

## 2. Model Nowaka–Szamreja–Latané

### Opis i reguły modelu

Model Nowaka-Szamreja-Latané jest matematycznym modelem, dzięki któremu można zbadać funkcjonowanie dużych grup społecznych, a bardziej szczegółowo wpływ społeczny – teorię sformułowaną przez Bibba Latané w 1981 roku. Wpływ społeczny zdefiniowany został tu jako każdy wpływ na uczucia, myśli i zachowanie jednostek, który powstaje w wyniku działania lub obecności rzeczywistych, domniemanych lub wymyślonych źródeł, takich jak osoby lub konkretne media. Teoria opisuje, jak indywidualne osoby mogą stać się źródłem lub celem wpływu społecznego. Tę złożoność sieci zjawisk społecznych, funkcjonowania dużych grup społecznych można opisać poprzez kilka istotnych czynników, którymi są:

- siła wpływu źródła (suma wszystkich indywidualnych czynników sprawiających, że jednostka ma wpływ, np. wielkość, intelekt, bogactwo czy przynależność do danej grupy),
- bezpośrednią bliskość źródła (fizyczna bliskość, jak dawno zdarzenie/ oddziaływanie miało miejsce),
- ilość źródeł wywierających wpływ.

Symulacje opisane w sprawozdaniu zostały przeprowadzone na własnej implementacji modelu z możliwymi opiniami w ilości  $K = 3$ . Zrealizowana wersję deterministyczną modelu, bez wprowadzania do układu „szumu”. Realizowany model Nowaka-Szamreja-Latané opiera się na kilku regułach:

1. Grupa składa się z  $N$  osobników, którzy mogą przyjąć jedną z możliwych opinii (w modelu liczba możliwych opinii wynosi  $K = 3$ , przez co lepiej o każdej z opinii myśleć jak o kolorach).
2. Każdy członek grupy przyjmuje dodatkowo dwa parametry:  $p_i$  i  $s_i$ , które określają intensywność oddziaływań z aktorami kolejno o tych samych bądź przeciwnych poglądach.
3. Członkowie grupy znajdują się w przestrzeni społecznej ze zdefiniowaną odlegością każdej pary członków  $d_{ij}$ : intensywność oddziaływań jest malejącą funkcją wzajemnej odległości.

Każda sieć po dostatecznie dużym czasie kończy działanie z ustaleniem opinii wszystkich członków (w zależności od parametrów) na jedną, tę samą opinię lub grupy o odmiennych opiniach (dwie lub więcej), w przypadku tego modelu z 3 możliwych opinii.

Do implementacji sieci użytej do symulacji modelu użyto języka programowania Python oraz biblioteki *numpy* dla wydajniejszego i czytelniejszego rozwiązania. Wykresy stworzono przy użyciu biblioteki *matplotlib*.

### Zadanie 1

#### Opis

Utworzona została sieć  $9 \times 9$  z początkowym rozmieszczeniem aktorów i ich opinii w ten sam sposób jak w zasugerowanym przykładzie. Układ został z góry zdefiniowany, nie występuje tu losowość doboru wartości i opinii dla poszczególnych aktorów.

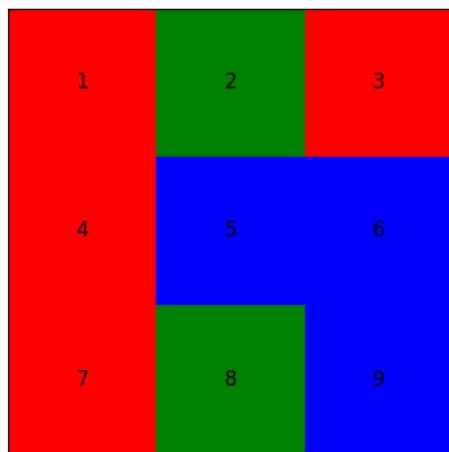
Eksperyment miał na celu prześledzenie zmian wpływów w układzie od chwili początkowej  $t = 0$ . Kończy się on po uzgodnieniu opinii przez aktorów w układzie. Na samym początku zostaje wypisany układ inicjalny, następnie w każdym kolejnym kroku zmiany opinii układu oraz wartości dla każdego z aktorów pochodzące od każdej opinii, a także przyjęta opinia przez poszczególnych aktorów.

W załączonym pliku źródłowym do zadania *zad1.py* zostało opisane działanie kodu.

### Wyniki symulacji

Prześledzona została zmiana opinii w predefiniowanym układzie. Z symulacji wynika, że opinia czerwona – w związku z siłą oddziaływanego i liczbą aktorów z tą samą opinią – ostatecznie dominuje układ (już w 4 krokach), co ostatecznie prowadzi do przyjęcia tej opinii przez wszystkich aktorów.

$t = \text{Init}$



$t = 0$

Członek nr 1 - wpływy [R, G, B]: [2.0, 1.73, 0.98], wybrana opinia: R

Członek nr 2 - wpływy [R, G, B]: [4.2, 1.44, 1.6], wybrana opinia: R

Członek nr 3 - wpływy [R, G, B]: [1.86, 1.73, 1.55], wybrana opinia: R

Członek nr 4 - wpływy [R, G, B]: [3.4, 1.33, 1.39], wybrana opinia: R

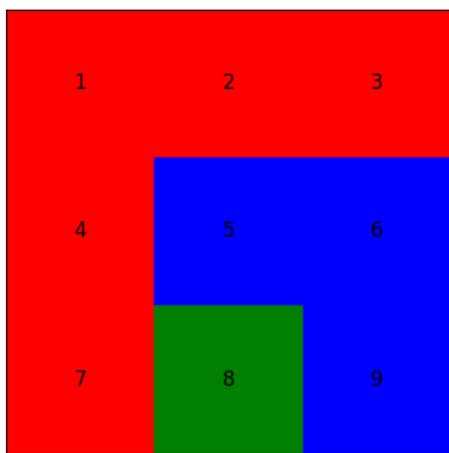
Członek nr 5 - wpływy [R, G, B]: [3.73, 2.0, 4.4], wybrana opinia: B

Członek nr 6 - wpływy [R, G, B]: [2.68, 1.33, 5.2], wybrana opinia: B

Członek nr 7 - wpływy [R, G, B]: [3.81, 0.93, 1.01], wybrana opinia: R

Członek nr 8 - wpływy [R, G, B]: [2.47, 3.36, 1.73], wybrana opinia: G

Członek nr 9 - wpływy [R, G, B]: [1.6, 0.93, 5.47], wybrana opinia: B



t = 1

Członek nr 1 - wpływy [R, G, B]: [2.4, 0.13, 0.98], wybrana opinia: R

Członek nr 2 - wpływy [R, G, B]: [2.6, 0.16, 1.6], wybrana opinia: R

Członek nr 3 - wpływy [R, G, B]: [2.26, 0.13, 1.55], wybrana opinia: R

Członek nr 4 - wpływy [R, G, B]: [3.67, 0.27, 1.39], wybrana opinia: R

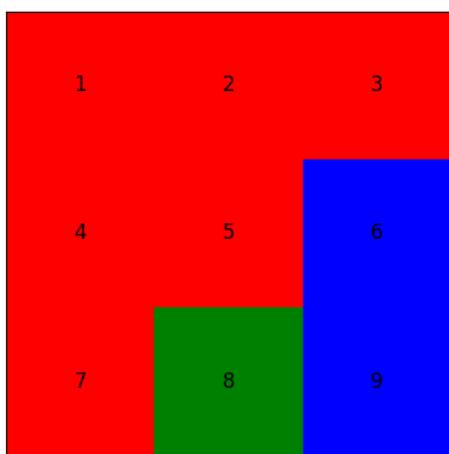
Członek nr 5 - wpływy [R, G, B]: [5.33, 0.4, 4.4], wybrana opinia: R

Członek nr 6 - wpływy [R, G, B]: [3.75, 0.27, 5.2], wybrana opinia: B

Członek nr 7 - wpływy [R, G, B]: [3.95, 0.4, 1.01], wybrana opinia: R

Członek nr 8 - wpływy [R, G, B]: [3.11, 3.2, 1.73], wybrana opinia: G

Członek nr 9 - wpływy [R, G, B]: [2.13, 0.4, 5.47], wybrana opinia: B



t = 2

Członek nr 1 - wpływy [R, G, B]: [3.07, 0.13, 0.31], wybrana opinia: R

Członek nr 2 - wpływy [R, G, B]: [3.6, 0.16, 0.6], wybrana opinia: R

Członek nr 3 - wpływy [R, G, B]: [2.92, 0.13, 0.88], wybrana opinia: R

Członek nr 4 - wpływy [R, G, B]: [4.67, 0.27, 0.39], wybrana opinia: R

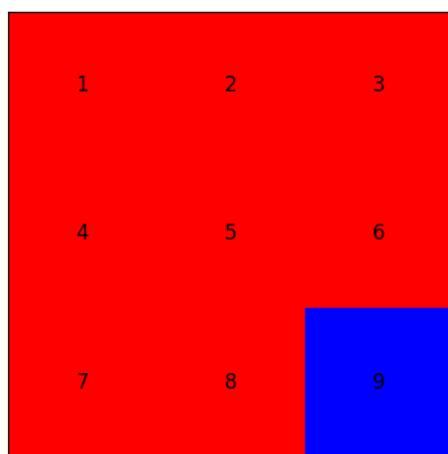
Członek nr 5 - wpływy [R, G, B]: [4.67, 0.4, 0.93], wybrana opinia: R

Członek nr 6 - wpływy [R, G, B]: [4.75, 0.27, 4.2], wybrana opinia: R

Członek nr 7 - wpływy [R, G, B]: [4.61, 0.4, 0.35], wybrana opinia: R

Członek nr 8 - wpływy [R, G, B]: [4.11, 3.2, 0.73], wybrana opinia: R

Członek nr 9 - wpływy [R, G, B]: [2.8, 0.4, 4.8], wybrana opinia: B



t = 3

Członek nr 1 - wpływy [R, G, B]: [4.0, 0, 0.04], wybrana opinia: R

Członek nr 2 - wpływy [R, G, B]: [5.04, 0, 0.07], wybrana opinia: R

Członek nr 3 - wpływy [R, G, B]: [4.66, 0, 0.08], wybrana opinia: R

Członek nr 4 - wpływy [R, G, B]: [6.21, 0, 0.07], wybrana opinia: R

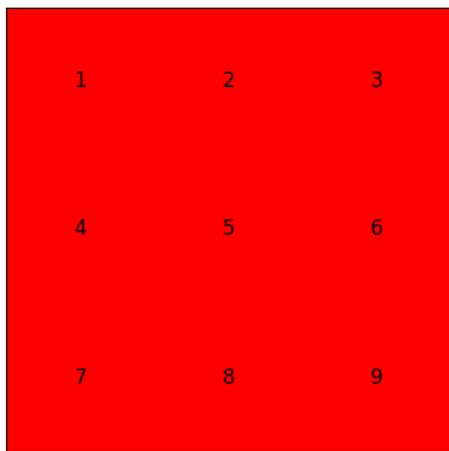
Członek nr 5 - wpływy [R, G, B]: [7.47, 0, 0.13], wybrana opinia: R

Członek nr 6 - wpływy [R, G, B]: [6.19, 0, 0.2], wybrana opinia: R

Członek nr 7 - wpływy [R, G, B]: [6.61, 0, 0.08], wybrana opinia: R

Członek nr 8 - wpływy [R, G, B]: [7.36, 0, 0.2], wybrana opinia: R

Członek nr 9 - wpływy [R, G, B]: [4.0, 0, 3.6], wybrana opinia: R



t = 4

Członek nr 1 - wpływy [R, G, B]: [4.4, 0, 0], wybrana opinia: R

Członek nr 2 - wpływy [R, G, B]: [5.64, 0, 0], wybrana opinia: R

Członek nr 3 - wpływy [R, G, B]: [5.38, 0, 0], wybrana opinia: R

Członek nr 4 - wpływy [R, G, B]: [6.81, 0, 0], wybrana opinia: R

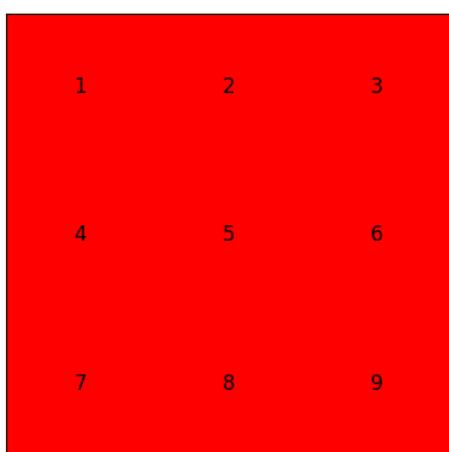
Członek nr 5 - wpływy [R, G, B]: [8.67, 0, 0], wybrana opinia: R

Członek nr 6 - wpływy [R, G, B]: [7.99, 0, 0], wybrana opinia: R

Członek nr 7 - wpływy [R, G, B]: [7.33, 0, 0], wybrana opinia: R

Członek nr 8 - wpływy [R, G, B]: [9.16, 0, 0], wybrana opinia: R

Członek nr 9 - wpływy [R, G, B]: [8.31, 0, 0], wybrana opinia: R



## Zadanie 2

### Opis

Dla zwiększonego układu  $20 \times 20$  z parametrami  $\alpha = 2$ ,  $K = 3$  i  $T = 0$ , każdemu z aktorów zostaje wylosowana początkowa opinia  $\xi_i$ , a także parametry  $p_i$  i  $s_i$ , które określają intensywność oddziaływań z aktorami kolejno o tych samych bądź przeciwnych poglądach. Z tak wylosowanymi wartościami aktorów prześledzona zostaje symulacja do momentu zatrzymania się zmian opinii w układzie, przez wypisanie w kolejnych chwilach czasowych układu opinii przyjętych przez aktorów.

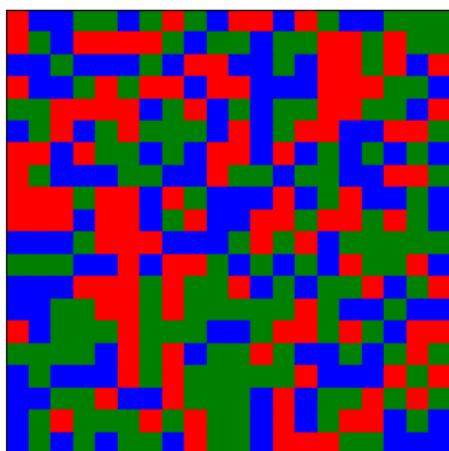
W załączonym pliku źródłowym do zadania *zad2.py* zostało opisane działanie kodu.

### Wyniki symulacji

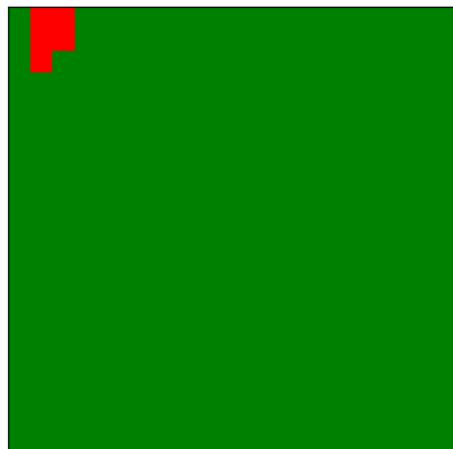
Po prześledzeniu kilku takich symulacji można zauważyc, że dla układu z  $\alpha = 2$  zmiana opinii zależy najbardziej od siły oddziaływania oraz zgrupowania aktorów, ale także od odległości. Układ najczęściej szybko dąży do konsensusu przy uzgadnianiu jednej z możliwych opinii. Symulacja układu zazwyczaj kończy się, gdy wszyscy aktorzy przyjmują tę samą opinię, jednak występują przypadki polaryzacji dwóch opinii. Podczas ponawiania symulacji wystąpiło także migotanie, jednak jest to rzadkie zjawisko, które w *Zadaniu 3* pojawia się znacznie częściej.

#### Sytuacja konsensusu:

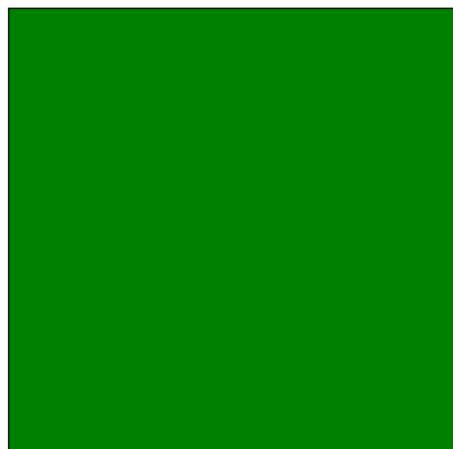
$t = 0$



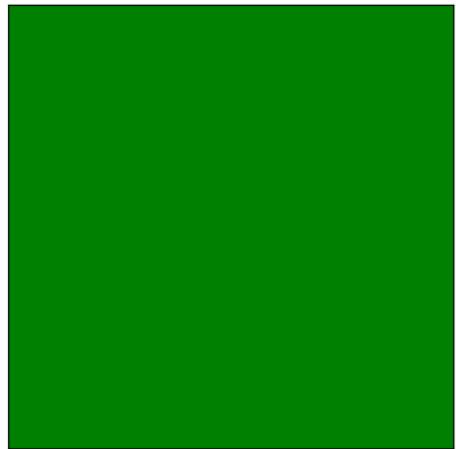
**t = 11**



**t = 12**

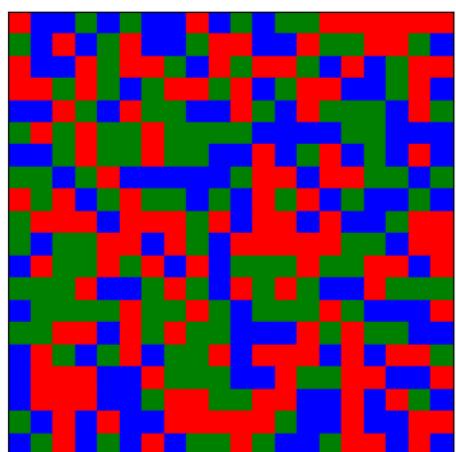


$t = 13$

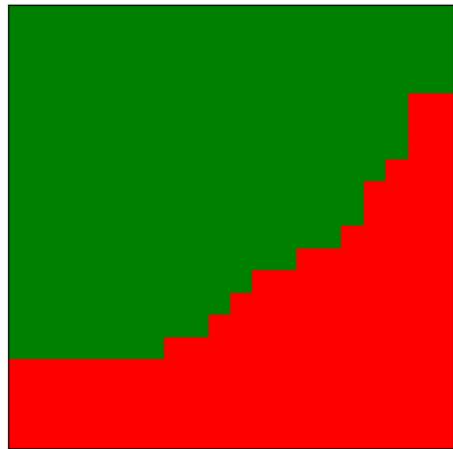


**Sytuacja polaryzacji:**

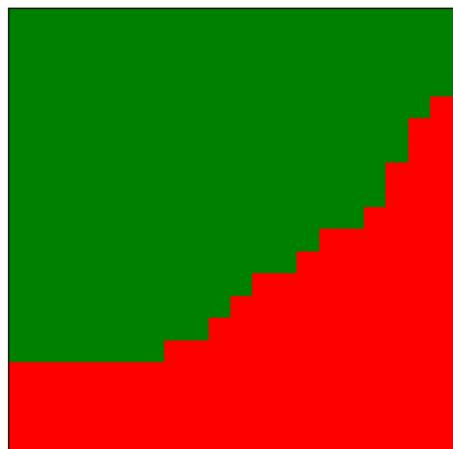
$t = 0$



$t = 23$



$t = 24$



### Zadanie 3

#### Opis

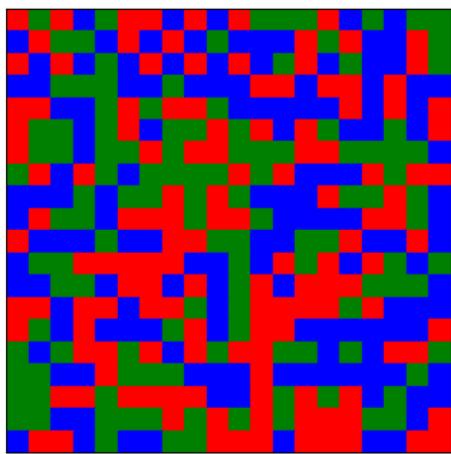
Dla sieci zdefiniowanej tak samo, jak w *Zadaniu 2* zmieniony zostaje parametr  $\alpha = 3$ , który w poprzednim zadaniu przyjął wartość  $\alpha = 2$ .

#### Wyniki symulacji

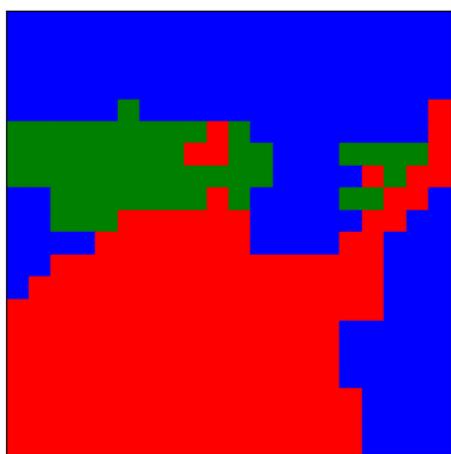
Modyfikacja  $\alpha = 3$  sprawia, że odległość oddziaływanego jest mniejsza, przez co układ nie dąży już tak szybko do konsensusu, pojawiają się zgrupowania opinii (najczęściej każda z możliwych ma udział, ale zdarza się polaryzacja dwóch), które od pewnego momentu symulacji zmieniają się jedynie nieznacznie. Znacznie częściej także pojawia się migotanie układu, gdzie pojedynczy aktorzy w kolejnych krokach nie mogą zdecydować się, którą z dwóch sugerowanych opinii przyjąć.

**Sytuacja podziału 3 opinii:**

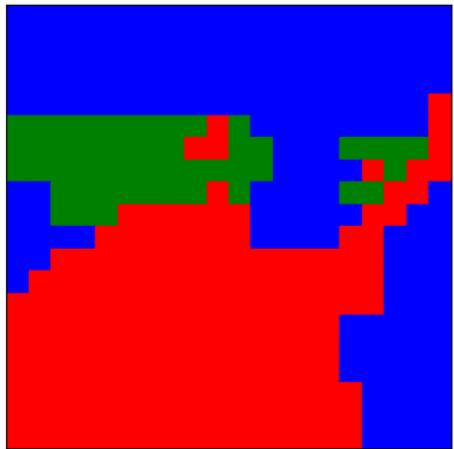
$t = 0$



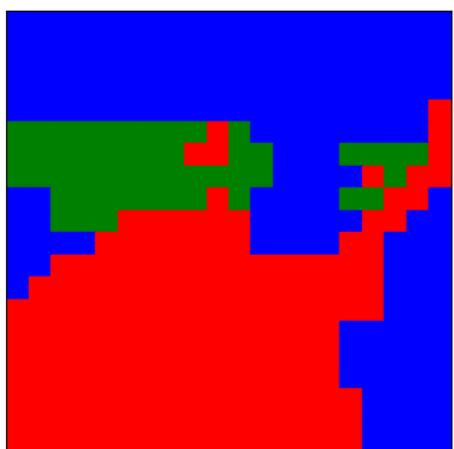
$t = 10$



$t = 11$

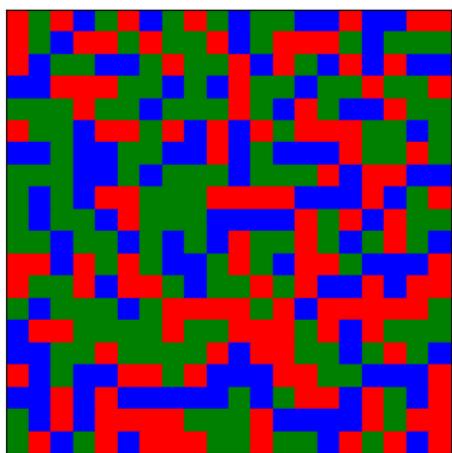


$t = 12$

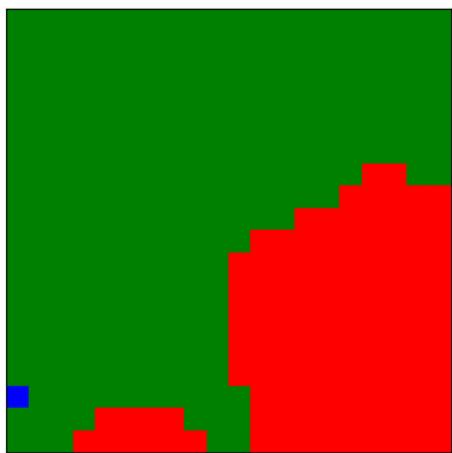


**Sytuacja podziału 2 opinii:**

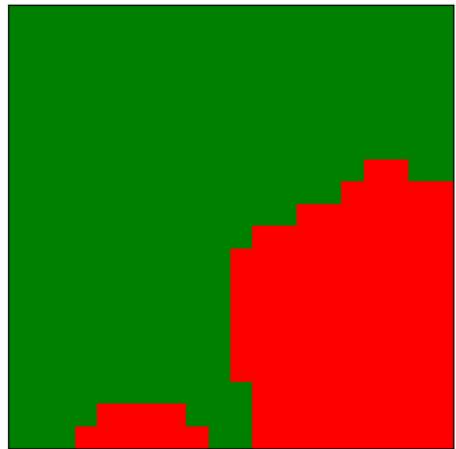
$t = 0$



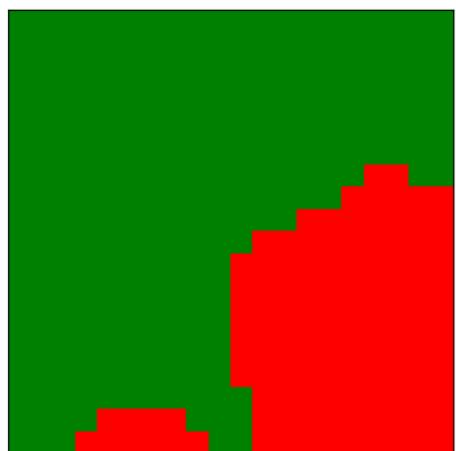
$t = 12$



$t = 13$

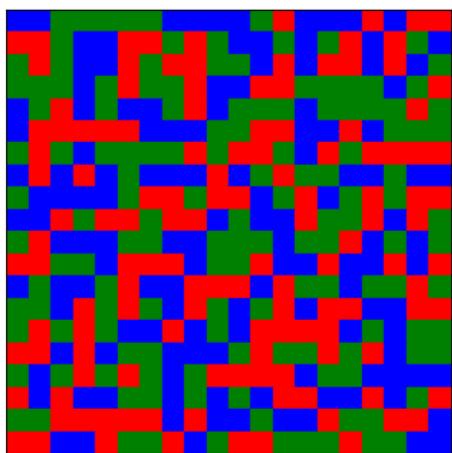


$t = 14$

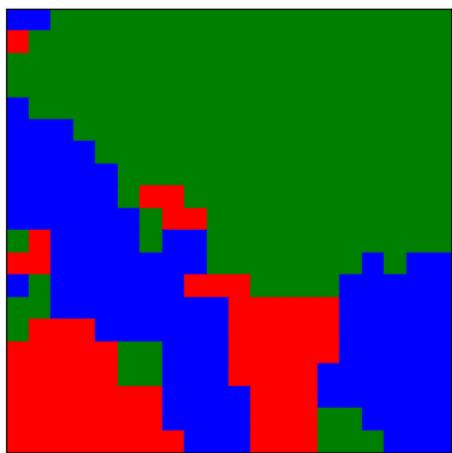


**Sytuacja migotania:**

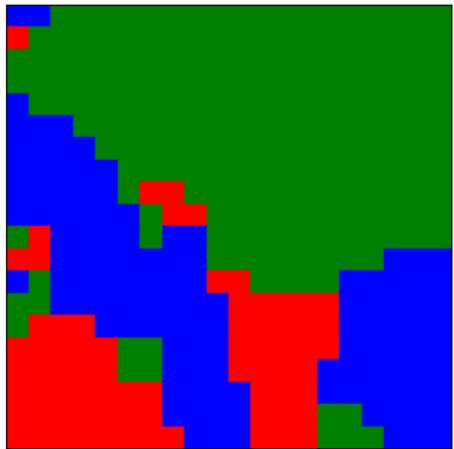
$t = 0$



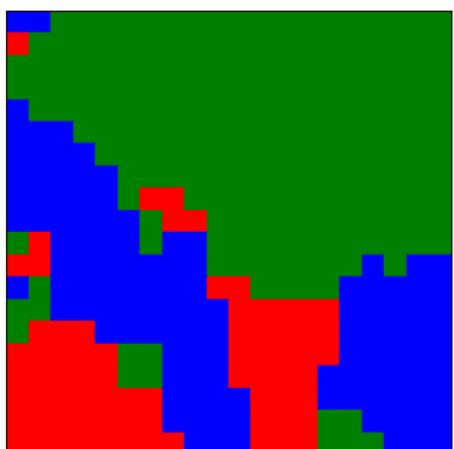
$t = 11$



$t = 12$



$t = 13$



$t = 14$

