\* 1. Z binární haldy obsahující *n*3 prvků, jejíž kořen obsahuje nejmenší hodnotu z celé haldy, odstraníme *n*2∙lg(*n*) nejmenších prvků.Jaká je asymptotická složitost této akce? Bude složitost jiná, pokud halda nebude binární ale binomiální?

\* 2. Je dána *d*-ární halda s hloubkou *h*, jejíž všechny listy leží ve stejné hloubce a která proto obsahuje právě

(*dh* −1)/(*d*−1) +1 klíčů. Jaký je maximální možný a jaký je minimální možný počet porovnání dvou klíčů když v této haldě provedeme operaci deleteMin?

\* 3. Jaký je nejvyšší možný stupeň uzlu (stupeň = počet synů) v binomiální haldě s N klíči?

\* 4. Uzel v binomiální haldě může mít stupeň (= počet synů) vyšší než dva a obecně stupeň uzlu není shora omezen. Uzel odkazuje na další binomiální stromy. Máme dvě možnosti:

a) Odkazy jsou uspořádány v rostoucím pořadí velikostí podstromů, na které odkazují,

b) odkazy jsou řazeny náhodně.

Rozhodněte, jestli volba možností a), b) ovlivňuje rychlost implementace operací Insert, DeleteMin.

\* 5. Do nejprve prázdné Fibonacciho haldy vložíme 2*n* + 5 navzájem různých klíčů (*n* > 2). Poté v haldě provedeme operaci DeleteMin včetně následující konzolidace haldy. Žádné jiné operace s haldou neprovádíme. Kolik binomiálních stromů s kořenem v kořenovém seznamu haldy bude halda obsahovat po této akci?

6. Zvolte a popište vhodnou datovou strukturu, pomocí níž lze reprezentovat binomiální haldu v paměti počítače. Zdůvodněte, že vaše reprezentace zachovává asymptotickou složitost operací Insert, AccessMin a DeleteMin. Ve své reprezentaci můžete využít i více různých datových struktur.

7. Je dáno *n* (*n* ≥ 2) navzájem různých celočíselných klíčů a prázdná binární halda. Všechny klíče vložíme jeden po druhém v náhodném pořadí do dané haldy. Jaká je asymptotická složitost tohoto procesu? Je možné, že pro některé pořadí klíčů bude asymptotická složitost menší nebo větší než v náhodném případě?

8. V binomiální haldě, která udržuje klíče s minimální hodnotou v kořenech svých stromů máme najít klíč s maximální hodnotou a poté ho z haldy vymazat. Zdůvodněte asymptotickou složitost této akce.

9. Předpokládejme, že binomiální halda H obsahuje *k* binomiálních stromů T1, T2, ... T*k*. Kolik celkem listů obsahuje celá halda H? Pokud H obsahuje *n* klíčů, jaká je maximální možná hodnota *k* v závislosti na *n*?

10. Když binární haldu reprezentujeme polem klíčů, existuje jednoduchý předpis, jak z indexu prvku pole obsahujícího určitý klíč určit indexy prvků obsahující levého a pravého potomka tohoto klíče. Napište tento předpis. Navrhněte podobný způsob ukládání klíčů do pole pro ternární haldu a pro obecnou *d*-ární haldu. Napište příslušné vztahy, pomocí nichž z indexu prvku obsahujícího klíč určíte indexy prvků obsahující potomky tohto klíče.