

SDIZO B⁺ -drzewo

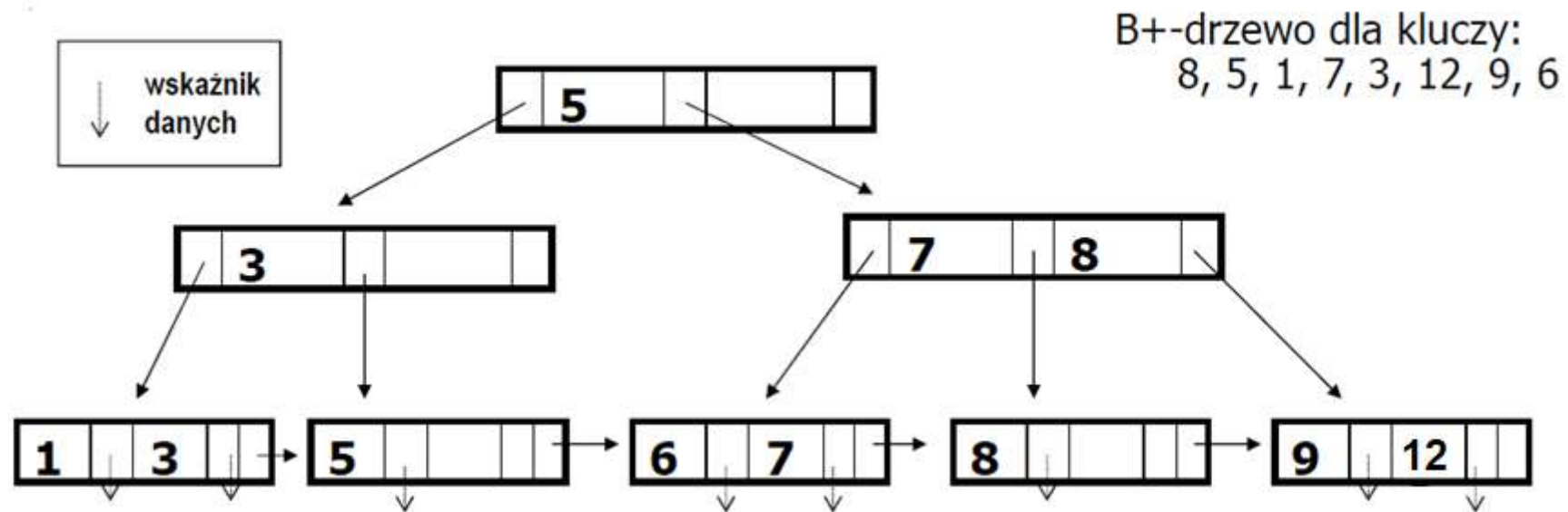
B⁺ drzewo

W większości komercyjnych systemów baz danych do tworzenia indeksów wykorzystywana jest pewna modyfikacja B-drzew o nazwie **B⁺-drzewa**.

- W przypadku B⁺-drzewa wskaźniki danych są przechowywane **tylko w liściach**
- Wierzchołki liści posiadają wpis (indeks ze wskaźnikiem do rekordu danych) dla każdej wartości pola wyszukiwania
- Niektóre wartości pola wyszukiwania są powtarzane w wierzchołkach wewnętrznych i służą do wspomagania wyszukiwania
- Koszt wyszukiwania – **wysokość drzewa + 1**.
- Liście implementowane są dodatkowo jako lista (w celu przyspieszenia przeszukiwań zakresowych)

SDIZO B+ drzewo

Przykładowe B⁺ drzewo



Należy zwrócić uwagę, że wszystkie klucze znajdujące się na wyższych poziomach występują także w liściach.

Co się zmienia ?

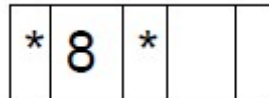
Zmienia się trochę procedura usuwania(bardziej) i dodawania(mniej)

SDIZO B+ drzewo

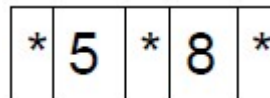
Tworzenie B+ drzewa

Utworzyć B+ drzewo z następującego ciągu kluczy: 8,5,1,7,3,12,9,6
Zakładamy, że minimalna ilość kluczy w węźle jest 1, a maksymalna 2
($m=1$)

KROK 1 – Wstawiamy 8 (węzeł jest jednocześnie liściem i korzeniem)



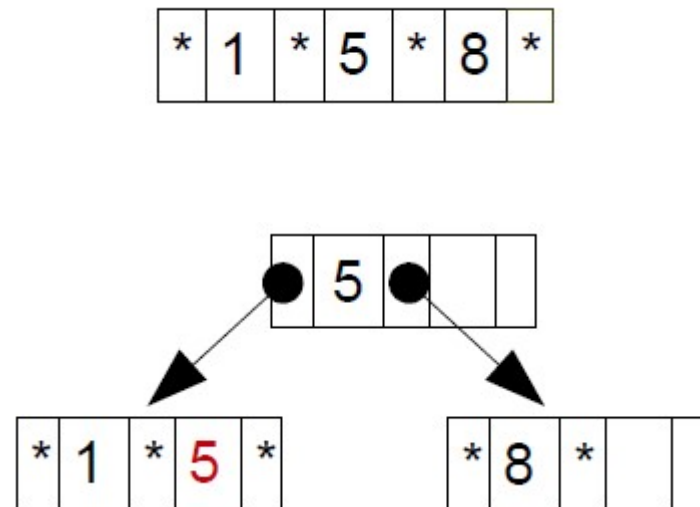
KROK 2 – Wstawiamy 5 (węzeł jest jednocześnie liściem i korzeniem)



SDIZO B+ drzewo

Tworzenie B+ drzewa

KROK 3 – Wstawiamy 1 (występuje przepełnienie – likwidujemy je metodą podziału)



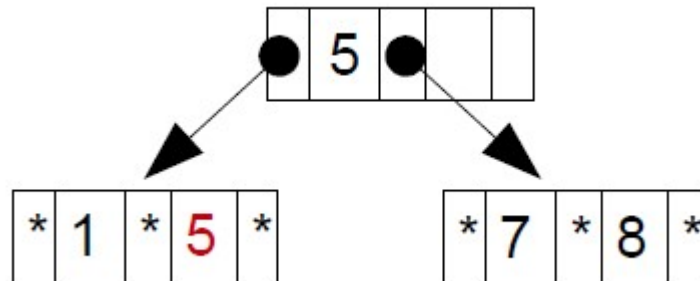
Uwaga!

W zwykłym B-drzewie wartość 5 nie występowała by w liściu, ale w B+ drzewie musimy 5 zatrzymać w liściu (można ją zatrzymać w lewym poddrzewie (jak na rysunku) bądź w prawym. Należy przyjąć którą z tych zasad i stosować w całym poddrzewie. W dalszej części stosujemy zasadę że wartość klucz rodzica będzie w liściu po jego lewej stronie.

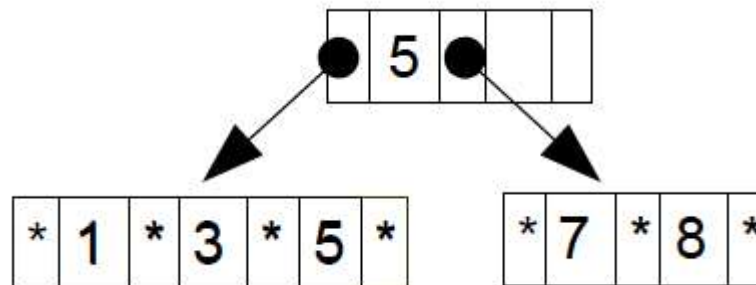
SDIZO B+ drzewo

Tworzenie B+ drzewa

KROK 4 – Wstawiamy 7



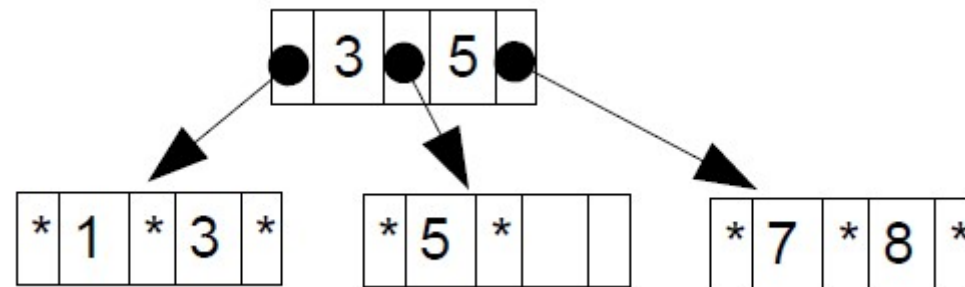
KROK 5 – Wstawiamy 3 (następuje przepełnienie)



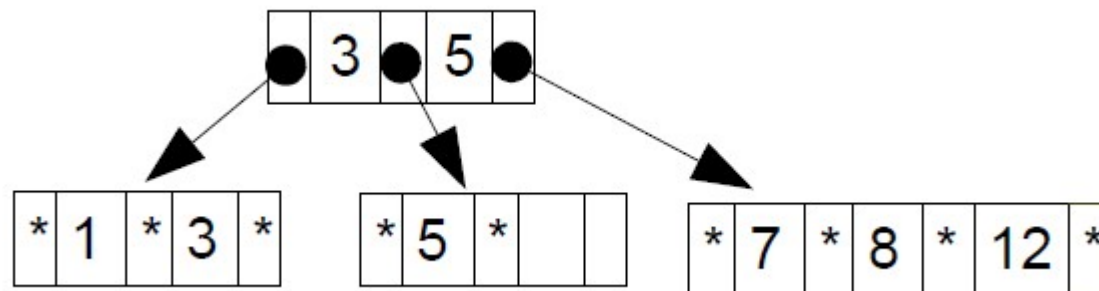
SDIZO B+ drzewo

Tworzenie B+ drzewa

KROK 5a – Likwidujemy przepełnienie rozbijając węzeł z 3 na dwa węzły.
W zwykłym B-drzewie klucz 3 byłby tylko u rodzica.



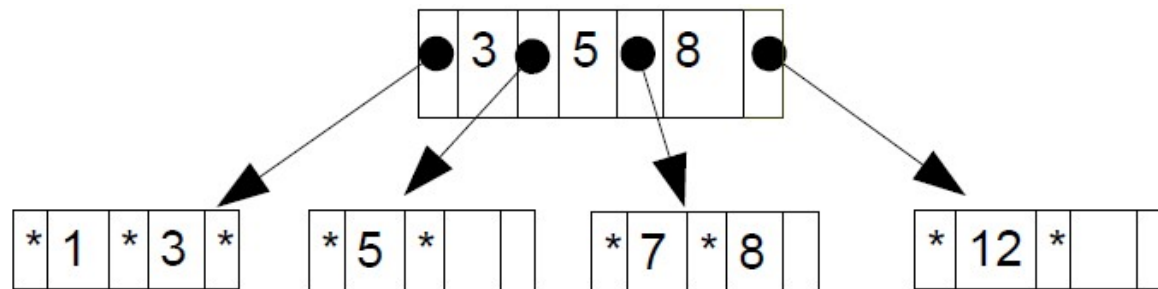
KROK 6 – Wstawiamy 12 (następuje przepełnienie)



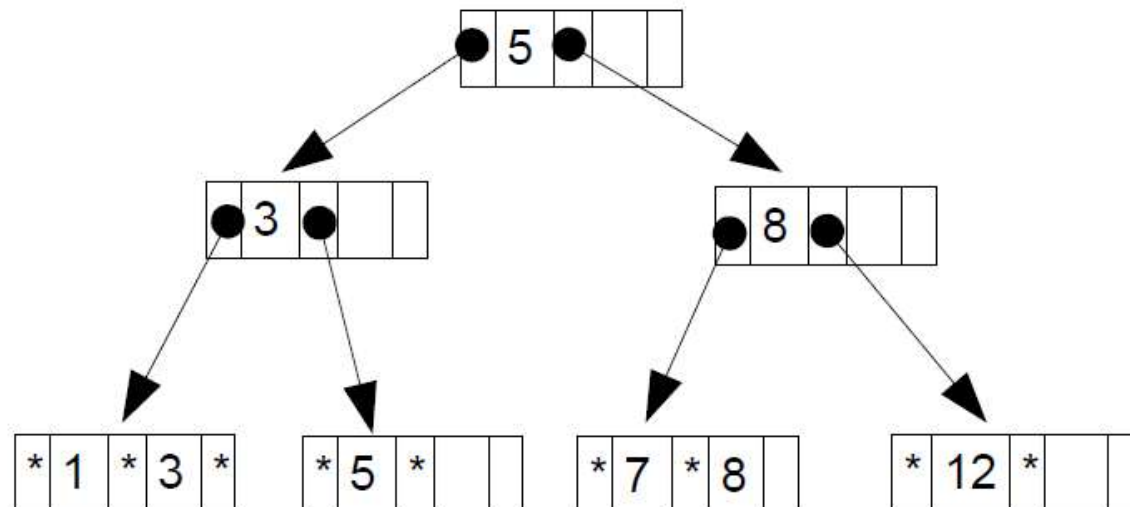
SDIZO B+ drzewo

Tworzenie B+ drzewa

KROK 6a – Likwidujemy przepełnienie rozbijając węzeł z 12 na dwa węzły.



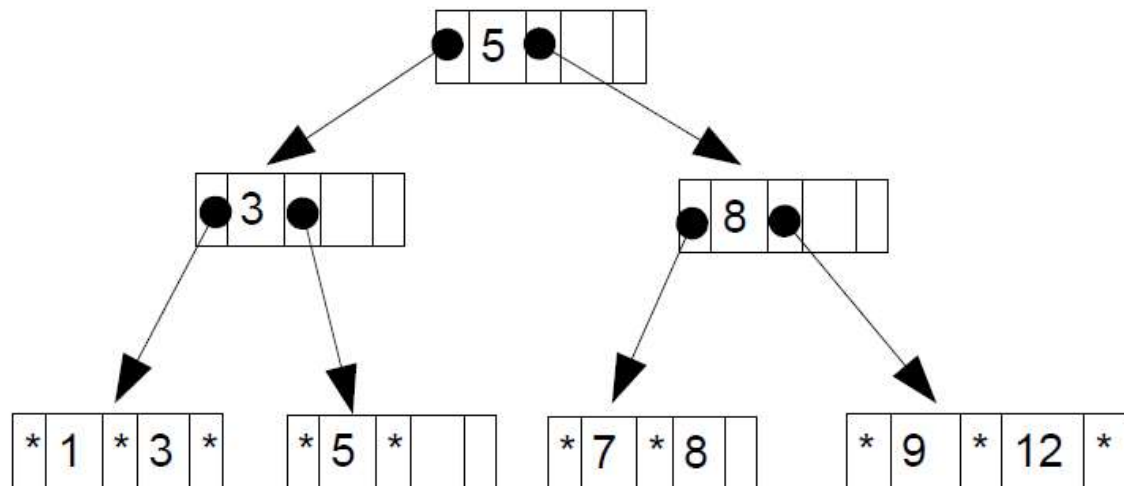
KROK 6b– teraz w korzeniu jest przepełnianie – likwidujemy jak w zwykłym B-drzewie (bez zostawiania kopii na niższym poziomie (bo już jest))



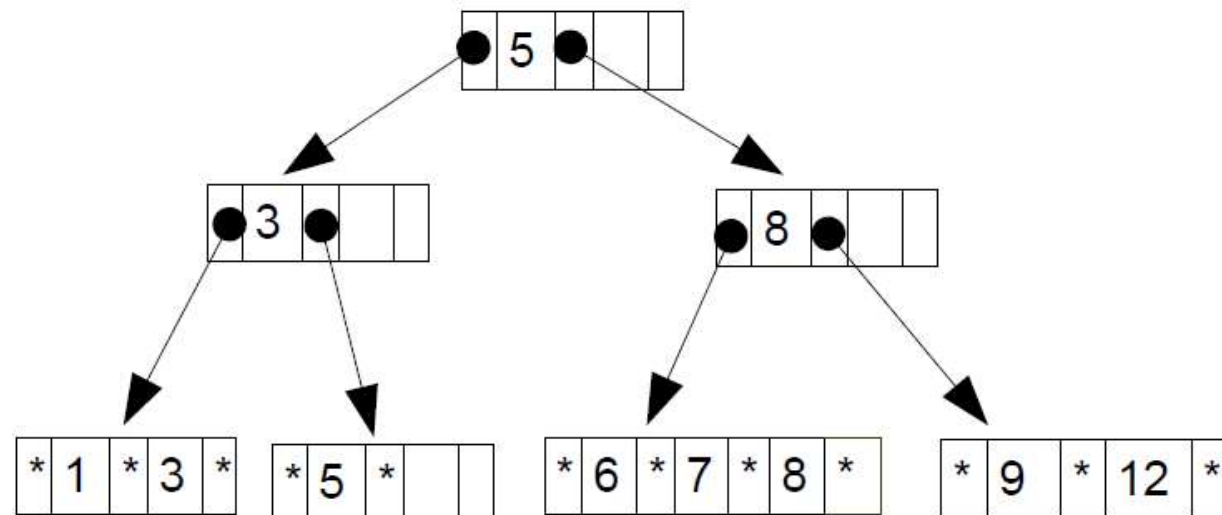
SDIZO B+ drzewo

Tworzenie B+ drzewa

KROK 7 – Wstawiamy 9



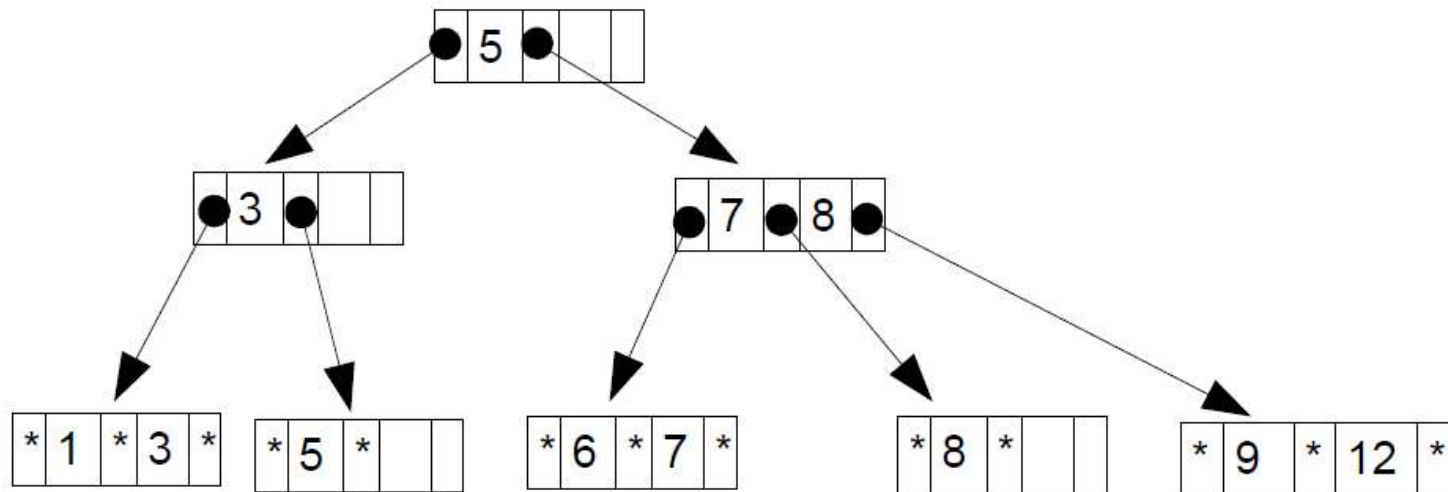
KROK 8 – Wstawiamy 6 (powstaje przepełnienie, które likwidujemy)



SDIZO B+ drzewo

Tworzenie B+ drzewa

KROK 8a – po likwidacji przepełnienia



WNIOSKI

1. Gdy przepełnienie jest w węźle, który jest liściem to kopię klucza który „wędruje” do góry zostawiamy w tym węźle
2. Gdy przepełnienie jest na wyższym poziomie to usuwamy je jak w klasycznym B-drzewie (bez zostawiania kopii klucza na niższym poziomie)

Zastanowić się, jak będzie wyglądała likwidacja nadmiaru metodą kompensacji.

B⁺ drzewo - usuwanie

Procedurę usuwania można uprościć. Polegałaby one na usunięciu elementu tylko z liścia. Element występujący na wyższych poziomach nie musi być usuwany (służy on do nawigacji w B-drzewie).

Dopiero w pewnym momencie można przeorganizować B⁺ drzewo.