

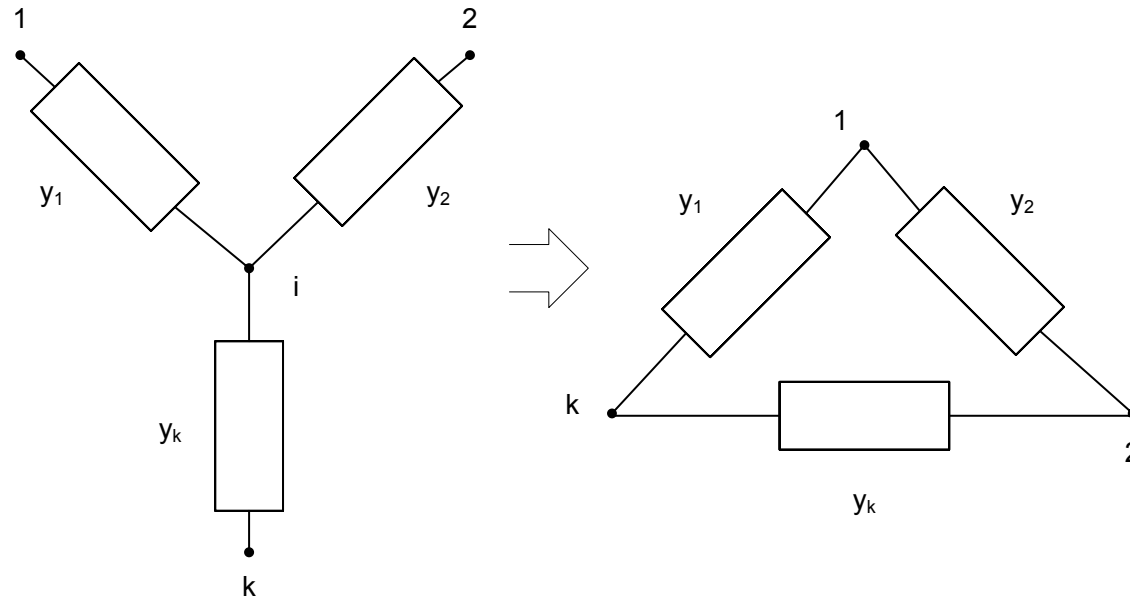
**ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ
ПАРАЛЕЛЬНОГО МЕТОДУ
Y-Δ ПЕРЕТВОРЮВАННЯ
ДЛЯ ПОБУДОВИ МАКРОМОДЕЛЕЙ
НЕЕЛЕКТРИЧНИХ СКЛАДОВИХ МЕМС**

**НТУУ «КПІ» ННК «ІПСА»,
кафедра СП-САПР
Попов О. О.**

Мета

- Формування ефективного паралельного алгоритму скорочення довільних RLC-схем (заміщення макромоделей MEMS та екстрагованих схем з кристалу) на основі Y- Δ перетворення
- Дослідження ефективності використання по часу і точності сформованого алгоритму паралельного скорочення RLC-схем на базі вирішення тестових завдань.

Y-Δ перетворення



$$y_{ab} = (y_a y_b) / Y_i.$$

[Розрахунок нових елементів]

Якщо присутні R, L і C складові:

$$y_{ab} = \left(g_a + \frac{b_a}{p} + p c_a \right) \left(g_b + \frac{b_b}{p} + p c_b \right) // \left(G_i + \frac{B_i}{p} + p C_i \right)$$

Для спрощення визначені:

$$\tau_{RC_i} = C_i / G_i$$

$$\tau_{LC_i} = \sqrt{C_i / B_i}$$

Розрахунок нових елементів

❖ У випадку $\tau_{RCi} \gg \tau_{LCi}$

$$y_{ab} = \frac{g_a g_b}{G_i} + p \frac{c_a g_b + c_b g_a}{G_i} + p^2 \frac{4c_a c_b}{G_i} \quad (1)$$

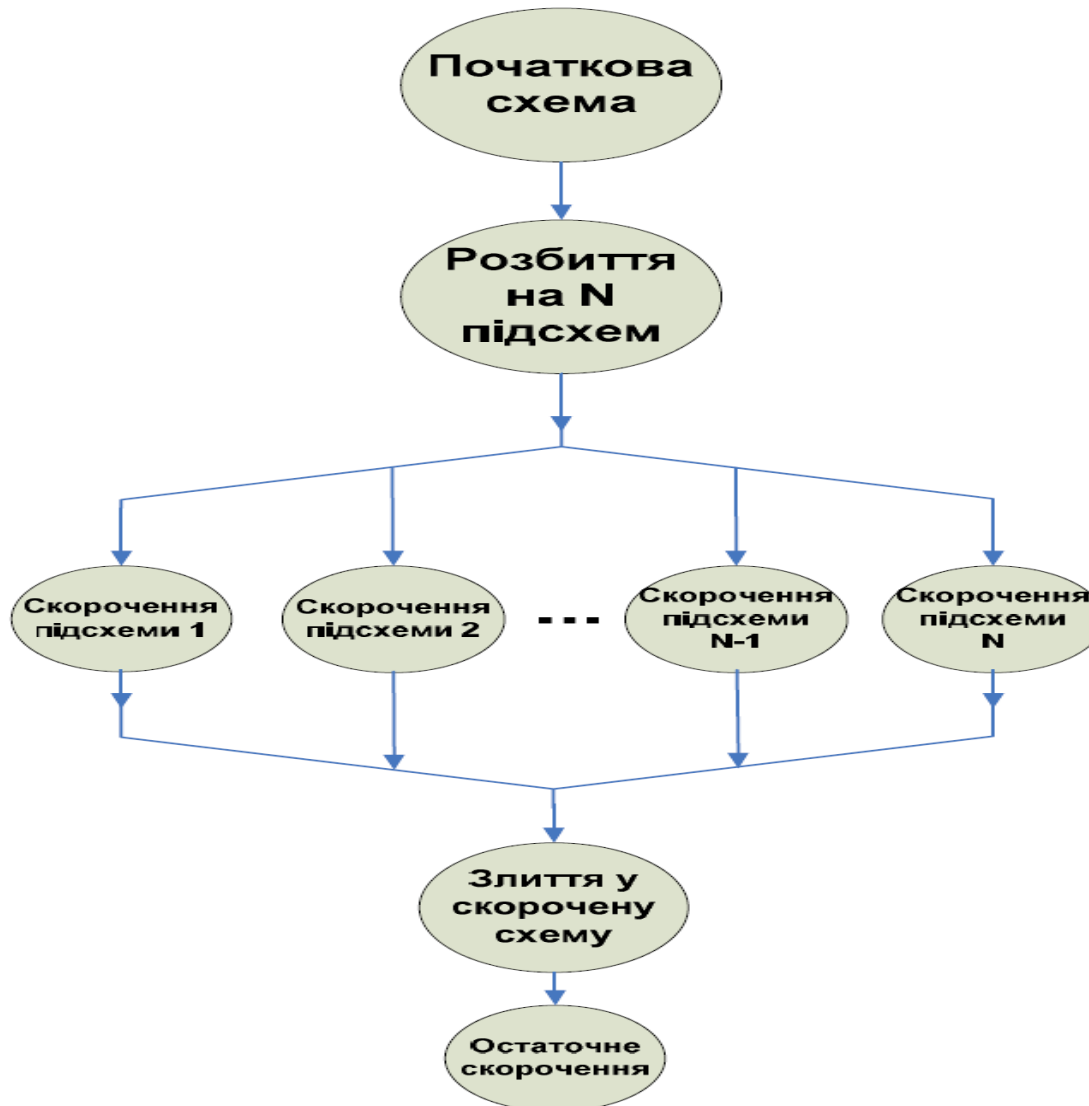
❖ У випадку $\tau_{LCi} \gg \tau_{RCi}$

$$y_{ab} = \frac{1}{p} \frac{b_a b_b}{B_i} + p \frac{c_a b_b + c_b b_a}{B_i} + (\dots) \quad (2)$$

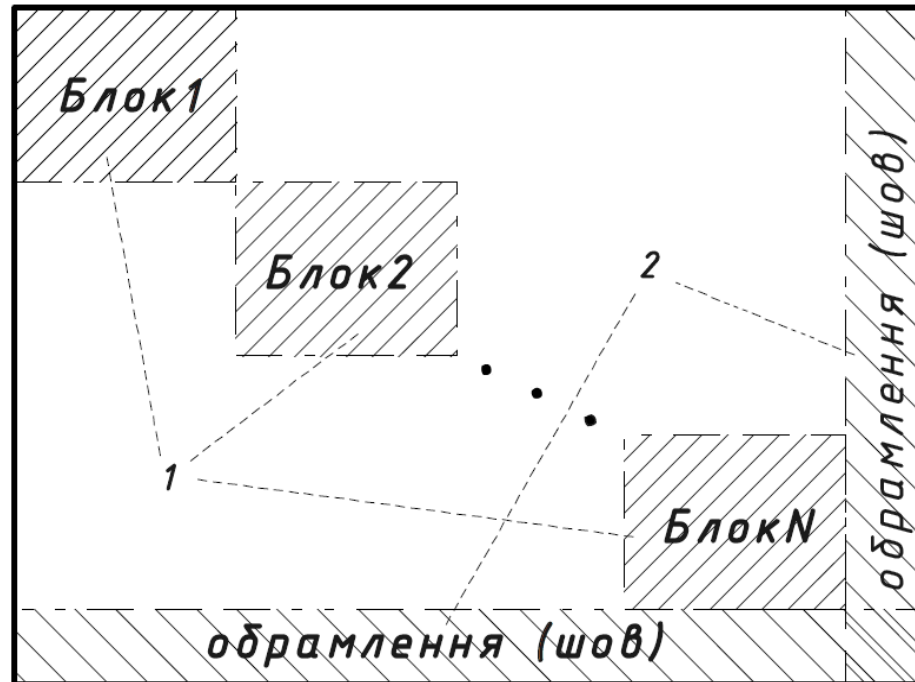
Недоліки базового алгоритму

- Час скорочення (за рахунок великої кількості новоутворених елементів - $k(k-1)/2$, де k - кількість суміжних вузлів із вузлом, що видаляється).
- Зростання інструментальної і методичної похибки.
- Обмеження на розмір вихідної математичної моделі об'єкта
- Можливість нівелювання отриманого результату

Схема скорочення паралельного методу Y-Δ перетворення



Кластерний алгоритм Санжованні-Вінсентеллі

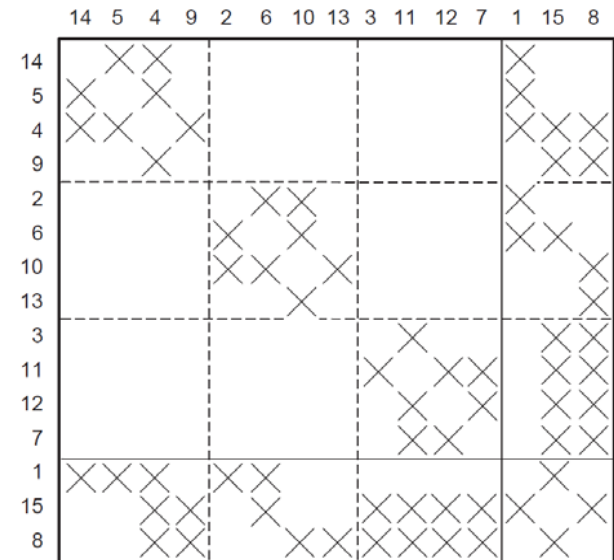
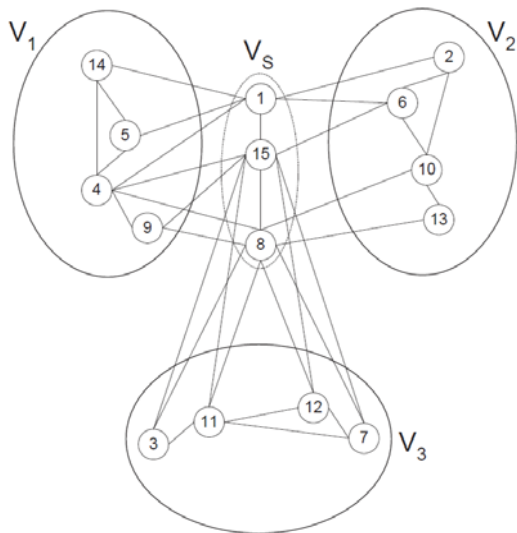
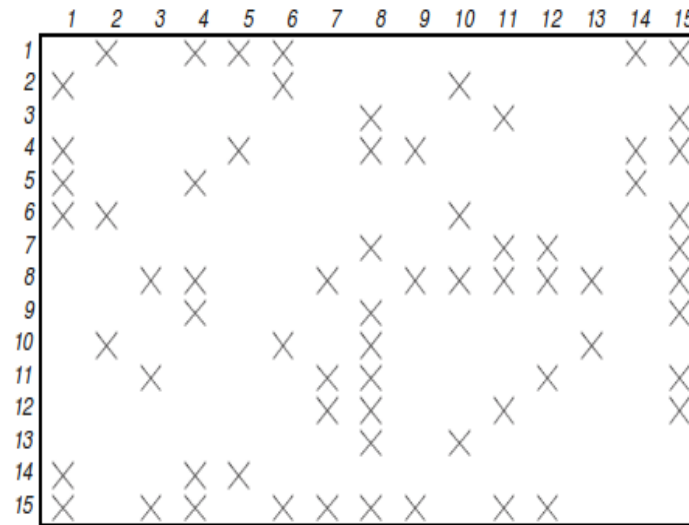


Блочно-діагональний вигляд матриці з обрамленням

1 – блоки, що представляються підсхемами;

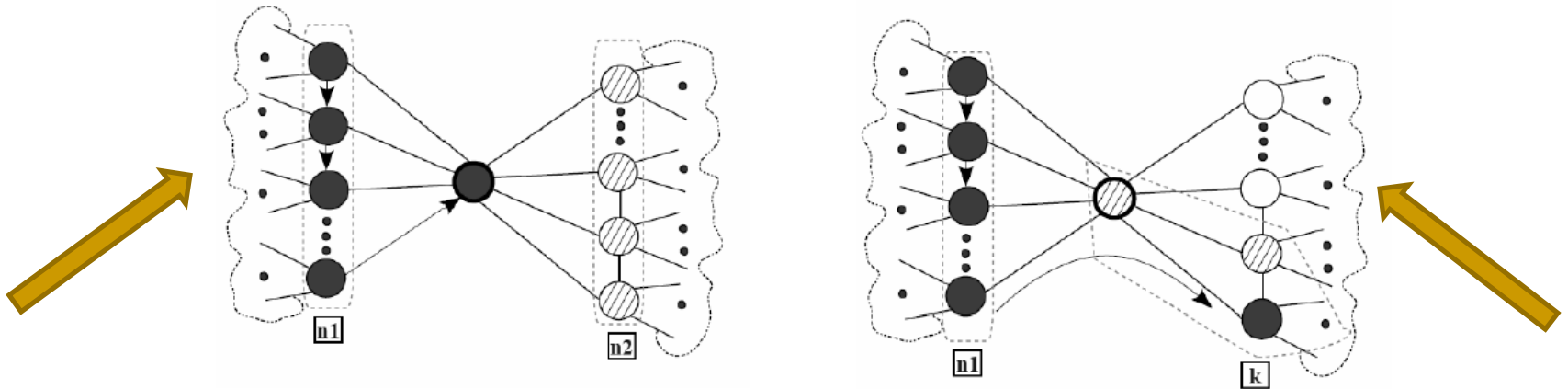
2 – обрамлення, що відповідає фіксованим вузлам, за якими зв'язані підсхеми.

Кластерний алгоритм Санжованні-Вінсентеллі



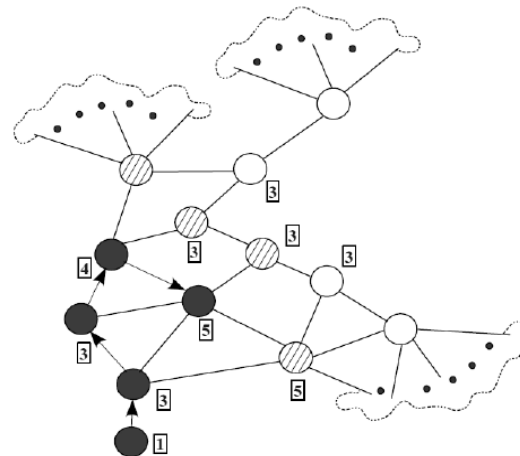
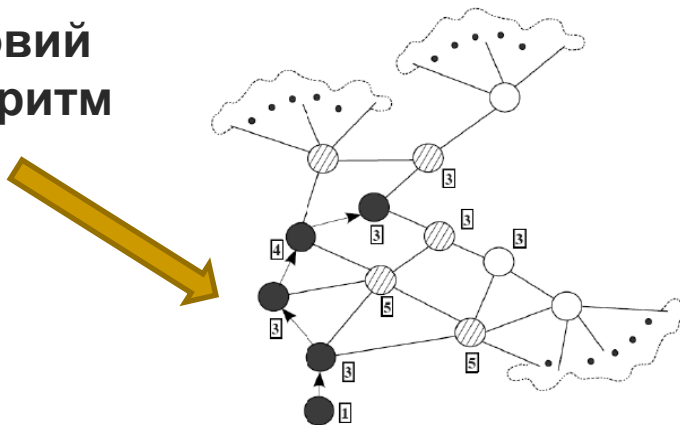
Розроблена модифікація алгоритму Санжованні-Вінсентеллі

- ❖ змінено порядок включення вузла в блок по критерію мінімального приросту контуру;



Базовий алгоритм

Модифікований алгоритм



Розроблена модифікація алгоритму Санжованні -Вінсентеллі

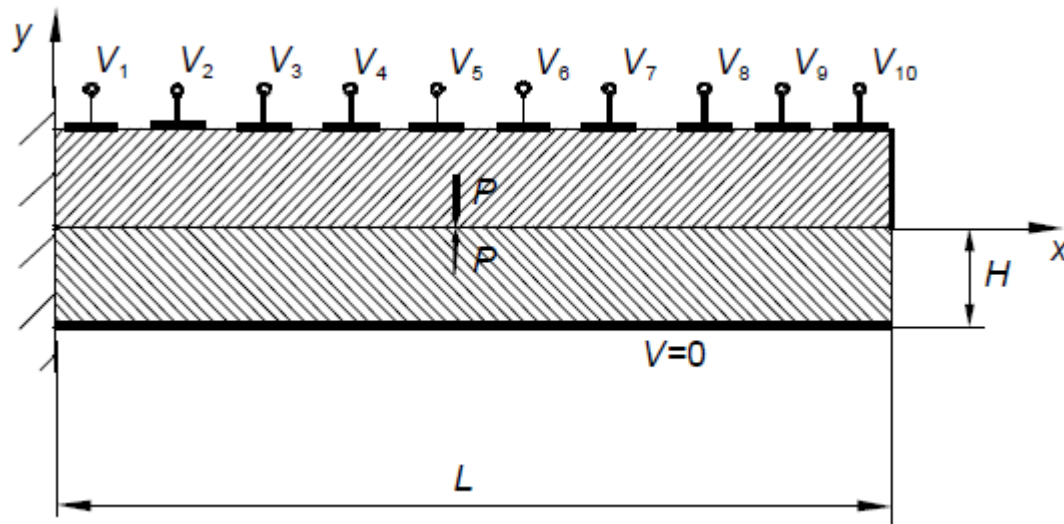
- ❖ розроблено новий метод динамічної переоцінки розміру блоків в процесі розбиття;
$$N_i = (m - \sum_{j=0}^{i-1} N_j) / (n - i) , \text{ для } i=0(1)n-1,$$
- ❖ модифіковано критерій оцінки величини блоку - кількість вузлів в блоці разом із кількістю вузлів в контурі досягає N_i
- ❖ запроваджений статистичний пошук оптимального розміру блоку.



РЕЖИМИ ЗАПУСКУ ДЛЯ SISD І MIMD - EOM:

- 1. ПОТОВОКЕ РОЗПАРАЛЕЛЮВАННЯ**
- 2. ПСЕВДОПАРАЛЕЛЬНЕ ВИКОНАННЯ**
- 3. РОЗПАРАЛЕЛЮВАННЯ ЧЕРЕЗ МЕНЕДЖЕР
РЕСУРСІВ**

Модель біморфного п'єзоелемента



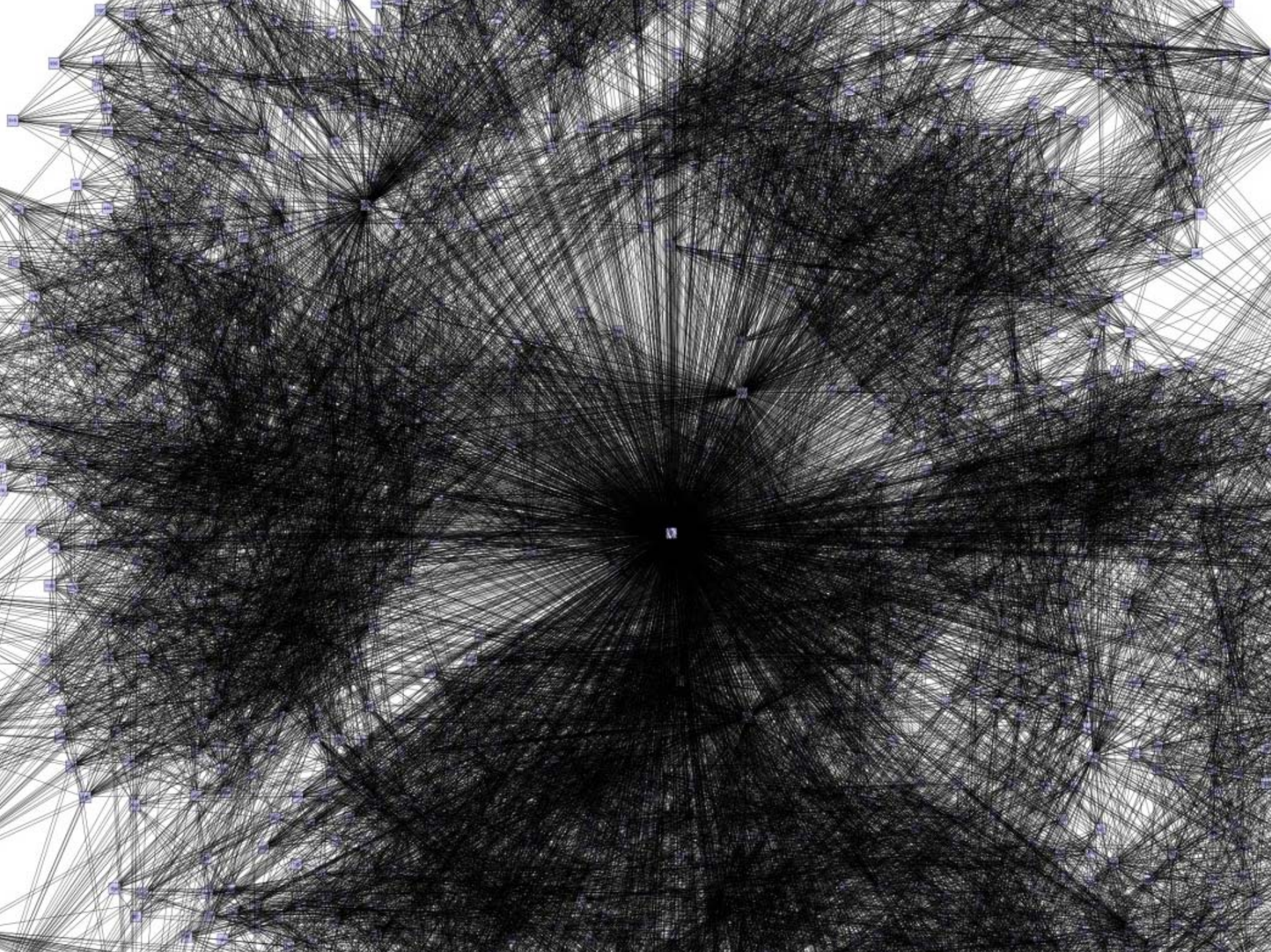
Параметри еквівалентної RLC схеми заміщення

- Кількість вузлів – 4014
- Загалом елементів – 94739
- Число keeps-вузлів – 2 (нульовий, вхідний/вихідний вузол)
- Зв'язаність вузлів $k = 15 \div 283$

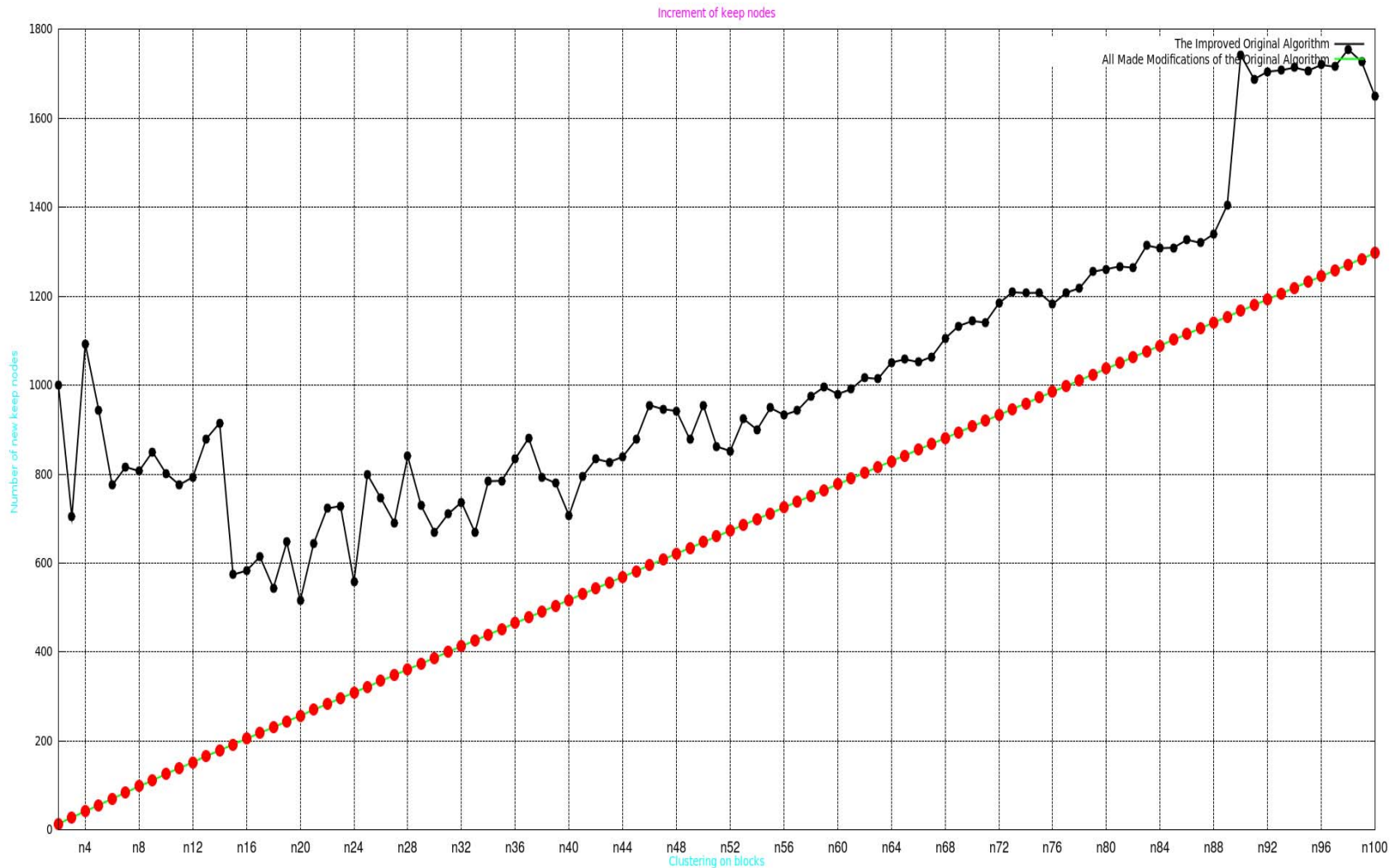
Результати скорочення

- $\tau_{\min} = 1E-4$
- Кількість вузлів – 3..27
- Загалом елементів – 6..702
- Ущільнення по вузлах – 99,93%.. 99,33%
- Ущільнення по елементах – 99,99%.. 99,26%

	Початкова схема	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7
N_{keeps}	2	2	14	28	42	56	70	84
Час виконання, год.	-	59,16441	6,897714	2,581393	1,029378	0,670828	0,436526	0,315249
1 пік, Гц (похибка, %)	96,08	(1,35%)	(0,46%)	(0,10%)	(0,23%)	(0,30%)	(0,96%)	(0,63%)
2 пік, Гц (похибка, %)	607,44	(26,40%)	(8,53%)	(11,46%)	(12,56%)	(17,30%)	(25,22%)	(21,77%)
3 пік, Гц (похибка, %)	1699,2	-	(24,74%)	(24,17%)	(4,56%)	-	-	-

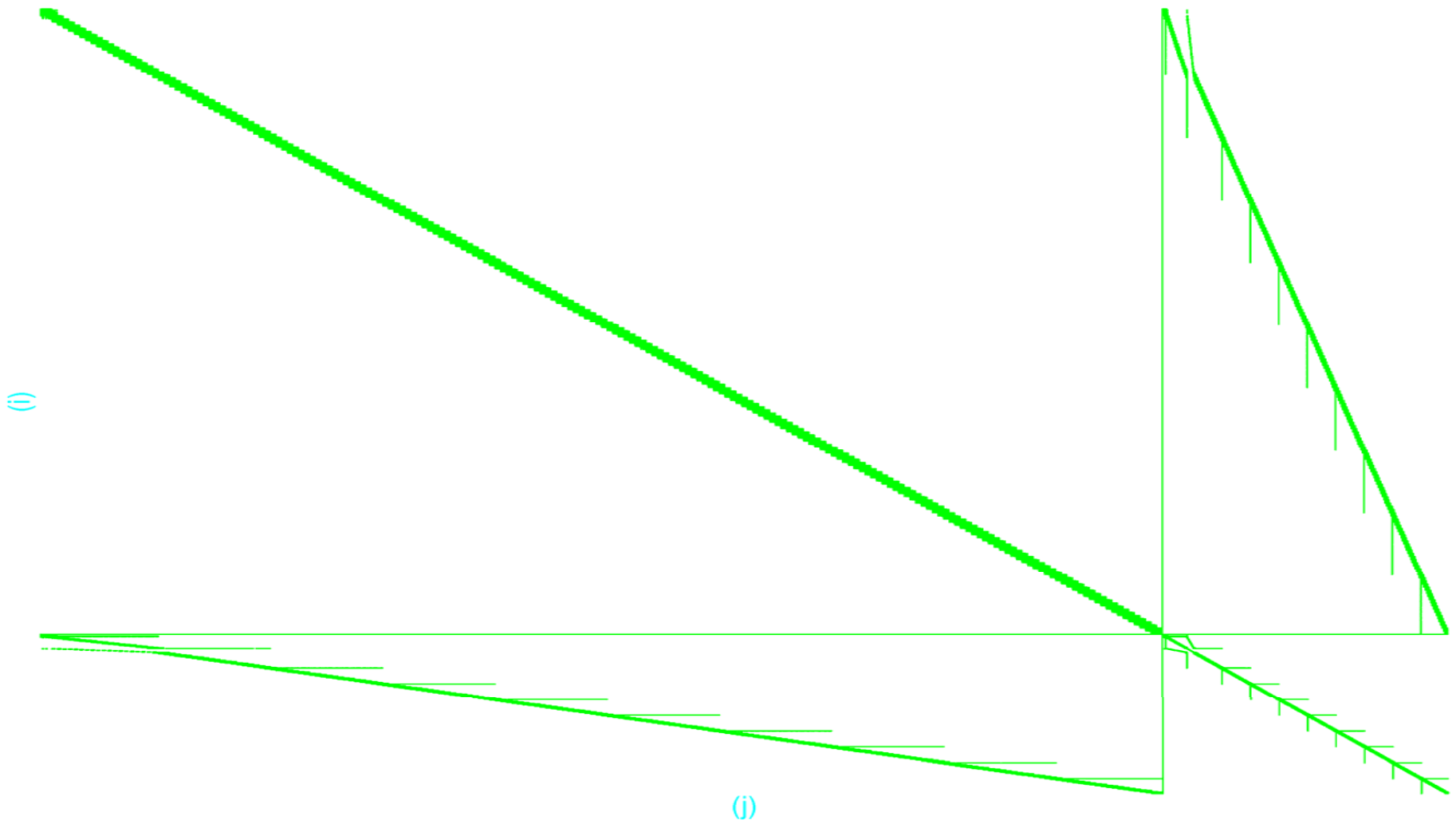


Число новоутворених вузлів обрамлення при розділенні початкової структурної матриці на $n=2..100$



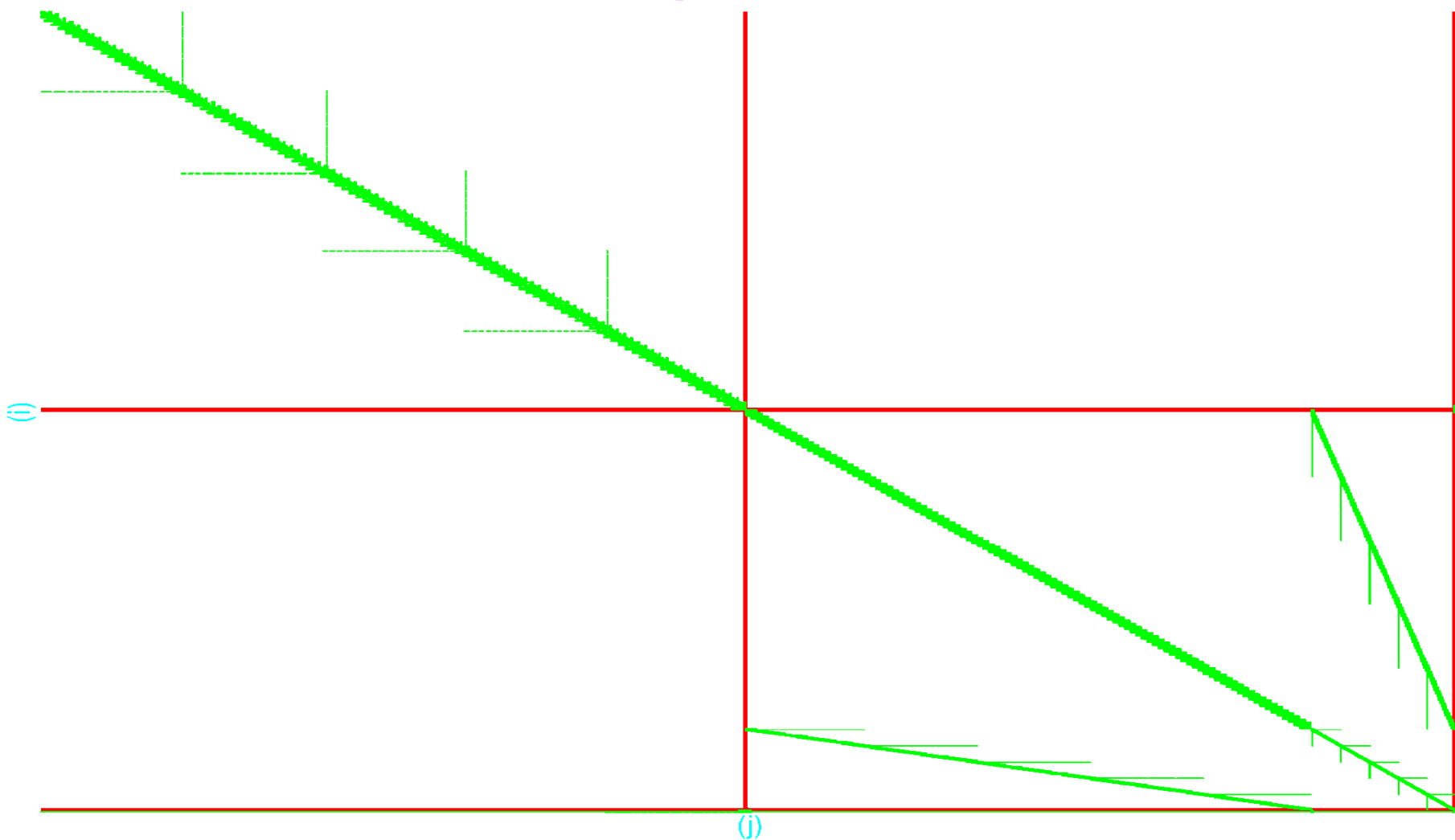
Початкова структурна матриця схеми заміщення біморфного п'єзоелемента

Image of the Matrix



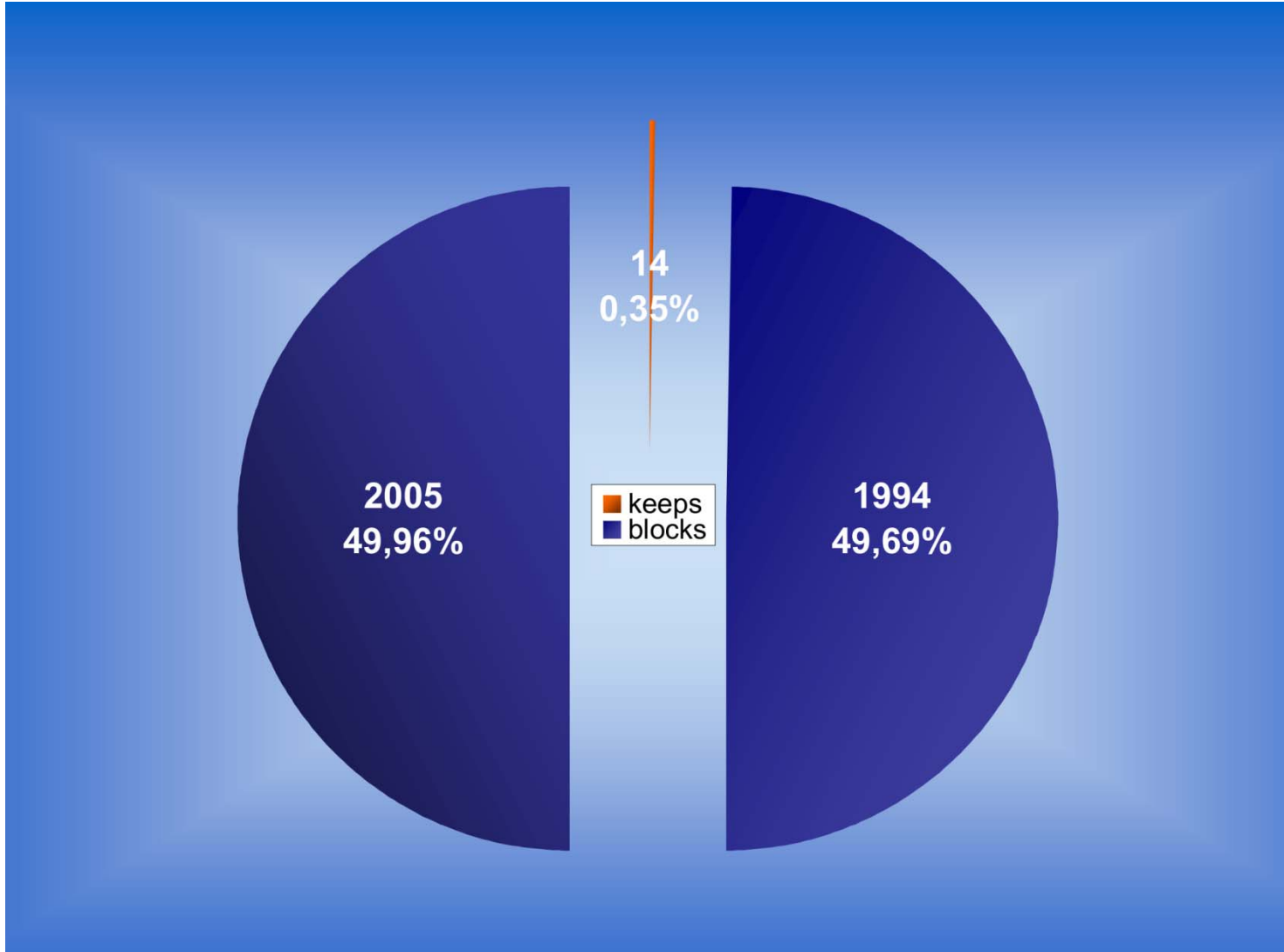
Структурна матриця схеми $n = 2$

Image of the Matrix



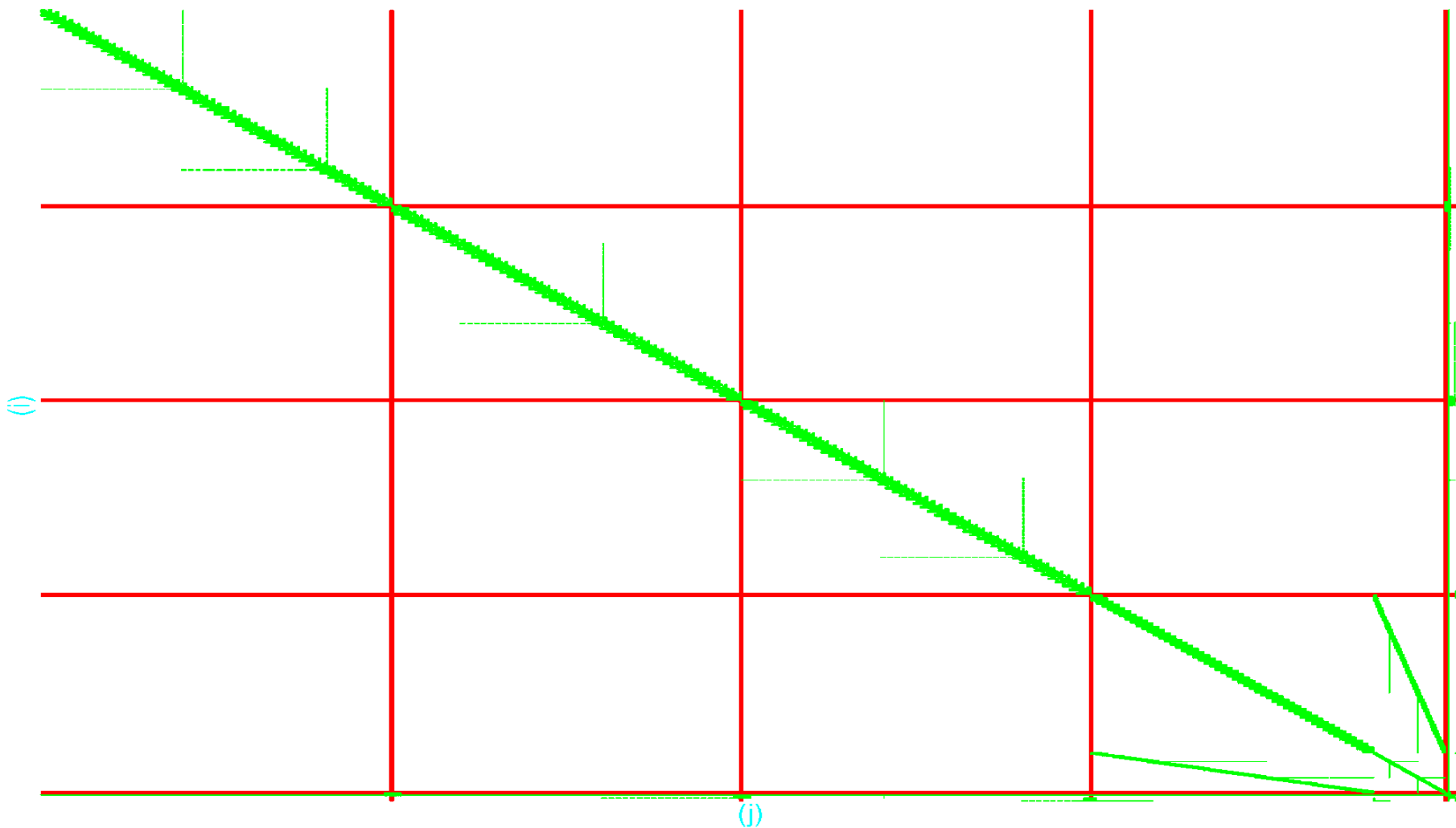


Розподілення вузлів в схемі (n=2)

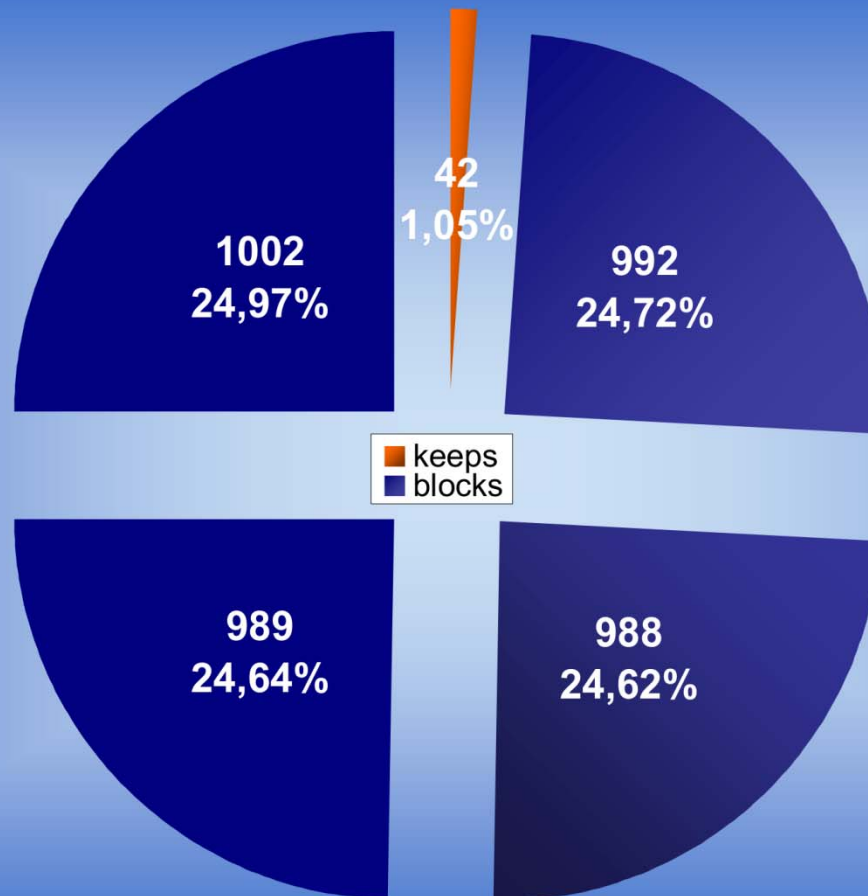


Структурна матриця схеми $n = 4$

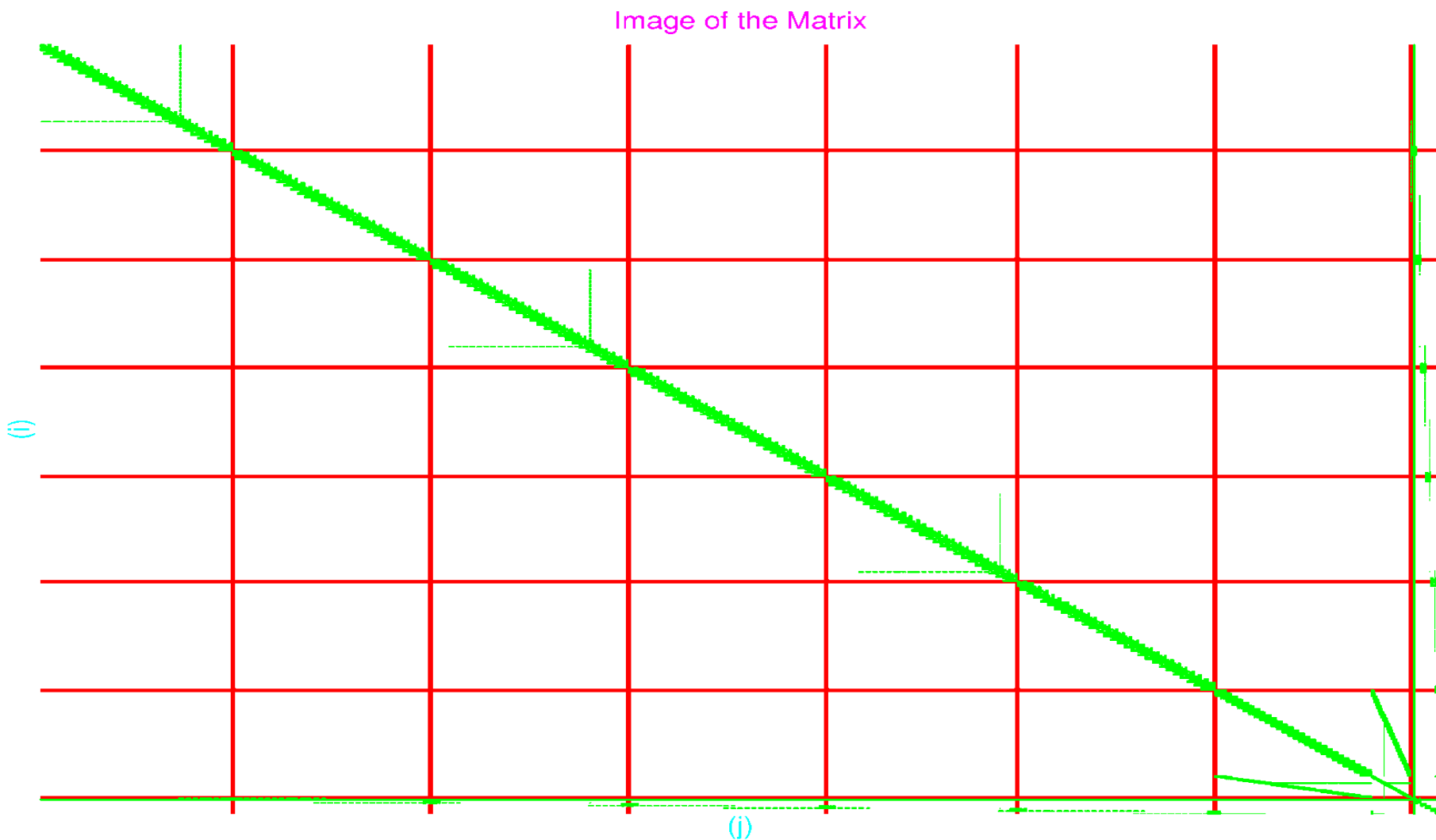
Image of the Matrix



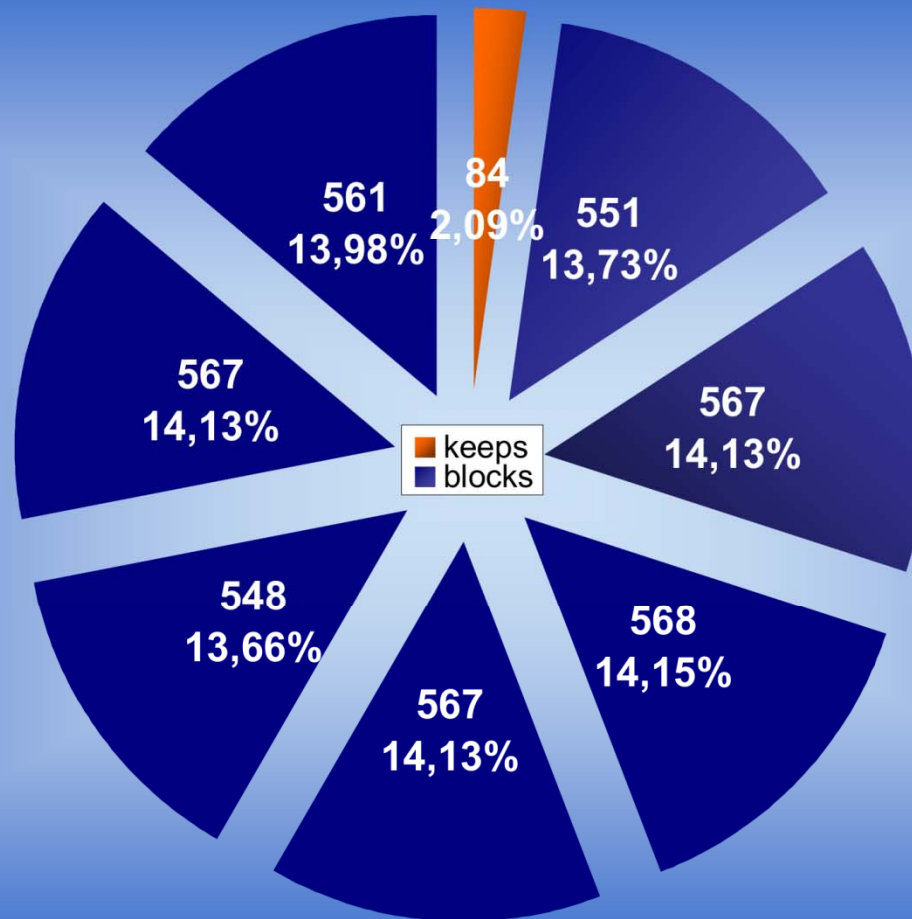
Розподілення вузлів в схемі (n=4)



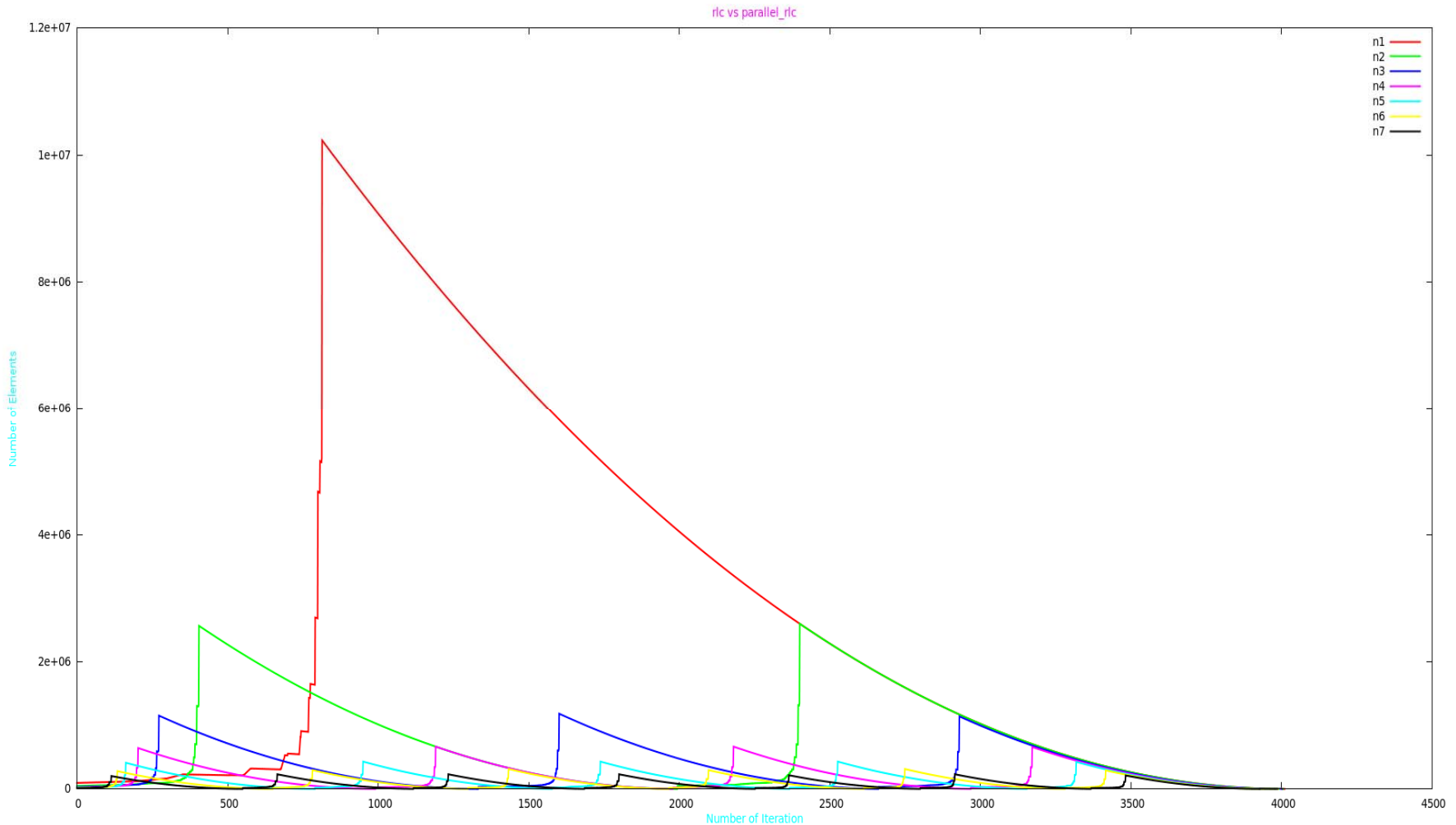
Структурна матриця схеми $n = 7$



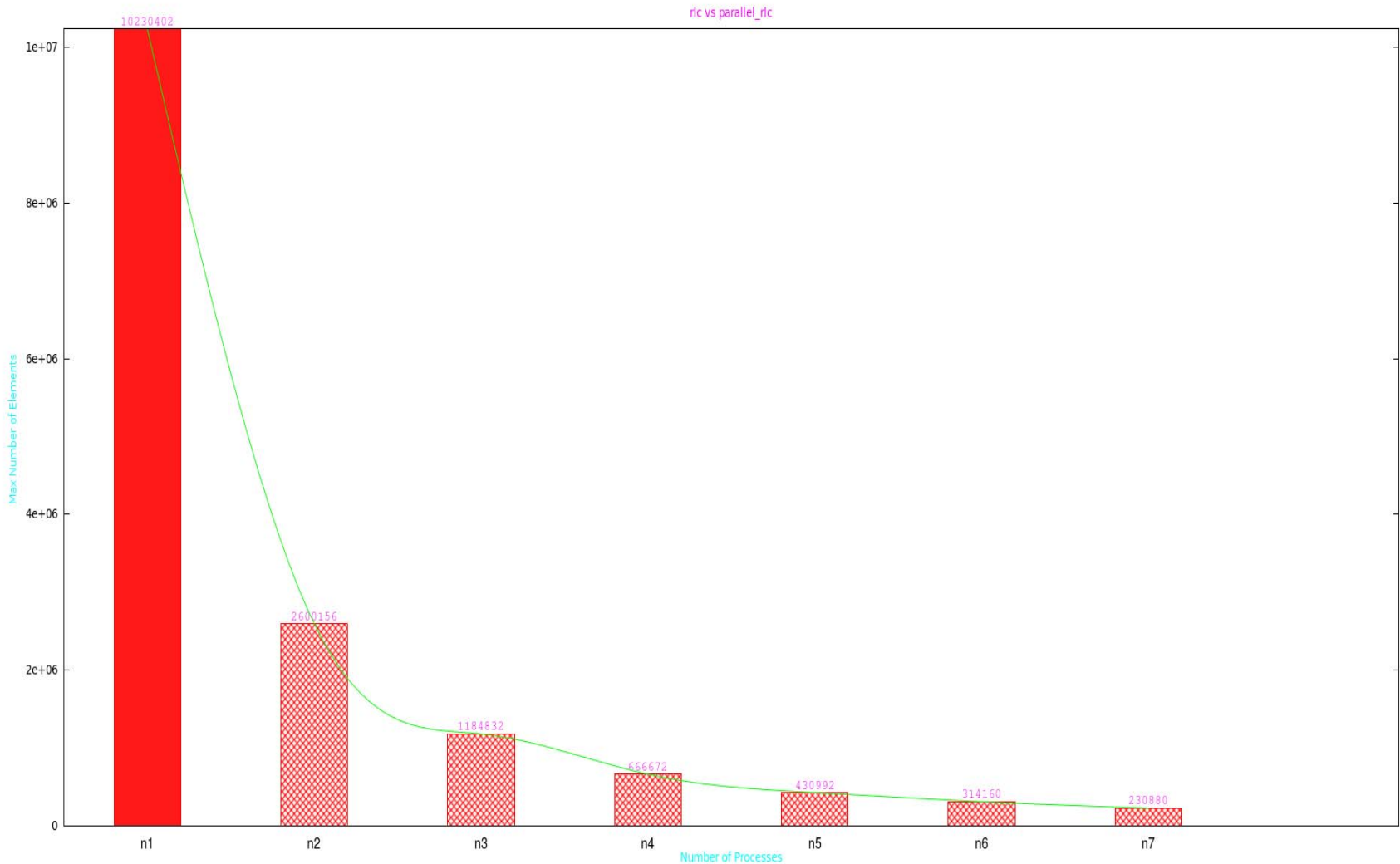
Розподілення вузлів в схемі (n=7)



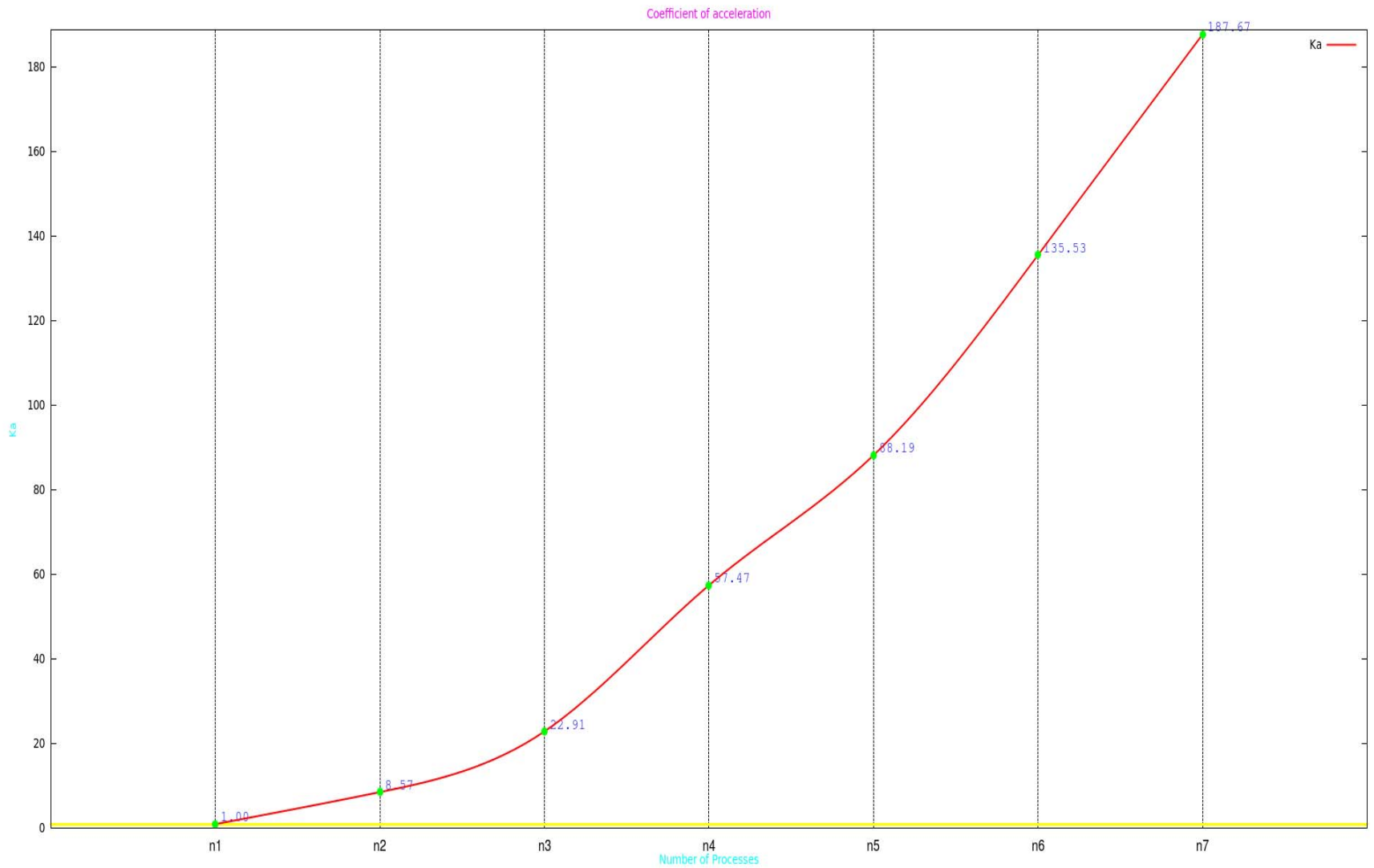
Загальна кількість елементів під час скорочення (n=1..7)

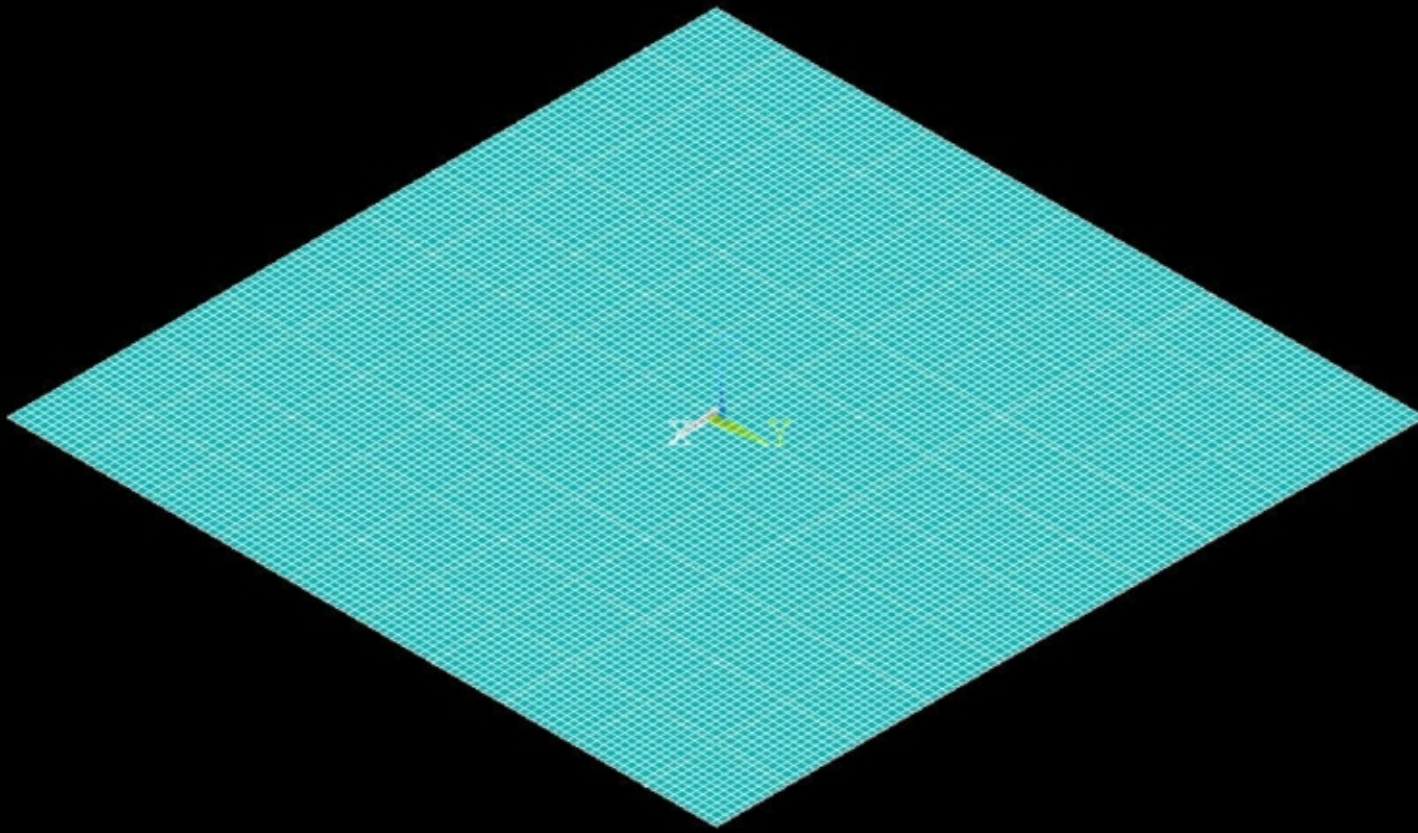


Максимальна кількість елементів в підсхемах (n=1..7)



Коефіцієнт прискорення





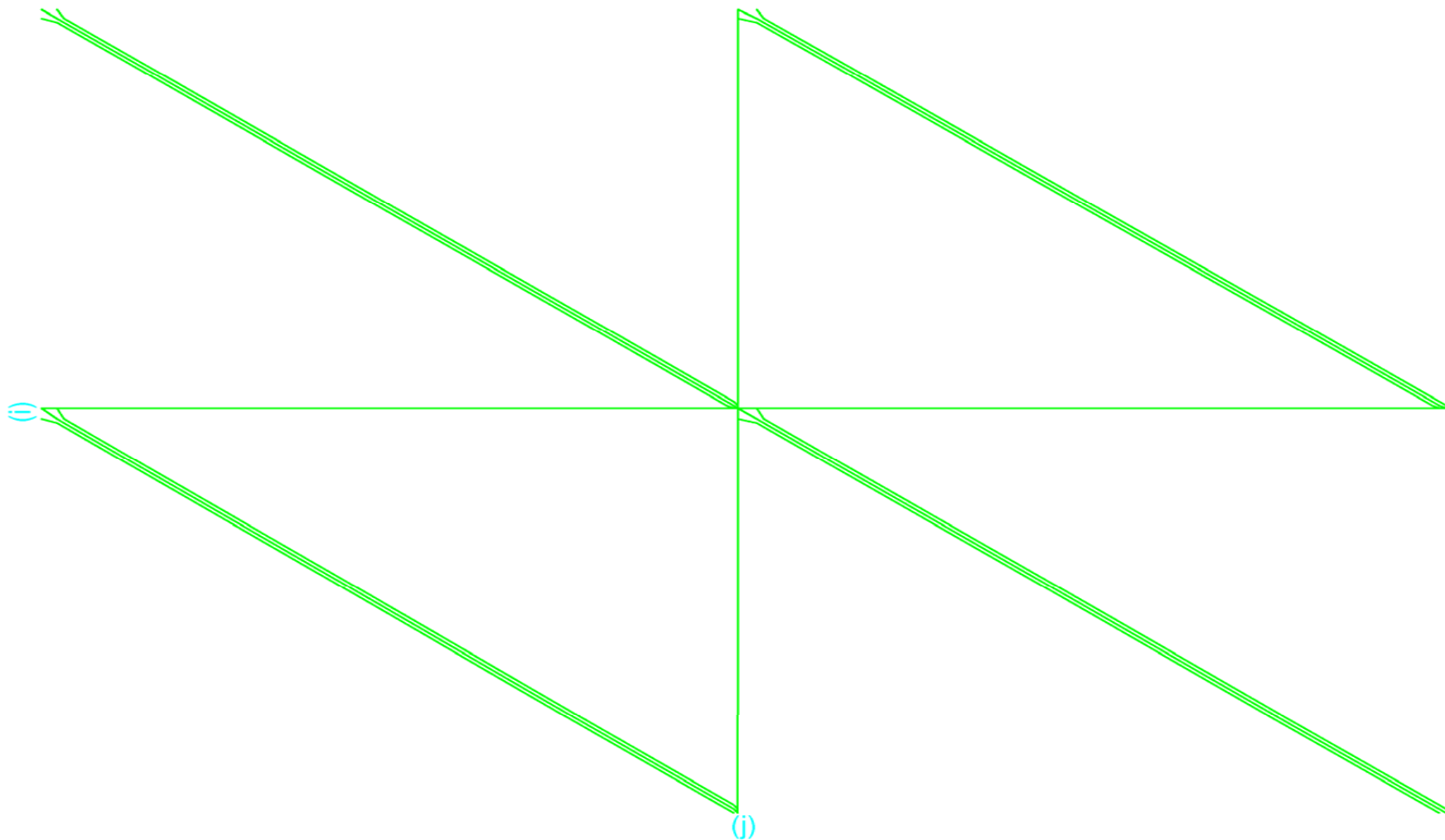
Результати скорочення

- $\tau_{\min} = 5E-3$
- Кількість вузлів – 15
- Загалом елементів – 210
- Ущільнення по вузлах – 99,99%
- Ущільнення по елементах – 99,997%

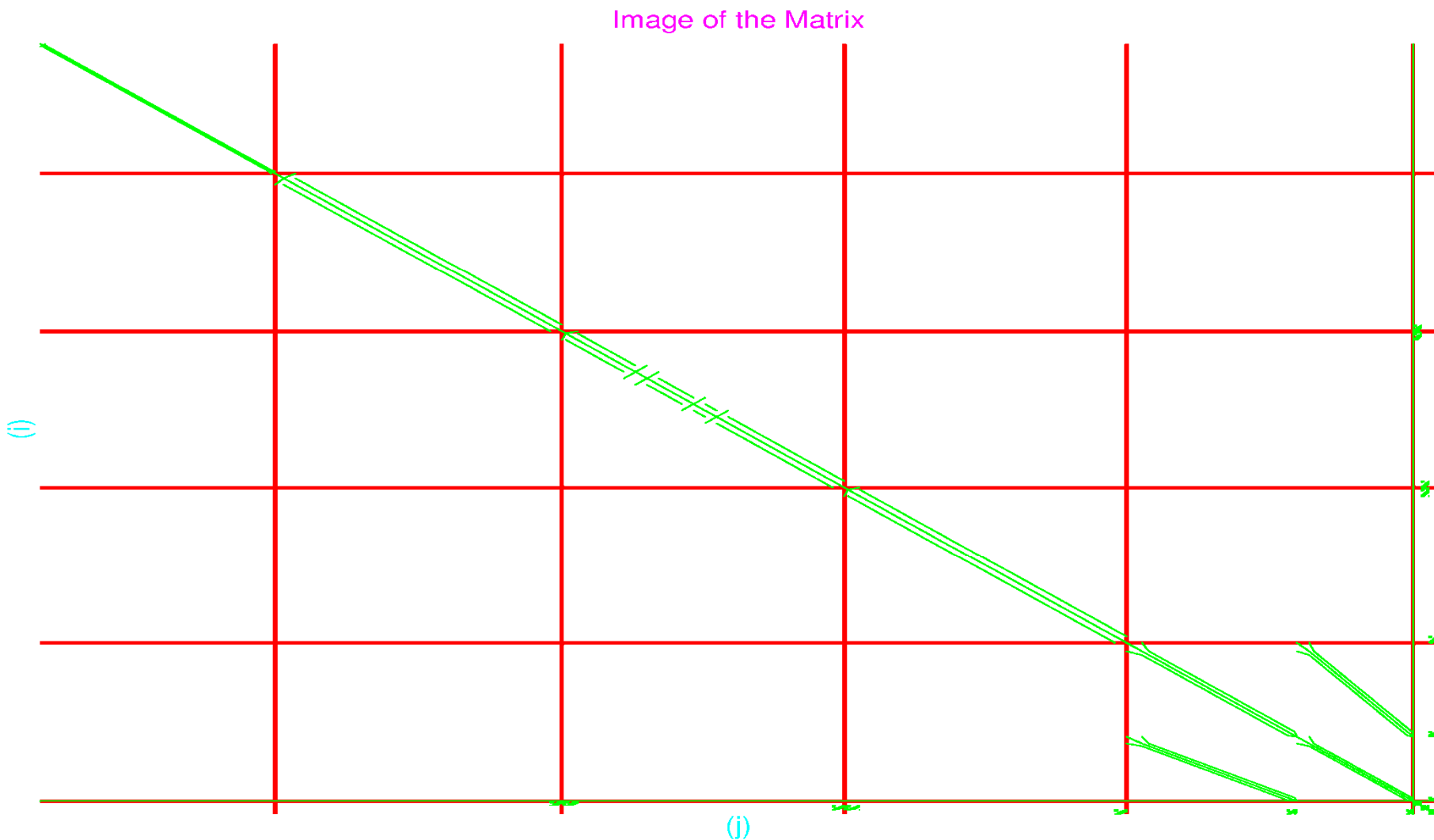
	Початкова схема	n=1	n=5	n=6	n=7
N_{keeps}	2	2	3003	4004	5005
Час виконання, діб	-	-*	4,351	3,908	4,353
Коеф. прискорення	-	-*	$+\infty$	$+\infty$	$+\infty$
1 пік, Гц	-	-*	1778,8	-	-
2 пік, Гц	-	-*	4690,3	5116,6	4278,4
3 пік, Гц	-	-*	8544,5	7077,8	6552,6

Початкова структурна матриця схеми заміщення пластини 100x100

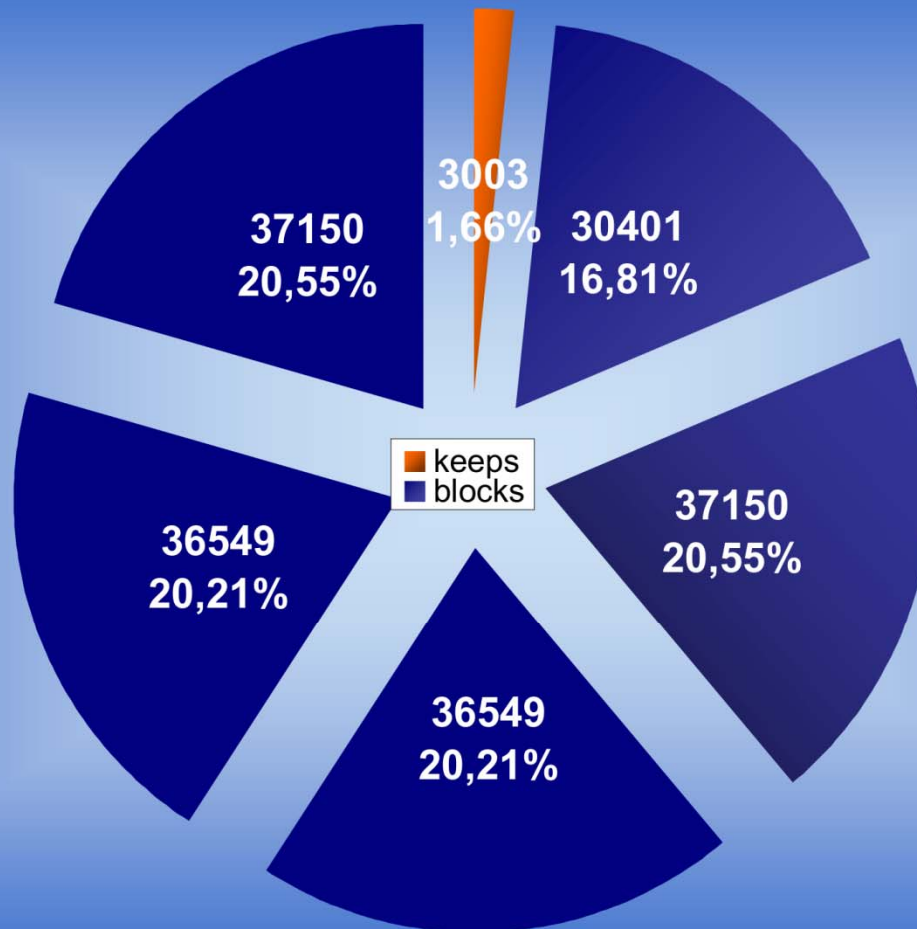
Image of the Matrix



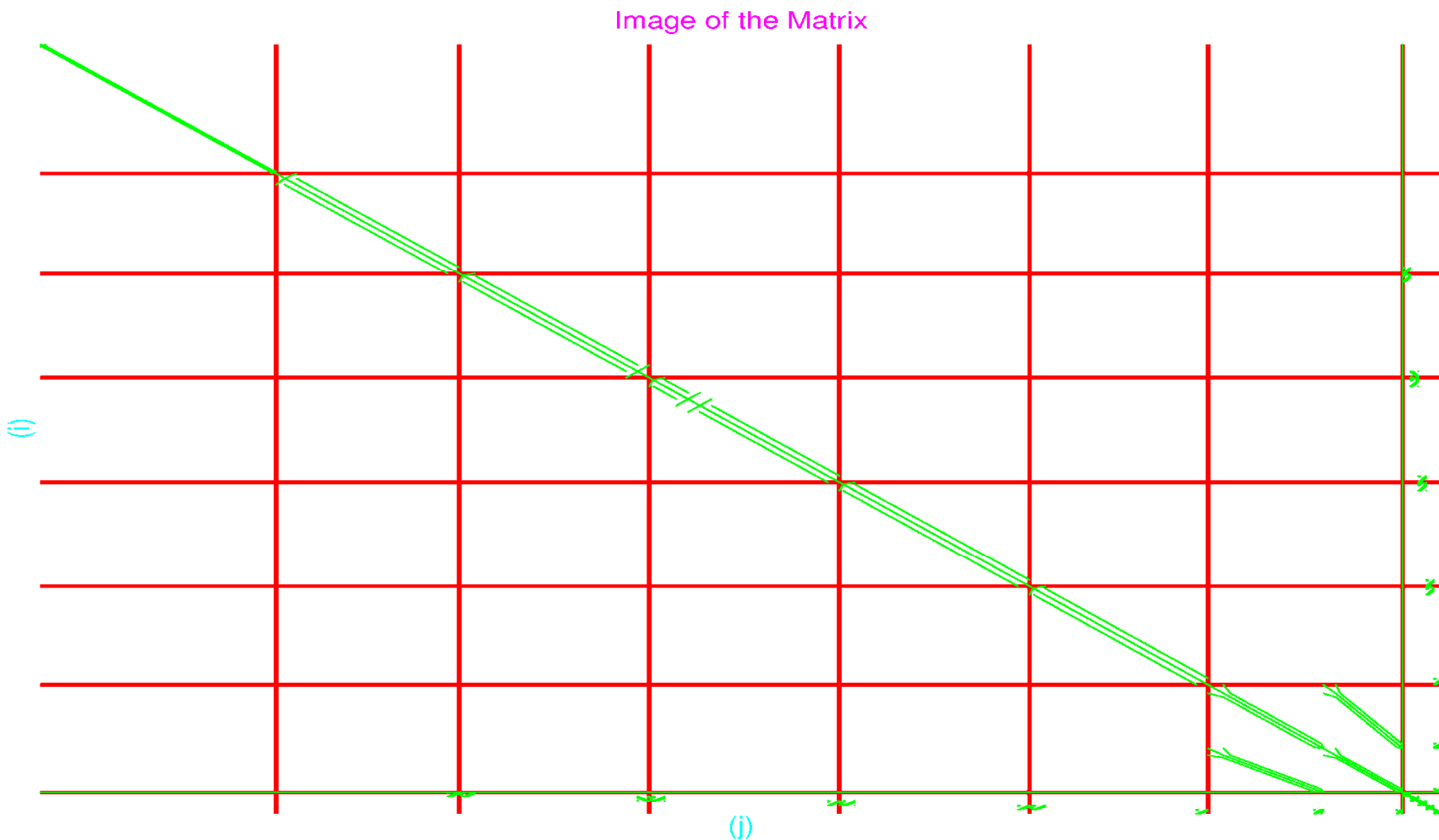
Структурна матриця схеми $n = 5$



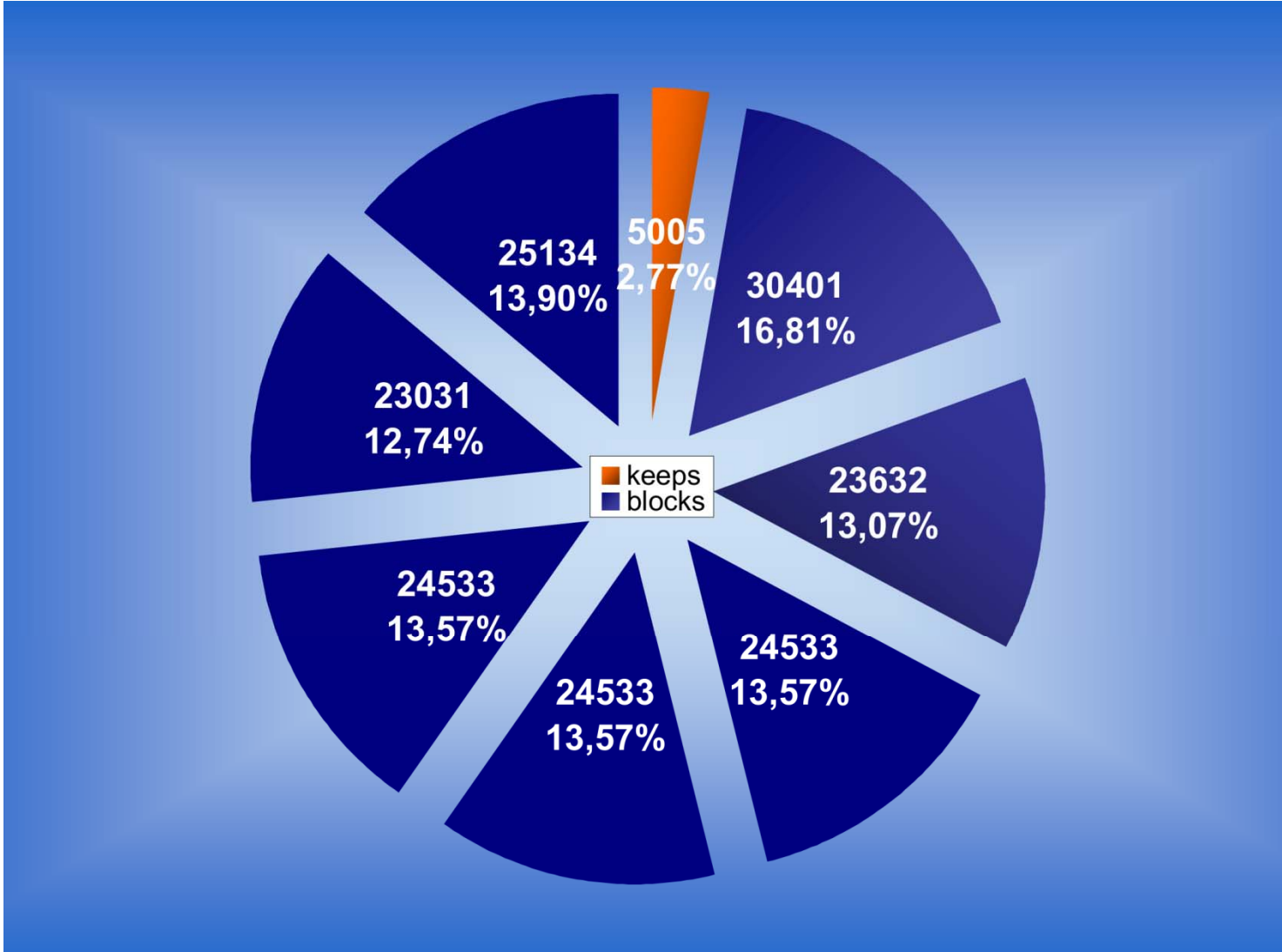
Розподілення вузлів в схемі (n=5)



Структурна матриця схеми $n = 7$



[Розподілення вузлів в схемі (n=7)]



Висновки

Розроблений паралельний метод Y- Δ дозволив:

- Істотно зменшити час скорочення RLC-схем, не обмежючись законом Амдала
- Мінімізувати вплив ефекту Гайдна завдяки рівномірному балансу завантаження МОС
- Зменшити інструментальну і методичну похибки, за рахунок зменшення обчислень над вхідними даними.
- Сформувати макромоделі еквівалентних схем заміщення надвеликої розмірності

Наведені результати показують, що точність формування кінцевої макромоделі паралельним алгоритмом переважає точність базового.



Дякую за увагу!