

Kirjoita jokaisen palauttamasi paperin ylälaitaan selvästi: "T-106.5220, 12.3.2009", koko nimesi, opiskelijanumerosi ja koulutusohjelmasi sekä palauttamiesi **paperien kokonaismäärä**.

1. (6p) Selitä lyhyesti seuraavat käsitteet:

- a) "varasta"-puskurinhallintakäytäntö ("steal" buffering policy)
- b) toistokelvoton luku (unrepeatable read)
- c) sumea tarkistuspiste (fuzzy checkpoint)
- d) varauskuvaaja (space map)
- e) konttaava salpaus (latch-coupling)
- f) Commit-LSN

2. (6p) Mitä lukkoja seuraavien ajoitusten transaktiot varaavat ja milloin lukot vapautetaan avainvälilukituskäytännössä (key-range locking protocol)? Ovatko ajoitukset mahdollisia? Mitä eristyvyysanomaliota (likaisia kirjoituksia, likaisia lukuja ja toistokelvottomia lukuja) niissä esiintyy? Kaikissa tapauksissa tietokanta on aluksi tyhjä.

- a) $B_1 I_1 [4] B_2 I_2 [6] C_2 B_3 I_1 [2] C_3 C_1$
- b) $B_1 I_1 [4] C_1 B_2 R_2 [4, > 1] B_3 I_3 [3] C_3 I_2 [7] C_2$
- c) $B_1 I_1 [4] C_1 B_2 I_2 [9] D_2 [4] B_3 I_3 [4] C_3 C_2$

3. a) (3p) Tietokanta soveltaa monirakeista avainvälilukitusta (multi-granular key-range locking) kolmella rakeisuustasolla: tietokanta, relaatio ja monikko. Tietokannassa on relaatio $r(X, V)$. Transaktio T suorittaa seuraavat SQL-lauseet:

```
insert into r values (4, 4);  
select * from r;  
commit.
```

Mitä lukkoja transaktio varaa lauseita suorittaessaan? Huomaa, että lauseet suoritetaan yksi kerrallaan em. järjestyksessä, eikä **insert**-lausetta suoritettaessa tiedetä, että seuraavaksi tulee **select**-lause.

b) (3p) Kuvaa lyhyesti eristyvyysaste nimeltä kohdistimen vakaus (cursor stability). Mitkä eristyvyysanomaliat se sallii ja mitkä estää? Anna lyhyt esimerkki tilanteesta, jossa tätä eristyvyysastetta voidaan käyttää.

4. (Kuhunkin kohtaan riittää lyhyt vastaus.)

- a) (2p) Miten tietokannan hallintajärjestelmä voi havaita transaktioiden aiheuttaman lukkiuman (deadlock)?
- b) (1p) Miten lukkiumat estävä odota tai kuole (wait-or-die, wait-die) -käytäntö toimii?
- c) (1p) Miten lukkiumat estävä haavoita tai odota (wound-or-wait, wound-wait) -käytäntö toimii?
- d) (1p) Voivatko b)- ja c)-kohdan käytännöt aiheuttaa nälkiintymistä (starvation)?
- e) (1p) Mitä apua päivitykseen varautumislukoista eli U-lukoista (update-mode lock) on lukkiumien estämisessä?

5. (6p) Lokin sisältö levyllä häiriötilanteessa on:

- 101: $\langle \text{begin-checkpoint} \rangle$
- 102: $\langle \text{transaction-table}, \{ \} \rangle$
- 103: $\langle \text{page-table}, \{ \} \rangle$
- 104: $\langle \text{end-checkpoint} \rangle$
- 105: $\langle T_1, B \rangle$
- 106: $\langle T_1, I, p, i_1, 7, 3, 105 \rangle$
- 107: $\langle T_2, B \rangle$
- 108: $\langle T_2, I, p, i_2, 18, 6, 107 \rangle$
- 109: $\langle T_3, B \rangle$
- 110: $\langle T_3, I, p, i_3, 22, 6, 109 \rangle$
- 111: $\langle T_3, C \rangle$
- 112: $\langle T_2, D, p, i_4, 14, 2, 108 \rangle$
- 113: $\langle T_2, A \rangle$
- 114: $\langle T_2, D^{-1}, p, i_4, 14, 2, 108 \rangle$
- 115: $\langle T_1, I, p, i_5, 24, 1, 106 \rangle$

Mitä toimintoja sisältyy ARIES-algoritmia noudattavaan elvytykseen sen eri vaiheissa, kun PageLSN = 108 sivun p levyllä säilyneessä versiossa? Mitä lokitietueita tuotetaan ja milloin loki pakotetaan levyille? Oletetaan, että peruutusvaiheen käänteisoperaatiot voidaan kaikki toteuttaa fyysisesti.