

# Lista 4

## Zadanie 12

---

### 1 RB-Tree

Dodajemy kolejno wartości 41, 38, 31, 12, 19, 8 do drzewa czerwono-czarnego.

#### 1.1

Dodajemy 41.



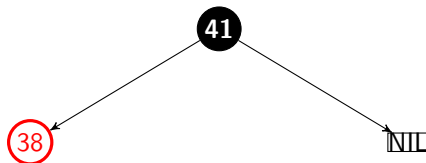
#### 1.2

Tutaj w zależności od konwencji można zamienić kolor w celu zachowania koloru czarnego węzła początkowego. My będziemy się trzymać tej konwencji czarnego *roota*.



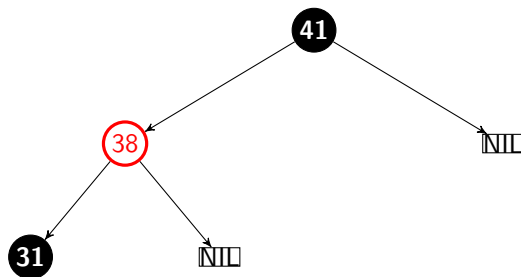
#### 1.3

Wstawiamy 38.

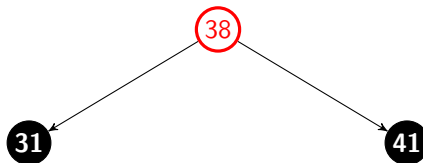


#### 1.4

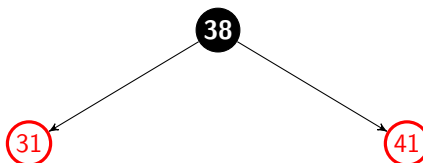
Wstawiamy 31 i od razu zmieniamy kolor na czarny.



Musimy dokonać rotacji żeby zachować parametr odnoszący się do czarnej wysokości drzewa. Aktualnie droga  $41 \rightarrow 38 \rightarrow 31 \rightarrow \text{NIL}$  zawiera dwa czarne węzły nie licząc *roota*.

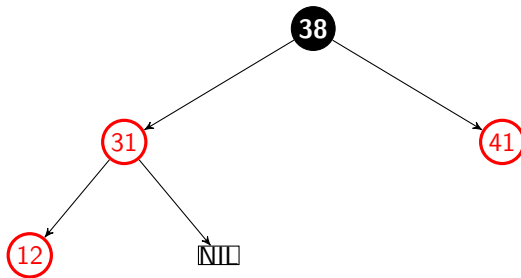


Zamieniamy kolory, żeby węzeł początkowy był czarny.

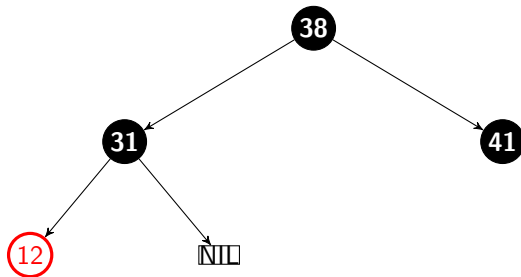


## 1.5

Wstawiamy 12.

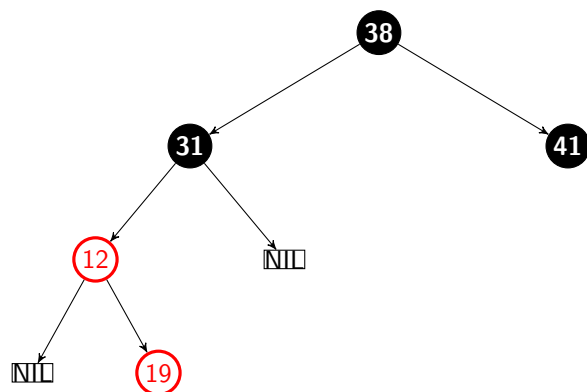


Zmieniamy kolor 12 żeby zachować zasadę co do potomków węzłów czerwonych. Jednocześnie zapewniamy, że czarna wysokość drzewa się zgadza. Idąc od *roota* za każdym razem czarna wysokość jest taka sama, nieważne jaką ścieżkę wybierzemy.

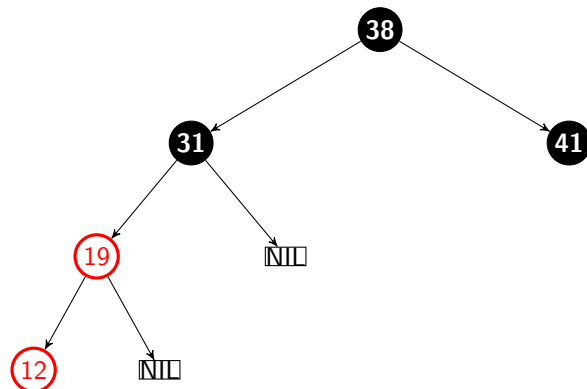


## 1.6

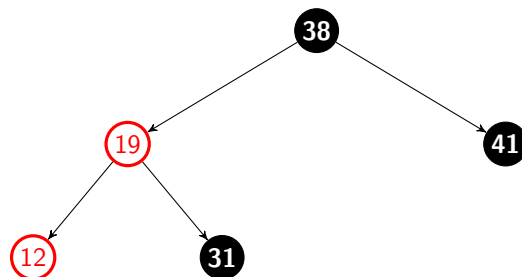
Wstawiamy 19.



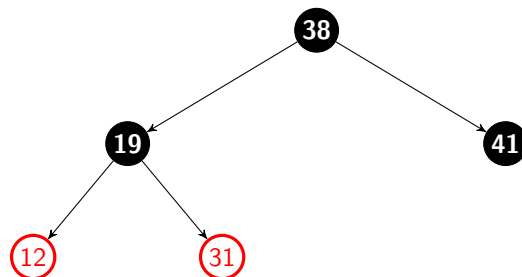
Dokonujemy rotacji 12 w lewą stronę.



Dokonujemy rotacji 31 w prawą stronę.

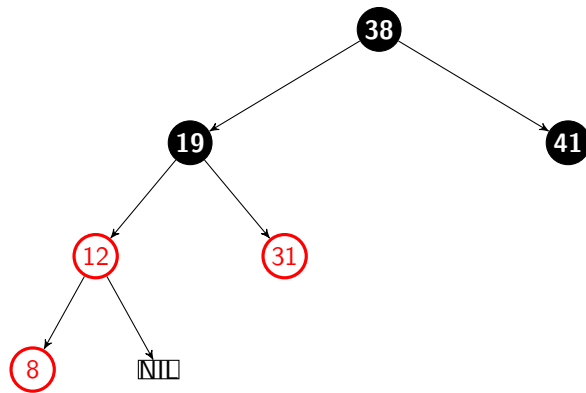


Zmieniamy kolory 19 i 31 w celu zachowania odpowiedniej czarnej wysokości.

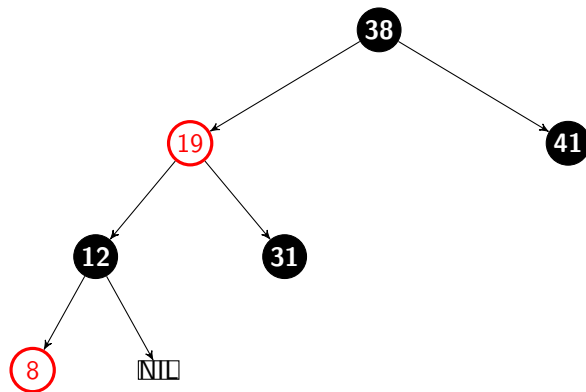


## 1.7

Wstawiamy 8.



W tym przypadku wystarczy zmienić kolory poziomów 12, 31 oraz 19.

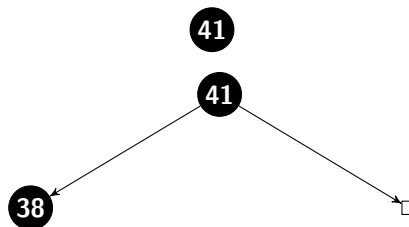


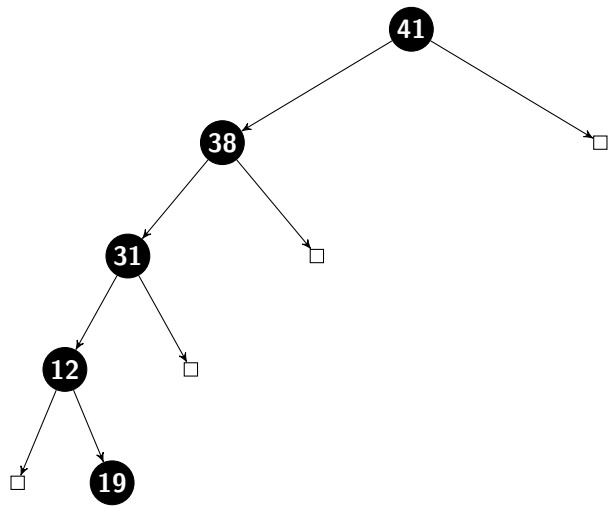
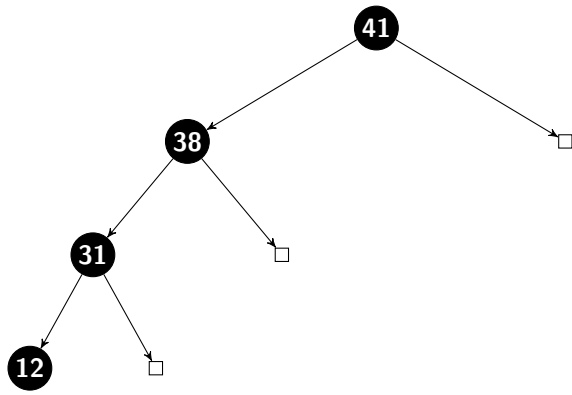
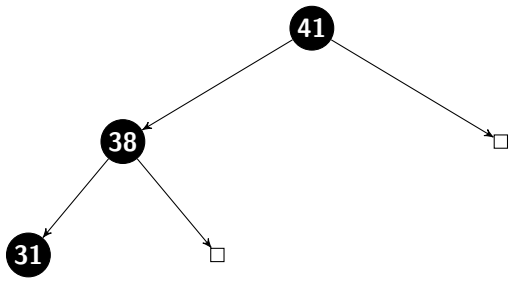
Nasze końcowe RB-Tree spełnia wszystkie warunki:

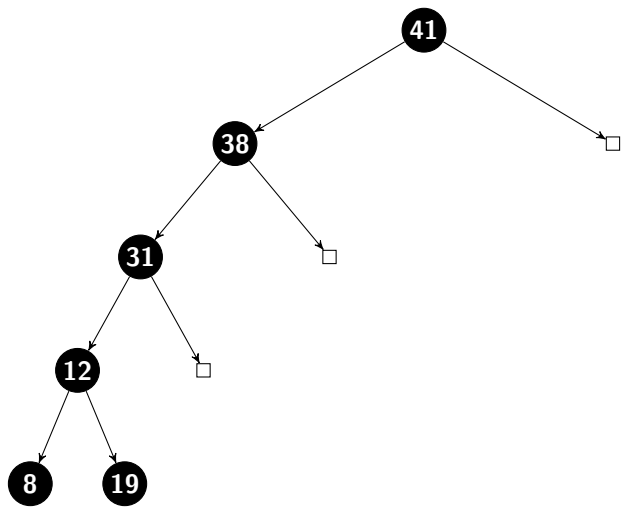
- Każdy liść przechowujący wartość NIL jest czarny
- Jeśli węzeł jest czerwony, to obaj jego potomkowie są czarni
- Każda prosta ścieżka z ustalonego węzła do liścia ma tyle samo czarnych węzłów (zachowana jest czarna wysokość drzewa)

## 2 Binary Search Tree (BST)

Dodajemy kolejno wartości 41, 38, 31, 12, 19, 8 do drzewa BST.







### 3 Wnioski

Dzięki rygorystycznym zasadom, które obarczone są drzewa czerwoczarne mamy tam znacznie lepszy balans elementów. Nawet jeśli dodajemy bardzo dużo elementów które są mniejsze niż ten co był na początku wysokość drzewa nie jest tak duża jak to jest w przypadku BST.