## Přidání prvku do ČČ stromu

Přidání probíhá standardním způsobem jako v běžném binárním vyhledávacím stromu.

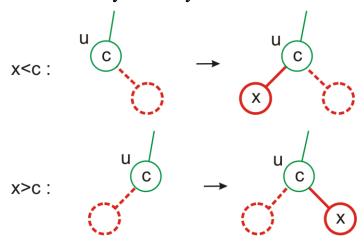
## Označení:

x - přidávaný prvek

Vyhledáme prvek x ve stromu. Vyhledání může skončit třemi způsoby:

- Prvek *x* byl ve stromu nalezen nelze ho znovu přidat a přidávání tím končí.
- Vyhledávání skončilo v uzlu u, ve kterém je uložen prvek c, dále platí x < c a přitom uzel u nemá levého následovníka. Vytvoříme nový uzel jako levého následovníka uzlu u a do něho dáme přidávaný prvek x.
- Vyhledávání skončilo v uzlu *u* s prvkem *c*, přičemž platí *x*>*c* a přitom uzel *u* nemá pravého následovníka. Vytvoříme pravého následovníka uzlu *u* a do něho dáme přidávaný prvek *x*.

Přidávání je tedy realizováno vytvořením nového uzlu a jeho spojením hranou s uzlem u, ve kterém skončilo vyhledávání. Vytvořený uzel bude novým listem stromu. Aby zůstala zachována podmínka, že mezi kořenem a libovolným listem je stejný počet černých hran, musíme nový uzel spojit s uzlem u červenou hranou a nový uzel bude tedy červený uzel.



Pokud uzel *u*, který je předchůdce přidaného uzlu, je černý uzel, operace přidání je ukončena.

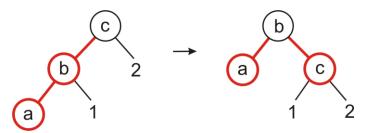
Je-li ale uzel *u* červený uzel, jsou nyní ve stromu dvě červené hrany po sobě (a tím i dva červené uzly po sobě).

## Odstranění dvou červených uzlů (červených hran) po sobě

K tomu používáme podle situace dva typy transformací:

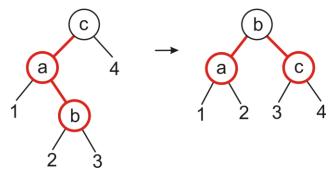
- rotace
- výměna barev
- ➤ Horní z dvojice po sobě následujících červených uzlů nemá červeného sourozence – jednoduchá nebo dvojitá rotace.

Jednoduchá rotace:



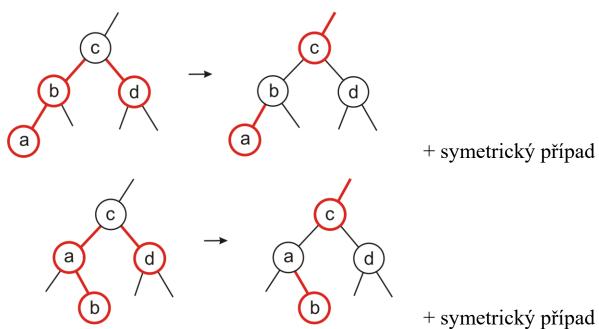
+ symetrický případ

Dvojitá rotace:



+ symetrický případ

➤ Horní z dvojice červených uzlů má červeného sourozence. Změníme obarvení obou uzlů na černou barvu a barvu jejich předchůdce, pokud to není kořen, změníme na červenou barvu.



Je zřejmé, že při změně barvy předchůdce (uzlu c) na červenou, může nastat situace, kdy předchůdce tohoto uzlu má rovněž červenou barvu a musíme dál řešit případ dvou červených hran po sobě.

## Příklady

