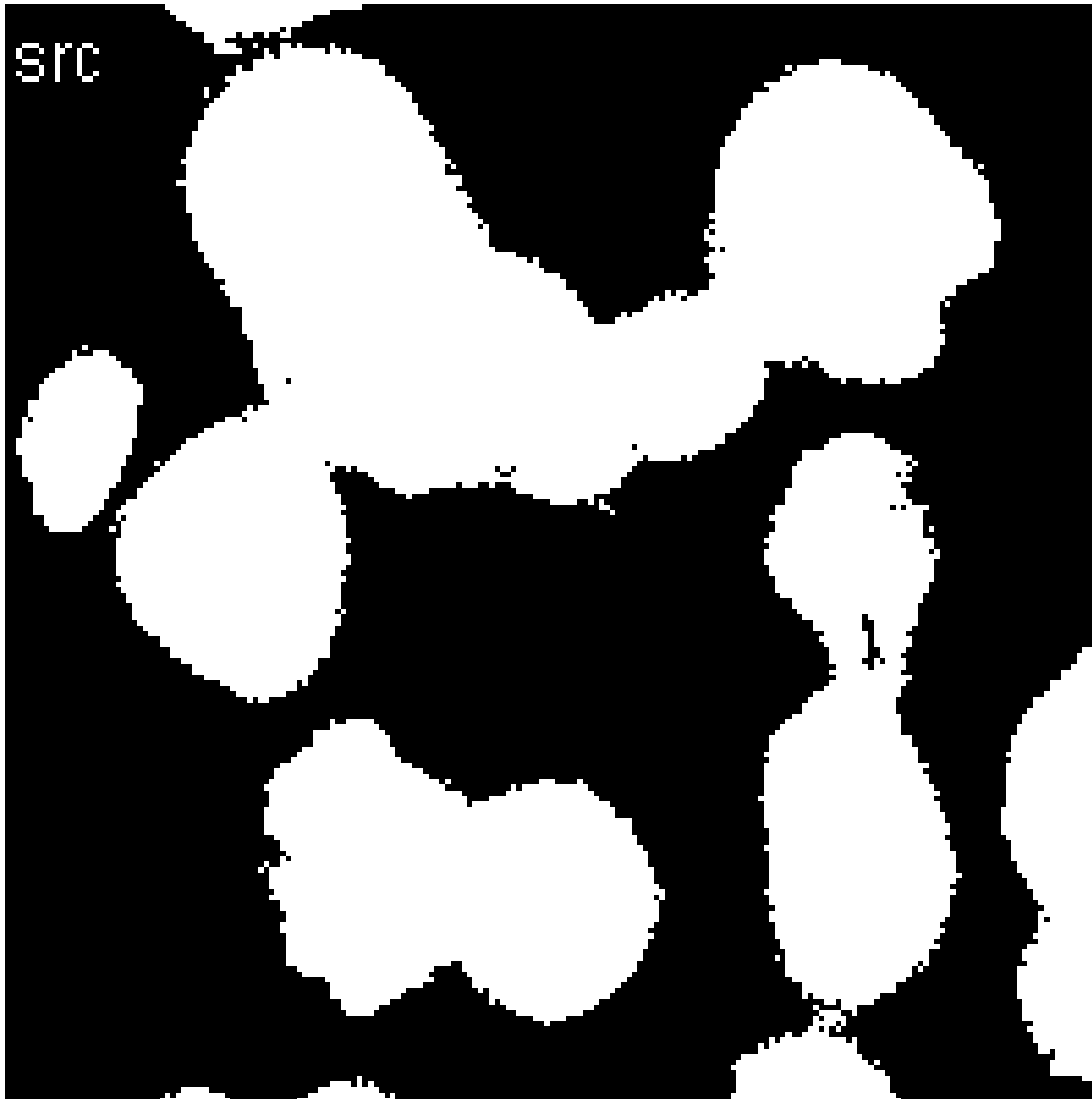
EROZJA I DYLATACJA

dyskusja parametrów: otoczenie : kwadrat - koło ,
średnica $r=3$ (zielone), 5 (czerwone), 7 (zółte)



PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

EROZJA I DYLATACJA



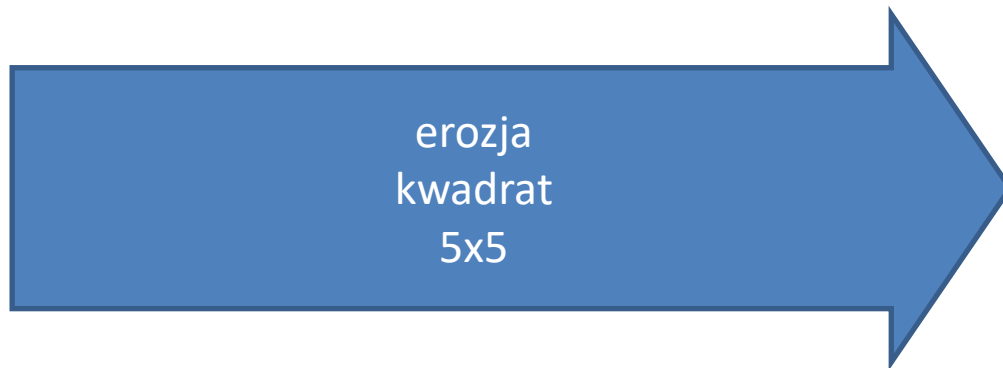
[animacja]
dyskusja parametrów:

- liczba iteracji: 1
- liczba punktów: 1-8

[animacja – 10 klatek]

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

EROZJA I DYLATACJA



```
Plot.create("Dice - erozja", "liczba iteracji", "Dice");

var max_liczba_iteracji = 50;
var wyniki = newArray(max_liczba_iteracji);

eroduj(7);
Plot.setColor("red");
Plot.add("line", wyniki);

[...]

eroduj(1);
Plot.setColor("black");
Plot.add("line", wyniki);

Plot.addLegend("7\n6\n5\n4\n3\n2\n1");

function eroduj(liczba_pix)
{
    for (i = 1; i < max_liczba_iteracji-1; i++)
    {
        open("ratbrainr.png");
        run("Options...", "iterations=" + i + " count=" + liczba_pix + " black do=Erode");
        rename("o1");

        open("ratbrainr.png");
        run("Options...", "iterations=" + (i+1) + " count=" + liczba_pix + " black do=Erode");
        rename("o2");

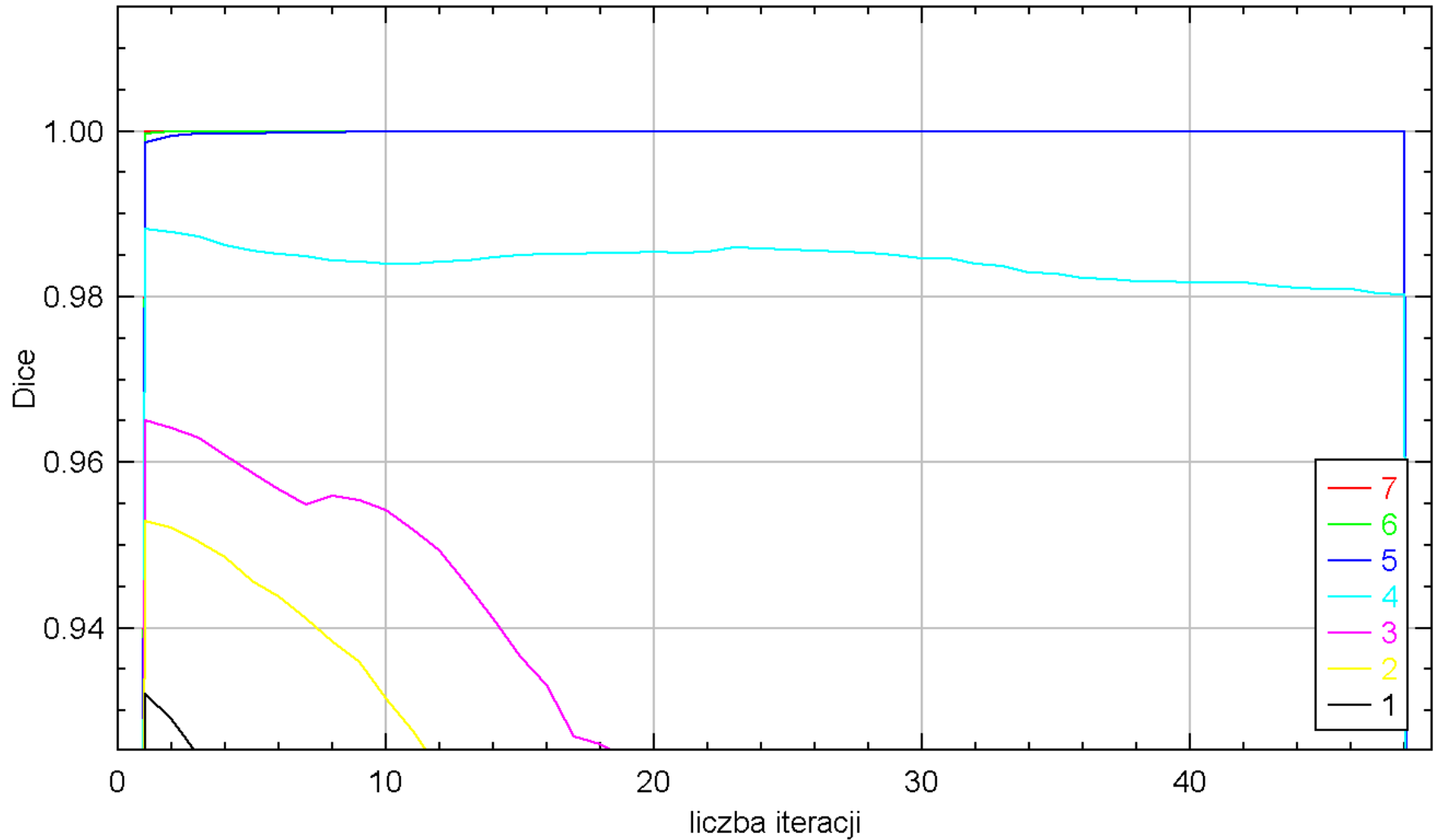
        run("Label Overlap Measures", "source=o1 target=o2 dice");

        selectWindow("o1-all-labels-overlap-measurements");
        wynik = getResult("DiceCoefficient", 0);
        wyniki[i] = wynik;

        close("*");
    }
}
```

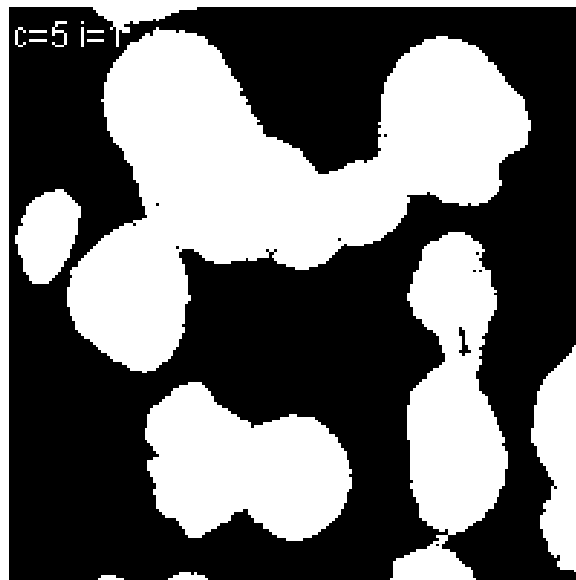
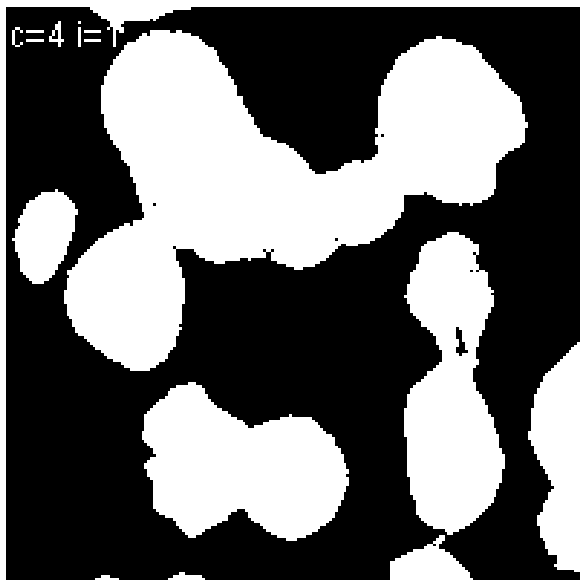
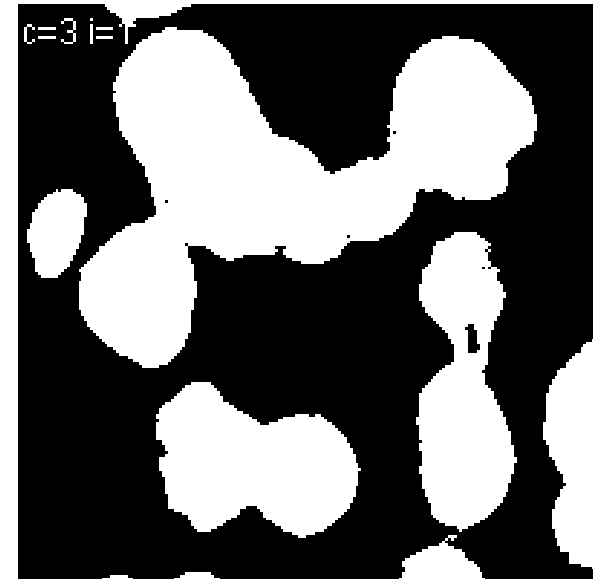
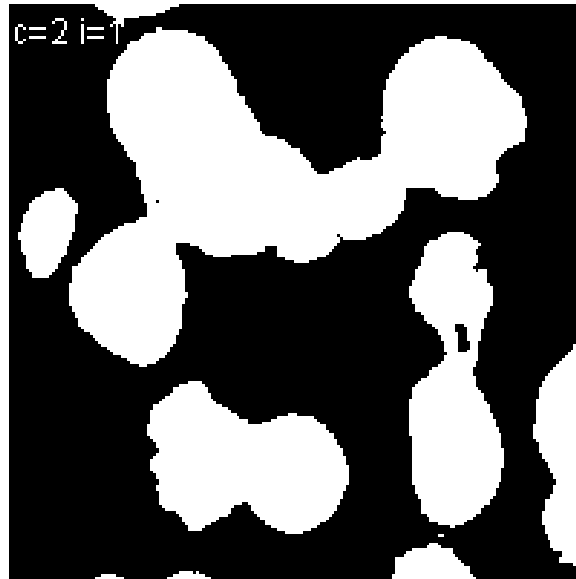
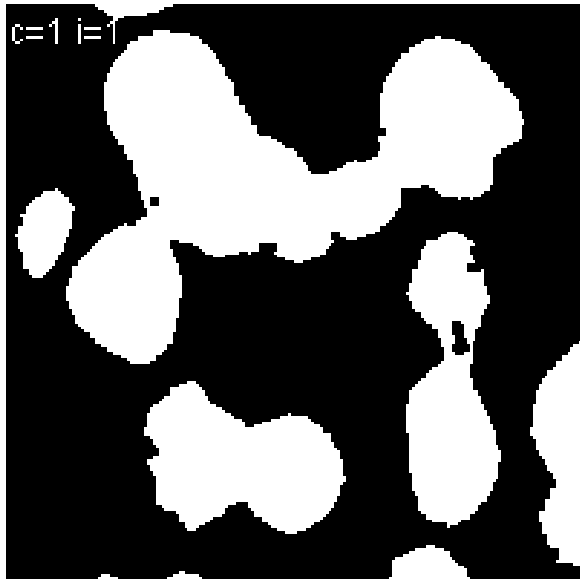

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

EROZJA I DYLATACJA



PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

EROZJA I DYLATACJA



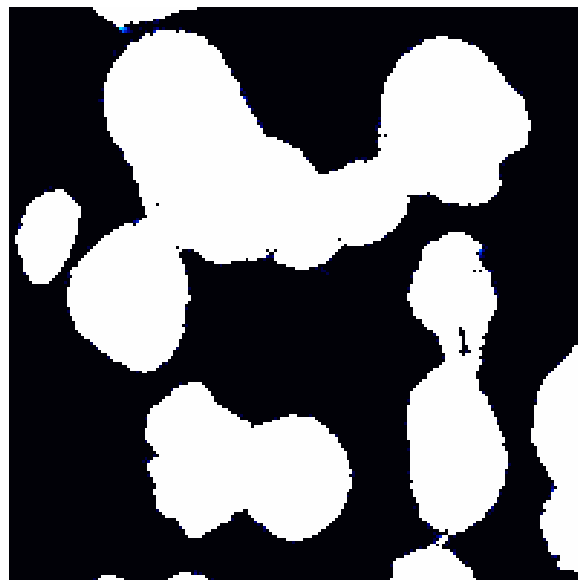
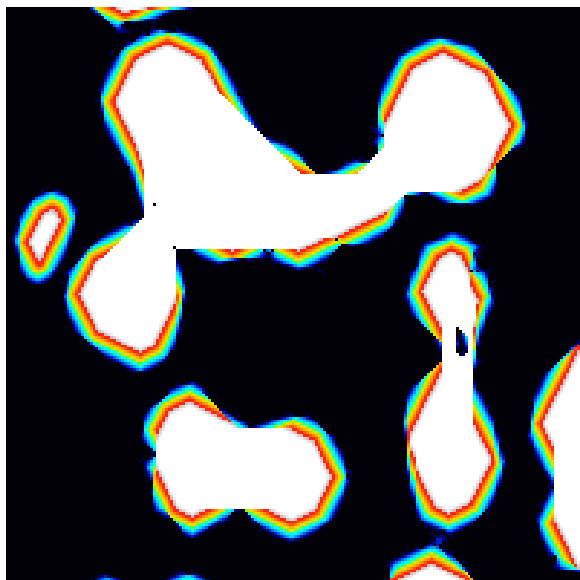
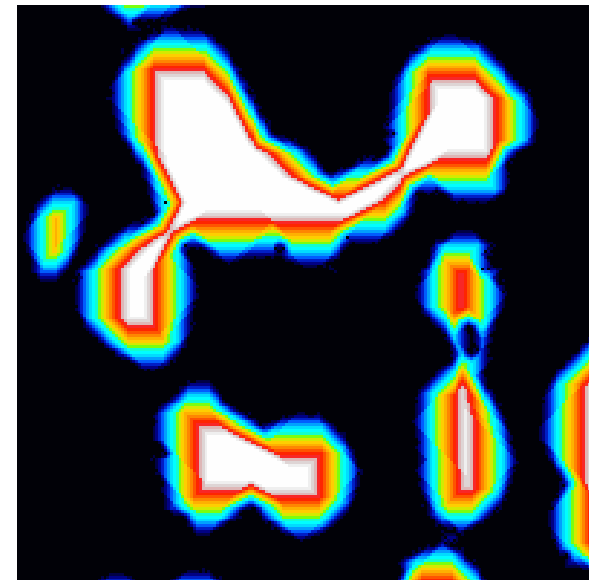
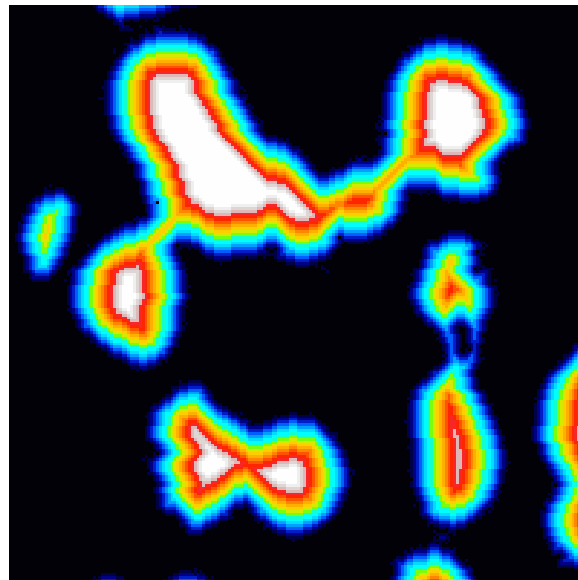
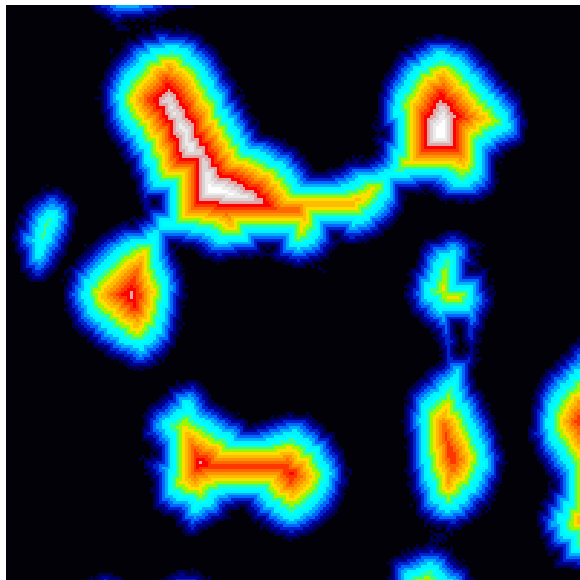
[animacja- 20 klatek]
dyskusja parametrów:

-liczba iteracji: 1-20

- liczba punktów el. str.: 1-5

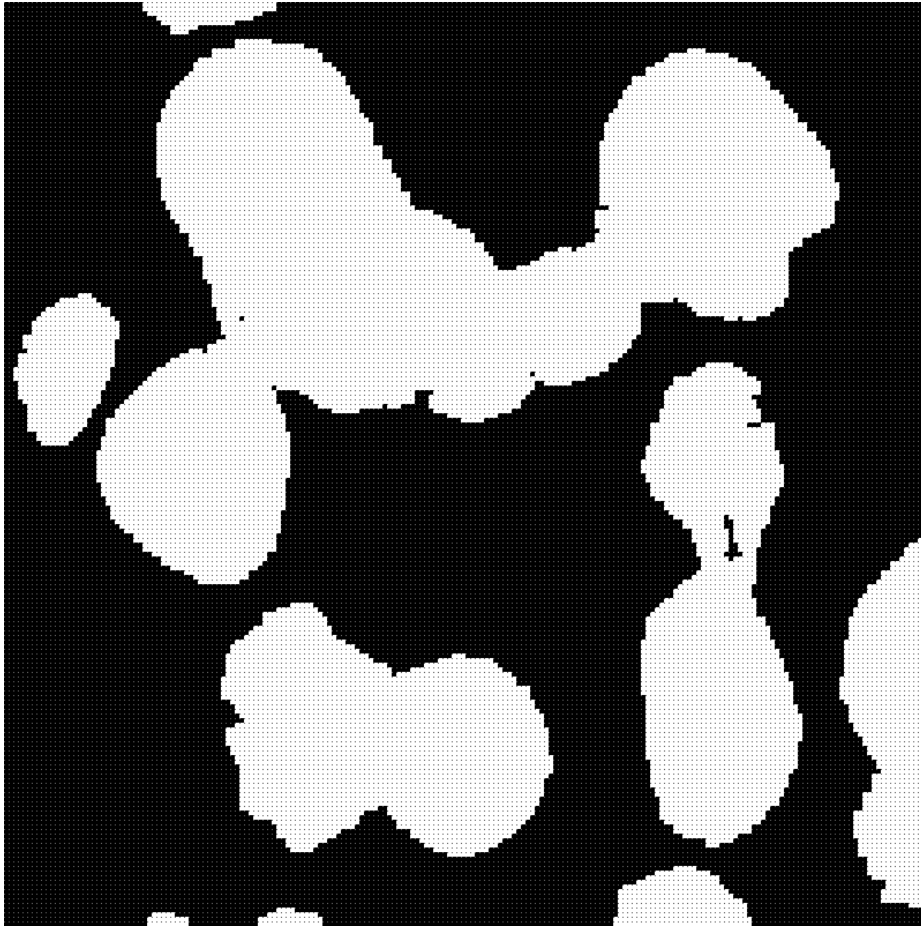
PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

EROZJA I DYLATACJA

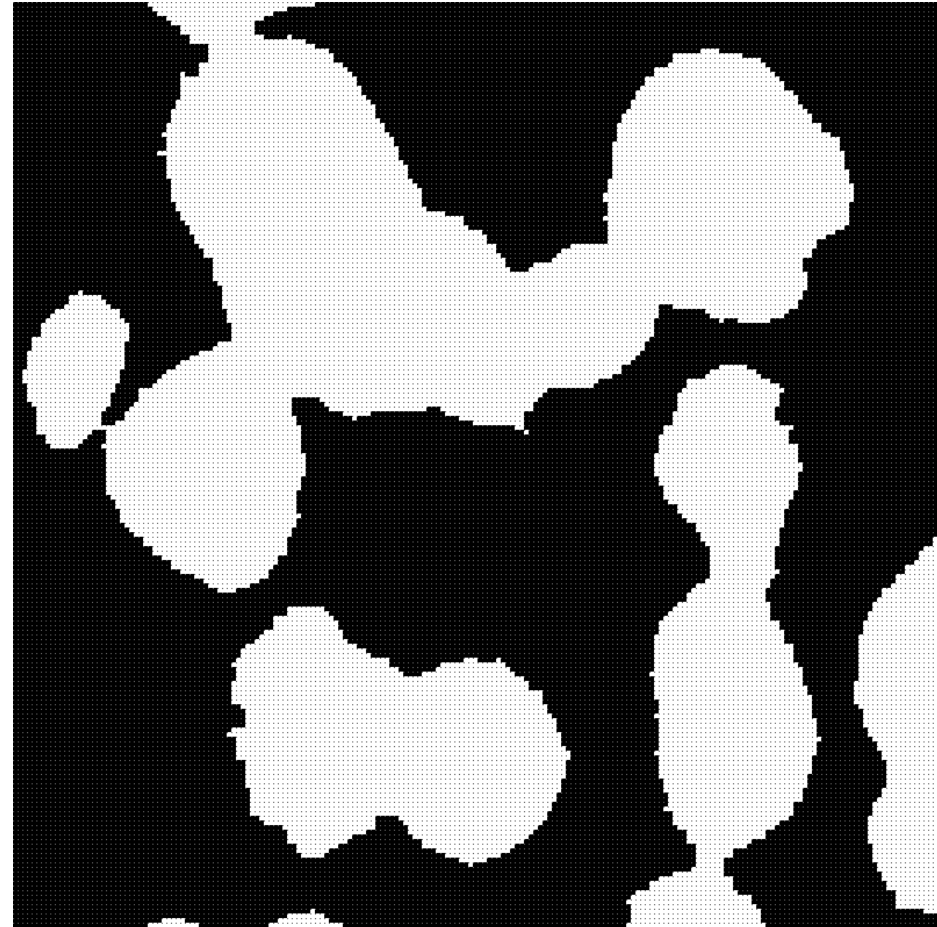


PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

OTWARCIE I ZAMKNIĘCIE



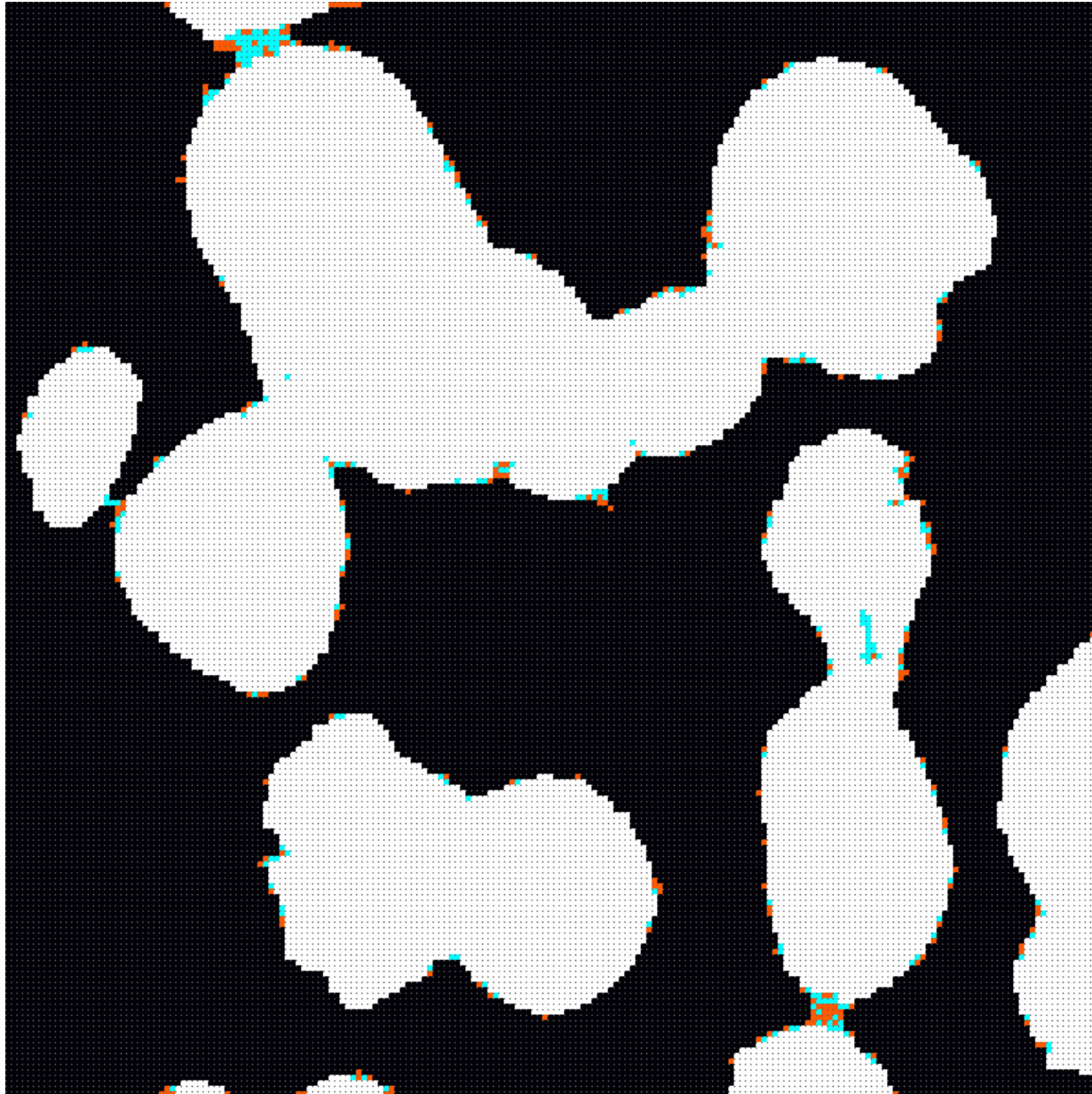
erozja -> dylatacja
(otwarcie)



dylatacja -> erozja
(zamknięcie)

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

OTWARCIE I ZAMKNIĘCIE



Różnica:
otwarcie
zamknięcie
($c=1$)

POGRUBIANIE / ŚCIENIANIE / SZKIELETYZACJA

Celem dylatacji jest pogrubienie zarysów obiektów:

- znajdowanie otoczenia wypukłego,
- dylatacja bez stykania obszarów (SKIZ – Skeleton By Influence Zone),

Celem ścieniania jest redukcja dużej masy obiektu tak, by ostatecznie otrzymać reprezentację o grubości jednego piksela.

- wyznaczanie szkieletu,
- wyznaczanie centroidów
- obcinanie gałęzi.

Ścienianie najczęściej wykonuje się dla jednej lub zestawu masek, przeprowadzając iteracje dopóki są zmiany.

ALFABET GOLAY'a

C

1	X	X
1	0	X
1	1	X

+

X	1	X
1	0	X
X	1	X

H

1	1	1
1	1	1
1	1	1

D

0	X	X
0	1	1
0	0	X

+

X	0	X
0	1	1
X	0	X

I

0	0	0
0	1	0
0	0	0

E

0	0	0
0	1	0
0	X	X

+

0	0	0
0	1	0
X	0	X

L

0	0	0
X	1	X
1	1	1

+

0	0	0
X	1	X
1	X	1

F

X	1	X
X	1	X
1	X	1

+

1	X	X
X	1	X
1	X	1

M

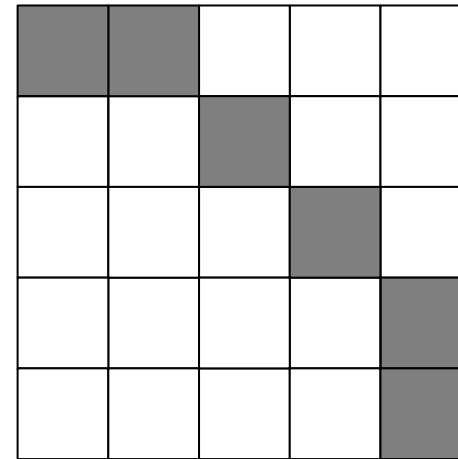
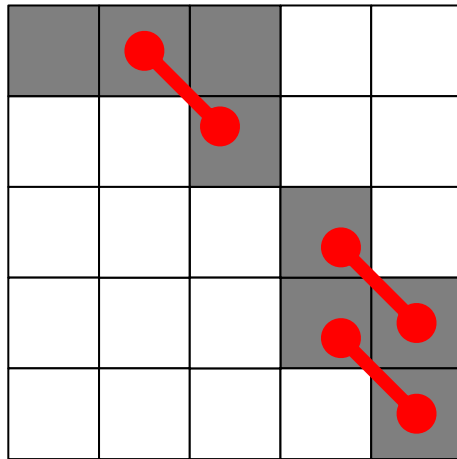
1	1	X
1	1	0
1	1	X

R

X	X	X
X	1	0
X	X	X

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

ŚCIENIANIE / SZKIELETYZACJA



Grubość konturu – dodatkowe piksele, które nie wnoszą informacji

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

ŚCIENIANIE / SZKIELETYZACJA

0	0	0
X	1	X
1	1	1

X	0	X
1	1	1
1	1	1

X	0	X
X	1	X
1	1	1

źródłowy

[co 90]

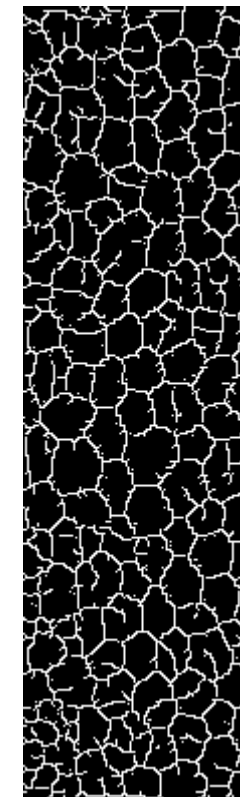
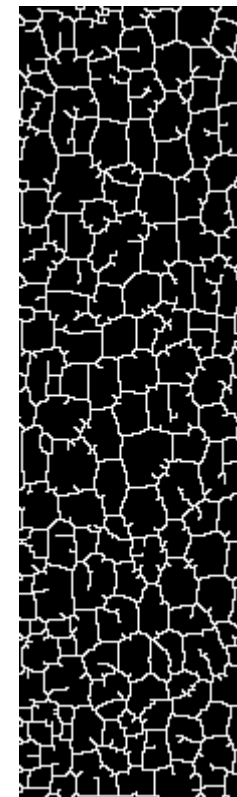
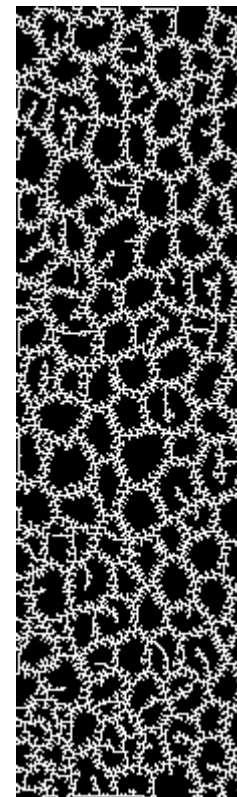
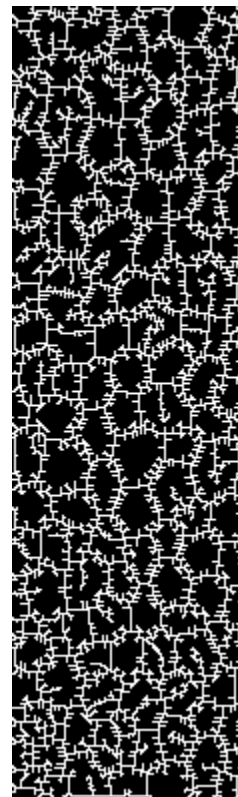
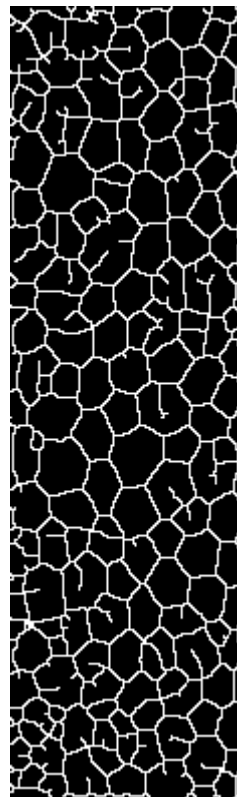
[co 45]

[co 90]

[co 45]

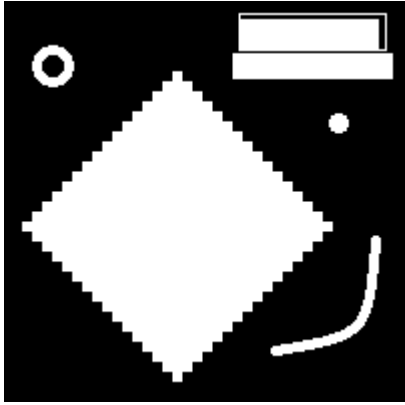
[co 90]

[co 45]



źródłowy

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE SCIENIANIE / SZKIELETYZACJA



a

0	0	0
X	1	X
1	1	1

[co 90] [co 45]

b

X	1	1
0	1	1
0	0	X

[co 90] [co 45]

c

X	0	X
1	1	1
1	1	1

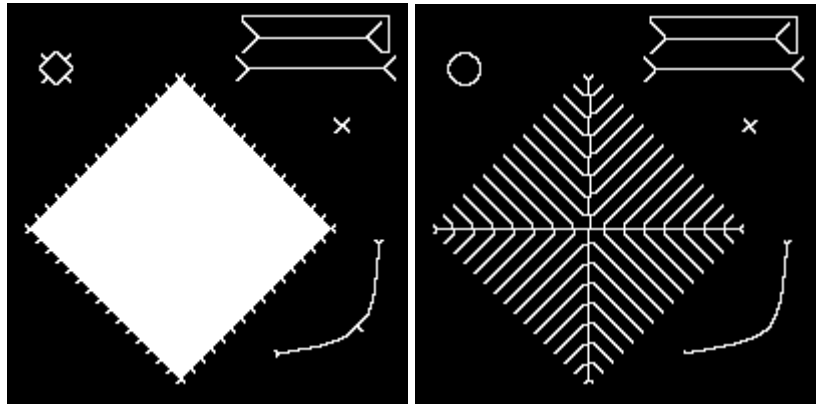
[co 90] [co 45]

d

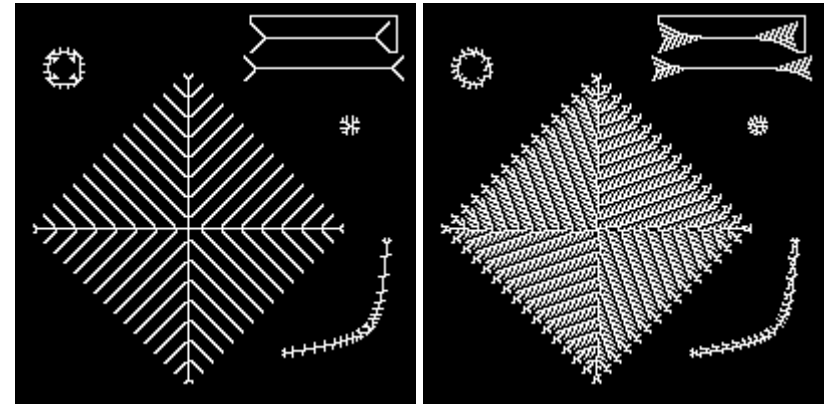
X	0	X
X	1	X
1	1	1

[co 90] [co 45]

a

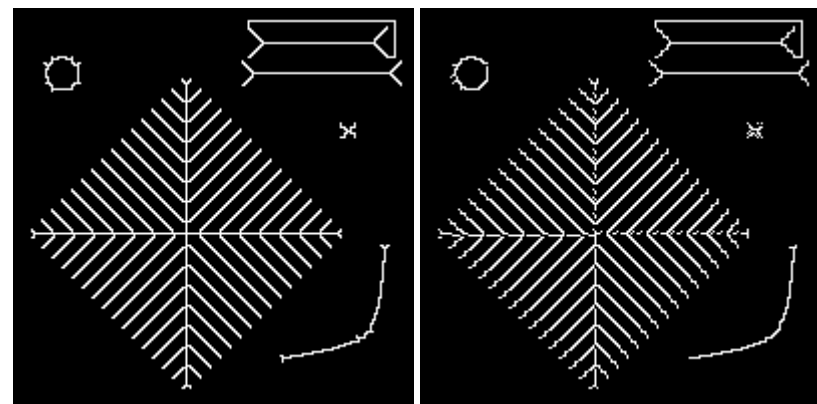
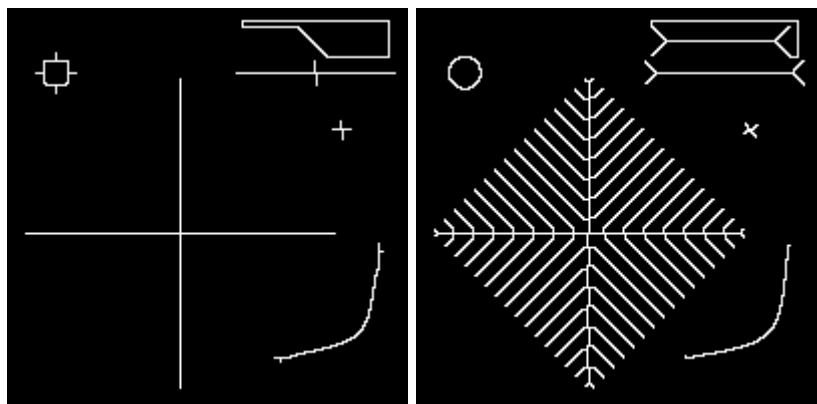


c



d

b



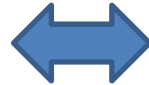
PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

ŚCIENIANIE / SZKIELETYZACJA – obcinanie gałęzi

[90°]

0	0	0
0	1	0
0	X	X

0	0	0
0	1	0
X	X	0

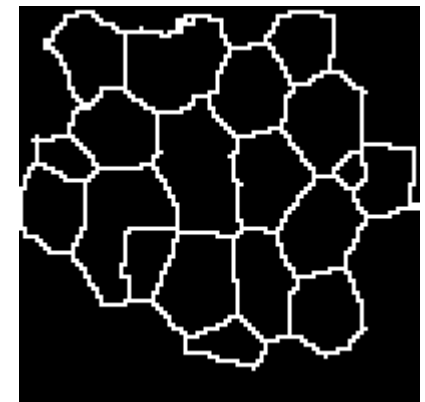
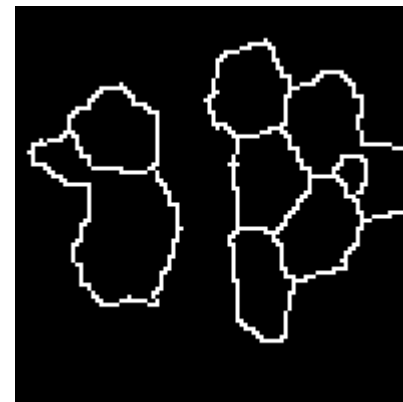
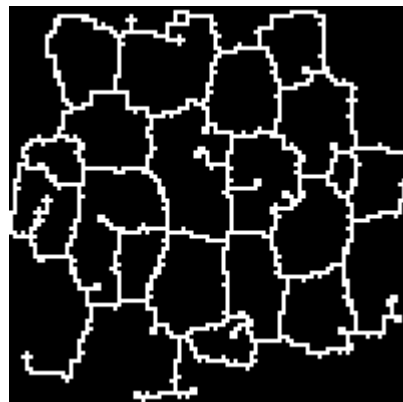
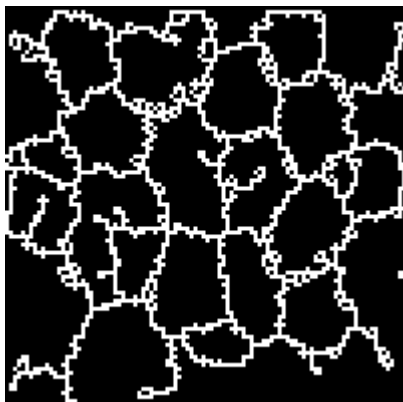
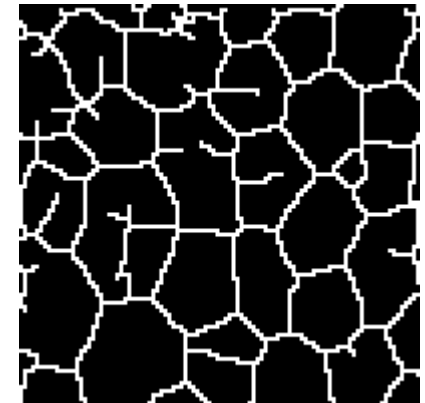
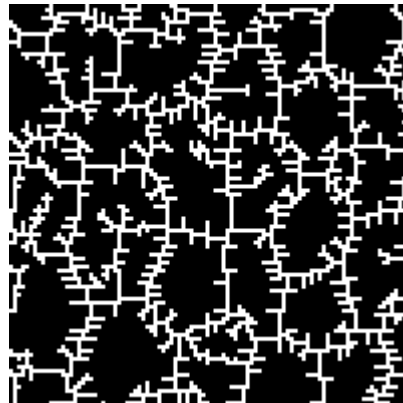
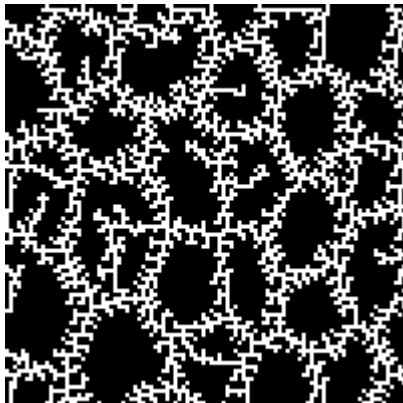


[45°]

0	0	0
0	1	0
0	X	X

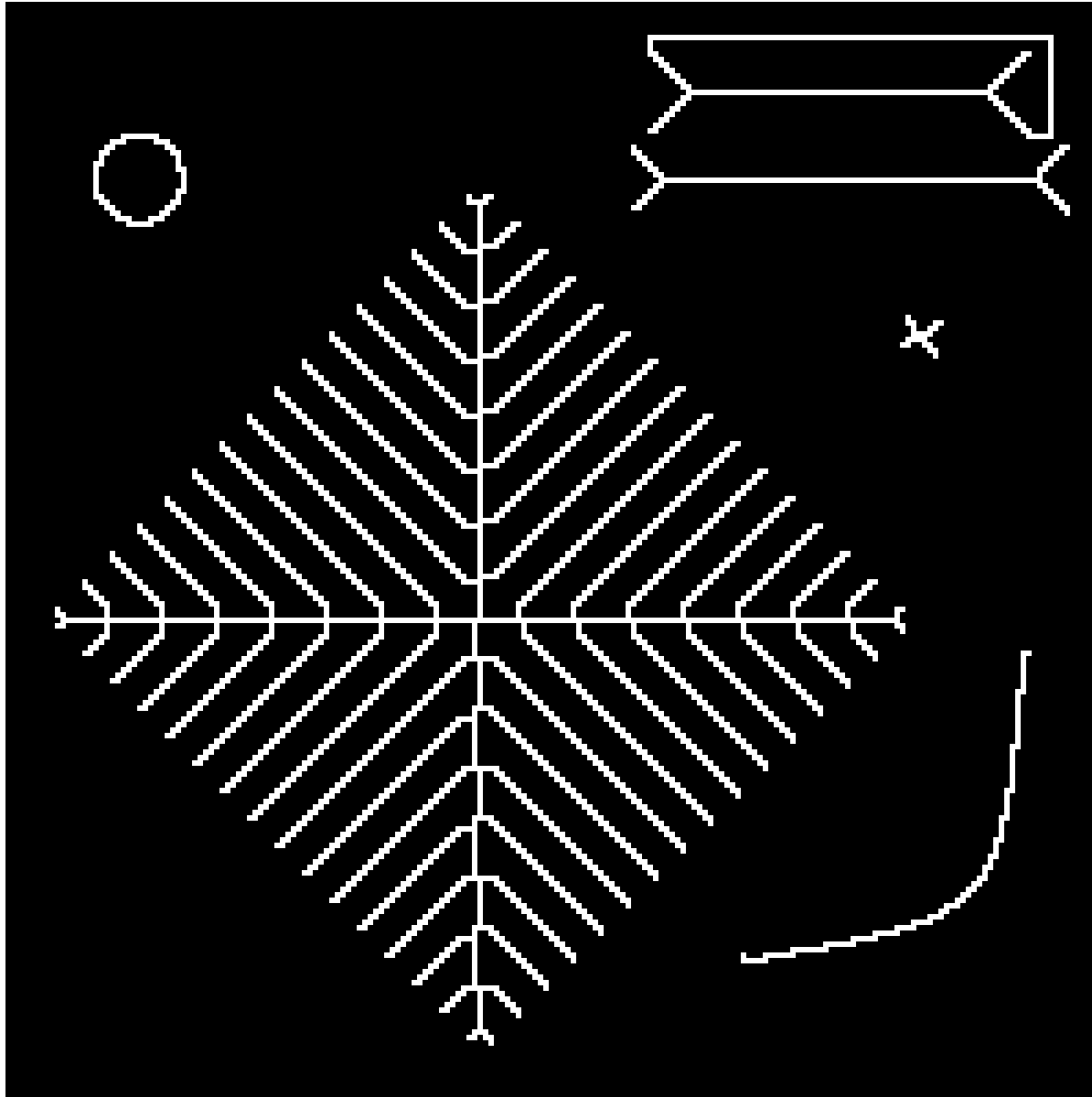
[nieprawidłowe]

0	0	0
0	1	0
X	X	X



PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY BINARNE

ŚCIENIANIE / SZKIELETYZACJA – obcinanie gałęzi



Funkcja dystansu

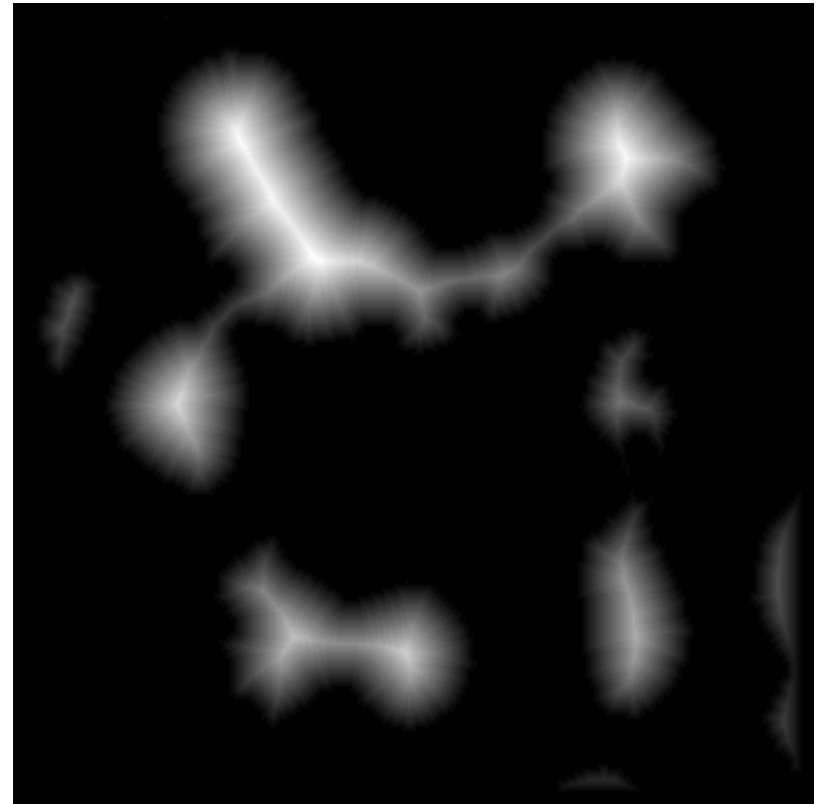


ImageJ -> *Process* -> *Binary* -> ... pierwotne operacje na obrazach binarnych traktują:

0 - obiekt

255 - tło

Funkcja dystansu



Wyróżnianie komórek – podział Watershed

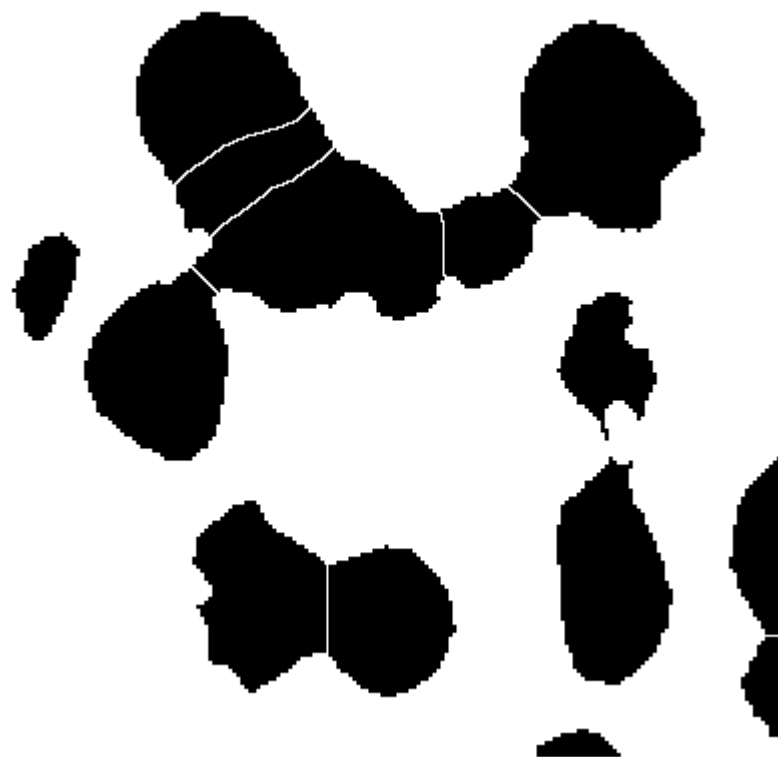
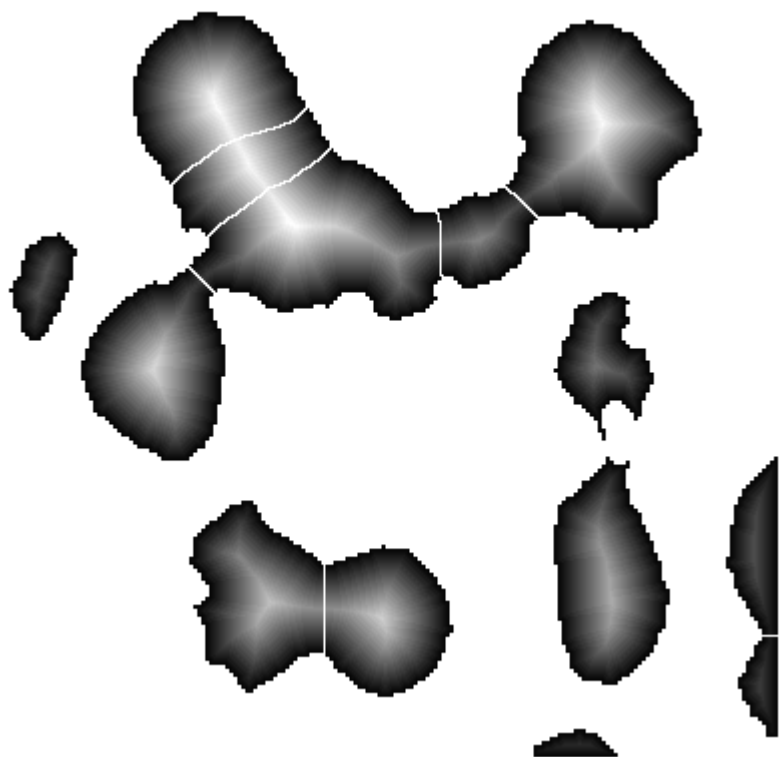
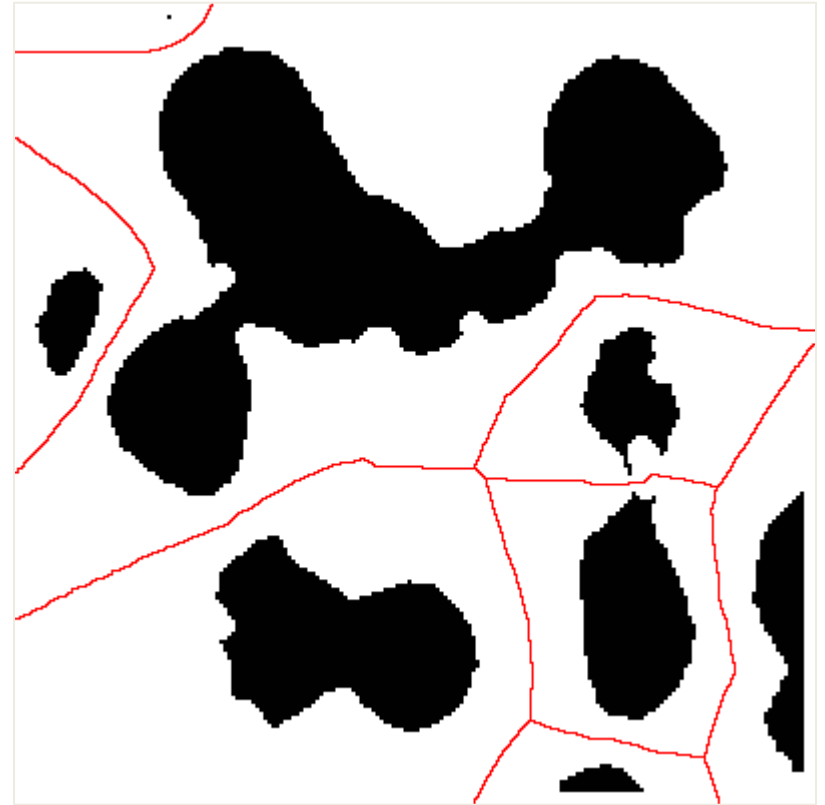
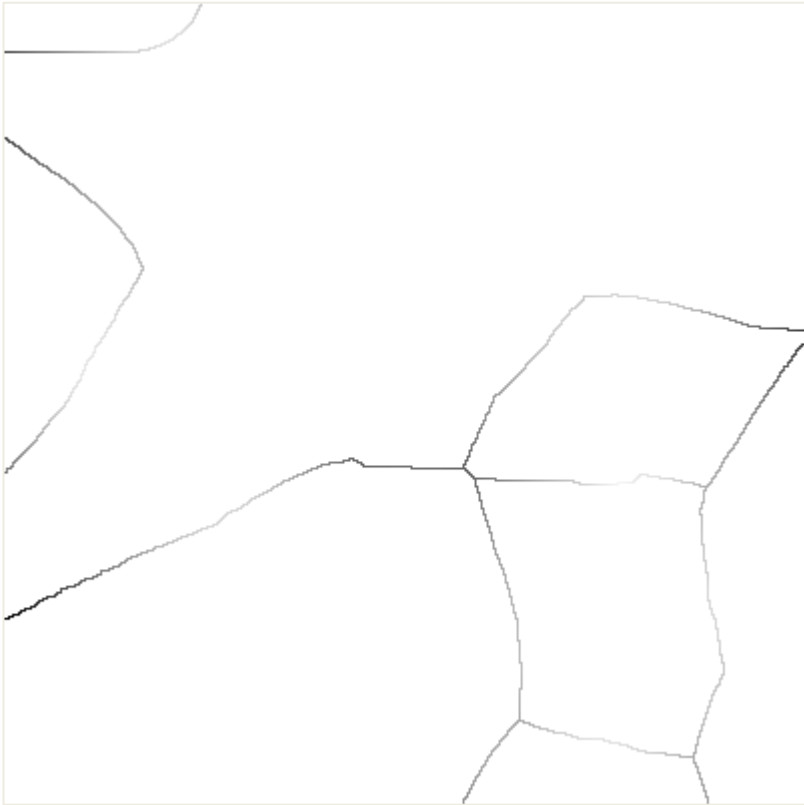
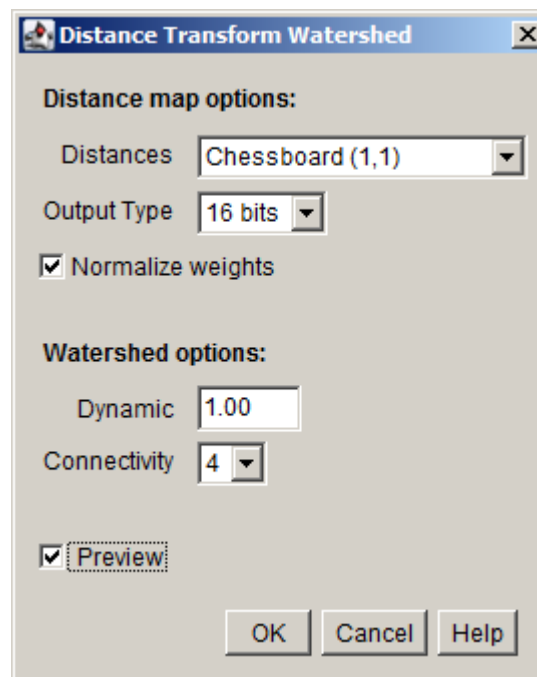


Diagram Voronoi



Distance Watershed - MorphoLibJ



PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY MONOCHROMATYCZNE

Erozja – w odniesieniu do zadanego elementu strukturalnego wyznaczana jest wartość minimalna i taka jest wpisywana do obrazu wynikowego.

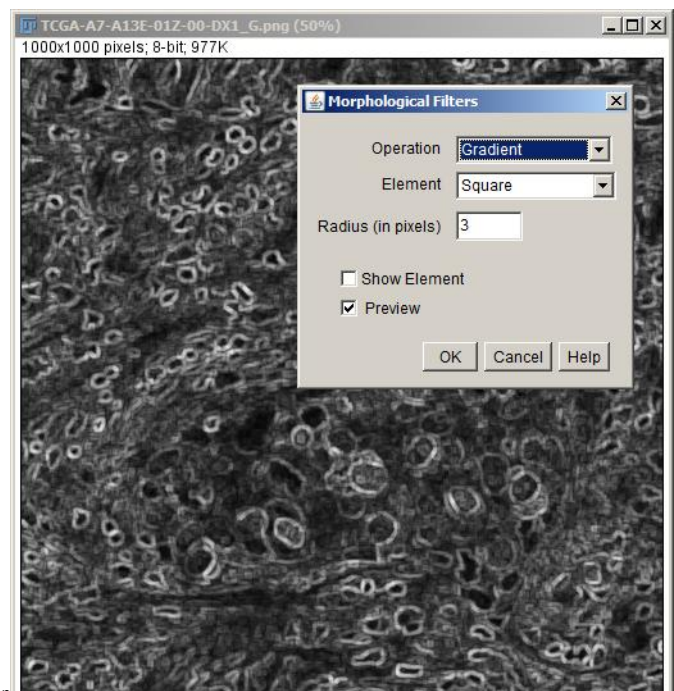
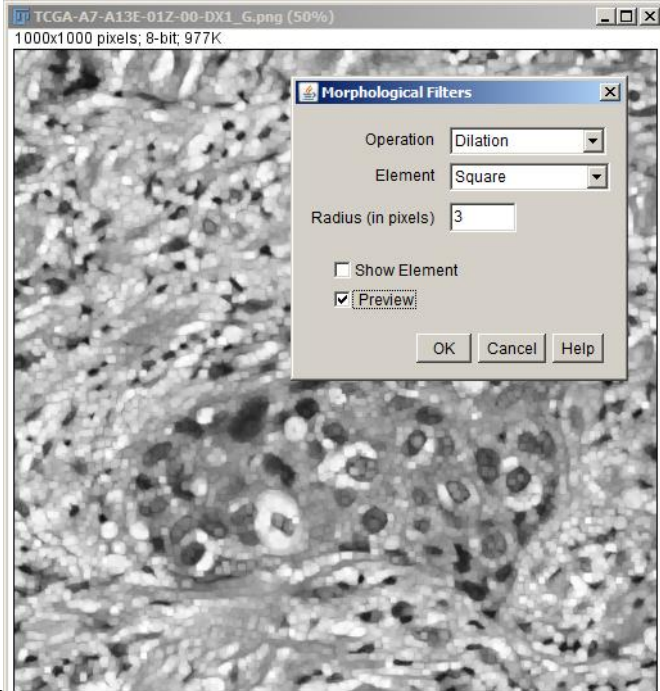
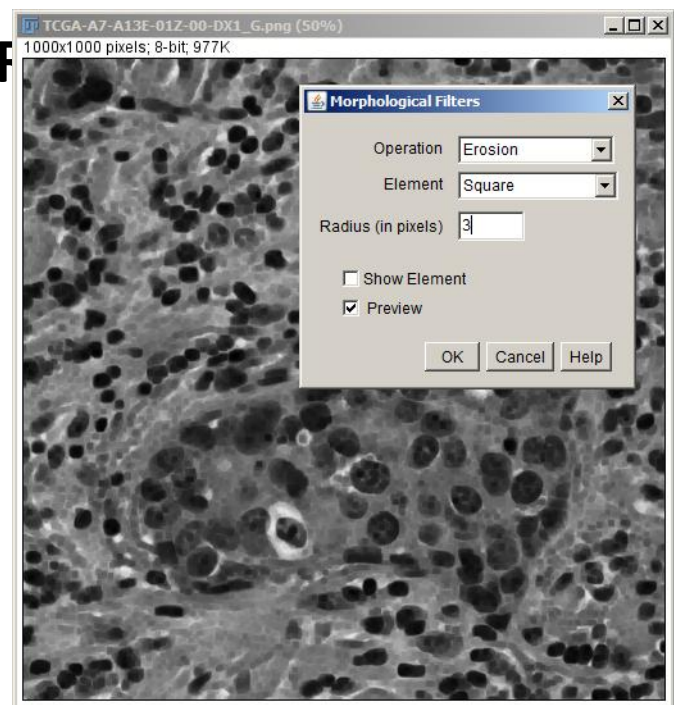
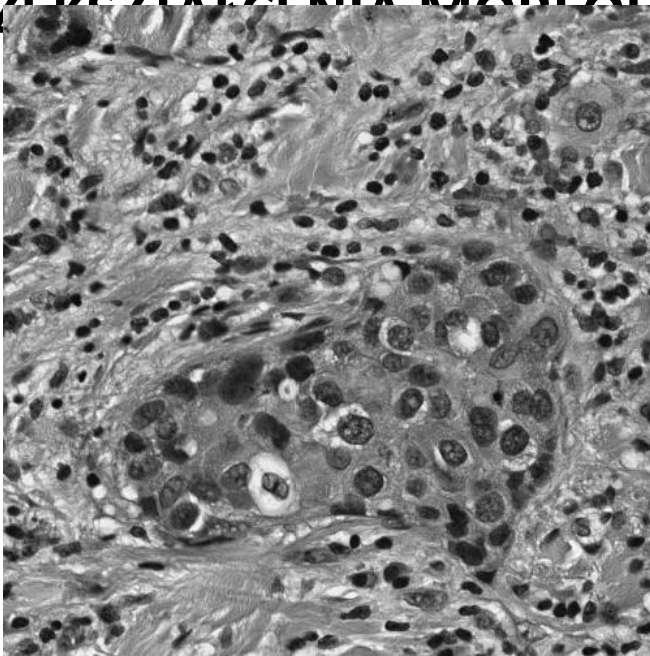
Dylatacja – w odniesieniu do zadanego elementu strukturalnego wyznaczana jest wartość maksymalna i taka jest wpisywana do obrazu wynikowego.

Gradient morfologiczny – różnica dylatacji i erozji obrazu w skali szarości, wykonana przy takim samym elemencie strukturalnym (najczęściej koło o promieniu r).

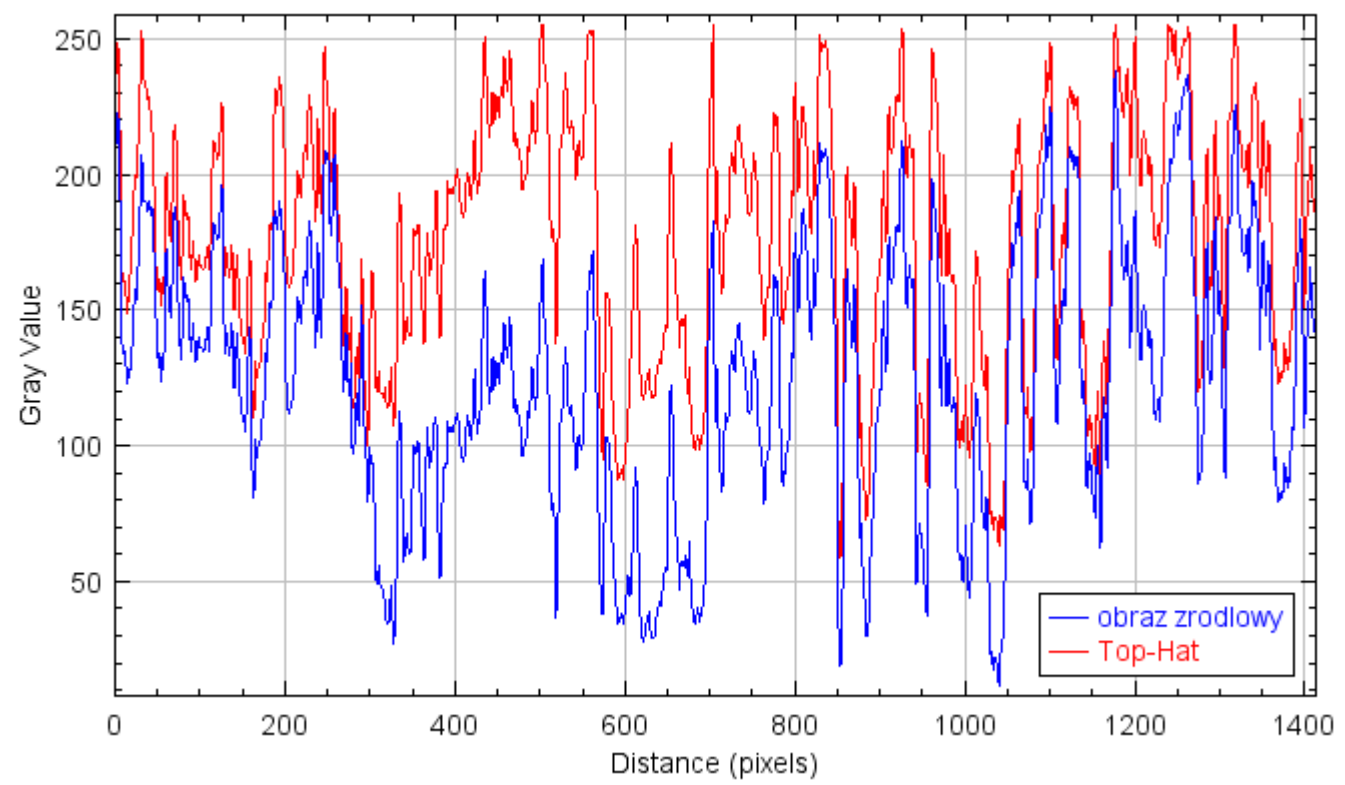
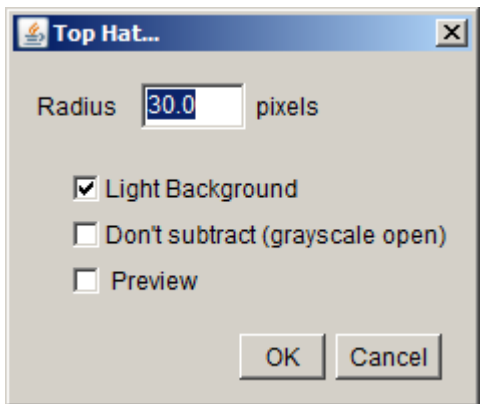
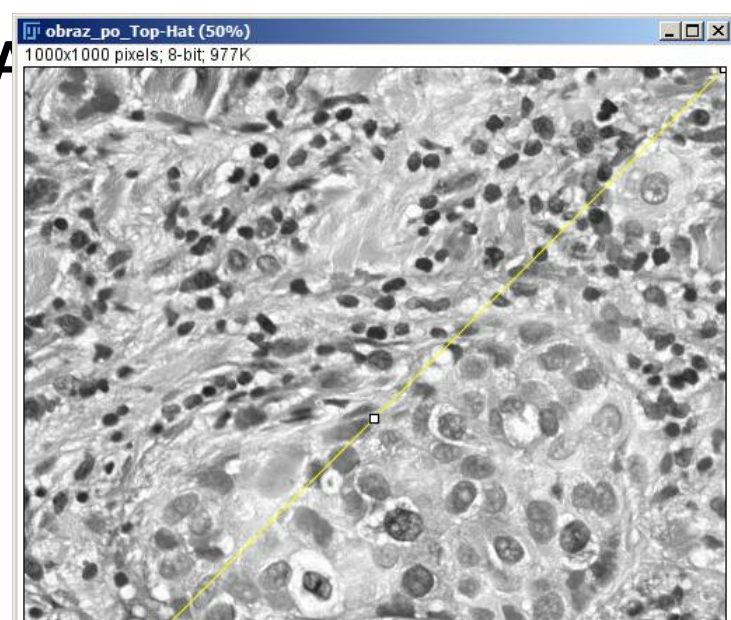
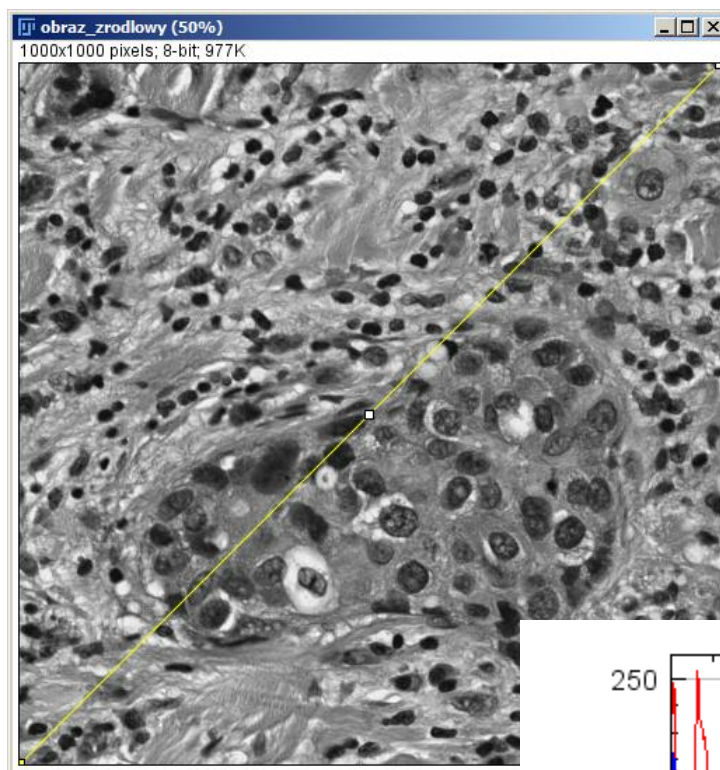
Top-Hat – detekcja optimów White TH (/Black TH) – powstaje jako różnica obrazu oryginalnego i otwarcia (/zamknięcia) tegoż obrazu. Może służyć do wyrównywania tła.

PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBF

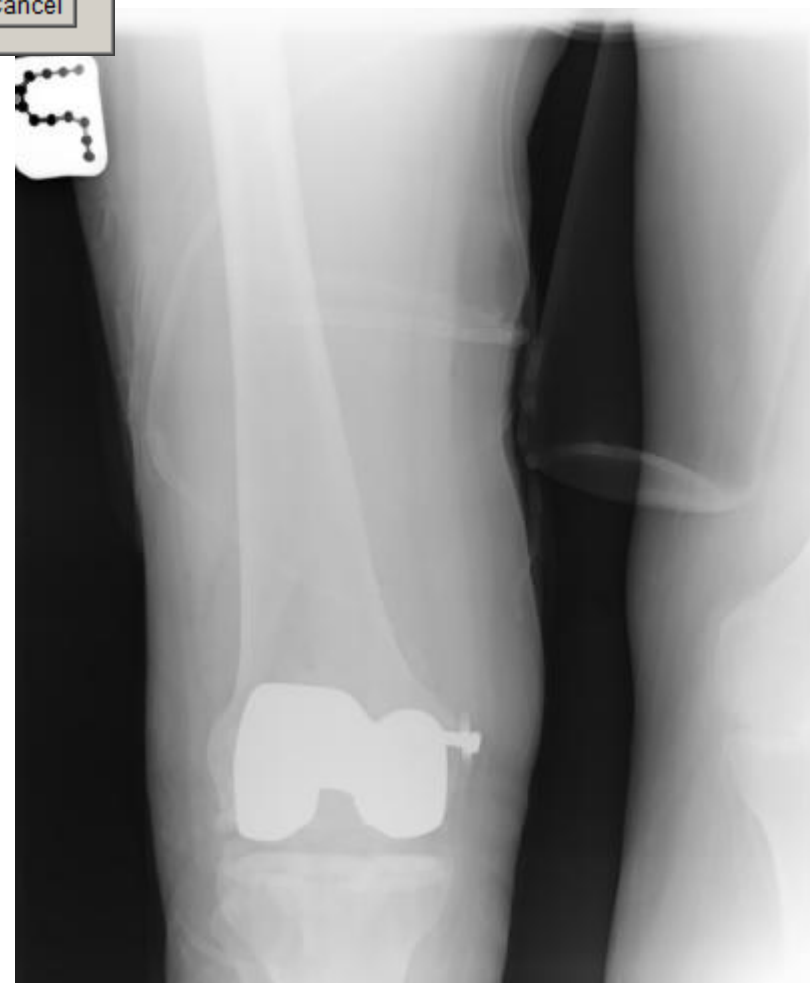
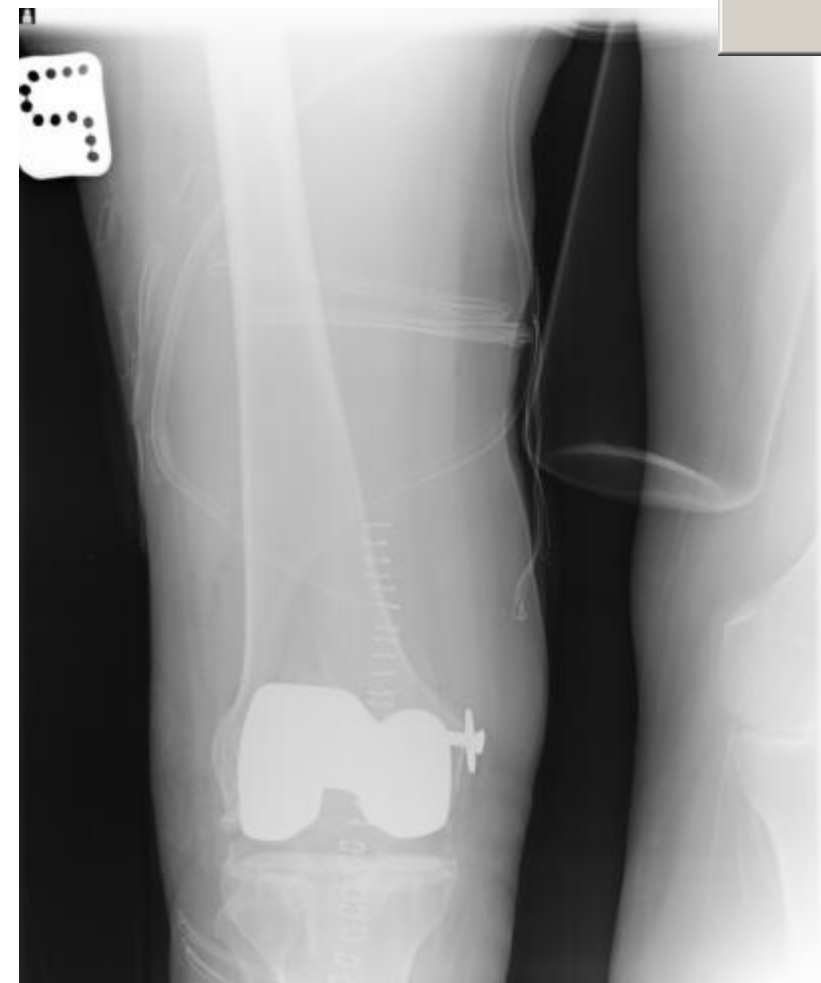
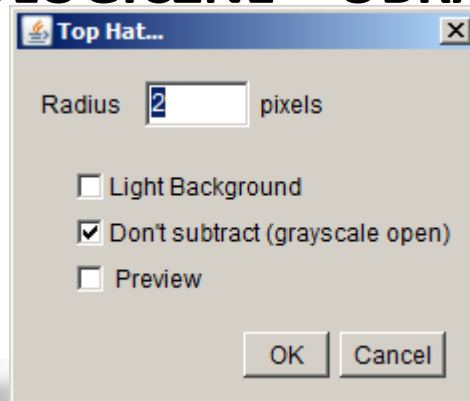
ŻNE



LOGICZNE – OBRA



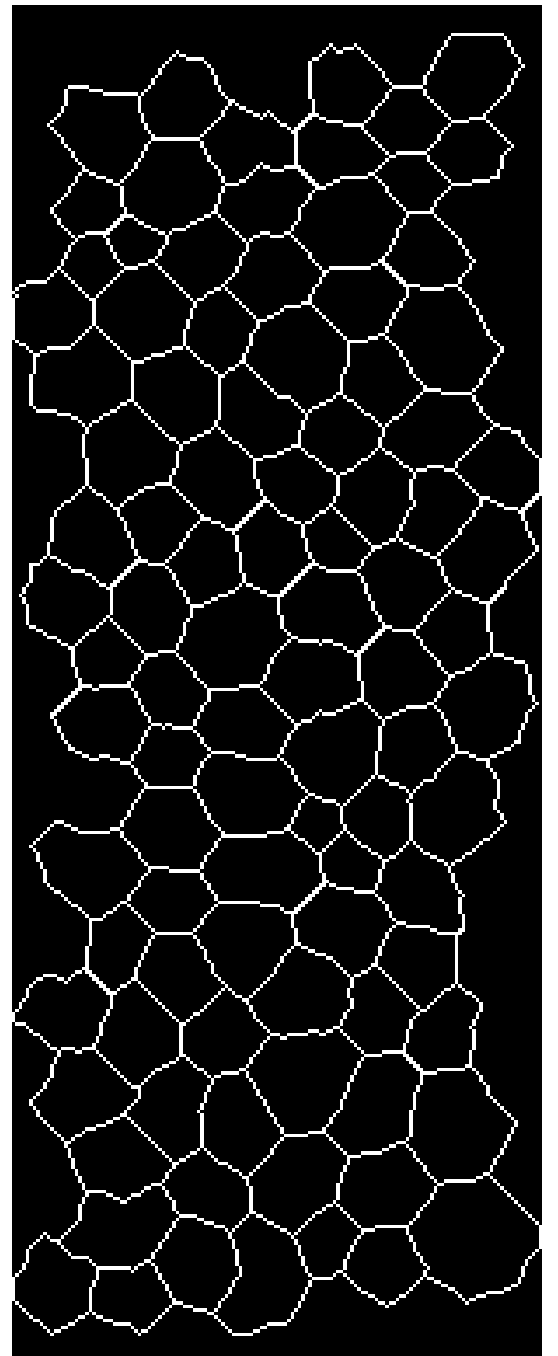
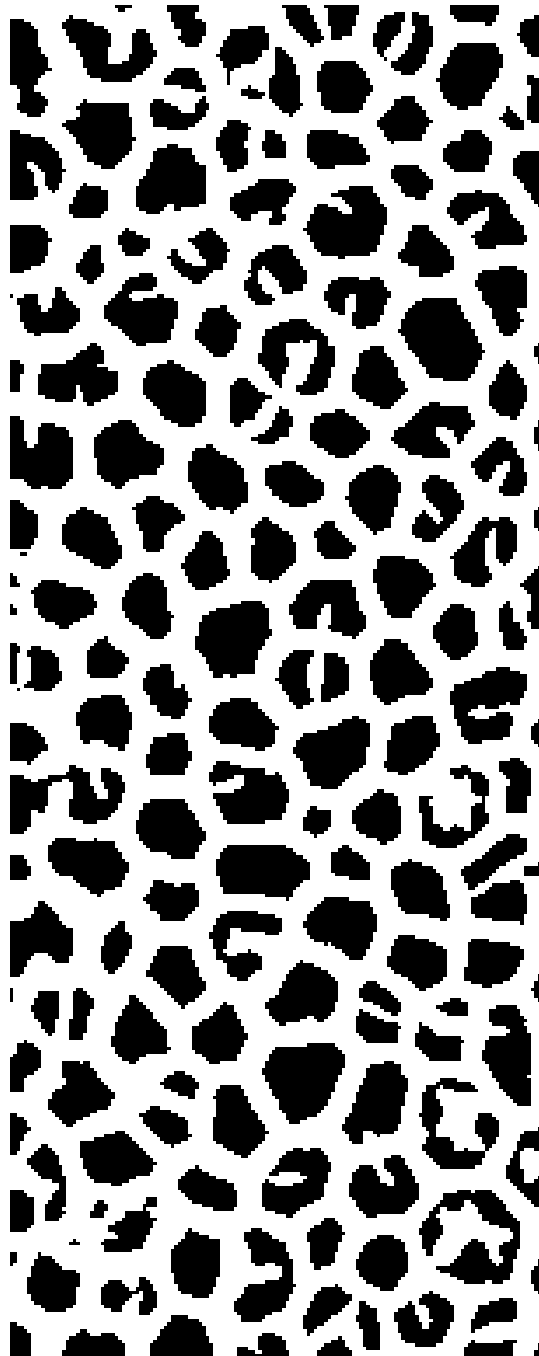
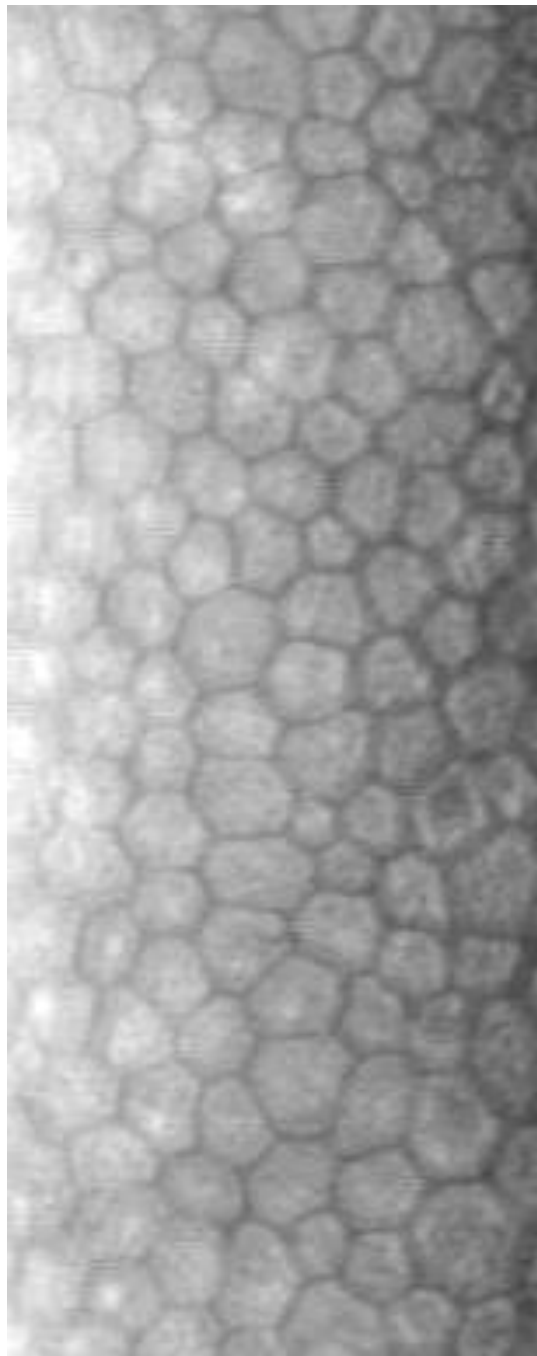
PRZEKSZTAŁCENIA MORFOLOGICZNE – OBRAZY MONOCHROMATYCZNE



PROBLEM PRECYZYJNEJ SEGMENTACJI

ŚCIENIANIE

**MORFOLOGIA
MATEMATYCZNA**



ŚCIENIANIE ITERACYJNE

A

x	1	1	1	1	1	x	1	x	x	x	0	0	x	x
0	1	1	0	1	0	x	1	x	0	1	0	0	1	0
0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

B

x	1	1	1	1	1	1	1	1	x	x	0	0	x	x
0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0
0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

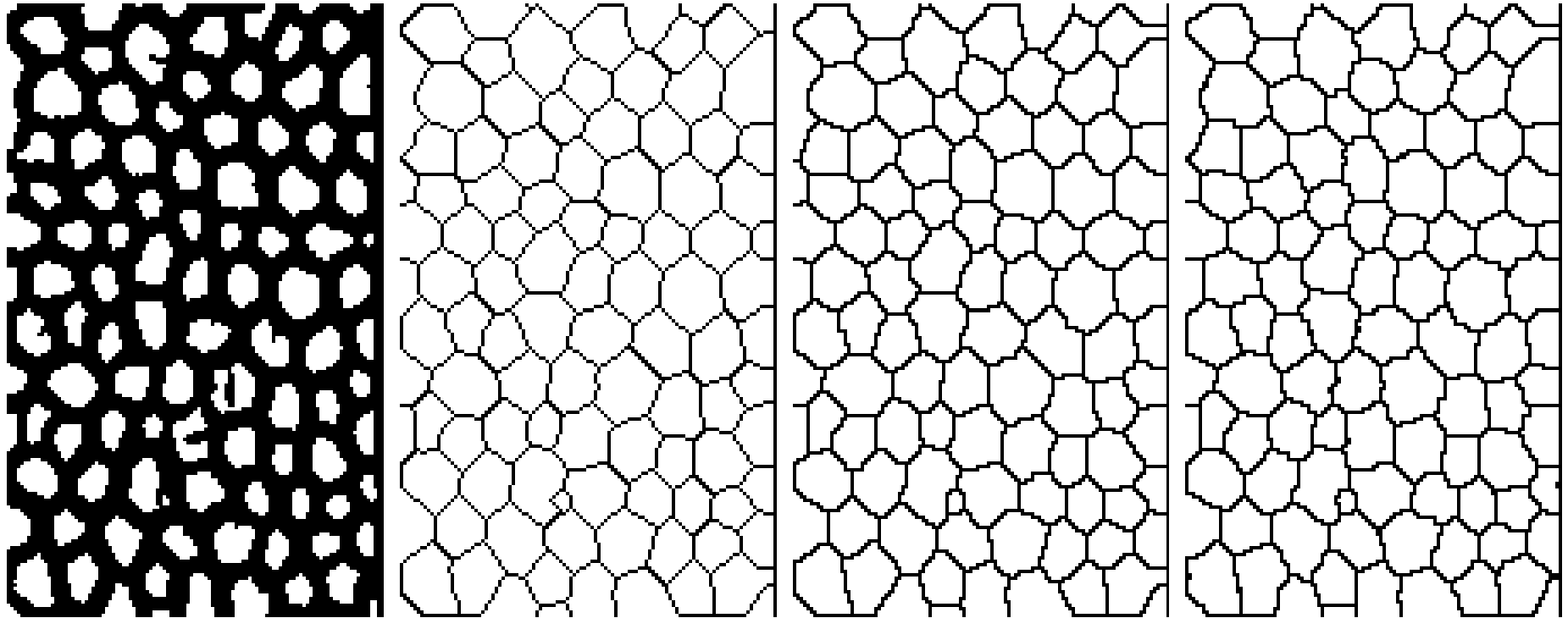
C

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	x	x	0	0	x	x
0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

D

x	1	1	x	1	x	x	x	0	0	x	x
0	1	1	x	1	x	0	1	0	0	1	0
0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0

THINNING



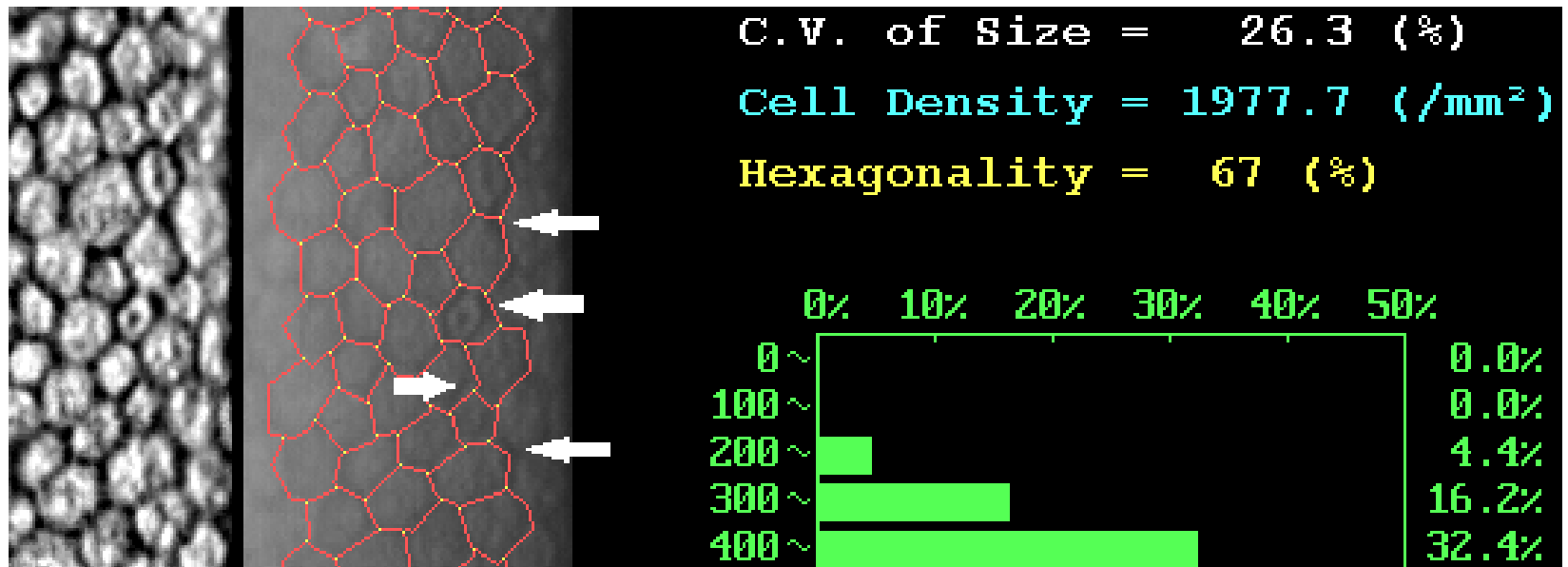
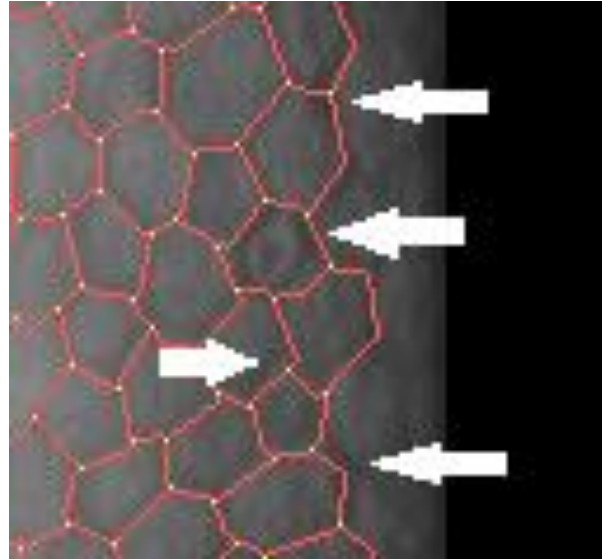
KH bin,
inverted

thinning
using mask A

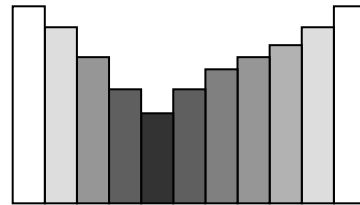
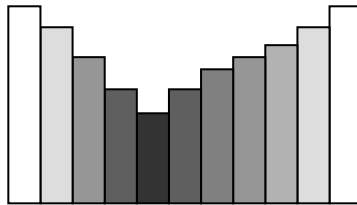
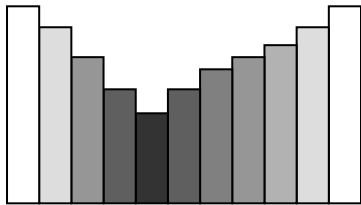
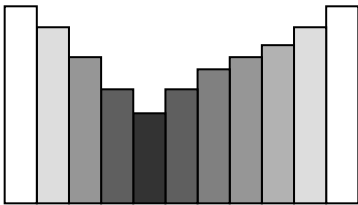
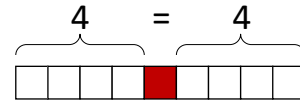
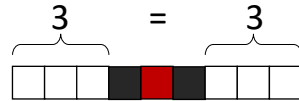
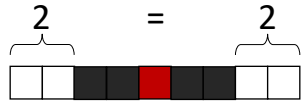
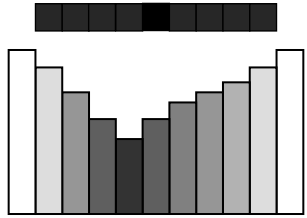
thinning
using mask B

thinning
using mask C

Imprecise segmentation

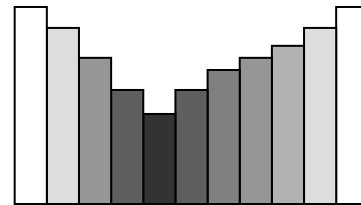
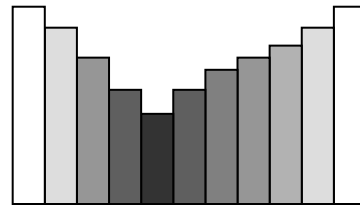
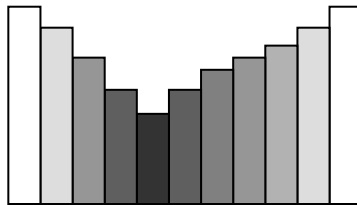
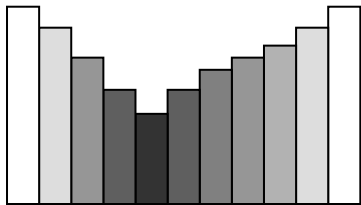
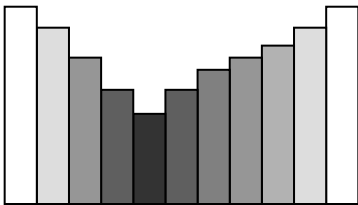
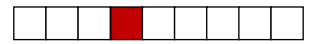


THE PROBLEM OF THINNING



**classic
iterative
thinning**

required thinning

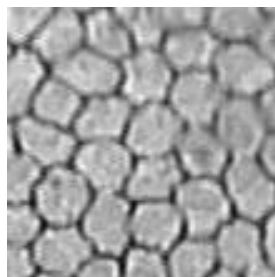


Flood-based Iterative Thinning

(Modified Iterative Thinning)

```
FOR level = 255 TO 0 STEP -1
```

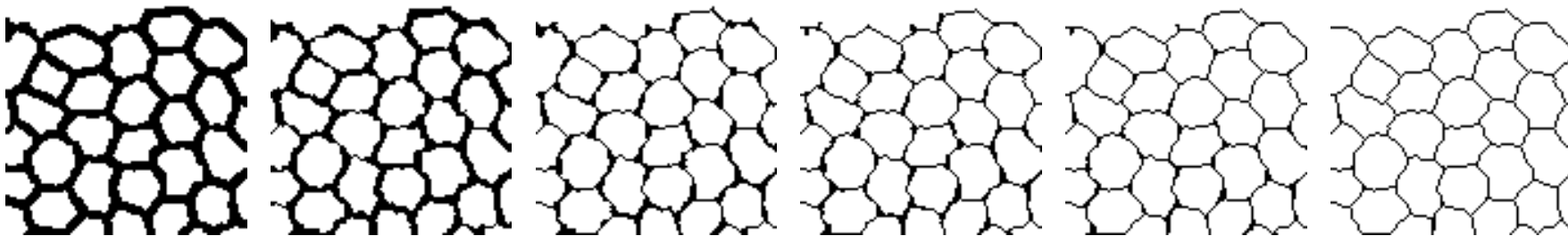
```
ThinPoints(segmentation) WHERE SourceImage[x,y] >= level
```



source



seed (manual, dilatated)



level

140

120

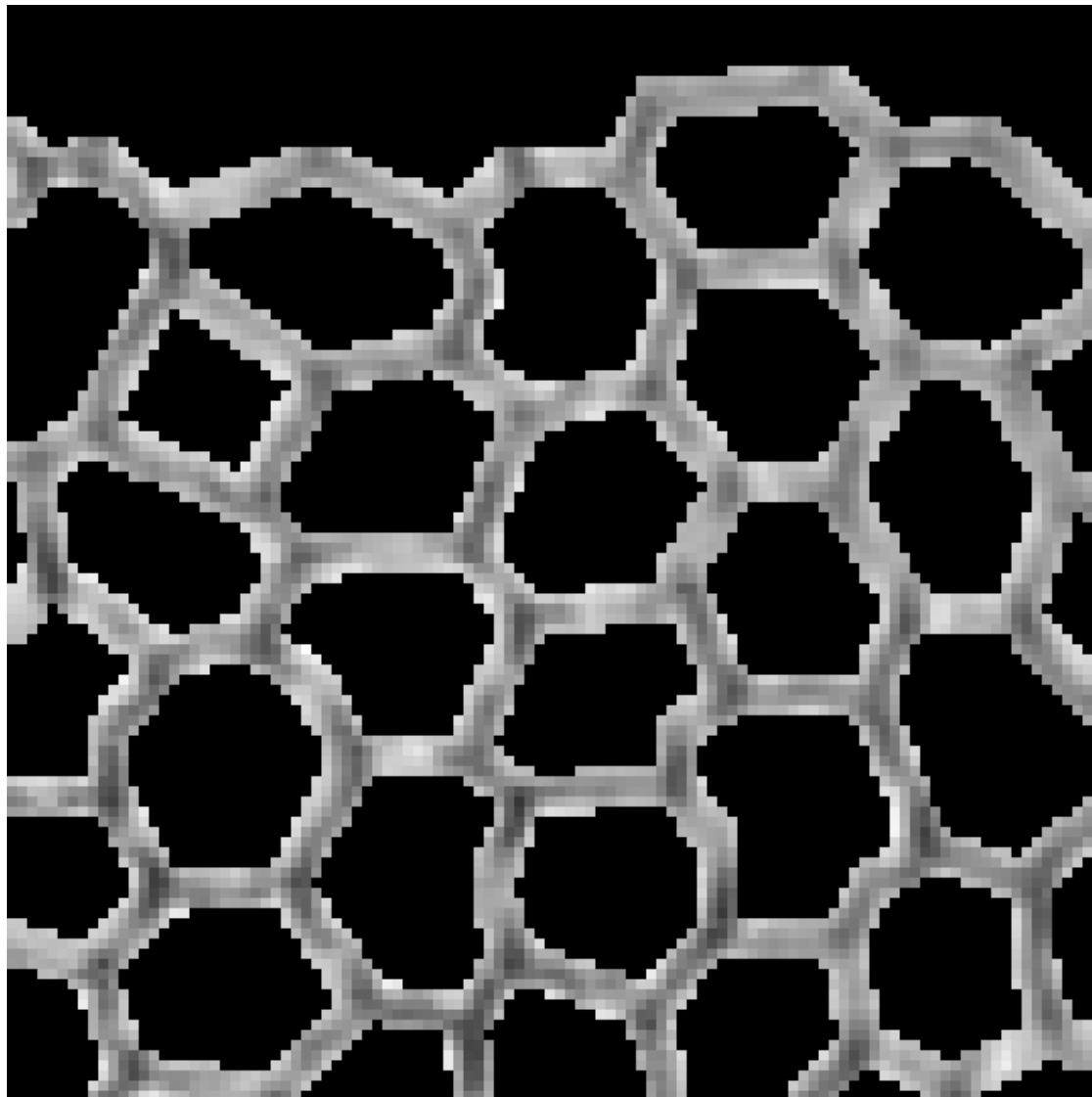
100

90

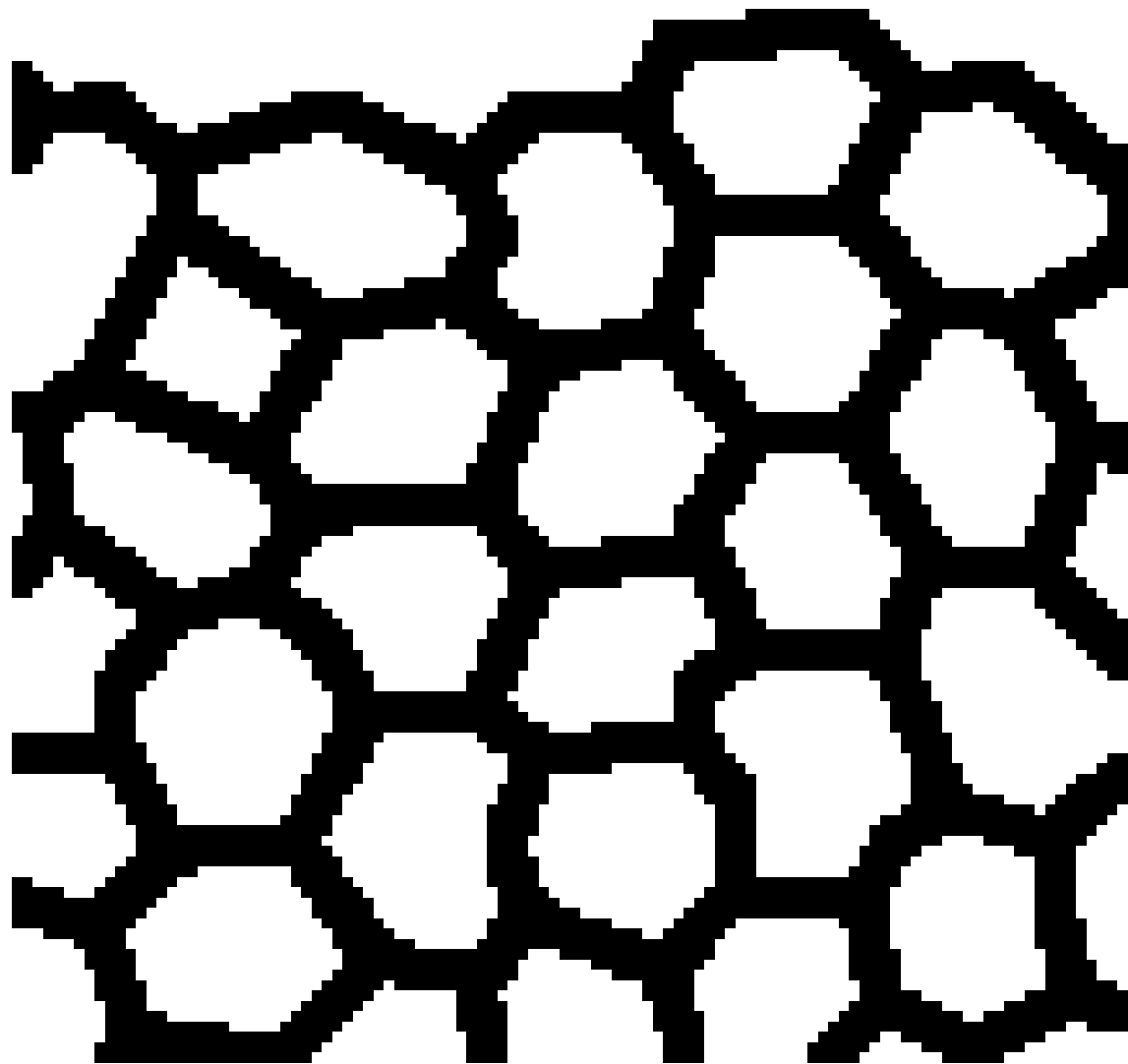
80

60

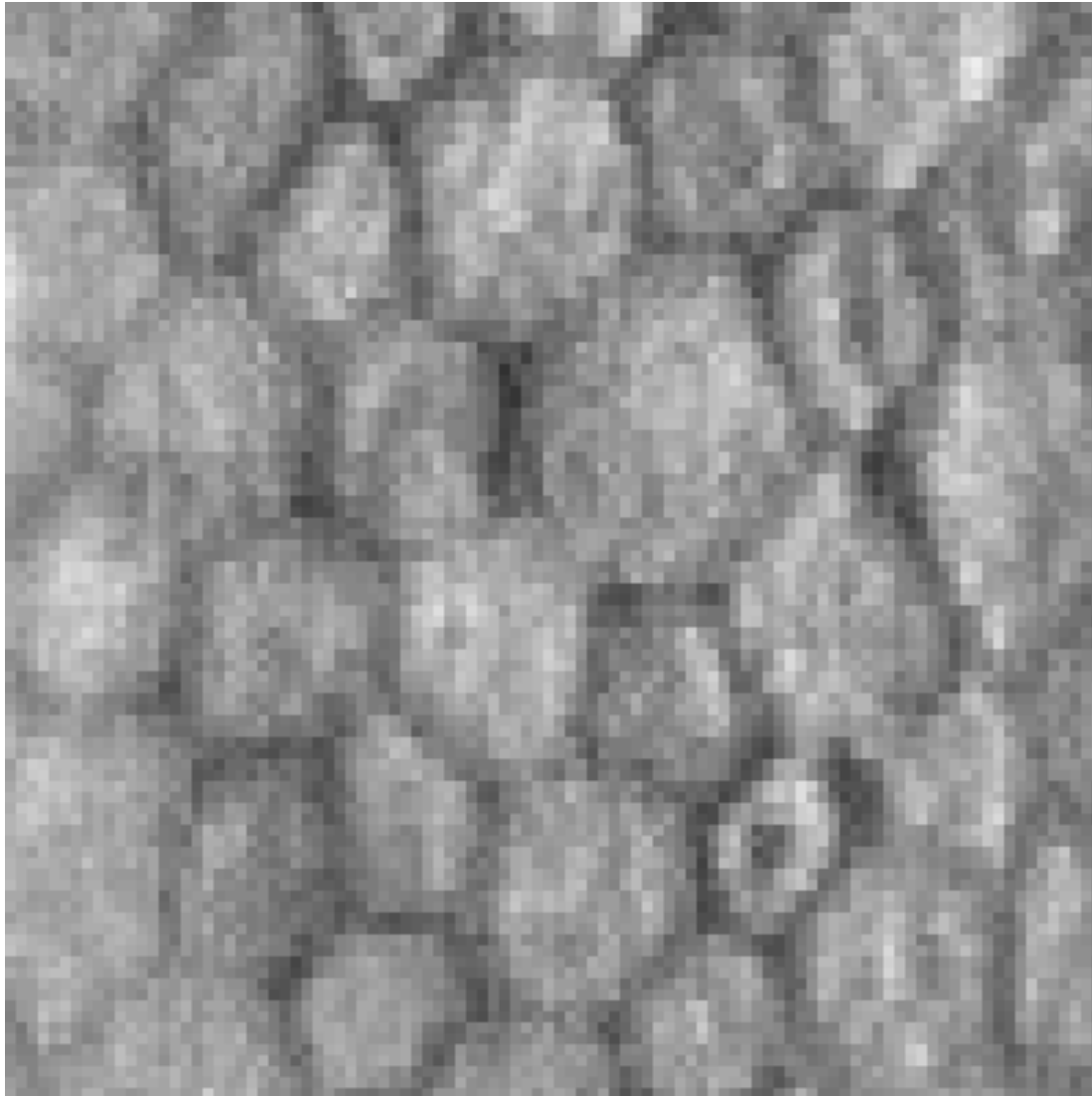
Flood-based Iterative Thinning

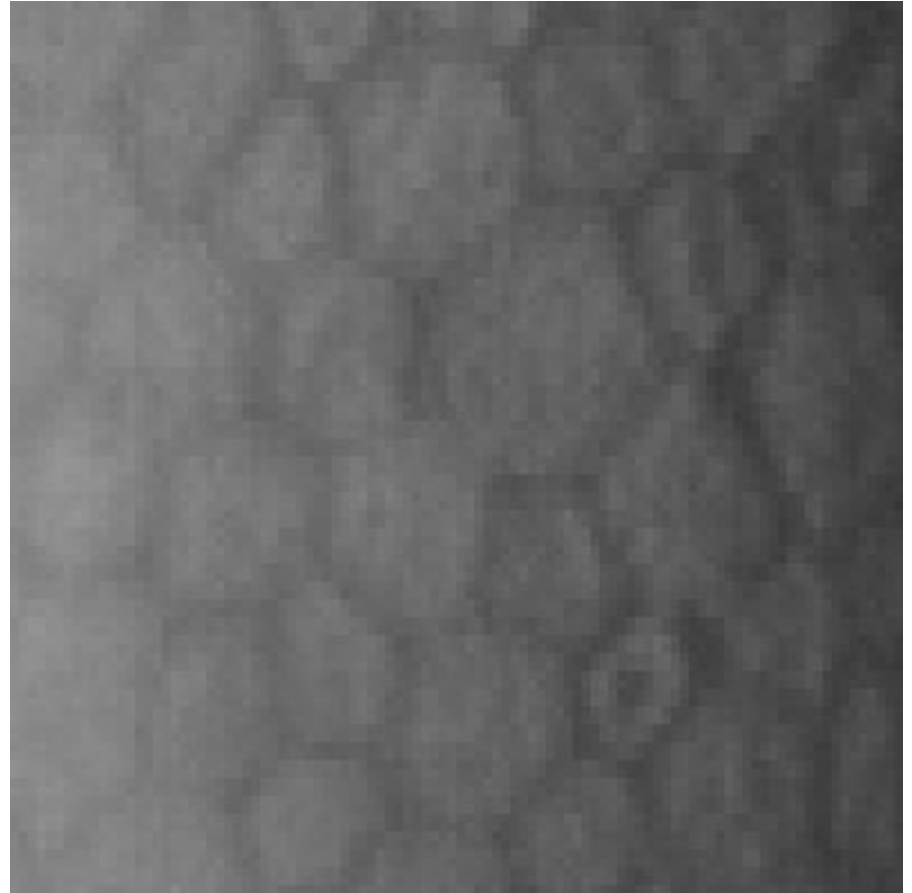
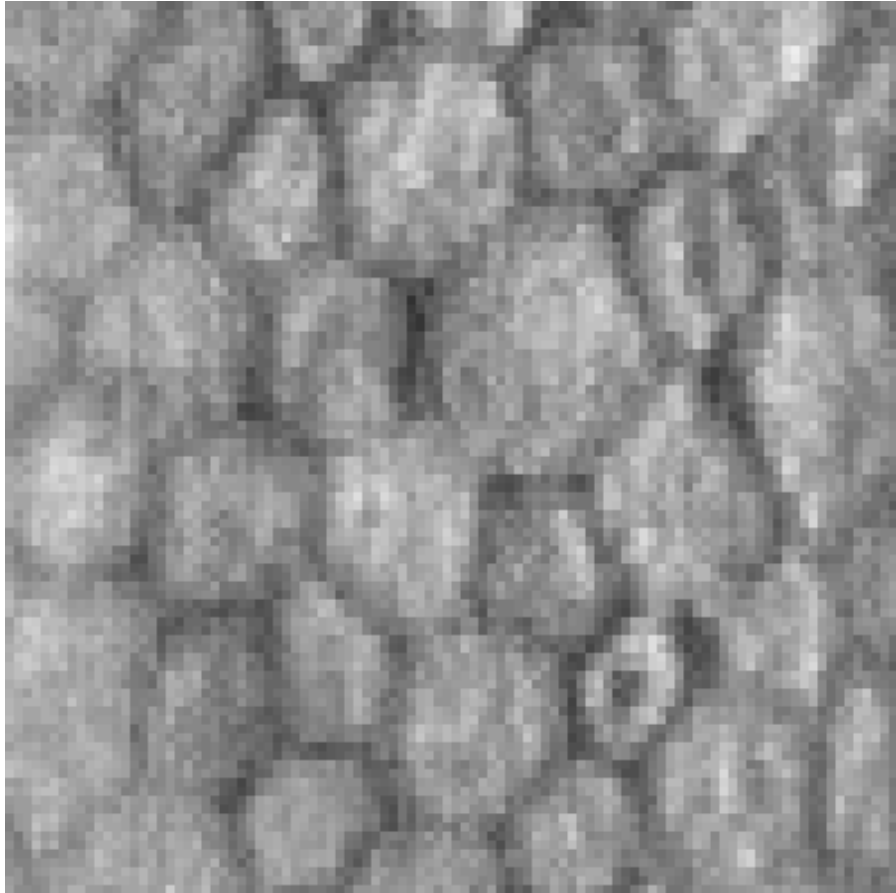


Flood-based Iterative Thinning

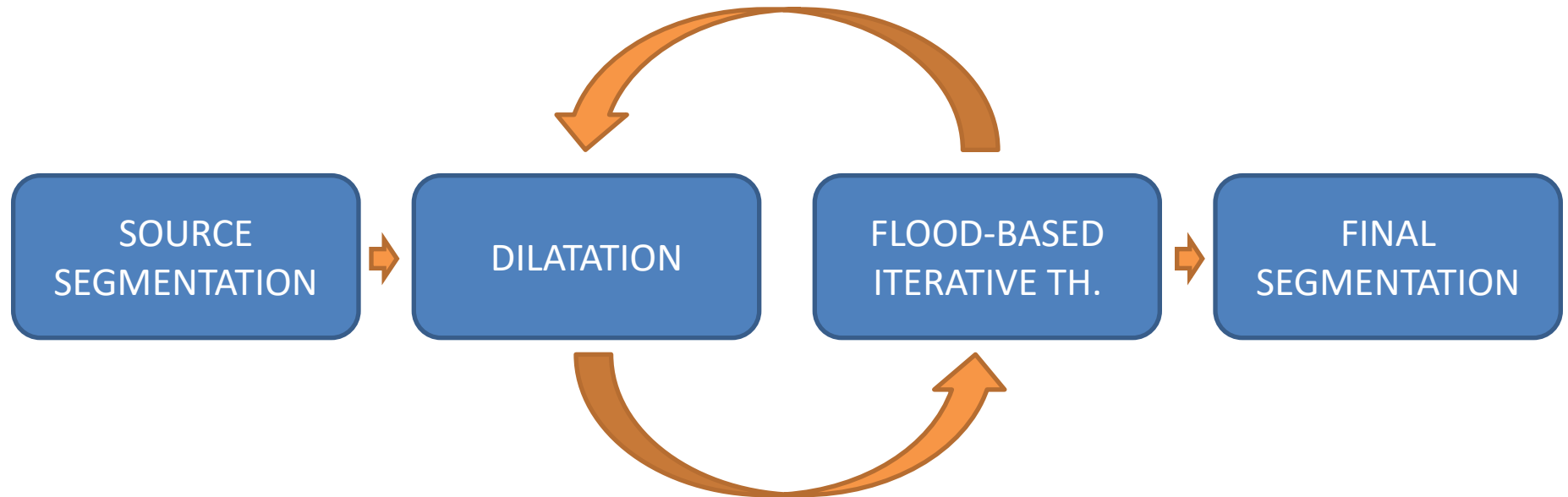


BEST-FIT



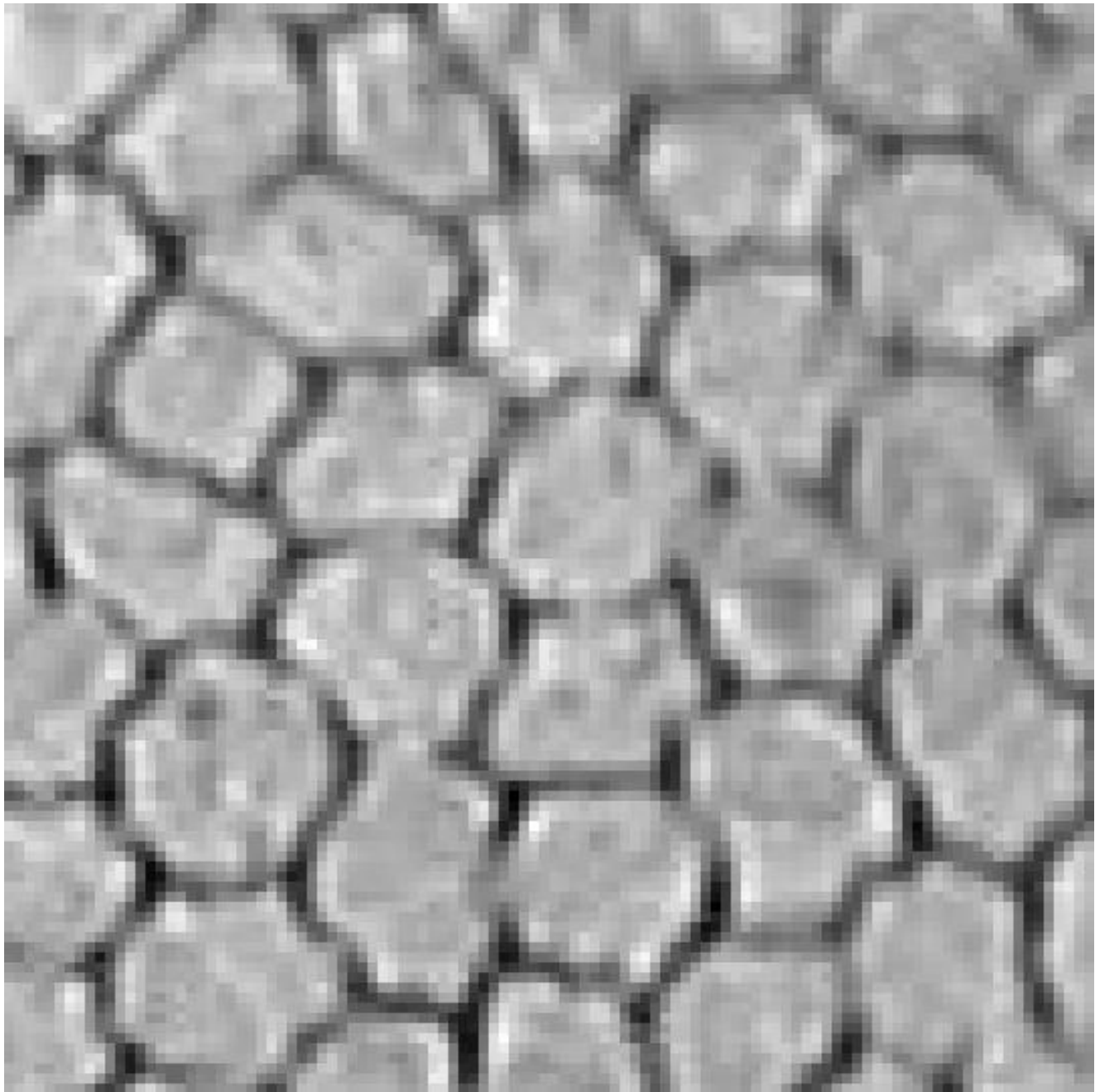


Improving the output

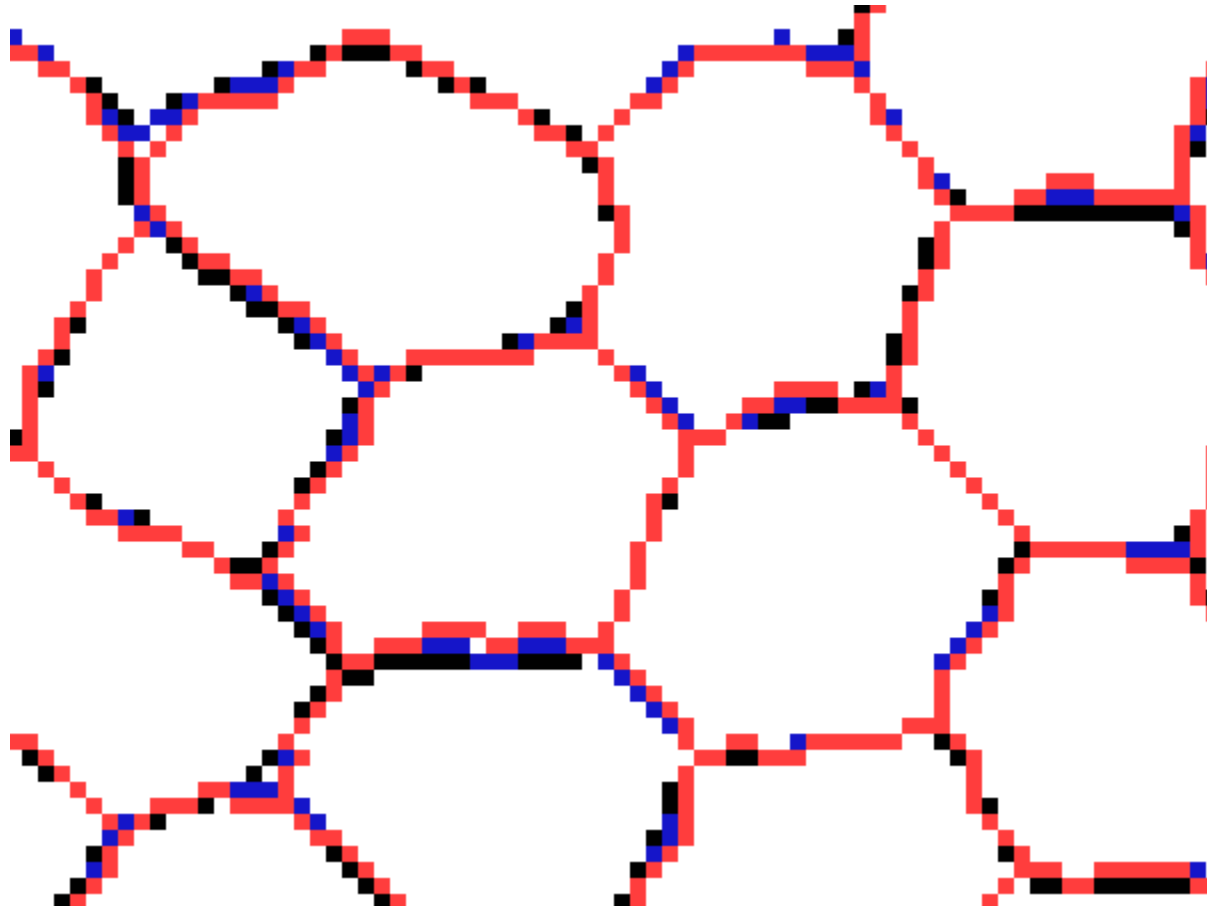


Cyclic

Stop: no changes or a cycle detected

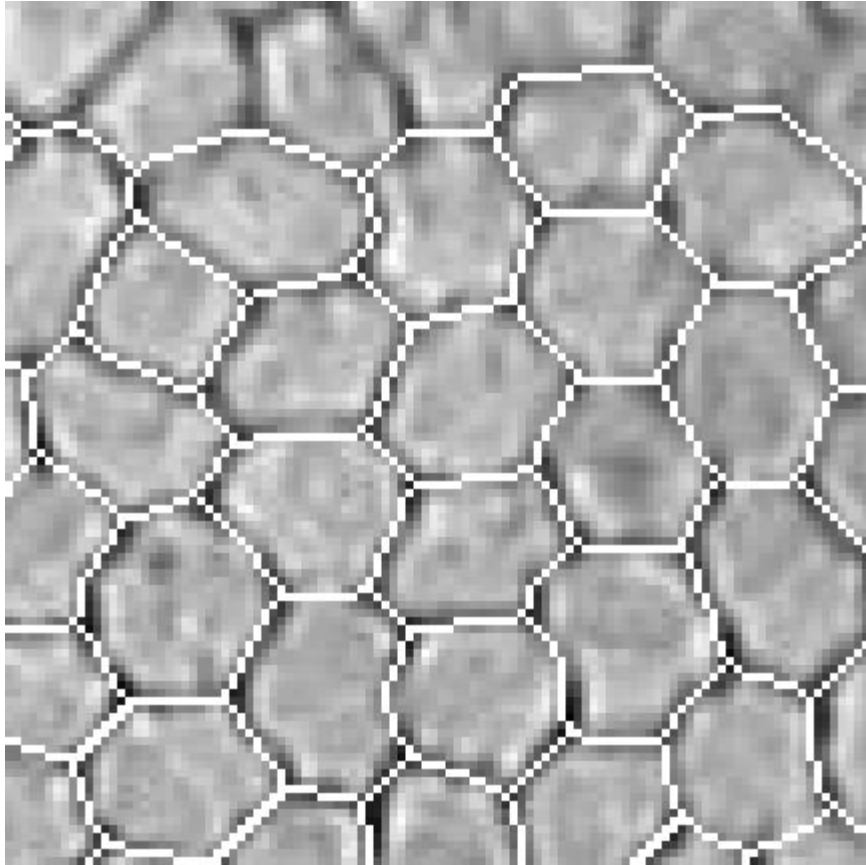


Improving the output

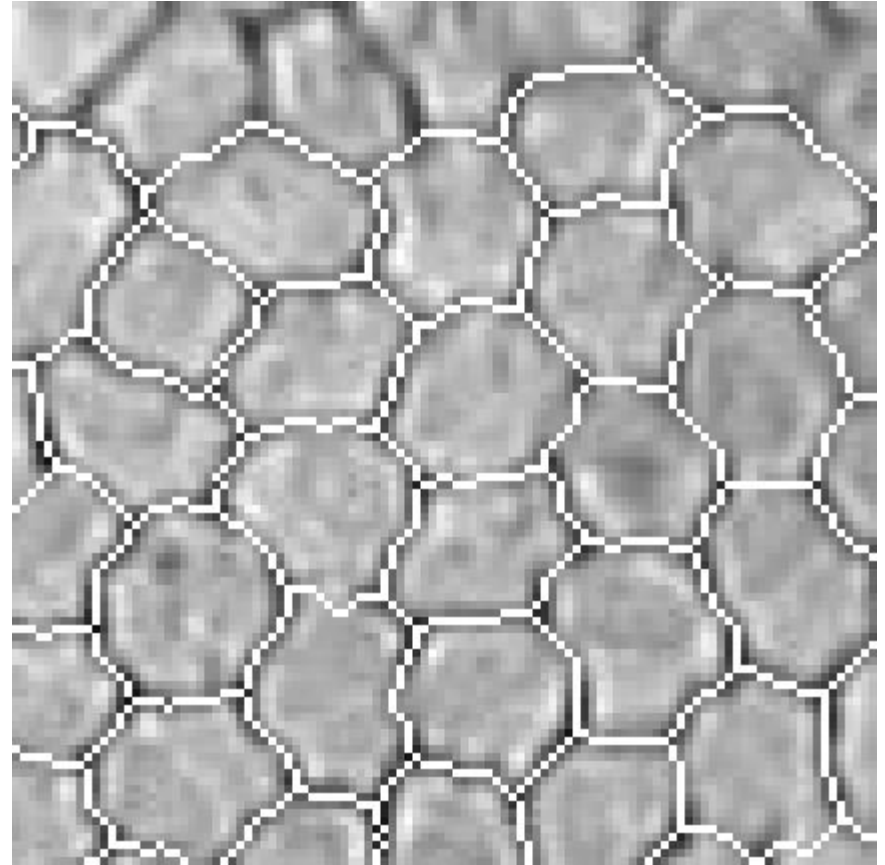


#1 black
#2 blue
#3 red

Final effect



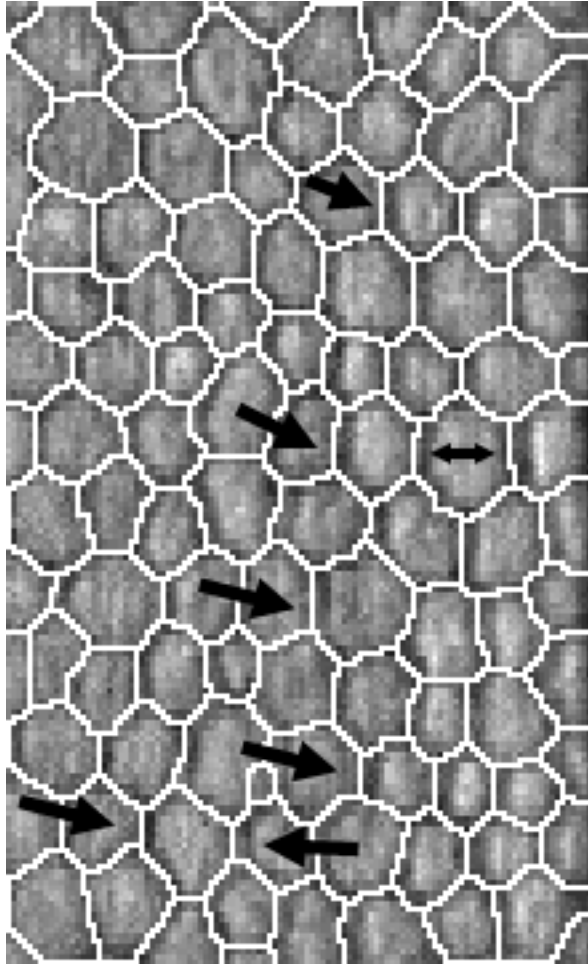
classic thinning



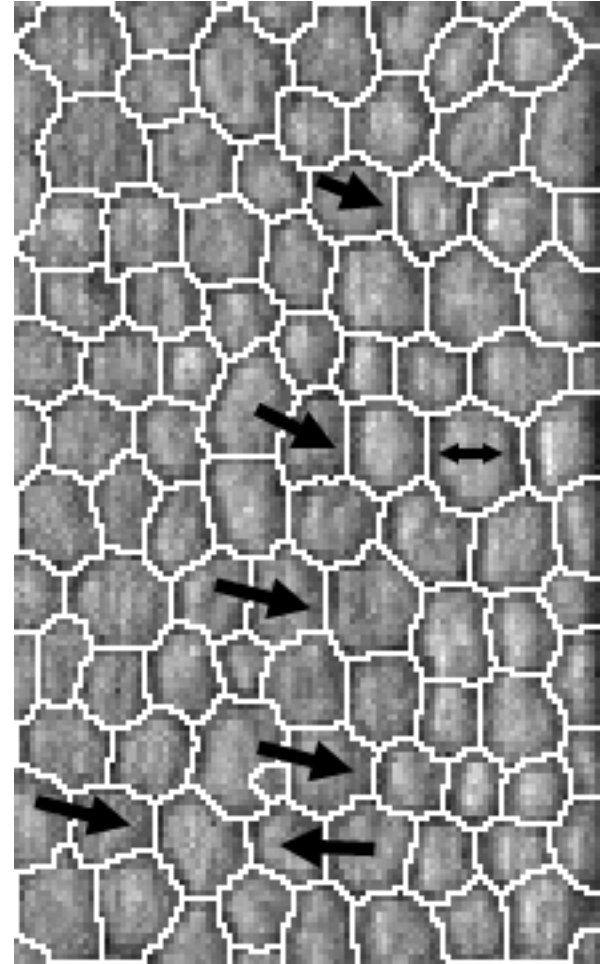
2 cycles of dilatation and
Flood-based Iterative Thinning

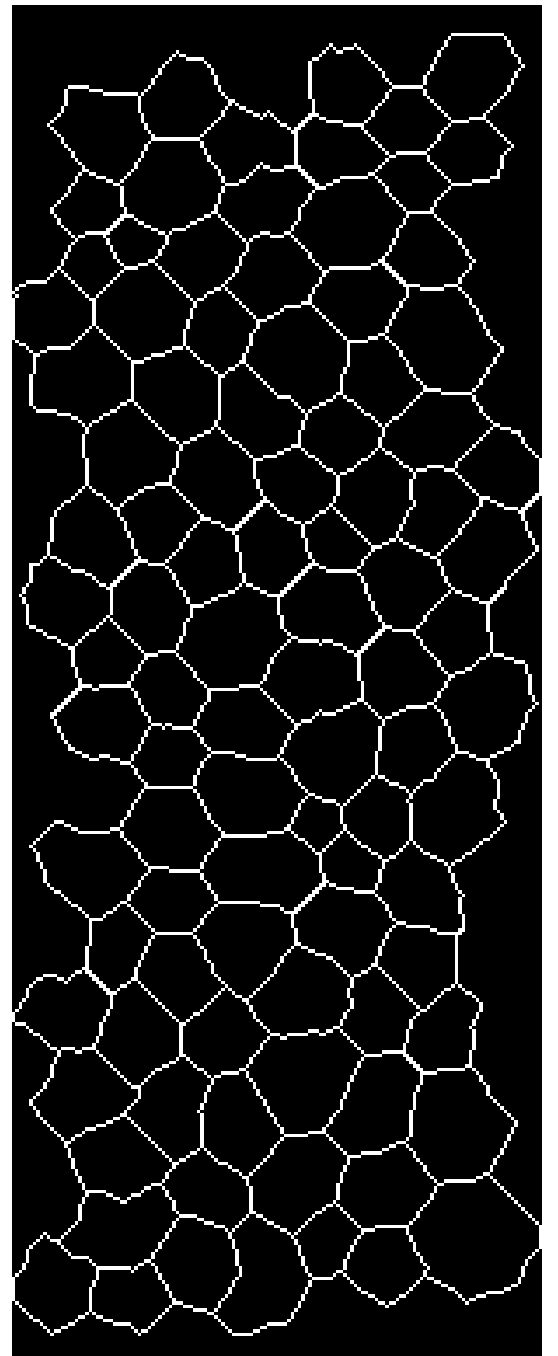
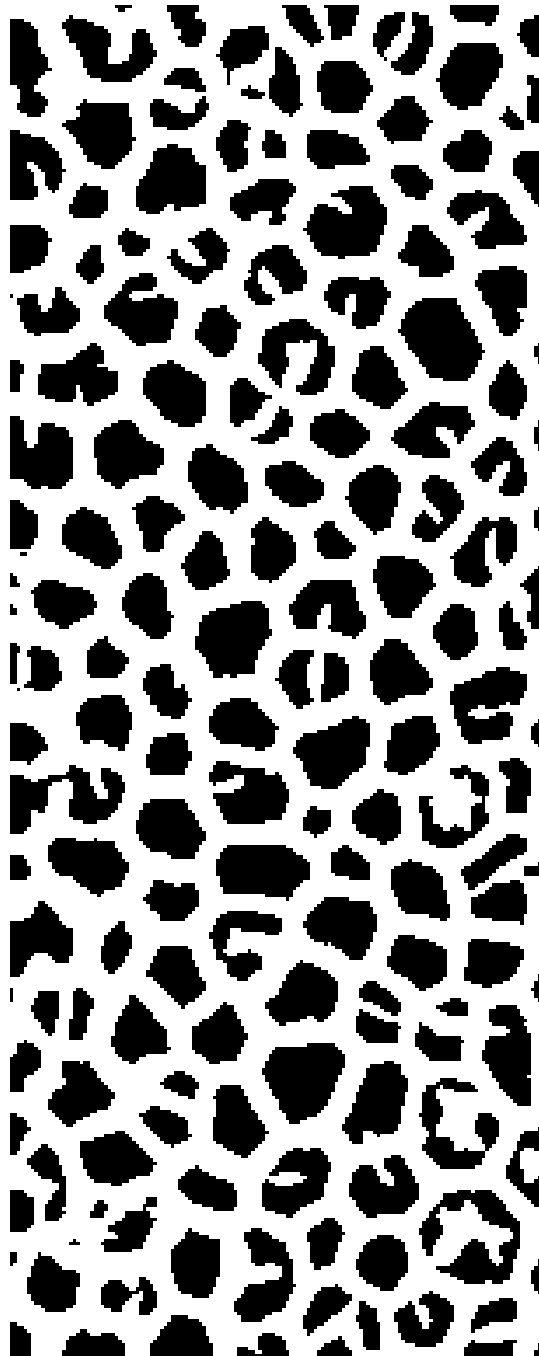
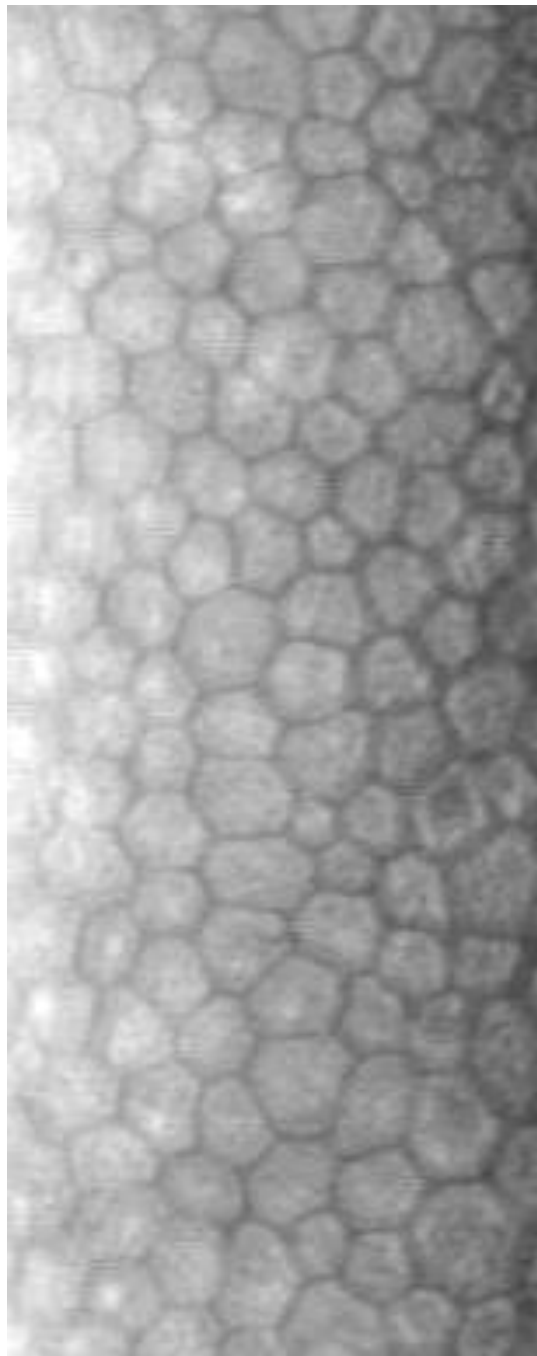
The results

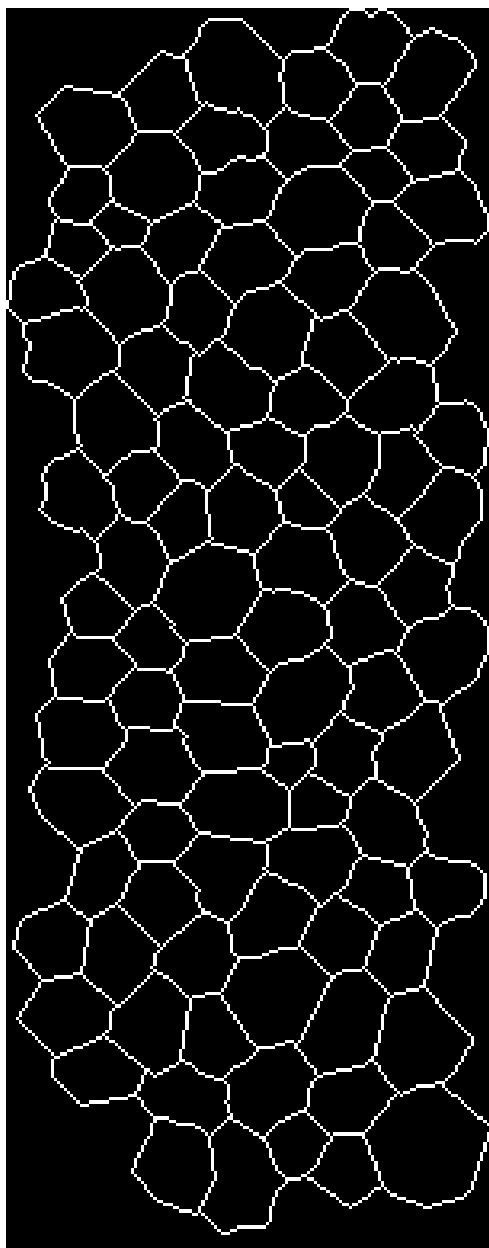
classic



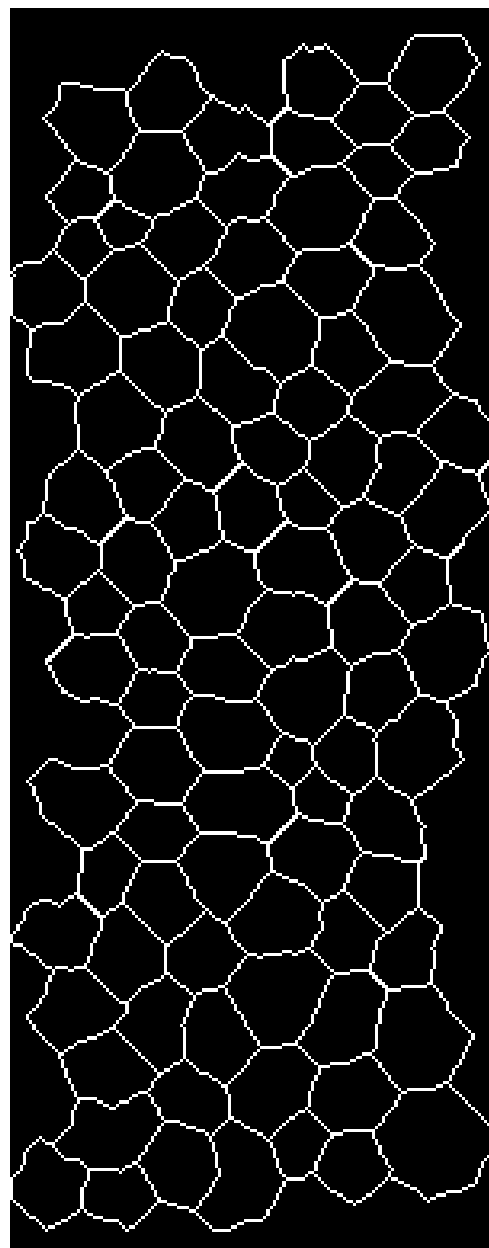
proposed



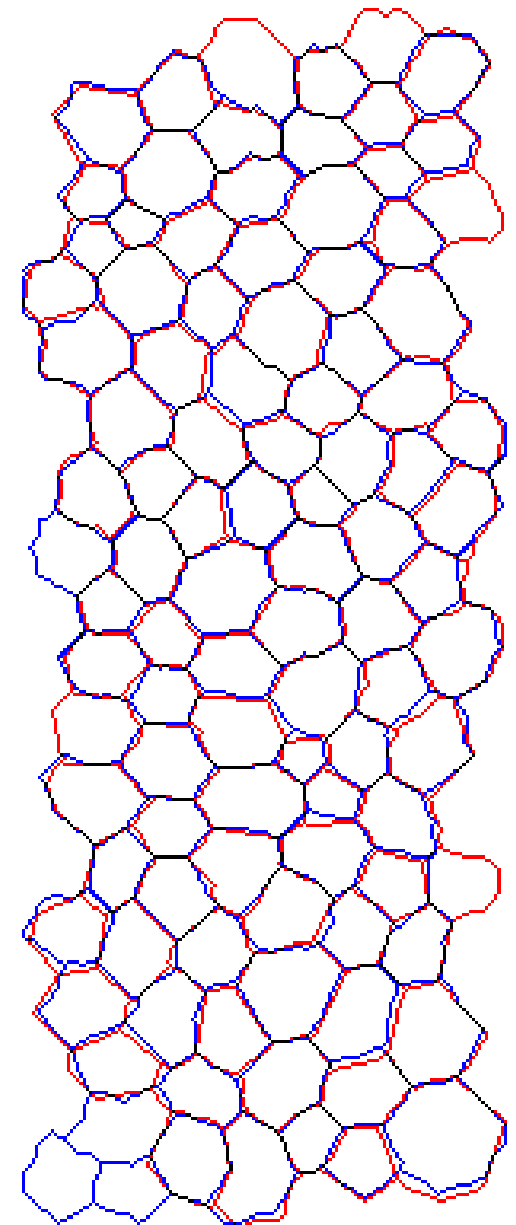




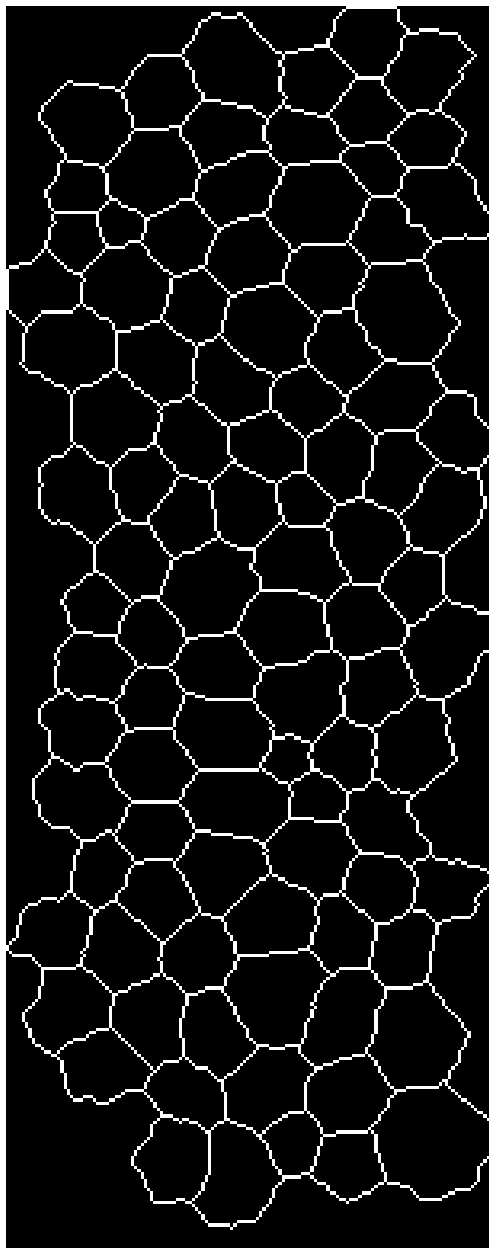
ręcznie, Y.G.
CV=30,0



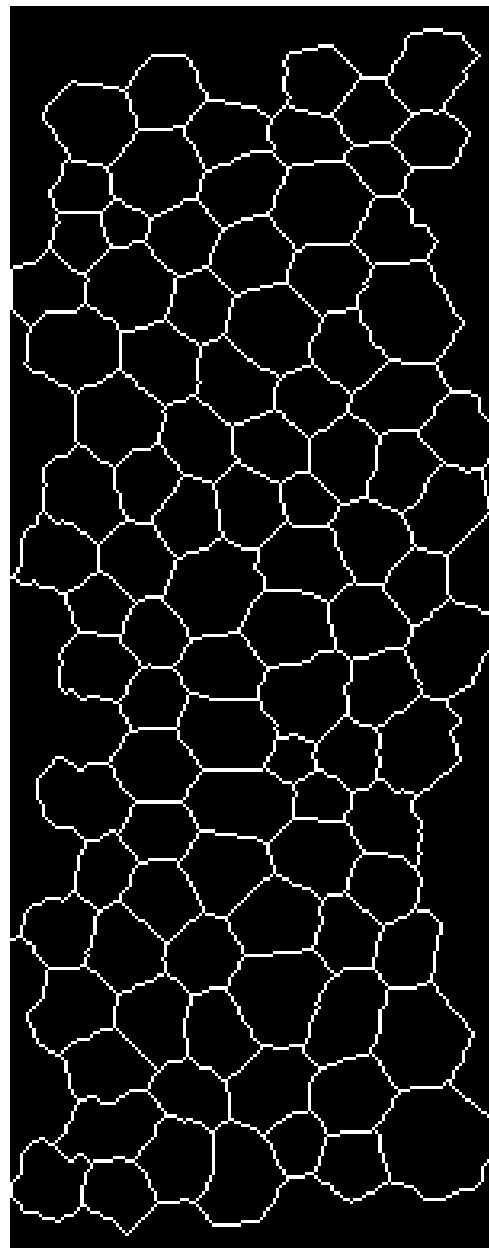
KH, ścienione,
CV=28,8



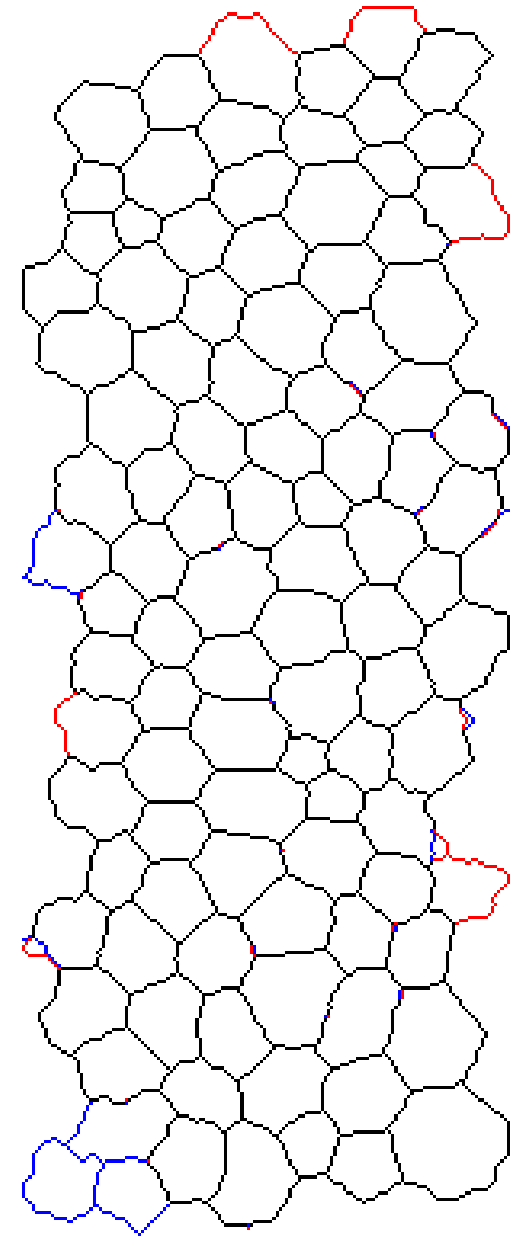
różnica



ręcznie, Y.G., best-fit
CV=29,6



KH, best-fit
CV=29,5



różnica