

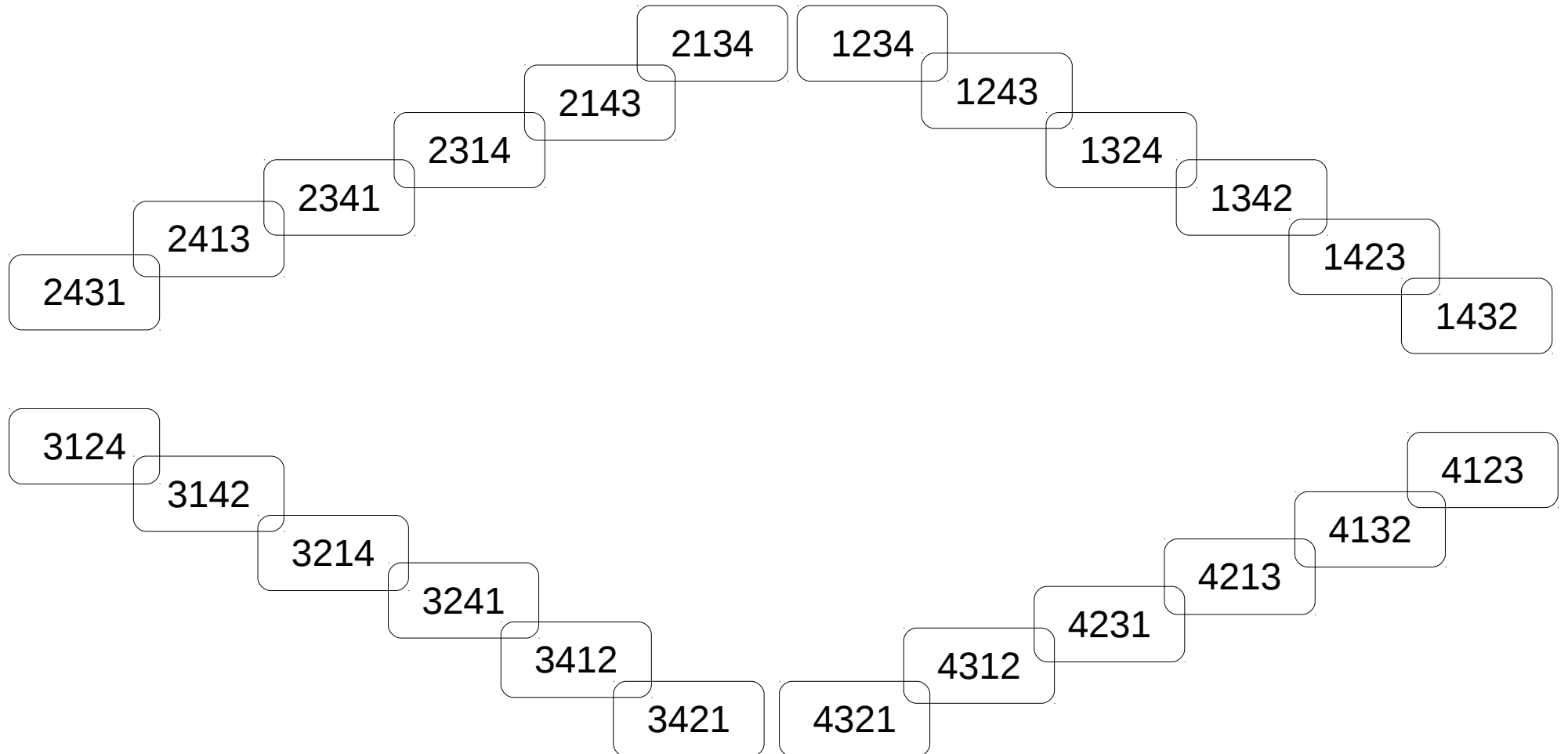
ALHE  
Jarosław Arabas  
Podstawowe pojęcia

# Rozwiązywanie zadań przez przeszukiwanie

- Sortowanie tablicy liczb *in situ*

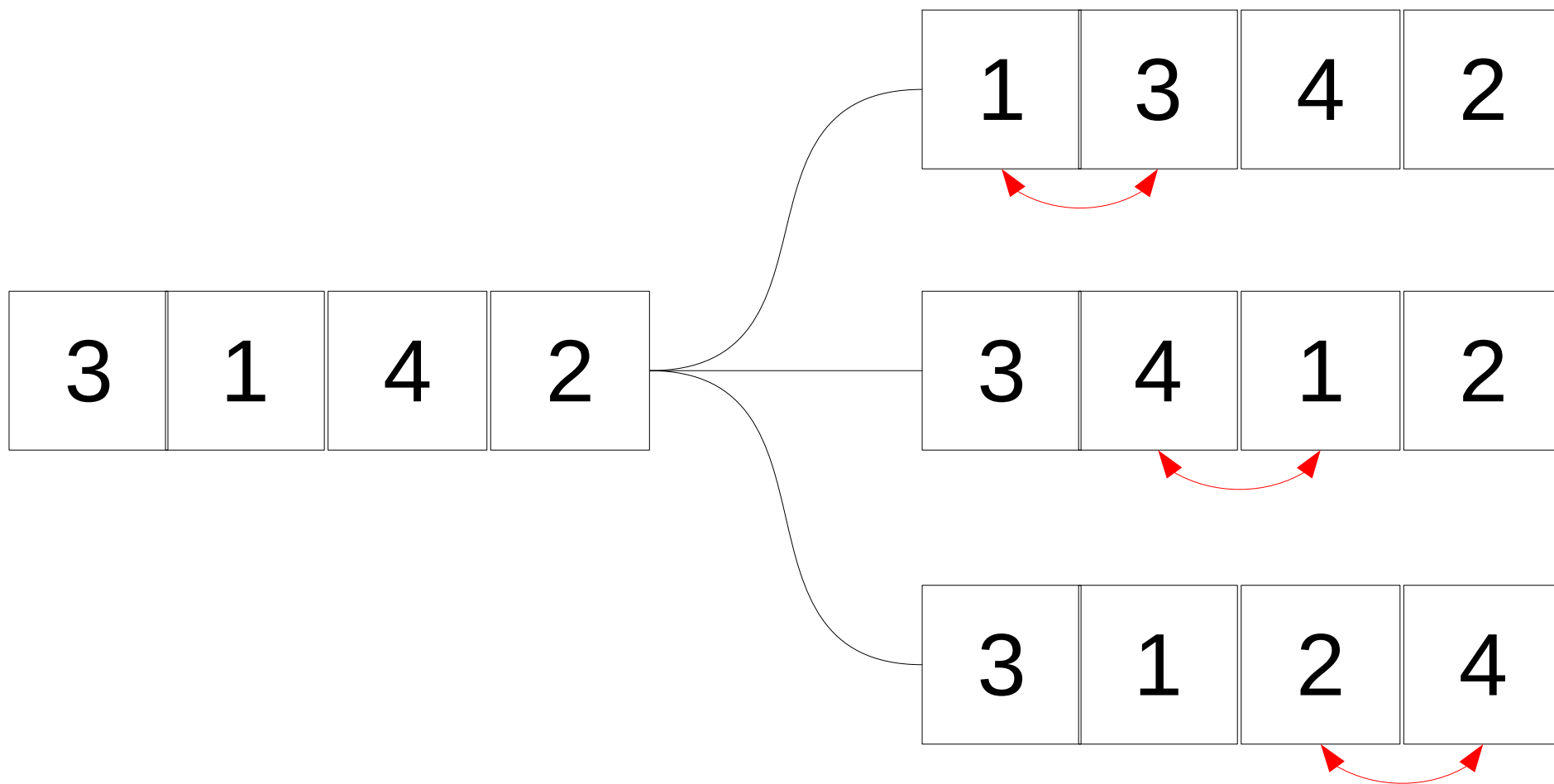
```
void sort (int *tab, unsigned n){
    int i=1,j=0,sorted=0;
    do{
        sorted=1;
        for(j=0;j<n-i;++j){
            if (tab[j+1]<tab[j]){
                int temp=tab[j];
                tab[j]=tab[j+1];tab[j+1]=temp;
                sorted=0;}
            ++i;
        }while(i<n && !sorted);
    }
```

# Zbiór rozwiązań

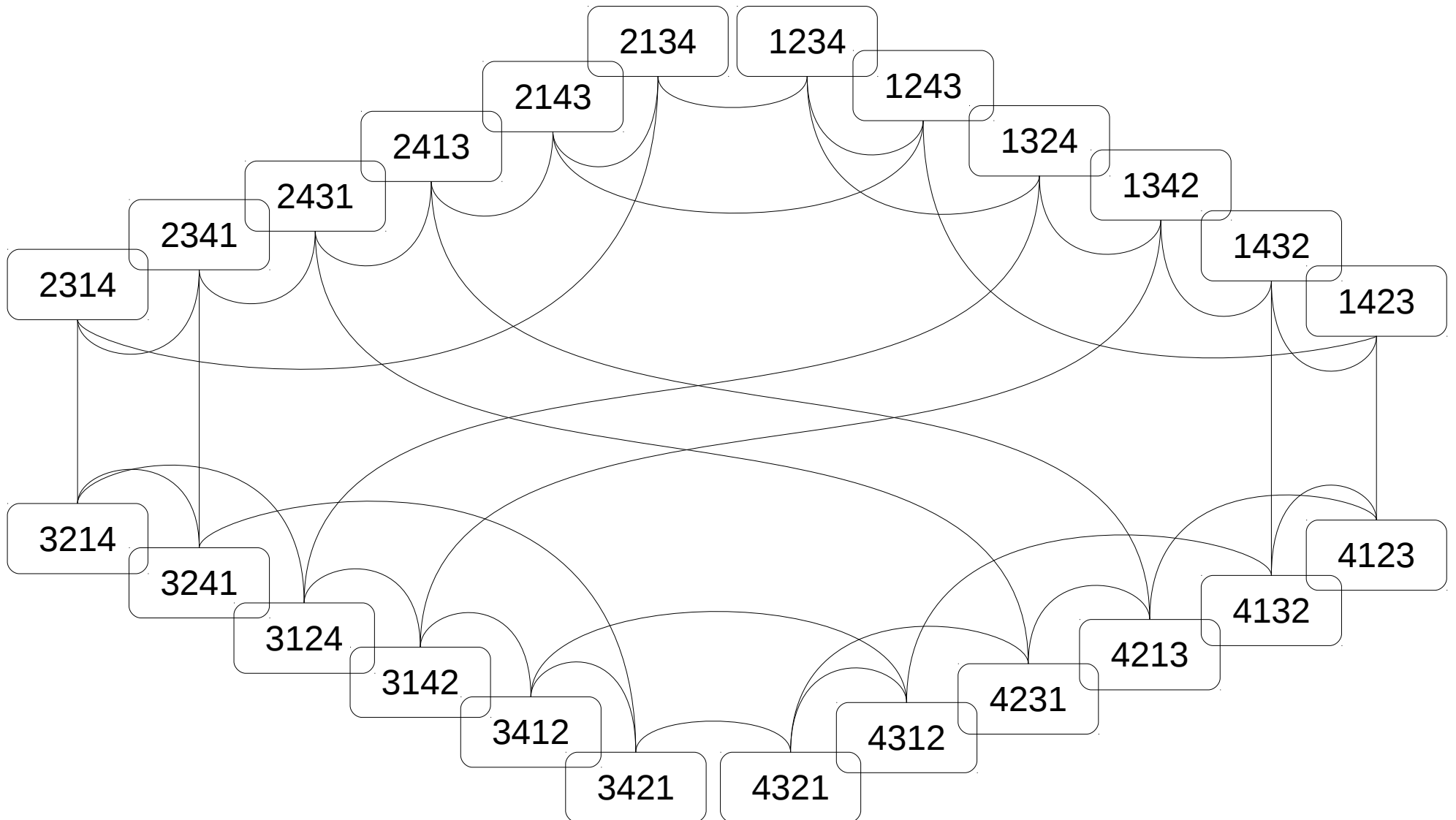


# Związki między rozwiązaniami

- Tablice są do siebie podobne, gdy różnią się niewielką liczbą pól

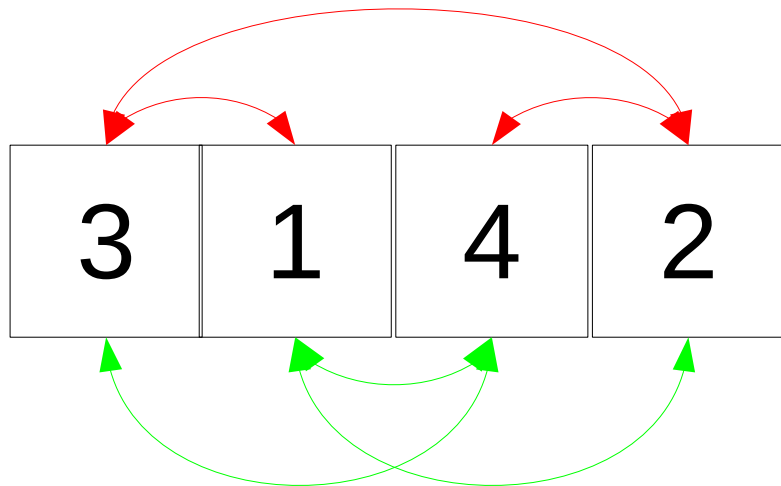


# Przestrzeń rozwiązań



# Funkcja celu – w jakim stopniu cel jest spełniony/niespełniony

- Liczba par liczb, które nie spełniają požądanej relacji porządku



3 pary nie spełniają

3 pary spełniają

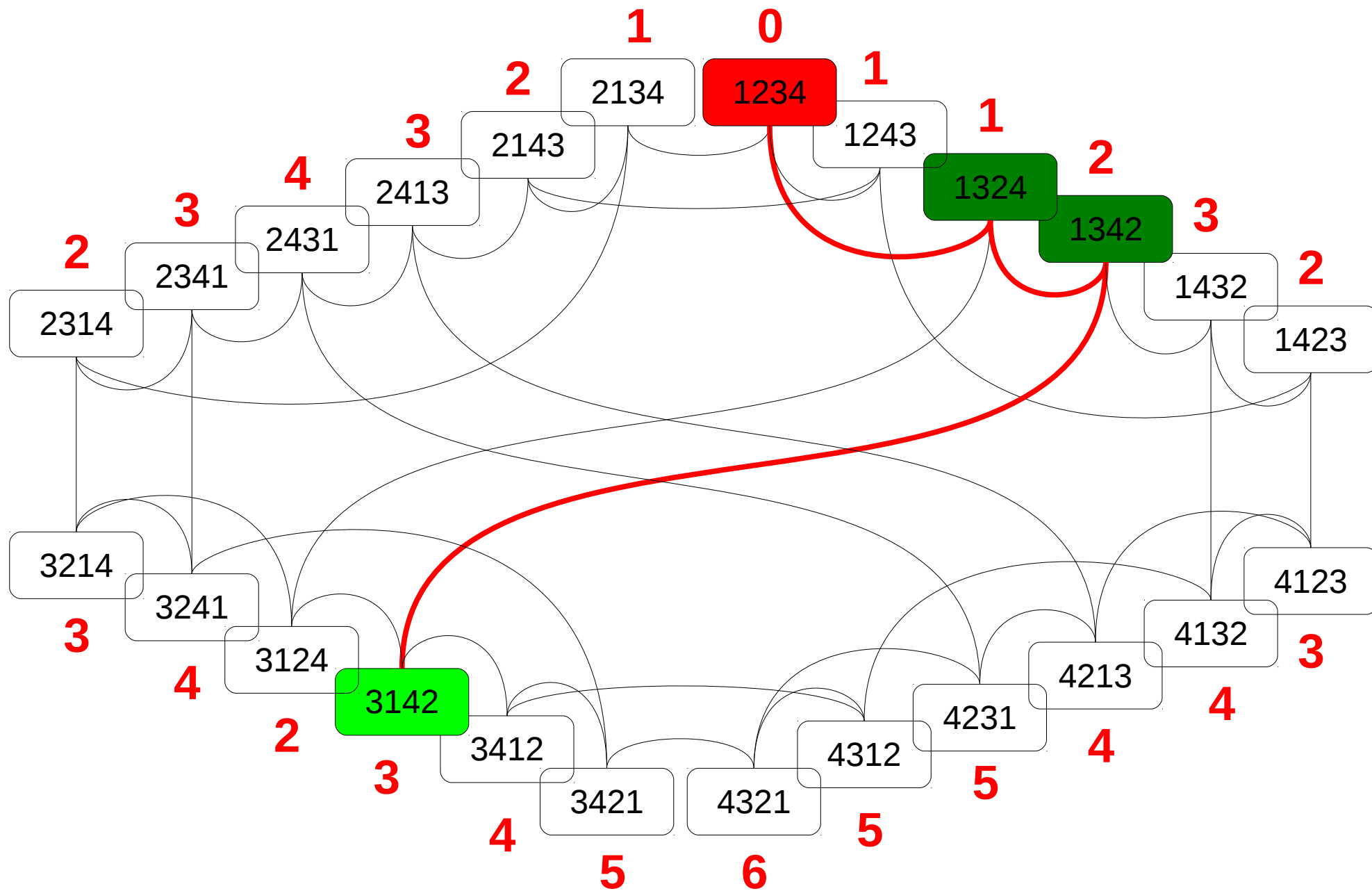
Wartość funkcji celu wynosi 3

# Rozwiązanie zadań przez przeszukiwanie przestrzeni rozwiązań

Posortowanie tablicy jest równoważne znalezieniu cyklu przekształceń prowadzących do finalnej postaci

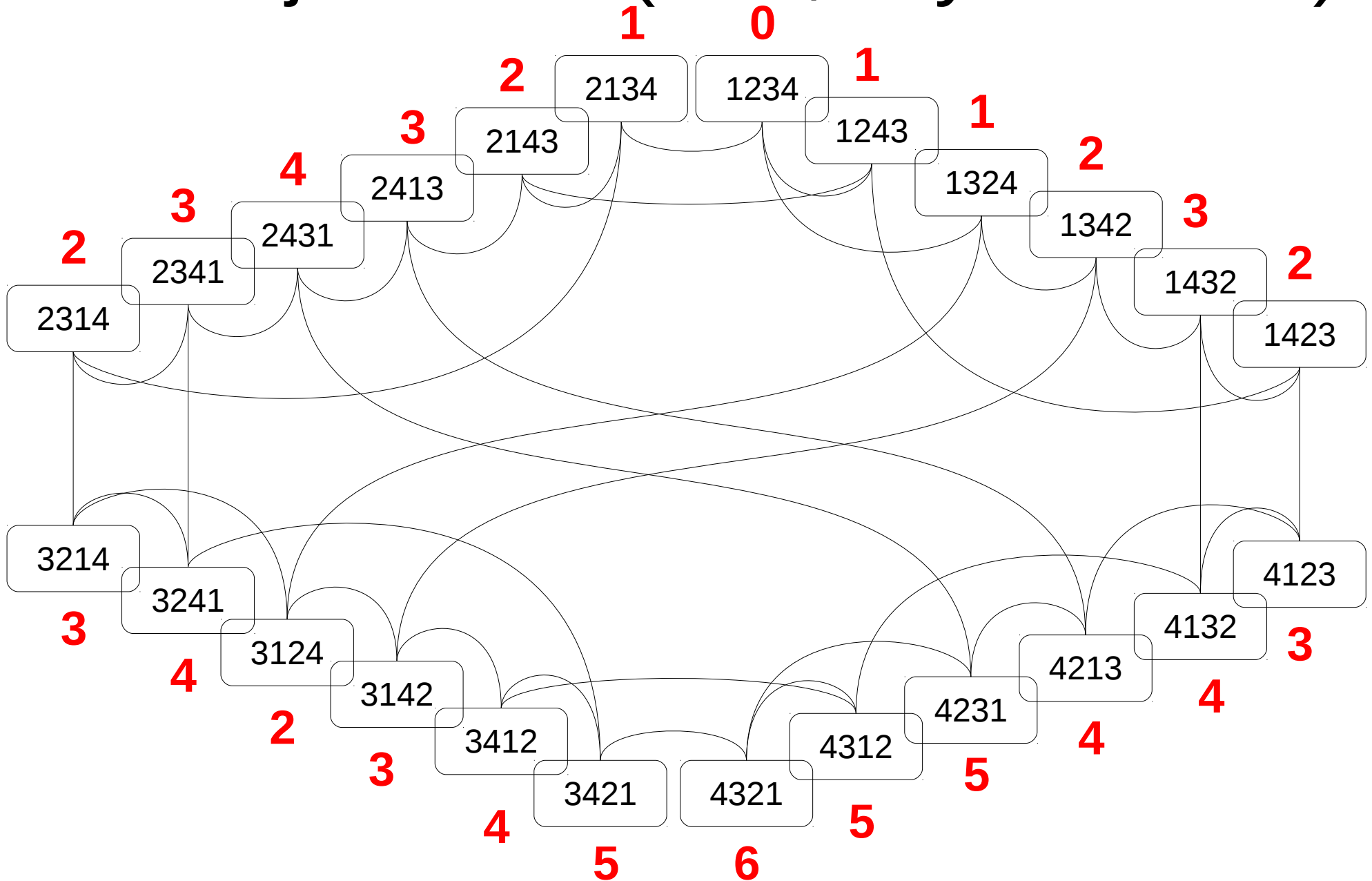
jest to zatem zadanie znalezienia **ścieżki w przestrzeni przeszukiwań**, której punkt początkowy jest początkowym stanem tablicy, a punkt końcowy jest posortowaną tablicą

# Przykładowa ścieżka

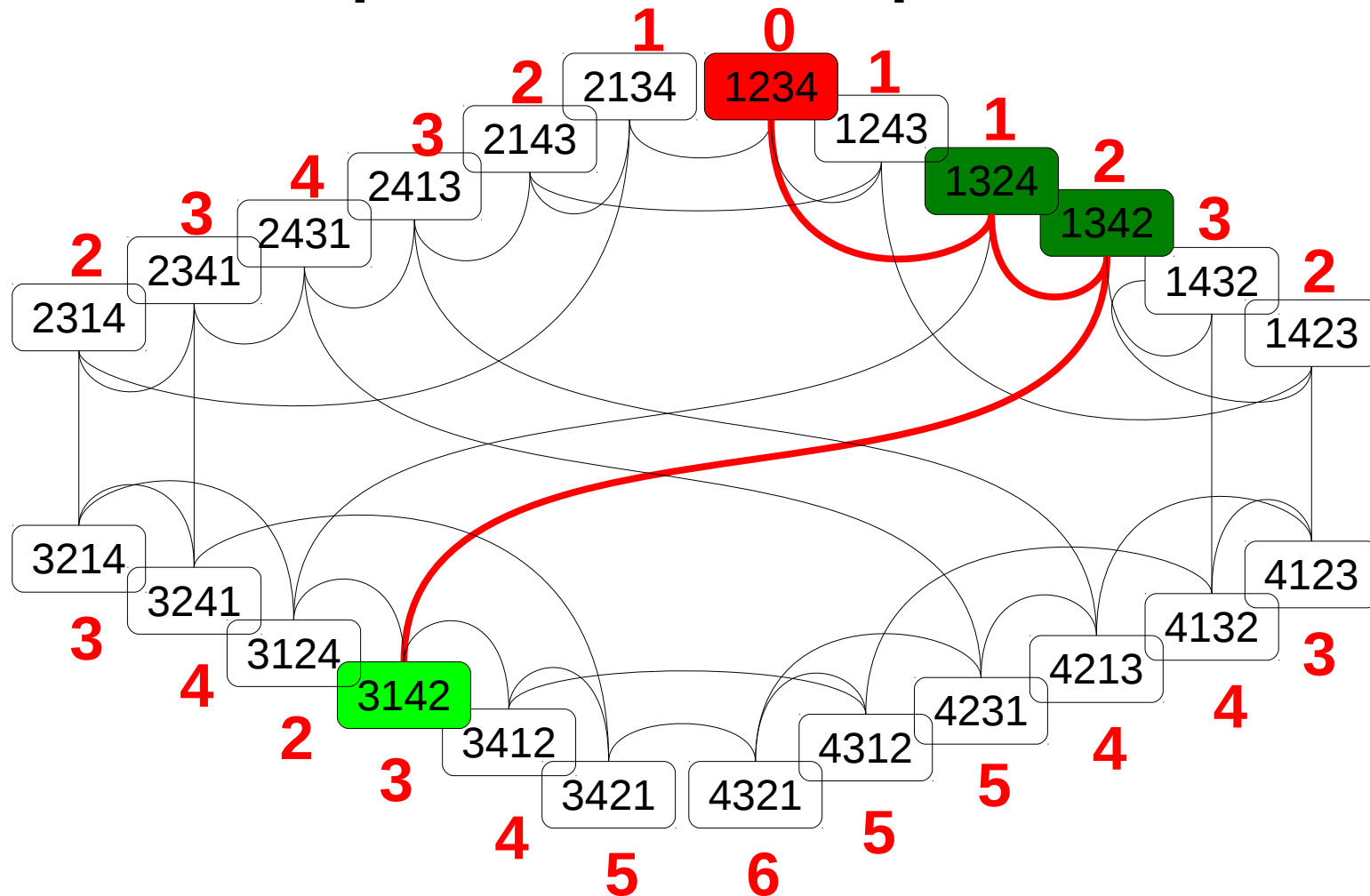




# Funkcja kosztu (celu, użyteczności)



# Ścieżka w przestrzeni przeszukiwań



**3142** → **1342** → **1324** → **1234**

**Serializacja  
przestrzeni  
przeszukiwań**



# Dixit Algorizmi



Abu Abdullah Muhammad ibn Musa  
al-Chuwarizmi

perski matematyk, astronom, geograf i kartograf  
żyjący w IX wieku

Urodzony w Chiwie, w latach 813-833 żył w  
Bagdadzie.

الجبر

فارسی: صفحه‌ای از کتاب المختصر فی حساب الجبر والمقابله اثر خوارزمی

Liber **Algebrae** et Almucabola

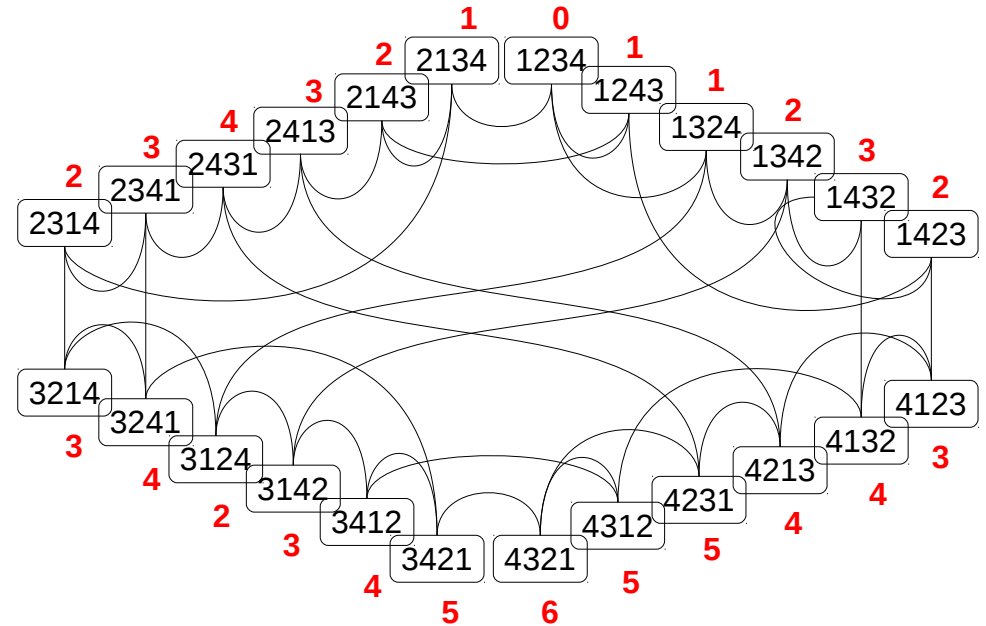
Rozwiązywanie równań do kwadratowego włącznie

Od tytułu jego książki pochodzi nazwa **algebra**

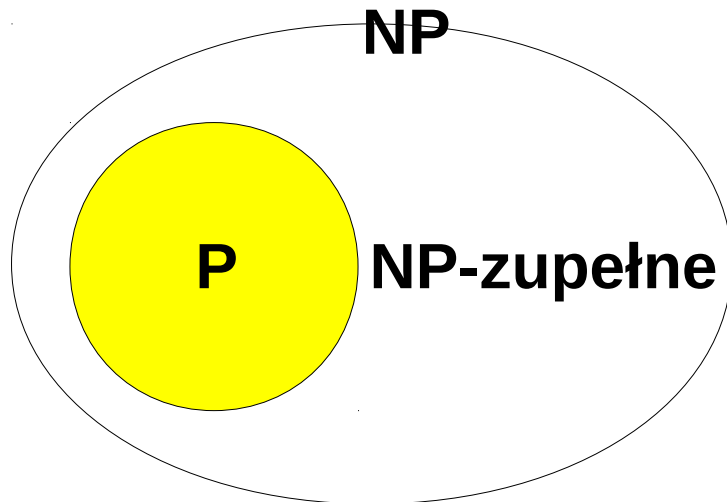
# Algorytmy Heurystyczne

- Algorytm – uporządkowany zbiór operacji prowadzących do osiągnięcia zamierzonego celu (rozwiązania zadania)
- Na tym wykładzie nie będziemy się zajmować algorytmami w tym sensie
- Będziemy się zajmować algorytmami w sensie uporządkowanych zbiorów operacji realizujących pewną metodę przeszukiwania przestrzeni
- Zajmujemy się zadaniami praktycznie nierozwiązywalnymi

# Zadania “łatwe” i “trudne”



Hierarchia problemów decyzyjnych



- Problem łatwy:  
 Każda ścieżka wzdłuż nierosnącej funkcji celu prowadzi do celu  
 Długość w/w ścieżki wielomianowo zależy od ilości danych  
 Liczność sąsiedztwa punktu wielomianowo zależy od ilości danych

# Metody heurystyczne



Heuristic methods “refer to experience-based techniques for problem solving, learning, and discovery.

Where an exhaustive search is impractical, heuristic methods are used to speed up the process of finding a satisfactory solution. Examples of this method include using a rule of thumb, an educated guess, an intuitive judgment, or common sense.” (Wikipedia)

Heurystyka jest metodą, która często daje dość dobre rozwiązania i wykorzystuje wiedzę dziedzinową

# Metaheurystyki

- W latach 1990, nastąpiła moda na algorytmy genetyczne/ewolucyjne
- Zaczęto wymyślać wiele nowych technik inspirowanych naturą, które nie były “ewolucyjne”
- W społeczeństwach zachodu istotna jest pociągająca narracja, nośna metafora. Z tego względu, opisując algorytm, odwoływano się do żargon wywiedzionego z metafory.
- Aby ogarnąć chaos nazewniczy, potrzebowano pewnej nazwy. Nie do końca wiadomo kto (Fred Glover?) wpadł na pomysł, żeby nazwą tą były **metaheurystyki**



# Co robi “meta” w metaheurystyce?

“**Andronikos z Rodos** (I w. p.n.e.) - filozof grecki, arystotelik, dziesiąty po Arystotelesie scholarcha Lykeionu

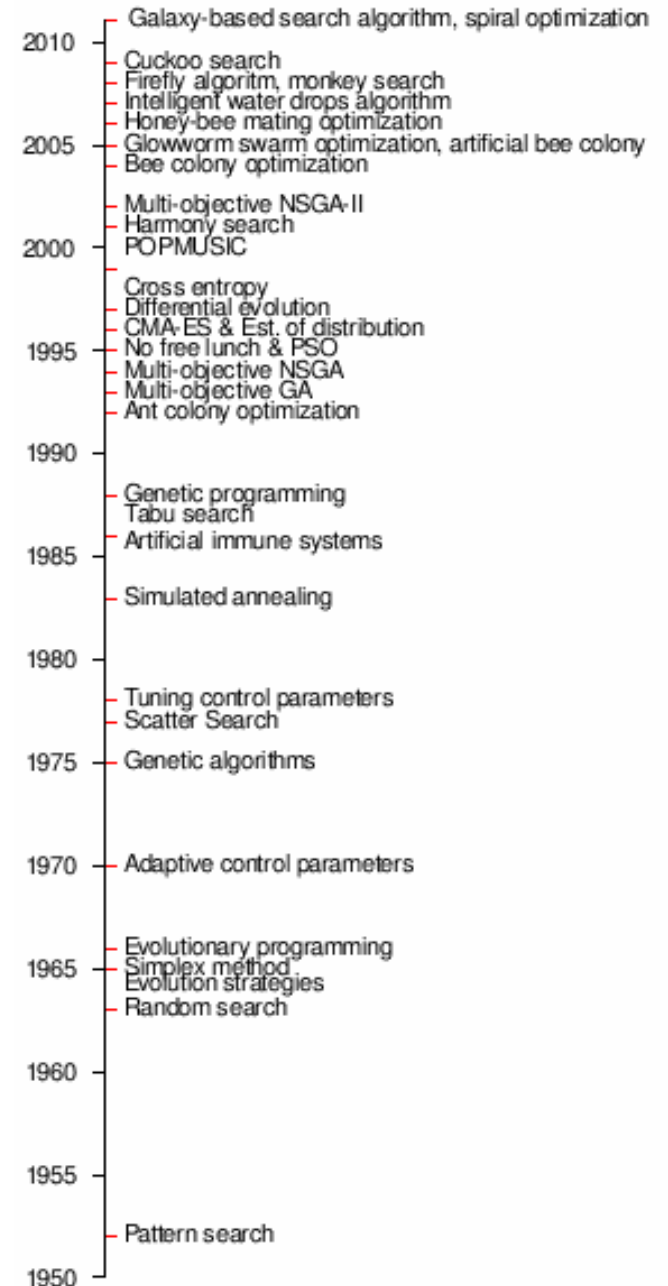
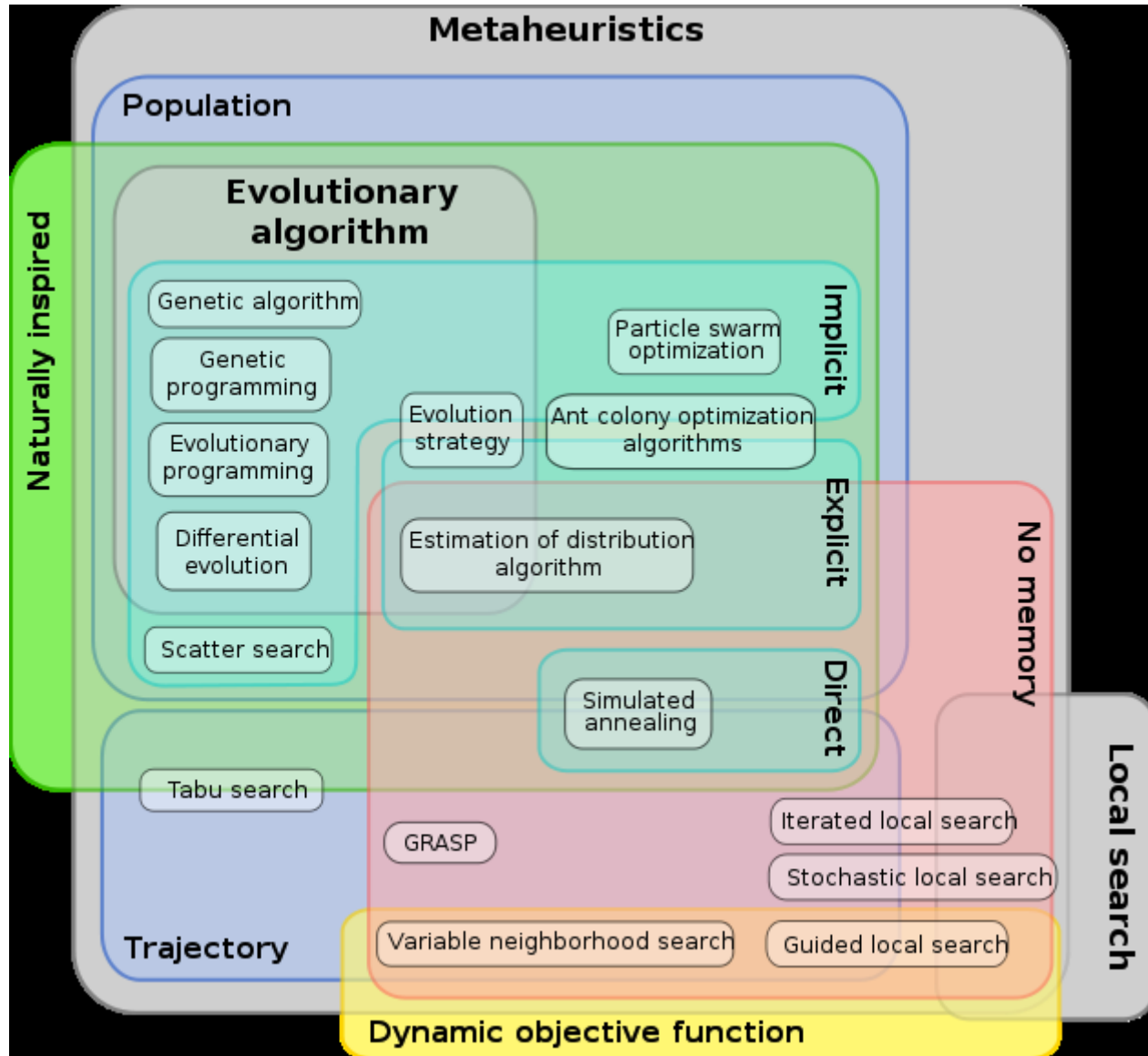
Uporządkował nabytą przez Apellikona i przewiezioną przez Sullę do Rzymu bibliotekę Arystotelesa. Za jego scholarchatu szkoła perypatetycka rozpoczęła działalność filologiczną. Był wydawcą i jednym z pierwszych komentatorów pism Arystotelesa i Teofrasta. Prawdopodobnie jest także twórcą tytułu dzieła Arystotelesa *Metafizyka*, od którego pochodzi pojęcie metafizyki. (Wikipedia)”



Metaheurystyka jest nazwą metod, które nastąpiły po tym, gdy nazwa “heurystyka” przestała być modna.

• *Andronicus of Rhodes put the treatises into*

# Rys historyczny



# Rys historyczny

Typowe spojrzenie na metaheurystyki:  
*Metody inspirowane naturą [i kulturą]*

## Konsekwencje

- + Nośna metafora (dobry PR)

- Kontrowersyjny żargon

*Chromosomy, memy, tabu, limfocyty, pszczoły, mrówki, świetliki, bakterie, galaktyki (cdn.)*

- trudna analiza porównawcza

*maskarada,*

*redundancja rozwiązań i teorii (lub jej braku)*



Pieter Bruegel Starszy, 1563

# Cele przedmiotu

- Krótkie omówienie popularnych metaheurystyk
- Analiza porównawcza metaheurystyk
- Samodzielna praca z metaheurystykami

# “Filozofia” przedmiotu

- rozwiązywanie problemów przez przeszukiwanie przestrzeni potencjalnych rozwiązań
- metaheurystyki jako sposób realizacji przeszukiwania
- wprowadzenie na potrzeby przedmiotu ogólnego schematu metaheurystyki, którego uszczegółowieniem są poszczególne algorytmy
- powiązanie z elementami teorii prawdopodobieństwa i statystyki
- przekazanie przede wszystkim intuicji algorytmów
- bardziej inżynierski niż naukowy punkt widzenia

*Nie ma nic bardziej praktycznego,  
niż dobra teoria*



Powtarzali to m.in.

Karl Popper, Jeremy Bentham, Kurt Lewin,  
Gustav Kirchhoff, Albert Einstein, Ludwig Boltzmann,  
Włodzimierz Lenin, Leonid Breżniew

*Nie ma nic bardziej praktycznego,  
niż dobra teoria*

Cechy dobrej teorii:

- uzasadnia wybór algorytmu
- pozwala przewidzieć zachowanie się algorytmu
- pozwala na zaprojektowanie algorytmu



# Literatura

*El Ghazali Talbi: Metaheuristics. From design to implementation, Wiley, 2009*  
*Krzysztof Trojanowski: Metaheurystyki praktycznie, WSISIZ, 2008 (wyd. II)*  
*Sean Luke, Essentials of Metaheuristics, available online, 2013*

*International Journal of Metaheuristics*

<http://www.metaheuristics.net/>

