

**Tehtävä 4. (3p)**

---

Oletetaan, että tehtävän 3 tapahtumat on suoritettu täsmälleen taulukon mukaisessa järjestyksessä.

- Tee taulukkomuotoinen ”transaktiologi”, jossa esität kustakin operaatiosta kaikki toipumisen kannalta tarvittavat tiedot. Esitä loki siten, että aika kulkee ylhäältä alaspäin.
- Selitä, miksi mikään tieto on välttämätön.

**Tehtävä 5. (4p)**

---

Oletetaan, että tehtävässä 4 tekemässäsi lokissa on kirjattuna myös ennen tehtävän 3 transaktioita tehtyjä tietokantaoperaatioita. Oletetaan myös, että juuri ennen ”ajanhetkeä” T3 (tehtävässä 3) on lokista tehty checkpoint. Juuri ennen ajanhetkeä T11 (tehtävässä 3) hajoaa se kovalevy, jossa tietokantatiedosto oli ja samalla tietokantapalvelin kaatuu. Tietokannan ylläpitäjänä varmistat toipumisen.

- Mitä mekanismeja TKHJ käyttää toipumiseen ja miten?
- Mihin tilaan tietokanta toipuu ja miksi?

**Tehtävä 6. (4p)**

---

Oletetaan, että on olemassa alla kuvatut relaatiot ja niillä on oikeanpuoleisen sarakkeen mukaiset kardinaliteetit (rivimäärät).

Opiskelija(@Opnro, ONimi)	5000
Arvostelu(@Opnro, @Knro, Arvosana)	100000
Kurssi(@Knro, KNimi, Opettaja)	100

Esitä kyselylle ”Anna kurssin ’tietokannat’ opiskelijoiden nimet” optimoitu algebrallinen kyselypuu. Perustelee ratkaisusi.