

LABORATORIUM NR 12

---

DRZEWA WYSZUKIWAŃ BINARNYCH

---

**Zadanie ALL.12.1** Narysuj drzewo wyszukiwań binarnych, które powstanie po:

- wstawieniu elementów 18, 11, 6, 30, 21, 19, 8, 22, 23, 5, 20, 26, 17 do pustego drzewa;
- a następnie usunięciu elementów 8, 30, 18, 11.

**Zadanie ALL.12.2** Załóżmy, że w drzewie wyszukiwań binarnych znajdują się liczby od 1 do 1000. Które z poniższych ciągów węzłów (kluczy) nie mogą zostać sprawdzone przy przeszukiwaniu drzewa w poszukiwaniu liczby 363.

- a) 2, 252, 401, 398, 330, 344, 397, 363;      b) 925, 202, 911, 240, 912, 245, 363.

**Zadanie ALL.12.3** Używając metody „przełączników” do rozwiązywania problemu powtarzających się kluczy, narysuj drzewo wyszukiwań binarnych, które powstanie po wstawieniu kolejno elementów 17, 18, 11, 6, 30, 18, 19, 18, 17, 22, 17, 23, 18, 18, 26, 17 do pustego drzewa. Jak spośród powtarzających się elementów wyznaczyć ten ostatnio wstawiony?

**Zadanie ALL.12.4** (3 pkt.) Zaimplementuj strukturę danych wraz z operacjami WSTAW, SZUKAJ, USUŃ, DRUKUJ (patrz <https://inf.ug.edu.pl/~pmp/Z/ASDwyklad.html>), która realizuje koncepcję drzewa wyszukiwań binarnych przechowującego liczby całkowite. Przyjąć, że do drzewa wstawiane są liczby o różnych wartościach, a wypisanie (DRUKUJ) wartości węzłów odbywa się w porządku in-order.

**Zadanie ALL.12.5** (4 pkt.) Zaimplementuj strukturę danych, wraz z operacjami WSTAW, SZUKAJ, USUŃ, DRUKUJ (w porządku in-order), która realizuje koncepcję drzewa wyszukiwań binarnych, którego węzły przechowują klucze odpowiadające małym literom alfabetu łacińskiego (znaki ASCII). A zatem, jako że węzły przechowują różne klucze, w przypadku wstawiania klucza, który jest już w drzewie, w odpowiednim węźle zliczamy liczbę powtarzających się kluczy. Analogicznie, „fizyczne” usuwanie węzła o danym kluczu ma miejsce dopiero wtedy, gdy liczba powtarzających się takich kluczy wynosi 1.

**Zadanie ALL.12.6** (5 pkt.) Używając zmiennych tablicowych zaimplementuj odpowiednią strukturę oraz procedury umożliwiające przechowywanie drzewa binarnego, którego elementami są liczby całkowite (węzły o tych samych elementach mogą się powtarzać), oraz wykonywanie operacji WSTAW, SZUKAJ, USUŃ oraz DRUKUJ (porządek in-order).

Patrz: Algorytmy i struktury danych, T. H. Cormen i inni, WNT (wyd. VII), sekcja 10-4.

**Zadanie ALL.12.7** (5 + 1\* pkt.) Załóżmy, że mamy zestaw danych  $Z$  zawierający informacje o wysokości kursu akcji  $A$  na przestrzeni pewnego okresu w ustalonym z góry roku. Dane przechowywane są w postaci drzewa wyszukiwań binarnych (kluczem jest dzień i miesiąc). Oprócz standardowych operacji WSTAW, SZUKAJ, USUŃ, DRUKUJ (w porządku in-order), zaimplementuj odpowiednie procedury, które umożliwią:

1. (3+1 pkt.) połączenie dwóch (rozłącznych) zestawów danych w jeden;
2. (1 pkt) wypisanie kolejnych wartości akcji pomiędzy dwoma danymi dniami  $d_1$  i  $d_2$ ;
3. (1 pkt) znalezienie wartości akcji dla zadanego dnia, przy czym, jeśli nie mamy danych o wartości akcji w danym dniu, należy zaproponować rozwiązanie przybliżone, tzn. procedura ma zwracać *możliwą* wartość akcji, np. na podstawie wartości z dnia poprzedniego i następnego występujących w bazie lub na podstawie jakiejś innej „rozsądnej” zależności.