

Seminaari: Keskusmuistitietokannat

Keskusmuistitietokantojen samanaikaisuuden hallinta

Ilkka Pullinen

Sisältö

- Johdanto
- Esiteltävien menetelmien taustoja
- Hajautetun tietokannan spekuloiiva samanaikaisuuden hallinta
- Kaksivaiheiseen lukituskäytäntöön perustuva samanaikaisuuden hallinta
- Yhteenveto

Johdanto

- Käsiteltävä tieto muistissa, ei levyviipeitä
 - Lokituksesta aiheutuvat levyviipeet
- Vaikutus transaktioiden suoritusnopeuteen
- Vaikutus transaktion käsittelyyn osallistuvien komponenttien operointikustannuksien merkitykseen
 - Samanaikaisuuden hallinta
 - Pessimistinen
 - Hajautetun tietokannan spekuloiiva samanaikaisuuden hallinta
 - Kaksivaiheiseen lukituskäytäntöön perustuva samanaikaisuuden hallinta
 - Optimistinen

Esiteltävien menetelmien taustoja

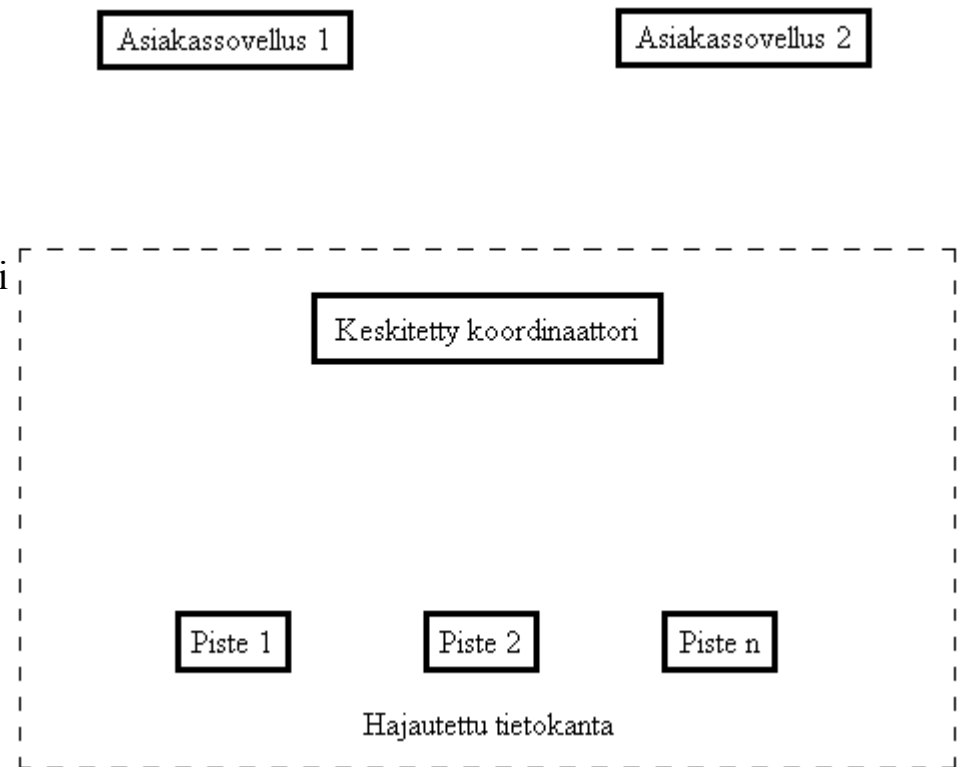
- Transaktioiden kasvanut suoritusnopeus
 - Lukituskäytäntö
 - Lukot lyhyemmän aikaa transaktion hallussa
 - Kilpailu lukoista vähentyy
 - Mahdollistaa lukitusrakeen koon kasvatuksen
 - Uusi koko: Sivu, relaatio, tietokanta, ...
 - Mitä suurempi koko, sitä pienemmät operointikustannukset ja matalampi samanaikaisuuden taso
 - Lukitustietojen ylläpito lukittavassa tietoalkiossa
 - Tietoalkion koon kasvu haittana
 - Operointikustannukset vähenevät, keskitetyn lukkojenhallinnan pullonkaula poistuu

Esiteltävien menetelmien taustoja

- Transaktioiden sarjallinen suoritus
 - Samanaikaisuuden hallinnan operointikustannukset poistuvat
 - Pitkäkestoiset transaktiot haittana
 - Tallennettujen proseduurien käyttö
 - Erikoistuneet tietokannat sallivat sekä pitkä- että lyhytkestoiset transaktiot
 - HyPer
 - Hajautus
 - Tiedon ositus ja toisintaminen
 - Hajautus erillisille palvelimille, palvelimen prosessoreille
 - Tietokannan palanen täysin pisteen hallinnassa
 - Hajautus tietokannan ylläpitäjän toimesta tai automaattisen menetelmän avulla
 - Schism
 - Hajautetut transaktiot

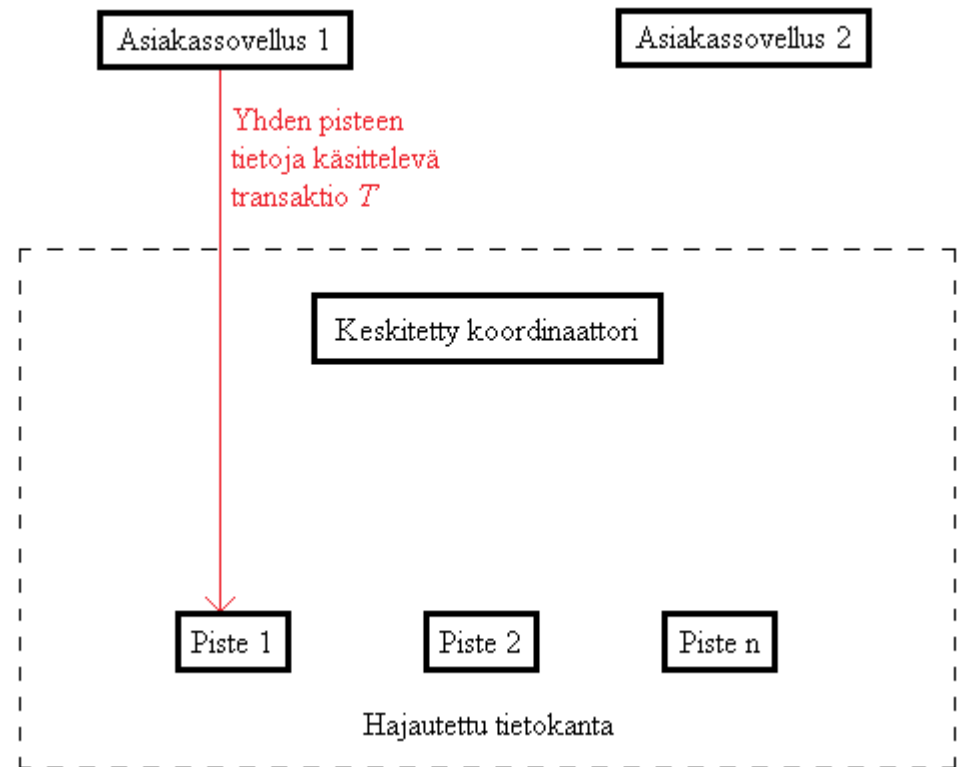
Hajautetun tietokannan spekuloiiva samanaikaisuuden hallinta

- Tietokantajärjestelmän arkkitehtuuri
 - Asiakassovellukset
 - Hajautettu tietokanta
 - Piste voi olla palvelin, palvelimen prosessori
 - Pisteet suorittavat transaktioita sarjallisesti
 - Keskitetty koordinaattori
 - Hajautettujen transaktioiden koordinointi



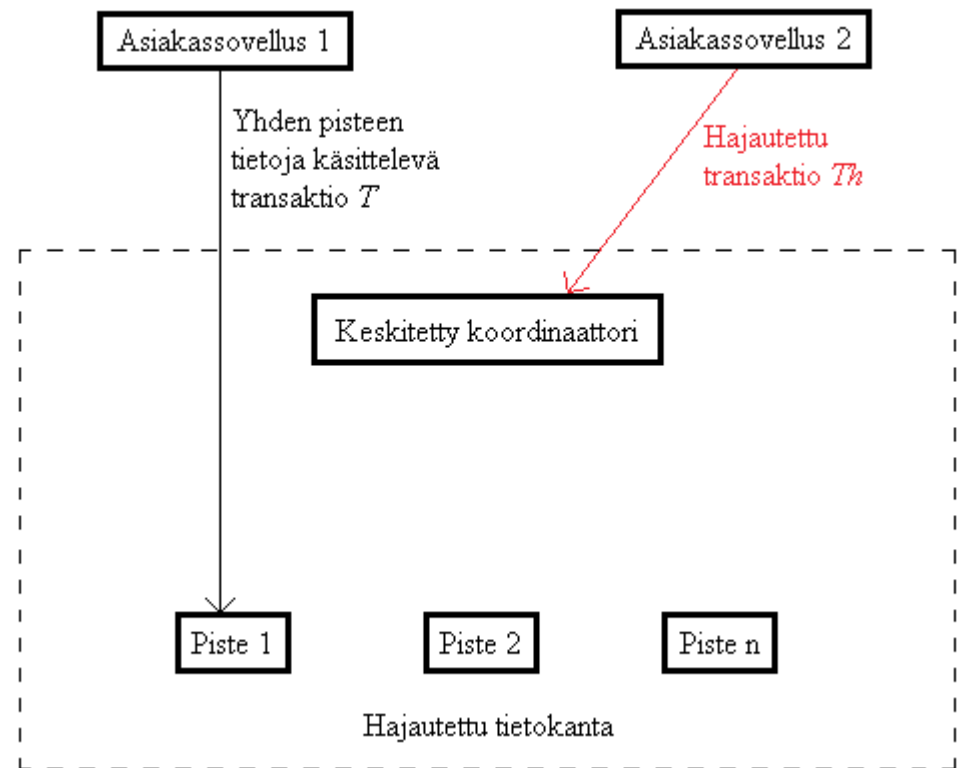
Hajautetun tietokannan spekuloiiva samanaikaisuuden hallinta

- Yhden pisteen tietoja käsittelevä transaktio
 - **BEGIN**
UPDATE P1 SET A=A+1 WHERE X=x;
SELECT A FROM P1 WHERE X=x;
COMMIT
 - Asiakassovellus lähettää suoraan pisteelle
 - Asiakkaalla tieto hajautuksesta



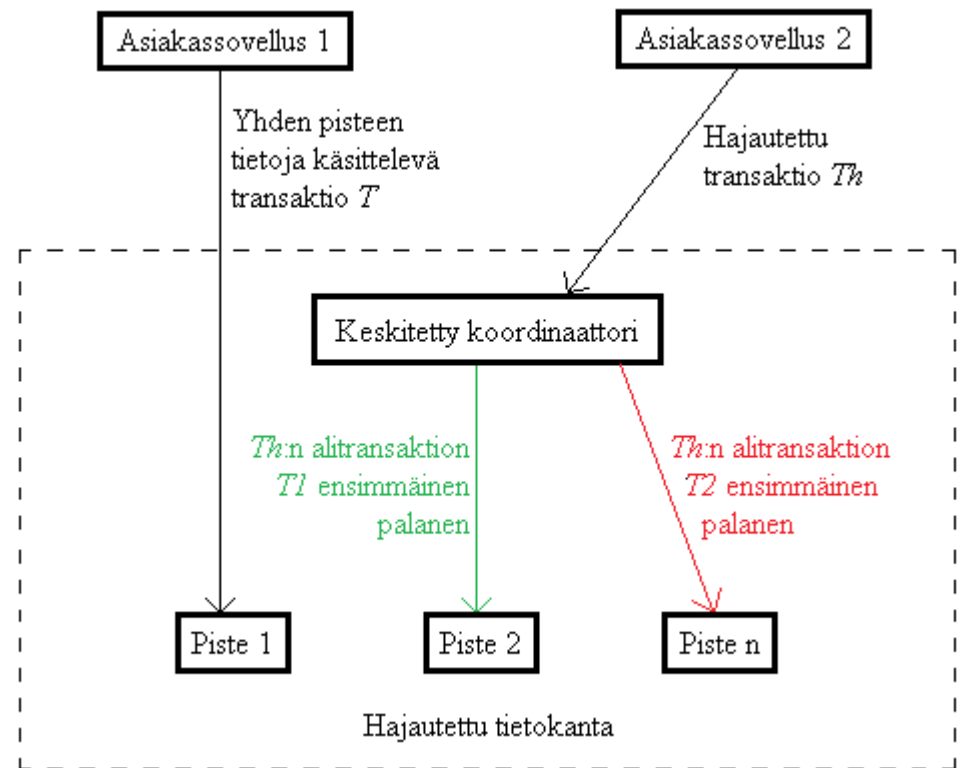
Hajautetun tietokannan spekuloiiva samanaikaisuuden hallinta

- Hajautettu transaktio T_h
 - **BEGIN**
 - SELECT B FROM P2 WHERE Y=y;**
 - SELECT C FROM Pn WHERE Z=z;**
 - INSERT INTO P2 (B) VALUES (C)**
WHERE Y=y;
 - INSERT INTO Pn (C) VALUES (B)**
WHERE Z=z;
 - **COMMIT**
 - Asiakassovellus lähettää keskitetylle koordinaattorille



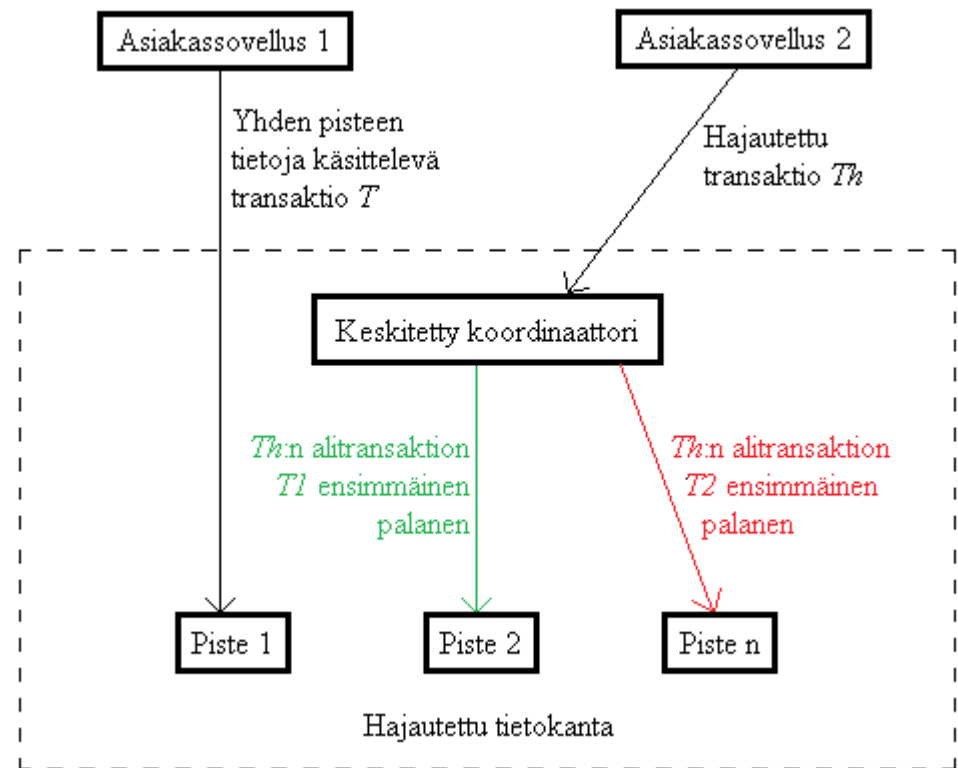
Hajautetun tietokannan spekuloiiva samanaikaisuuden hallinta

- Yleinen hajautettu transaktio T_h
 - **BEGIN**
 - SELECT B FROM P2 WHERE Y=y;**
 - SELECT C FROM Pn WHERE Z=z;**
 - INSERT INTO P2 (B) VALUES (C)**
WHERE Y=y;
 - INSERT INTO Pn (C) VALUES (B)**
WHERE Z=z;
 - COMMIT**
- Paloittelu eri pisteille lähetettäviin palasiin
 - Alitransaktio voi koostua useasta palasesta
 - Palasten väliset tietoriippuvuudet
 - Alitransaktio **T1**:
 1. **SELECT B FROM P2 WHERE Y=y;**
 2. **INSERT INTO P2 (B) VALUES (C)**
WHERE Y=y;
 - Alitransaktio **T2**:
 1. **SELECT C FROM Pn WHERE Z=z;**
 2. **INSERT INTO Pn (C) VALUES (B)**
WHERE Z=z;



Hajautetun tietokannan spekuloiiva samanaikaisuuden hallinta

- Yksinkertainen hajautettu transaktio T_h
 - **BEGIN**
 - UPDATE P2 SET B=B+1 WHERE Y=y;**
 - UPDATE Pn SET C=C+1 WHERE Z=z;**
 - **COMMIT**
- Paloittelu eri pisteille lähetettäviin palasiin
 - Kaikki transaktion palaset voidaan suorittaa samanaikaisesti eri pisteillä
 - Alitransaktio **T1**:
 - UPDATE P2 SET B=B+1 WHERE Y=y;**
 - Alitransaktio **T2**:
 - UPDATE Pn SET C=C+1 WHERE Z=z;**



Hajautetun tietokannan spekuloiiva samanaikaisuuden hallinta

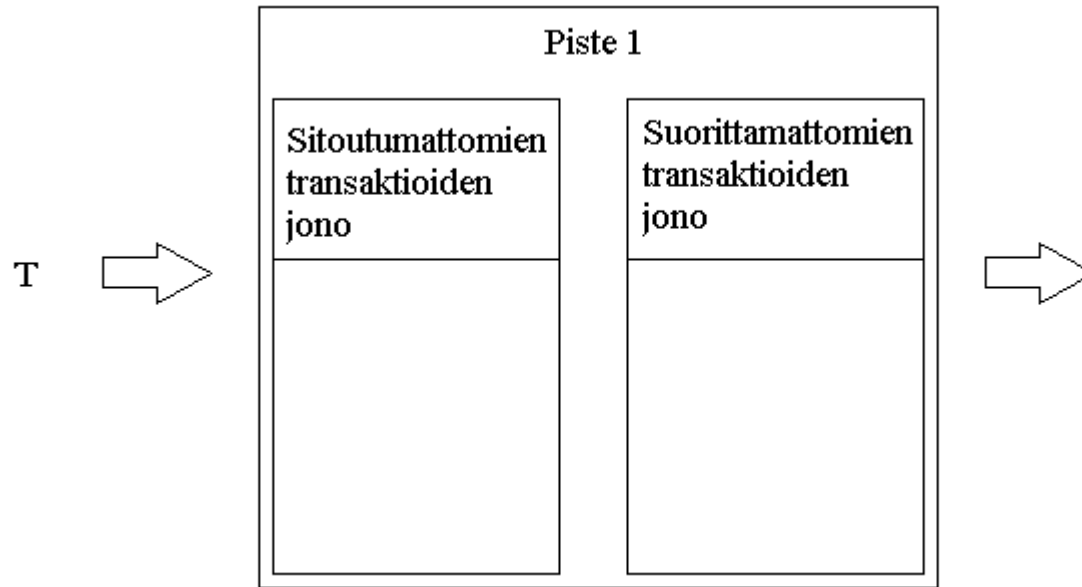
- Hajautettujen transaktioiden sitouttaminen käyttäen kaksivaiheista sitoutumiskäytäntöä
 - Äänestysvaihe ja päätösvaihe
 - Koordinaattori lisää sitoutumiseen valmistautumisviestin viimeiseen alitransaktion palaseen
- Muiden transaktioiden spekuloiiva suoritus pisteellä valmiustilassa olevan hajautetun transaktion alitransaktion odottaessa lopullista sitoutumispäätöstä koordinaattorilta
 - Spekuloidusti suoritettujen transaktioiden oletetaan konfliktioivan
 - Joka pisteellä spekulointia varten kaksi jonoa:
 - Suorittamattomien transaktioiden jono
 - Pisteelle saapuneet vielä suorittamattomat transaktiot
 - Pisteelle saapunut transaktio lisätään jonoon, jos pisteellä on aktiivisena hajautetun transaktion alitransaktio, joka ei odota vielä sitoutumispäätöstä
 - Sitoutumattomien transaktioiden jono
 - Suoritetut transaktiot, jotka odottavat lupaa saada sitoutua
 - Ensimmäinen jonossa oleva transaktio on aina spekuloidusti suoritettu transaktio
 - Loput jonossa olevat transaktiot ovat spekuloidusti suoritettuja transaktioita

Esimerkkejä

- $A.n/m$ – Hajautetun transaktion $m:n$ palan alitransaktion A $n:s$ pala
 - $A.1/1$ – Yksinkertaisen hajautetun transaktion alitransaktion A (ainoa) palanen
 - $A.2/5$ – Yleisen hajautetun transaktion alitransaktion A 2. palanen, jota seuraa vielä 3 palasta.
- B – Yhden pisteen tietoja käsittelevä transaktio B

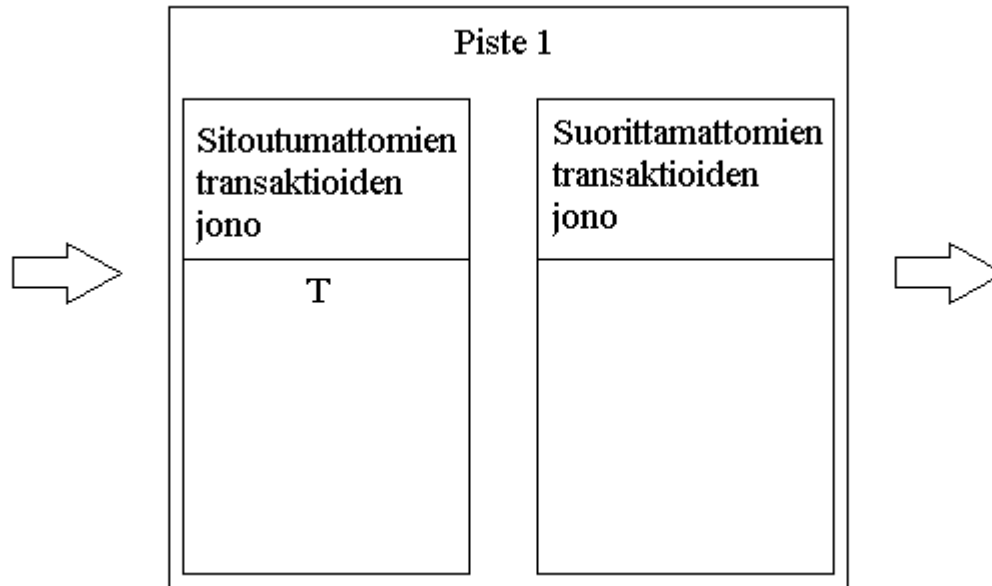
Esimerkki: Transaktion suoritus pisteellä

- Yhden pisteen tietoja käsittelevä transaktio T
- Pisteellä ei kesken transaktioita



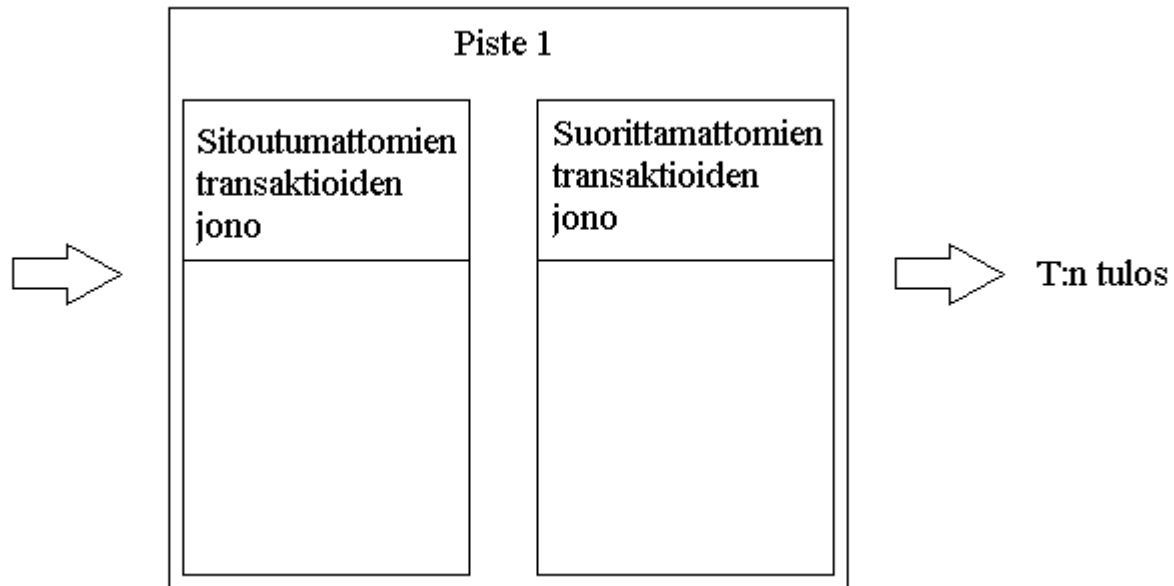
Esimerkki: Transaktion suoritus pisteellä

- Yhden pisteen tietoja käsittelevä transaktio T
- Pisteellä ei kesken transaktioita
- Transaktio T suoritetaan



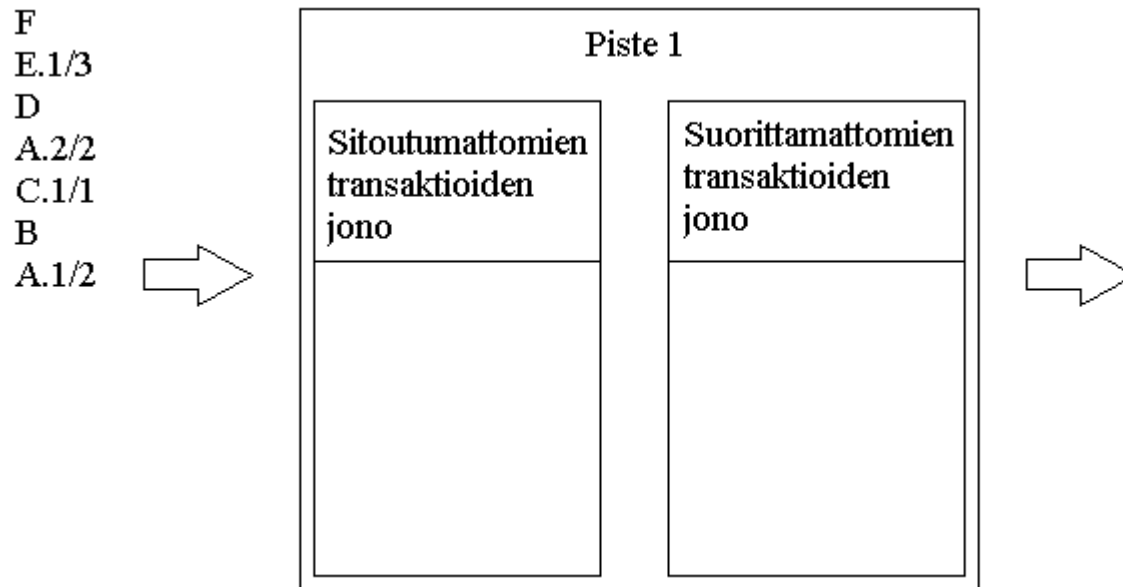
Esimerkki: Transaktion suoritus pisteellä

- Yhden pisteen tietoja käsittelevä transaktio T
- Pisteellä ei kesken transaktioita
- Transaktio T suoritetaan
- Ja tulos palautetaan lähettäjälle



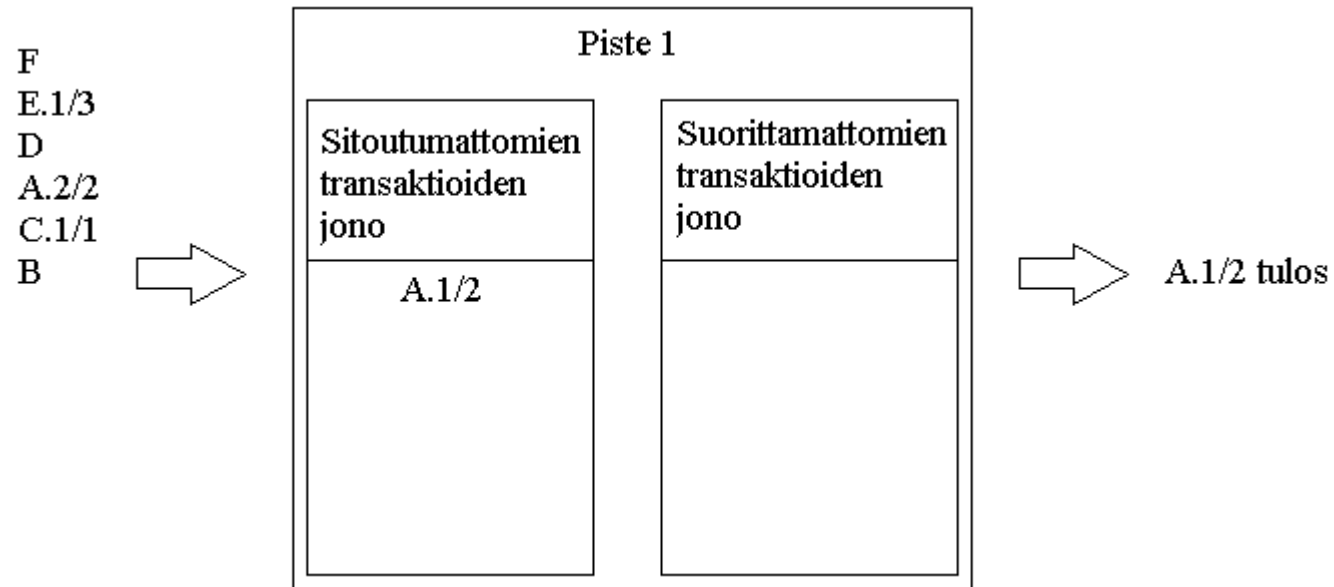
Esimerkki: Transaktioiden spekuloiiva suoritus

- Yleiset hajautetut transaktiot *A* ja *E*
- Yksinkertainen hajautettu transatio *C*
- Yhden pisteen tietoja käsittelevät transaktio *B*, *D* ja *F*



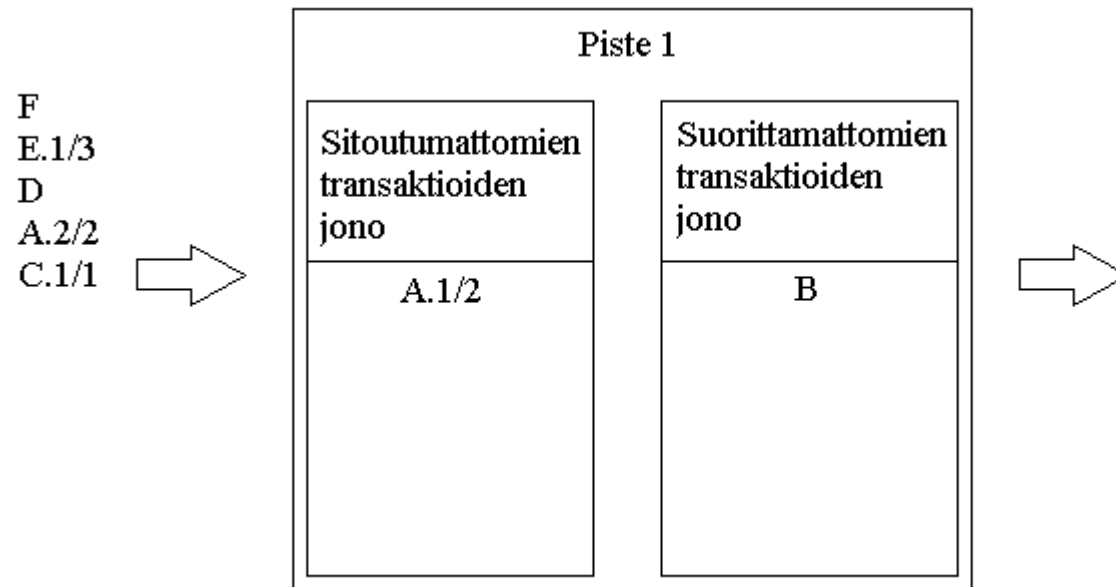
Esimerkki: Transaktioiden spekuloiva suoritus

- Transaktio *A.1/2* suoritetaan ja sen tulos palautetaan takaisin koordinaattorille
- Transaktio *A.1/2* on aktiivisena pisteellä



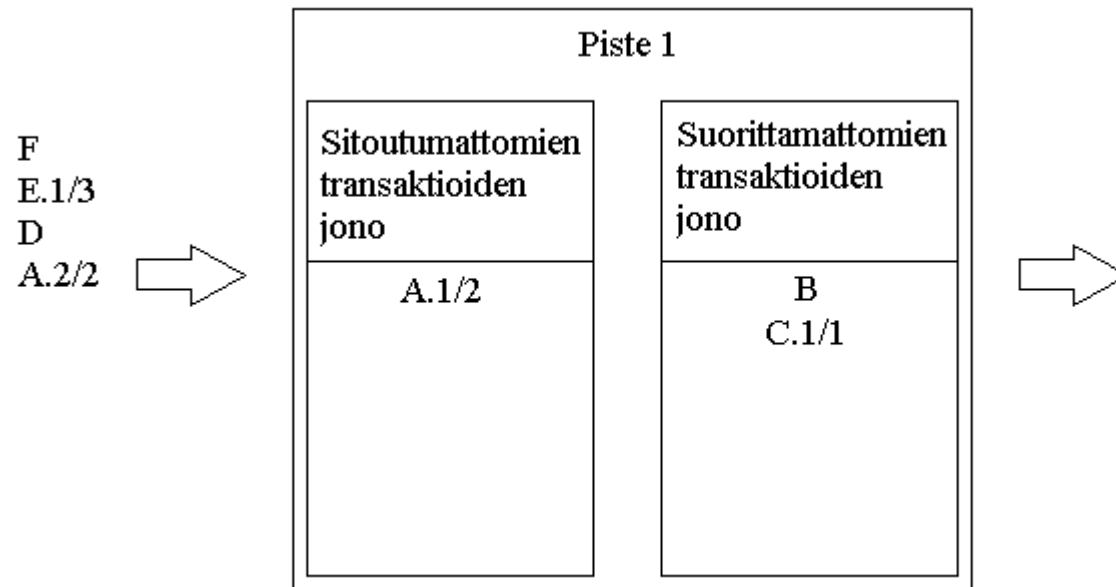
Esimerkki: Transaktioiden spekuloiiva suoritus

- Transaktio *A.1/2* on aktiivisena pisteellä
- Transaktiota *B* ei voida vielä suorittaa spekuloiden *A.1/2*:n aktiivisuudesta johtuen



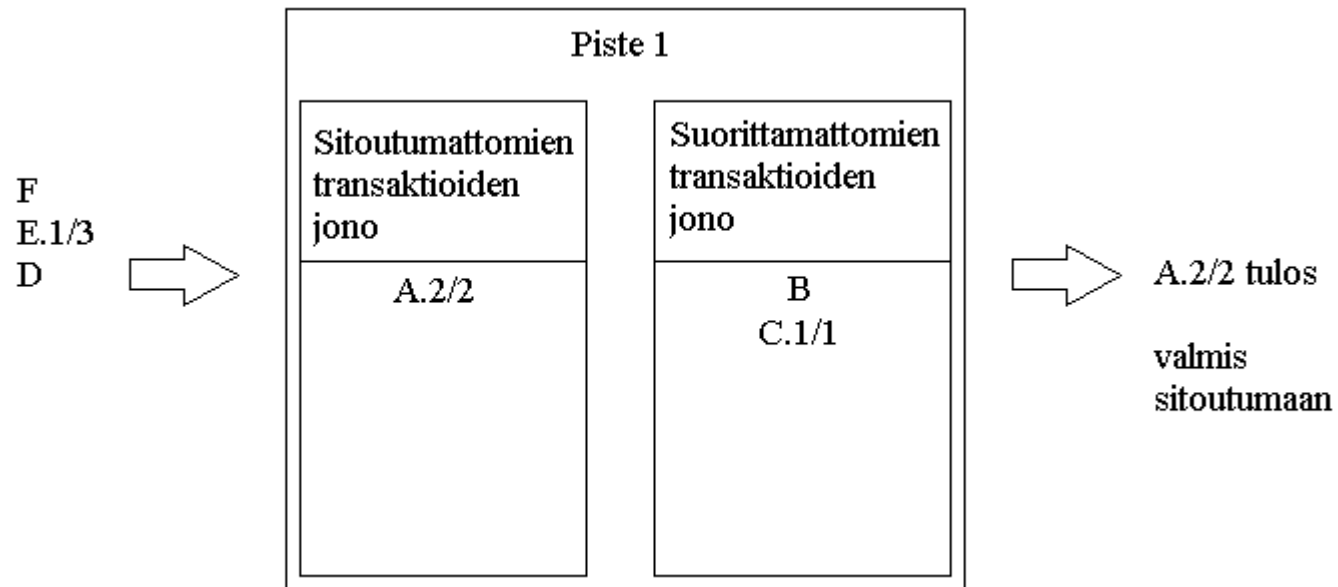
Esimerkki: Transaktioiden spekuloiiva suoritus

- Transaktio *A.1/2* on aktiivisena pisteellä
- Transaktiota *C.1/1* ei voida vielä suorittaa spekuloiden *A.1/2*:n aktiivisuudesta johtuen



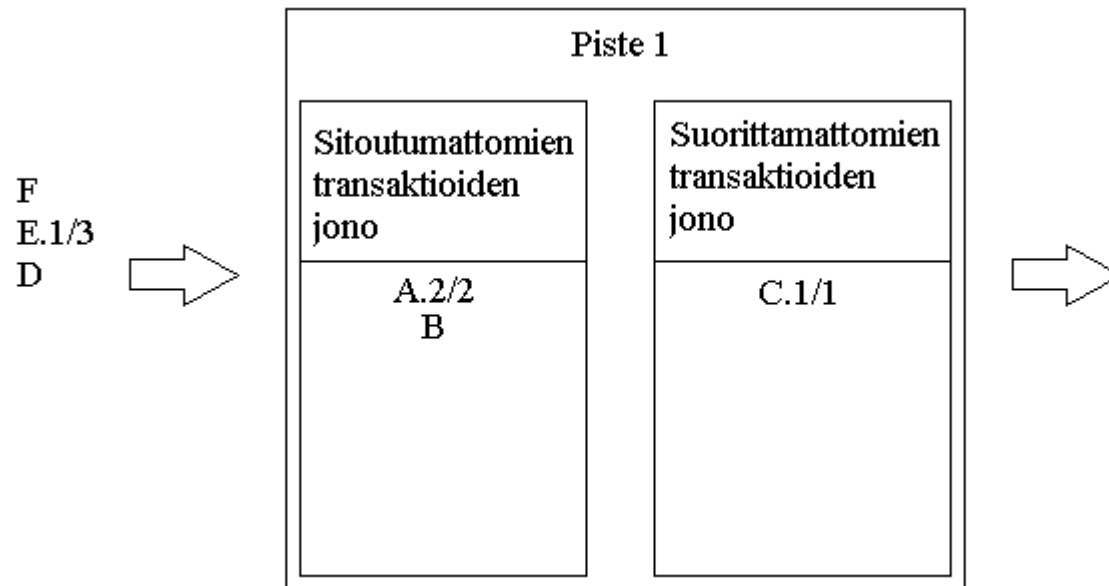
Esimerkki: Transaktioiden spekuloiva suoritus

- Transaktio *A.2/2* suoritetaan ja sen tulos sekä äänestysviesti lähetetään takaisin koordinaattorille
- Transaktio *A.2/2* on paikallisesti valmis pisteellä
- Suorittamattomien transaktioiden jonossa olevien transaktioiden spekuloiva suoritus voi alkaa



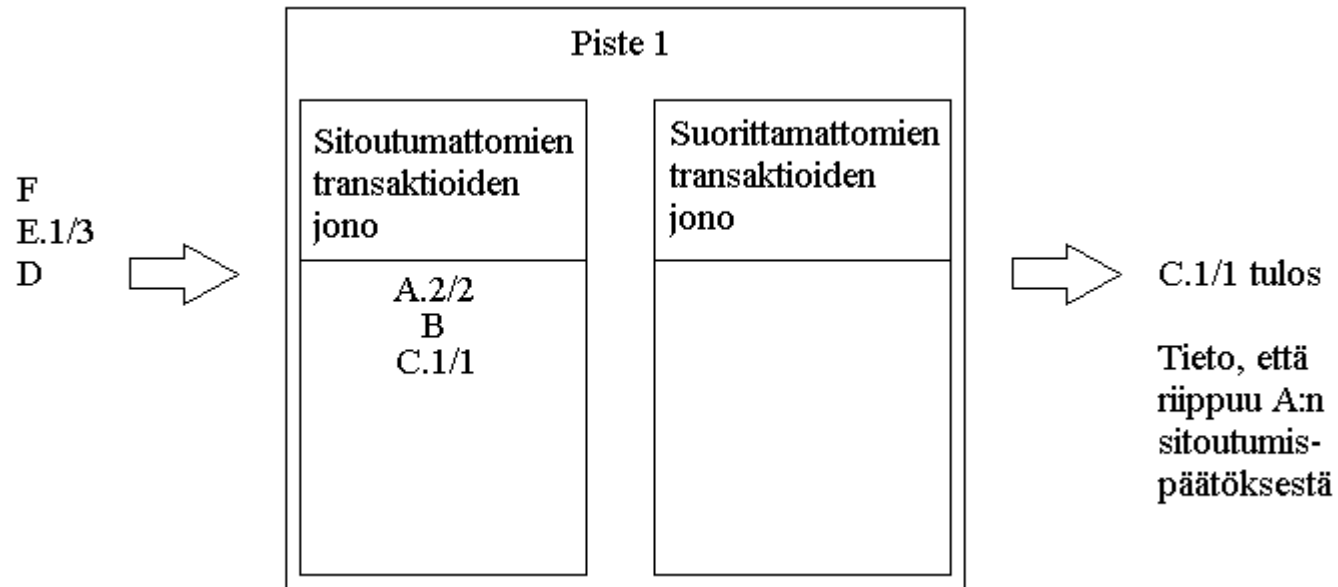
Esimerkki: Transaktioiden spekuloiiva suoritus

- Transaktio **A.2/2** on paikallisesti valmis pisteellä
- Transaktio **B** suoritetaan spekuloiden ja sen tulos puskuroidaan pisteelle
 - Tuloksen palautus meni suoraan lähettäjälle



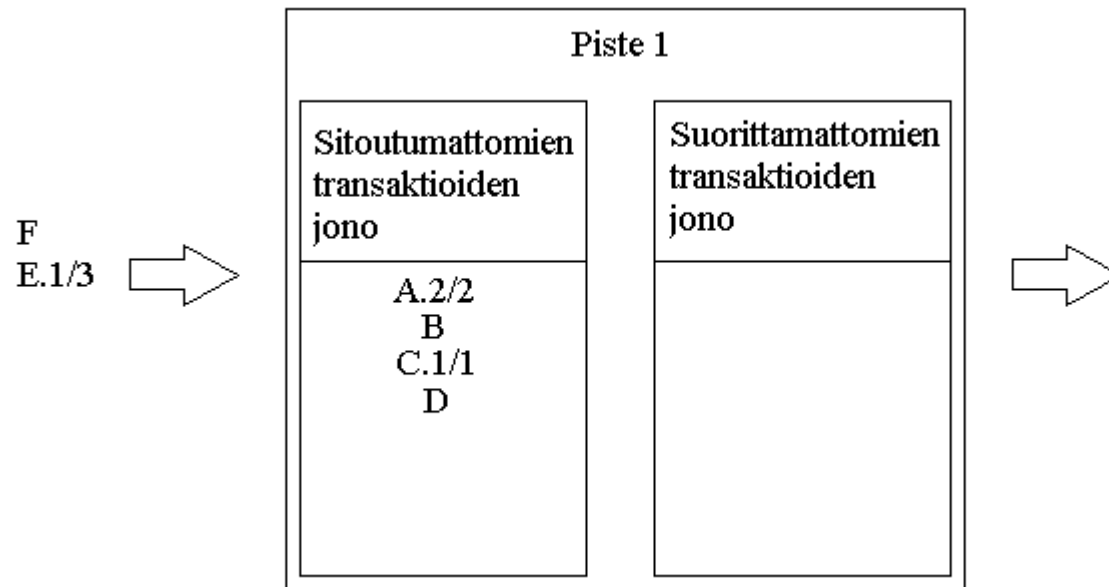
Esimerkki: Transaktioiden spekuloiiva suoritus

- Transaktio *A.2/2* on paikallisesti valmis pisteellä
- Transaktio *C.1/1* suoritetaan spekuloiden ja sen tulos palautetaan takaisin koordinaattorille tiedolla, että tulos riippuu transaktion *A.2/2* sitoutumispäätöksestä



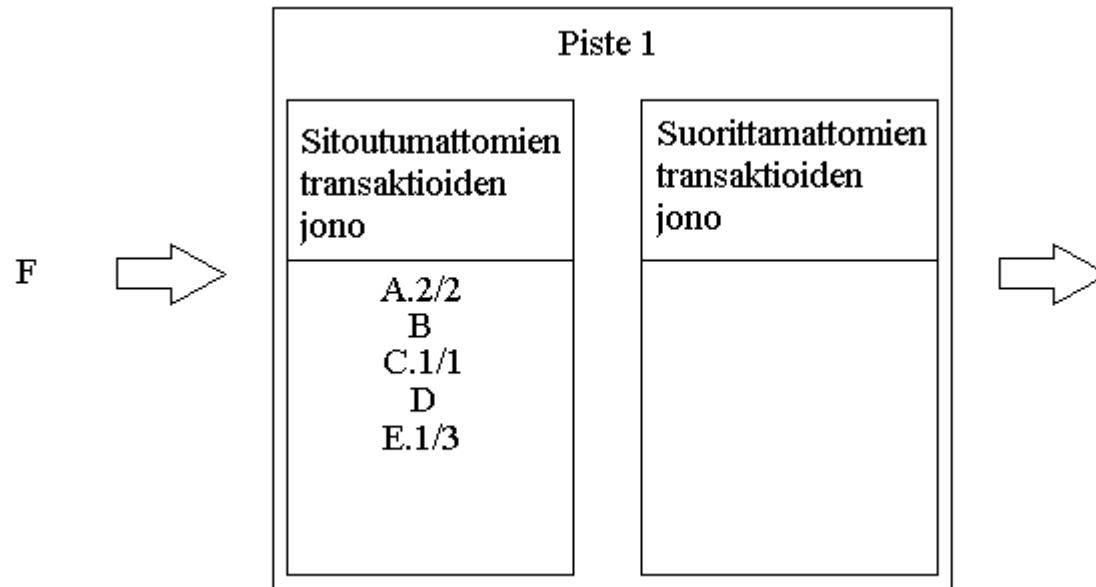
Esimerkki: Transaktioiden spekuloiiva suoritus

- Transaktio **A.2/2** on paikallisesti valmis pisteellä
- Transaktio **D** suoritetaan spekuloiden ja sen tulos puskuroidaan pisteelle
 - Tuloksen palautus meni suoraan lähettäjälle



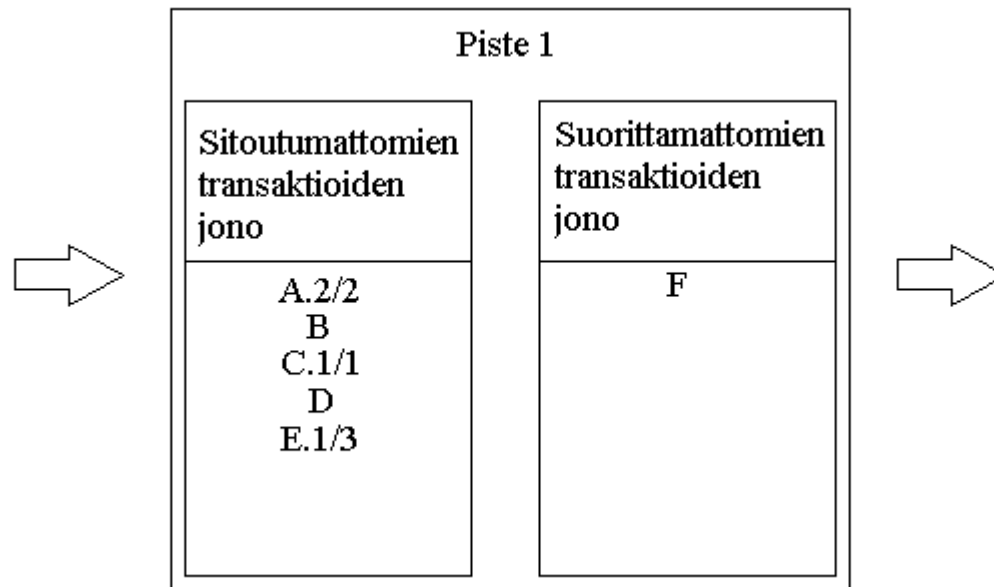
Esimerkki: Transaktioiden spekuloiiva suoritus

- Transaktio *A.2/2* on paikallisesti valmis pisteellä
- Transaktio *E.1/3* suoritetaan spekuloiden ja sen tulos puskuroidaan pisteelle
 - Transaktio *E.1/3* tulosta saatetaan käyttää toisella pisteellä suoritettavassa alitransaktiossa joka suoritetaan spekuloidemattomasti
- Transaktio *E.1/3* on aktiivisena pisteellä



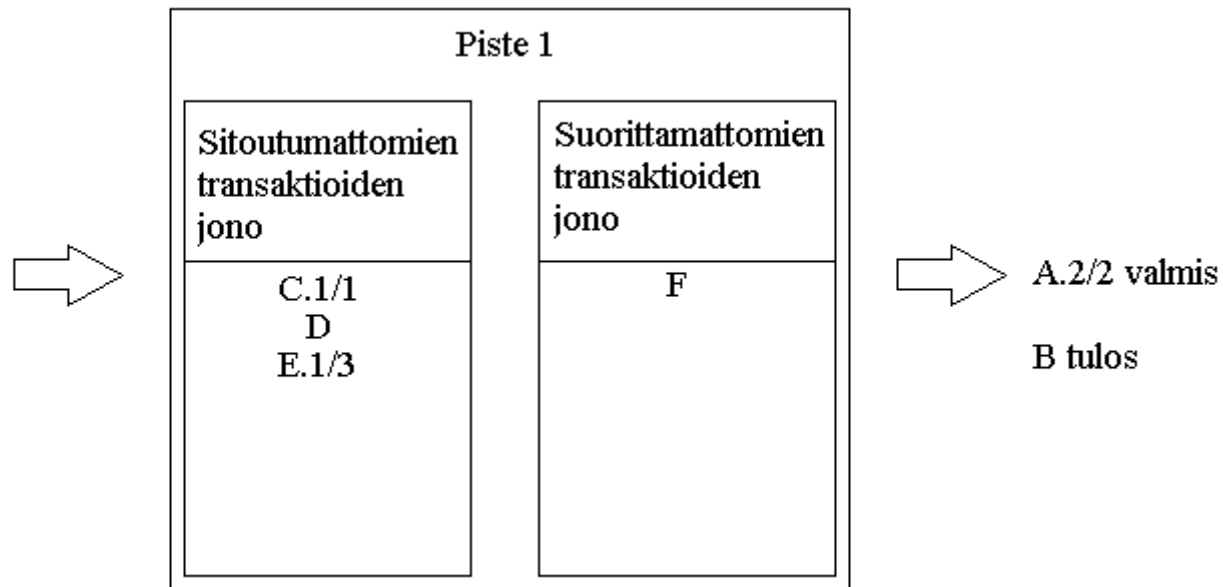
Esimerkki: Transaktioiden spekuloiiva suoritus

- Transaktio *A.2/2* on paikallisesti valmis pisteellä
- Transaktio *E.1/3* on aktiivisena pisteellä
- Transaktiota *F* ei voida suorittaa spekuloiden, sillä pisteellä on aktiivisena transaktio *E.1/3*



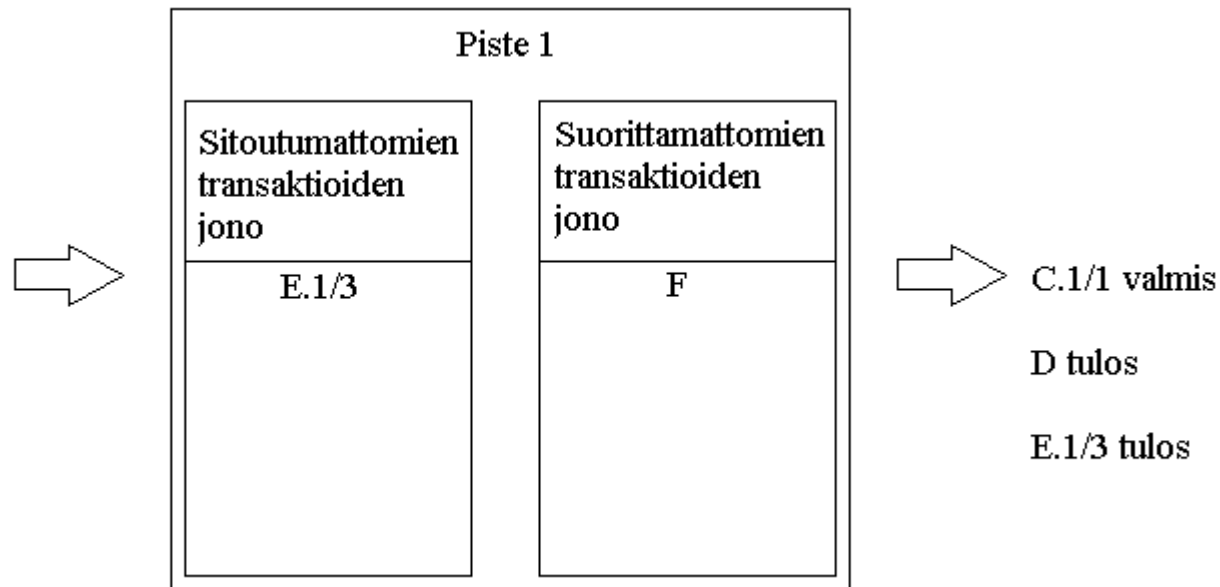
Esimerkki: Transaktioiden spekuloiva suoritus

- Transaktio *A.2/2* on paikallisesti valmis pisteellä
- Transaktio *E.1/3* on aktiivisena pisteellä
- Transaktio *A.2/2* saa päätöksen **sitouttaa** transaktion
- Sitouttamattomien transaktioiden jonosta sitoutetaan kaikki transaktiot ensimmäiseen toiseen hajautettuun transaktioon asti



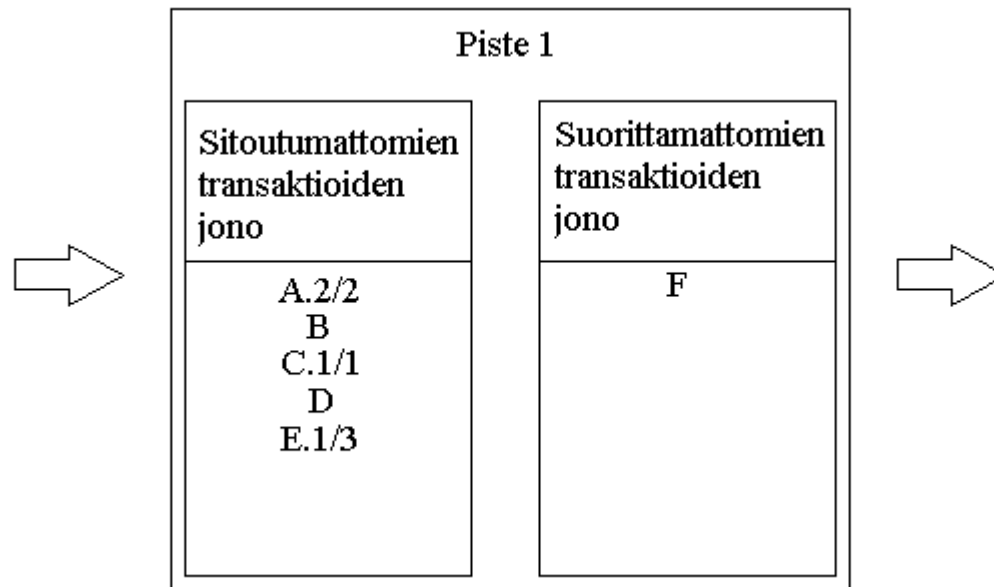
Esimerkki: Transaktioiden spekuloiva suoritus

- Transaktio *E.1/3* on aktiivisena pisteellä
- Transaktio *C.1/1* saa päätöksen **sitouttaa** transaktion
- Sitouttamattomien transaktioiden jonosta sitoutetaan kaikki transaktiot ensimmäiseen toiseen hajautettuun transaktioon asti
- Transaktion *E.1/3* tulos voidaan lähettää koordinaattorille
- Piste jää odottamaan seuraavia transaktioita



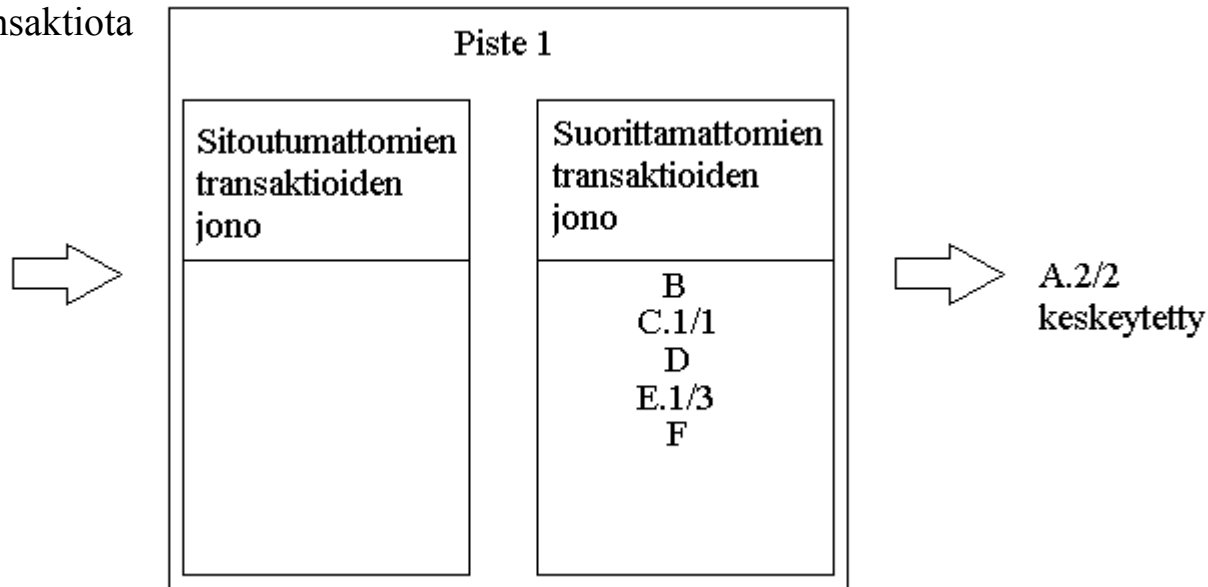
Esimerkki: Transaktioiden spekuloiva suoritus

- Transaktio *A.2/2* on paikallisesti valmis pisteellä
- Transaktio *E.1/3* on aktiivisena pisteellä
- Transaktio *A.2/2* saa päätöksen **keskeyttää** transaktion
 - Koordinaattori poistaa puskuristaan *C.1/1* transaktion tuloksen



Esimerkki: Transaktioiden spekuloiva suoritus

- Transaktio *A.2/2* on paikallisesti valmis pisteellä
- Transaktio *E.1/3* on aktiivisena pisteellä
- Transaktio *A.2/2* saa päätöksen **keskeyttää** transaktion
- Kaikki transaktiot perutaan käänteisessä suoritusjärjestyksessä sitoutumattomien transaktioiden jonosta kunnes vastaan tulee keskeytyspäätökseen saanut transaktion *A.2/2* ja perutut transaktiot lisätään takaisin suorittamattomien transaktioiden jonon kärkeen
- Viimeisenä perutaan transaktion *A* kaikki pisteellä suoritettut palaset ja jatketaan transaktioiden suorittamista normaalisti suorittamattomien transaktioiden jonosta tai jos jono on tyhjä, jäädytään odottamaan seuraavaa pisteelle saapuvaa transaktiota



Hajautetun tietokannan spekuloiiva samanaikaisuuden hallinta

- Menetelmä soveltuu parhaiten ympäristöihin, joissa
 - Esiintyy runsaasti vain yhden pisteen tietoja käsitteleviä transaktioita
 - Esiintyy vain joitakin yksinkertaisia hajautettuja transaktioita ja yleisiä hajautettuja transaktioita
 - Transaktiot keskeytyvät harvoin
- Keskitetty koordinaattori pullonkaula
- Yleiset hajautetut transaktiot heikentävät menetelmän suorituskykyä

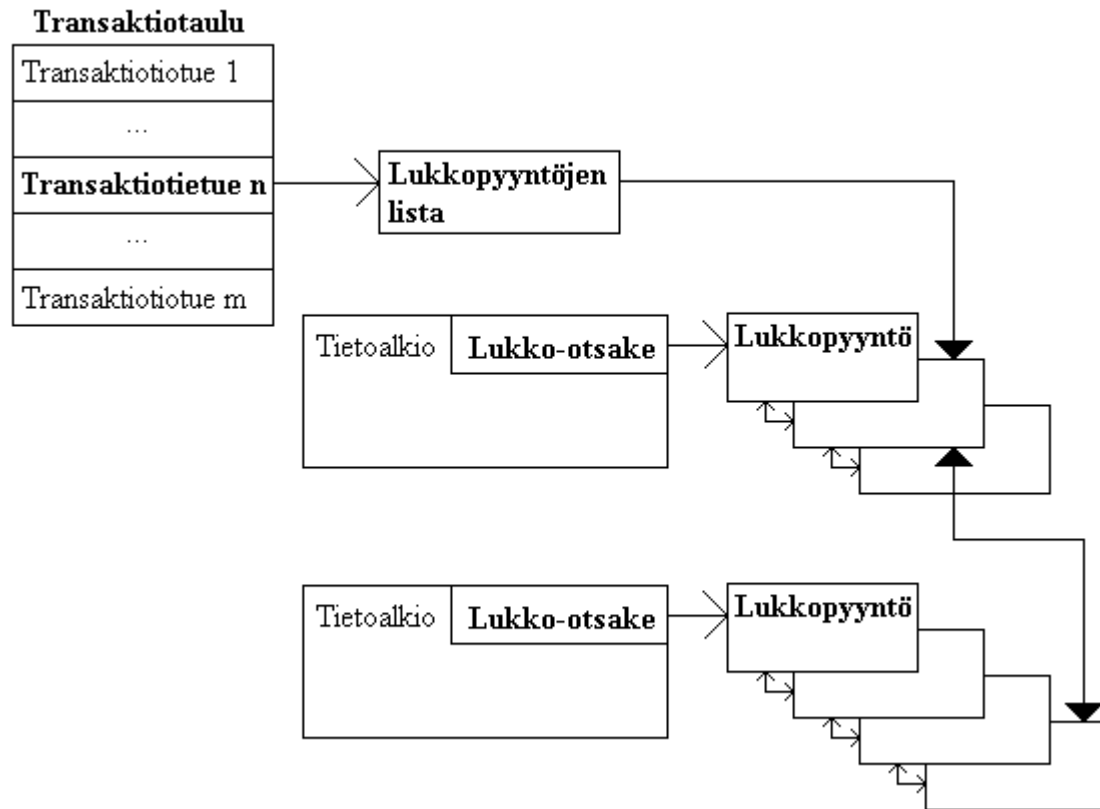
Kaksivaiheiseen lukituskäytäntöön perustuva samanaikaisuuden hallinta

- Perustuu ankaraan kaksivaiheiseen lukituskäytäntöön
 - Luku- ja kirjoituslukot
 - Lukkiutummat
 - Haamumonikot
 - Avainvälilukitus
- Tavoitteena operointikustannuksien vähentäminen
 - Kasvattamalla tietoaikion rakeisuuden kokoa
 - Keskusmuistialkio, joka sisältää useita monikoita fyysisen sivun käsitteen tavoin
 - Ylläpitämällä lukitustietoja lukittavassa tietoaikiossa
 - Lukko-otsake
 - Aktiivisen lukon tyyppi (luku- tai kirjoituslukko)
 - Tietoaikion lukkojen linkitetyn listan juuri
 - Tieto siitä, odottaako jokin transaktio lukon myöntämistä tähän tietoaikioon

Kaksivaiheiseen lukituskäytäntöön perustuva samanaikaisuuden hallinta

- Lukkopyyntö
 - Yhden lukon tiedot
 - Lukon tyyppi (luku. kirjoitus)
 - Tilatieto (myönnetty, odottava, korottava)
 - Lukon omistava transaktio (transaktiotunniste)
 - Linkitetty lista tietoalkion muista lukoista
 - Linkitetty lista transaktion muista lukoista
- Transaktiotietue
 - Transaktion lukkojen linkitetyn listan juuri
 - Transaktioiden, joiden lukkojen vapautumista tämä transaktio odottaa, listan juuri
 - Listan ylläpito, kun transaktio joutuu odottamaan lukon myöntämistä tai saatuan lukon haltuunsa
 - Odotusverkon muodostaminen lukkiutumien havaitsemiseen

Kaksivaiheiseen lukituskäytäntöön perustuva samanaikaisuuden hallinta



Yhteenveto

- Operointikustannuksien merkityksen kasvu
 - Perinteiset samanaikaisuuden hallinnat eivät välttämättä sovellu sellaisenaan keskusmuistitietokannoille
- Keskusmuistitietokantojen samanaikaisuuden hallintaan on kehitetty uusia menetelmiä
 - Hajautetun tietokannan spekuloiiva samanaikaisuuden hallinta
 - Kaksivaiheiseen lukituskäytäntöön perustuva samanaikaisuuden hallinta
 - +muut