

2 - 4 strom

(2-3-4 strom)

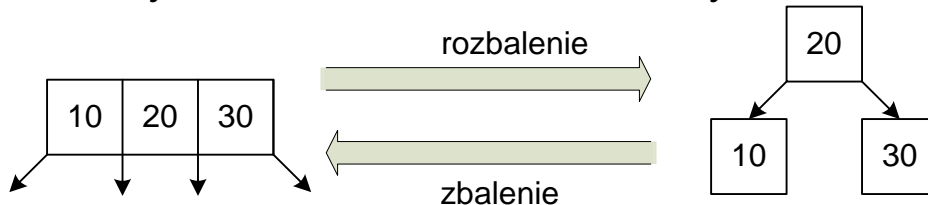
- zovšeobecnenie 2-3 stromu
- štruktúra podporuje jednorozmerné intervalové vyhľadavanie

2-4 strom má 3 druhy uzlov:

- 4-uzol má 4 synov a 3 hodnoty (záznamy, kľúče); mená synov: ľavý, stredoľavý, stredopravý, pravý
- 3-uzol má 3 synov (ľavý, stredný, pravý) a 2 kľúče
- 2-uzol má 2 synov a jeden kľúč

Zložitosť operácií sa pohybuje medzi **$O(\log_4 n)$** po **$O(\log_2 n)$** .

4-uzol je ekvivalentný trom 2-uzlom a môže nimi byť nahradený:

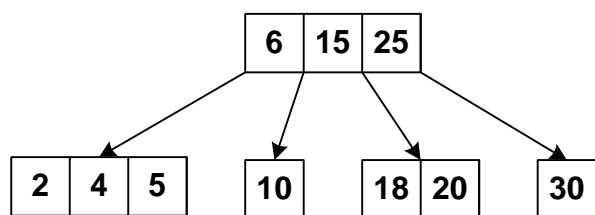


To vedie k peknému algoritmu *Vlož* :

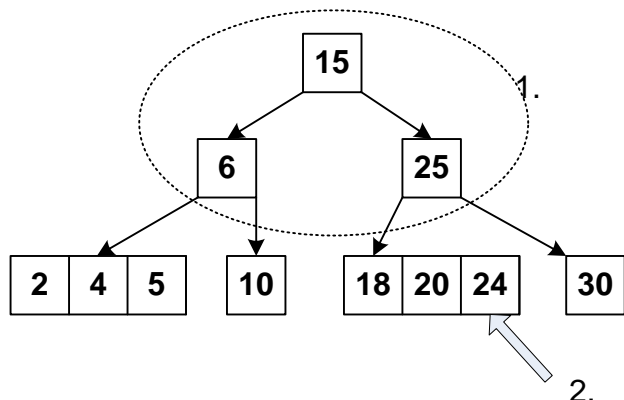
Operácia Vlož - priemerná aj najhoršia zložitosť $O(\log_2 n)$

- Nájdi bežným spôsobom list ako miesto pre vloženie.
- Pri hľadaní cestou od koreňa dole:
 - ak nájdeš 4-uzol, rozbaľ ho (na tri 2-uzly), ak nie je rozbaľovaný uzol koreňom, tak sa prostredný uzol presunie do jeho otca (strom rastie výlučne pridaním úrovne nad koreňom)
- Ak list je 2-uzol alebo 3-uzol, vlož do lista
- Ak list je 4-uzol, transformuj ho tak, že prostredný sa vloží do otca a vlož kľúč do príslušného lista. Miesto u otca určite bude, lebo na ceste dole sa 4-uzly rozbalili.

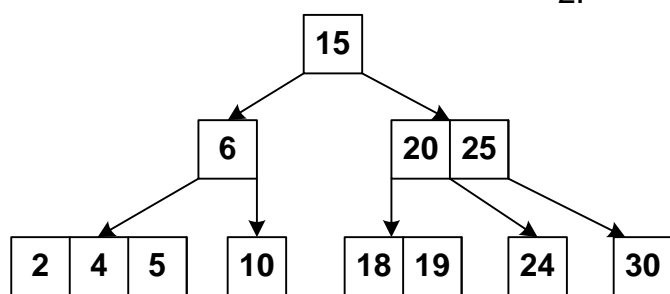
Príklad:



Vlož 24



Vlož 19



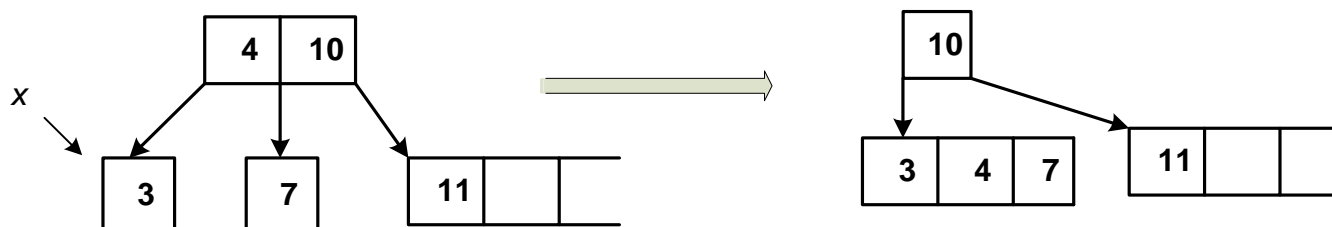
2-4 algoritmus je jednoduchší vďaka rozbaľovaniu po ceste dole, ktoré spôsobia, že vždy je voľné miesto v liste i v otcovi.

Operácia Odober - priemerná aj najhoršia zložitosť $O(\log_2 n)$

- Nájdi záznam s hodnotou kľúča **K** a vymeň ho so záznamom inorder-nasledovníka alebo inorder-predchodcu (tie sú v listoch vďaka úplnému vyváženiu).
- Po ceste od koreňa pri hľadaní **K** i jeho nasledovníka zbaľuj 2-uzly na 3-uzly alebo 4-uzly. To zaručí, že odoberaná hodnota bude v 3-uzle alebo v 4-uzle a samotné odobratie bude triviálne.
- Odober záznam z listu.

Prípady zbalenia:

- 2-uzol x , ktorého pravý brat je 2-uzol
 - spoj susedné hodnoty a „deliacu“ hodnotu otca do 4-uzla (otec nemôže byť 2-uzol, iba ak je koreň - vtedy sa nový 4-uzol stáva koreňom)



- 2-uzol x , ktorého pravý brat b je 3-uzol alebo 4-uzol
 - „deliacu“ hodnotu otca p nahraď najmenšou hodnotou brata b
 - „deliacu“ hodnotu otca p vlož do 2-uzla x
 - najmladšieho syna uzla b ustanov za najstaršieho syna uzla x

