

# Zadanie: ZIE

## Ziemniaki



Warsztaty ILO 2017-2018, grupa olimpijska, dzień 6. Dostępna pamięć: 128 MB.

### Rozwiązanie wzorcowe $O(q \log n)$

Pomińmy na razie problem z momentami. Mamy drzewo o  $n$  wierzchołkach i chcemy dla niego potrafić odpowiadać na zapytania w czasie  $\log n$ . Ukorzeńmy sobie nasze drzewo w jakimś dowolnym wierzchołku np. 1. Dla każdego wierzchołka policzmy ilość ziemniaków występujących w od danego wierzchołka do korzenia, oznaczmy tę tablicę jako  $pref$ . Chcemy teraz policzyć ilość ziemniaków od wierzchołka  $a$  do  $b$ .

**Obserwacja.1.** *Ilość ziemniaków od wierzchołka  $a$  do  $b$ , to  $pref[a] + pref[b] - 2 \cdot pref[LCA(a, b)]$*

LCA, to oczywiście najniższy wspólny przodek wierzchołków  $a$ ,  $b$ , działający logarytmicznie względem rozmiaru drzewa. Jeżeli narysujemy sobie drzewo i weźmiemy odpowiednio  $pref[a]$ ,  $pref[b]$  i dodamy do siebie, to zobaczymy, że ścieżkę od  $LCA(a, b)$  do korzenia wzięliśmy dokładnie 2 razy, więc musimy ją odjąć od wyniku. Potrafimy odpowiadać na zapytanie w czasie  $\log n$ . Teraz wystarczy przed każdym zapytaniem z momentu  $t_i$  zaktualizować sobie naszą tablicę  $pref$  o zmiany z aktualnego  $t_i$  przechodząc po niej algorytmem DFS i licząc na nowo jej wartości. Należy pamiętać, że po zsumowaniu wartości mogą być duże, więc trzeba użyć long long-ów.

Jako, że  $n$  w zadaniu jest małe, zamiast liczyć LCA dla każdego zapytania, możemy policzyć LCA dla każdej pary wierzchołków przechodząc dla każdego wierzchołka DFS-em, uzyskując algorytm o złożoności  $O(n^2)$ .

