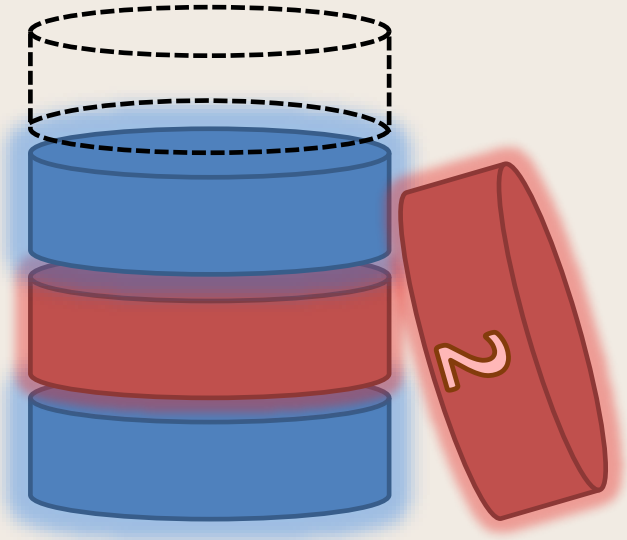
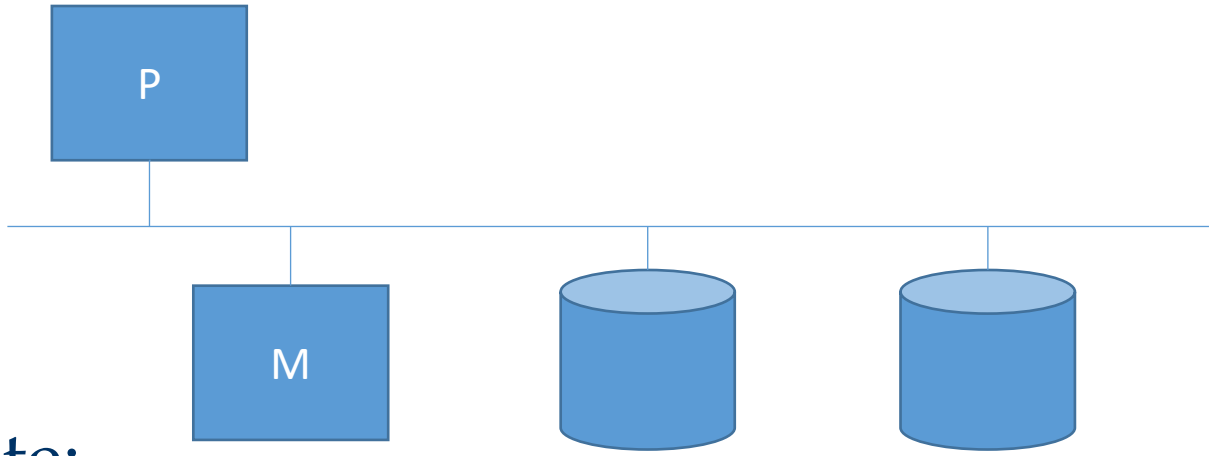
Baze de Date Distribuite



Introducere

- Sisteme de BD centralizate:
  - centralizarea blocărilor
  - dacă procesorul eşuează,

    întreg sistemul eşuează...



- Sisteme distribuite:
  - Procesoare (+ memorii) multiple
  - “Componente” autonome şi eterogene

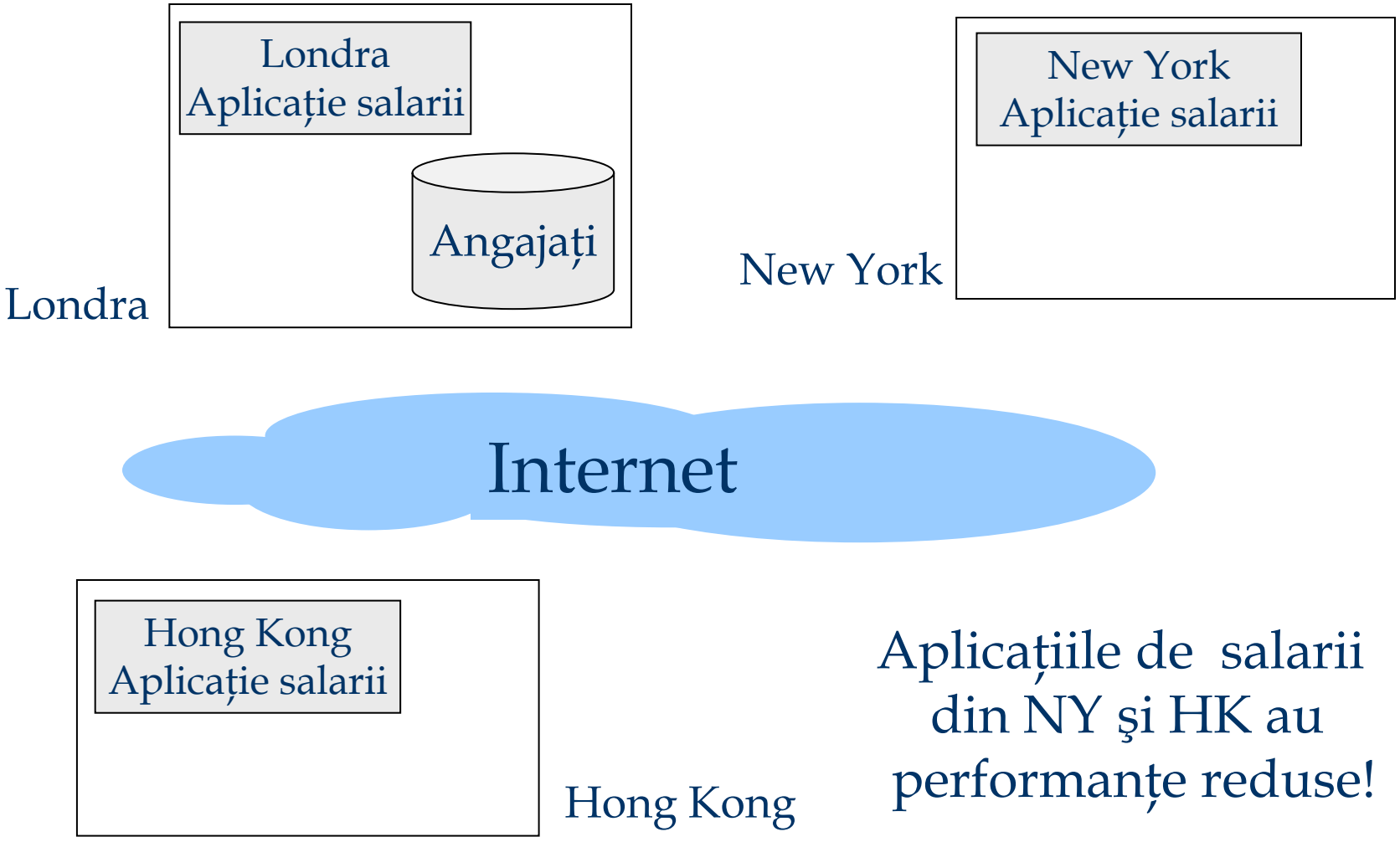
Baze de date distribuite

- Independența Datelor Distribuite
- Atomicitatea Tranzacțiilor Distribuite

De ce este nevoie de baze de date distribuite?

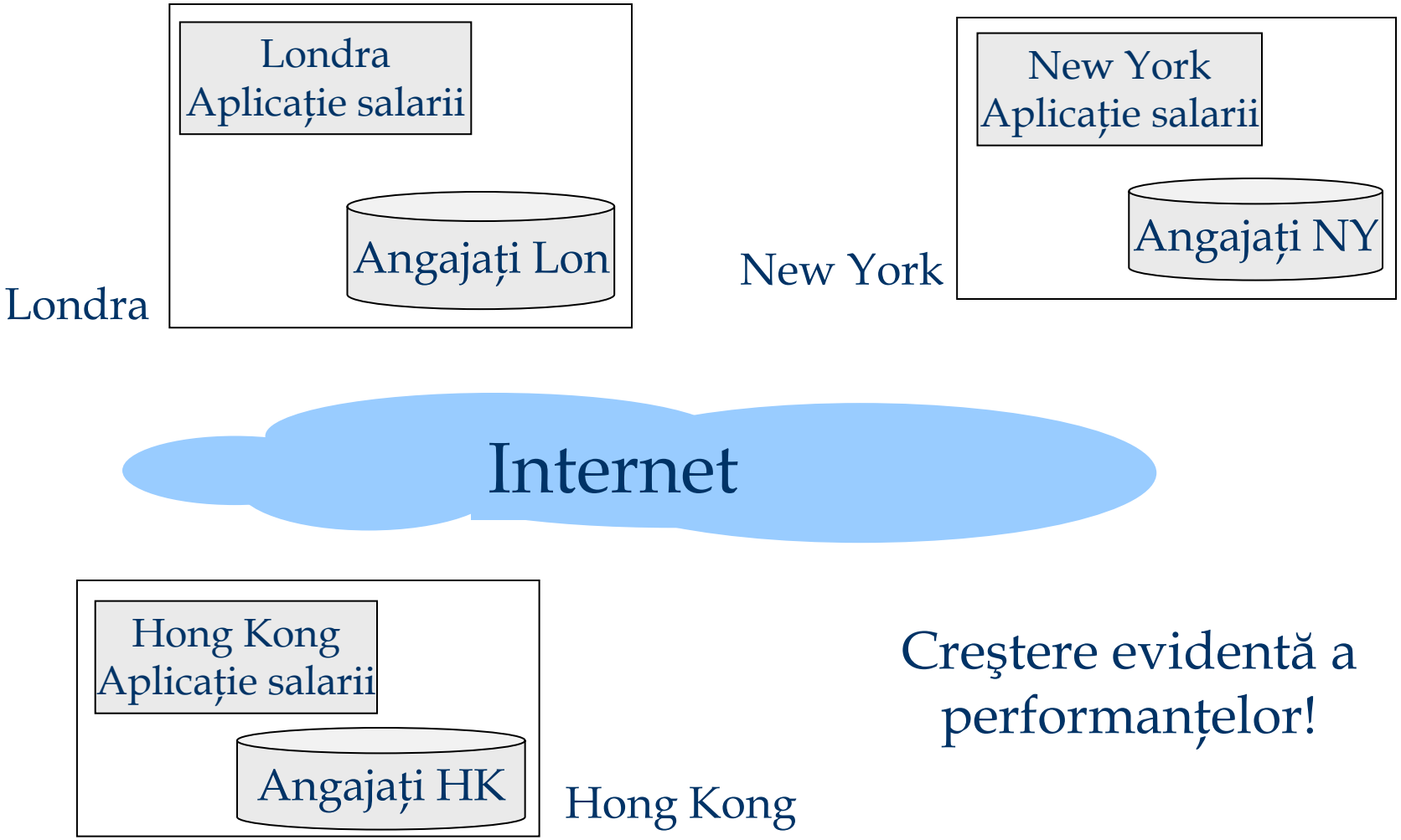
- Exemplu: Big Corp are birouri în *Londra*, *New York* şi *Hong Kong*.
- În general, datele unui angajat sunt gestionate de la biroul unde acest angajat lucrează
  - De ex. date legate de salarii, beneficii etc
- Periodic, Big Corp are nevoie de rapoarte ce conțin informații despre toți angajații săi
  - Ex. Calculul bonusului anual ce depinde de profitul global net.
- Unde ar trebui sa fie salvată baza de date de angajați?

De ce este nevoie de baze de date distribuite?



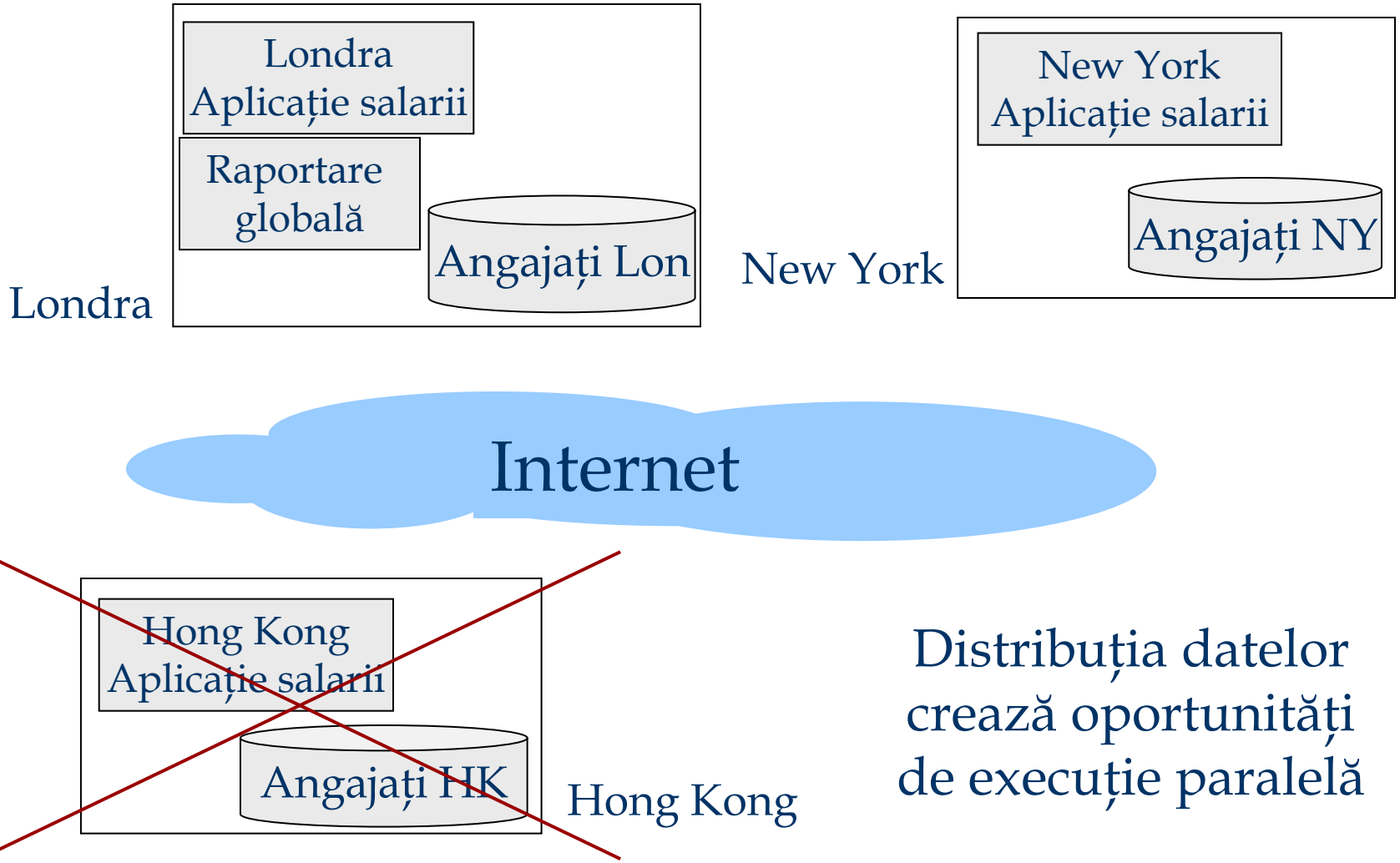
Aplicațiile de salarii din NY şi HK au performanțe reduse!

De ce este nevoie de baze de date distribuite?



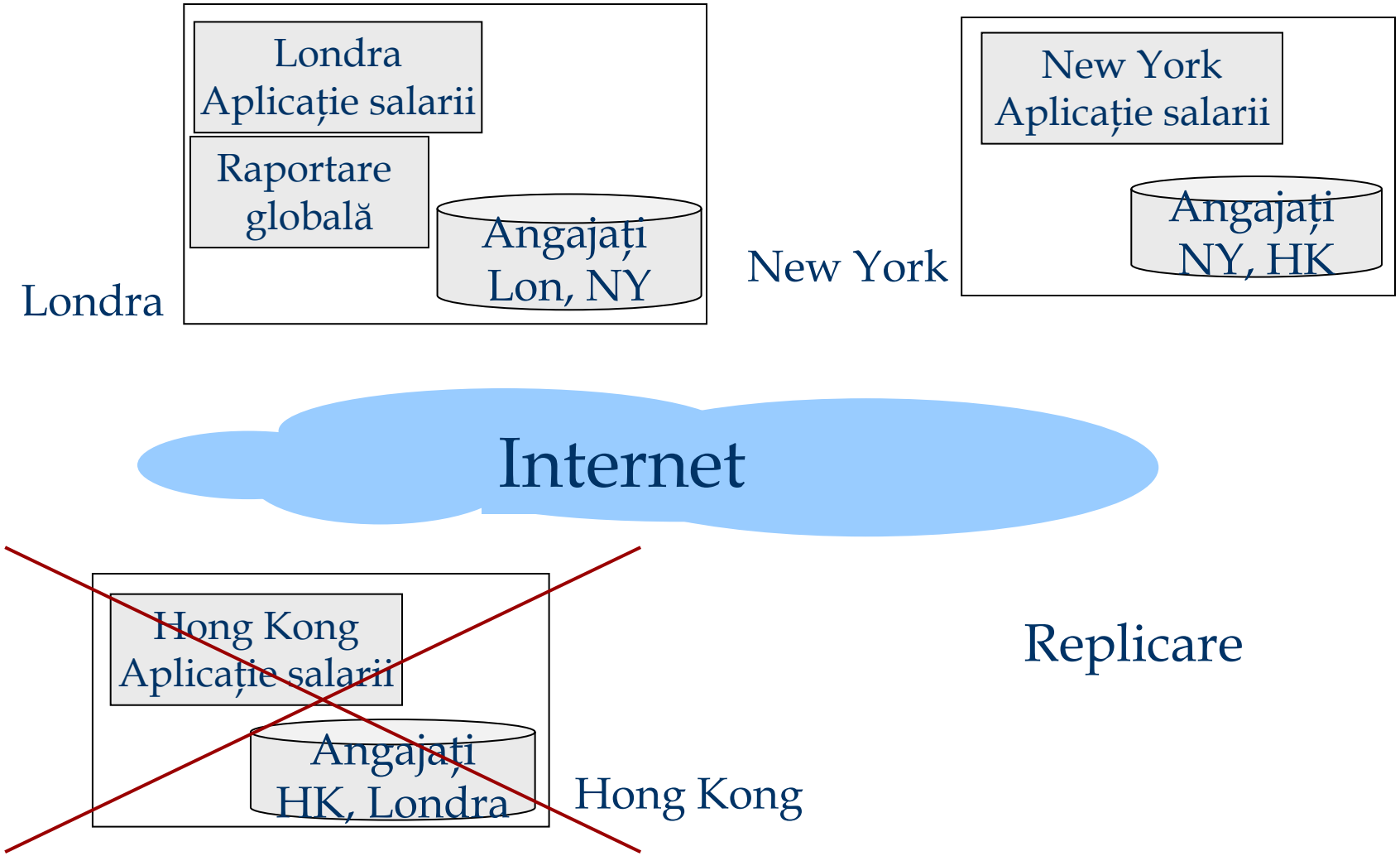
Creştere evidentă a performanțelor!

De ce este nevoie de baze de date distribuite?



Distribuția datelor crează oportunități de execuție paralelă

De ce este nevoie de baze de date distribuite?



BDD – Avantaje

- autonomia locală
- performanță în accesarea datelor
- disponibilitate
- modularitate

Provocări ale bazelor de date distribuite

Proiectarea bazelor de date distribuite

- fragmentarea & alocarea

Procesarea interogărilor distribuite

- Costuri de comunicare
- Oportunitatea procesării paralele

Controlul concurenței

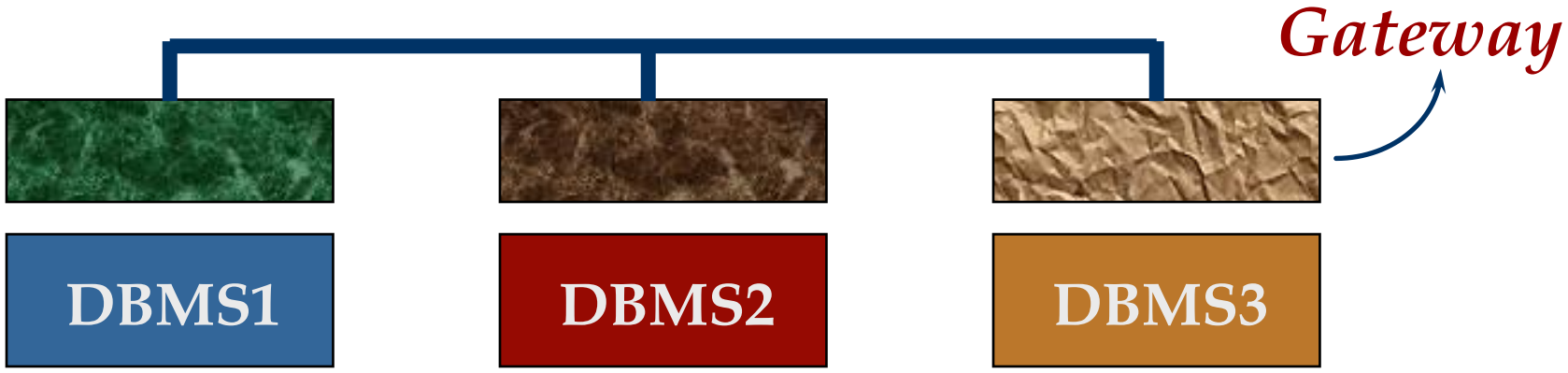
- Serializabilitate
- Gestiunea *deadlock*-urilor
- Propagarea modificărilor

Păstrarea consistenței bazelor de date

- Multiple modalități de eşec
- Sincronizarea datelor

Tipuri de baze de date distribuite

- SGBD singular
- SGBD multiplu
  - Omogene
  - Eterogene

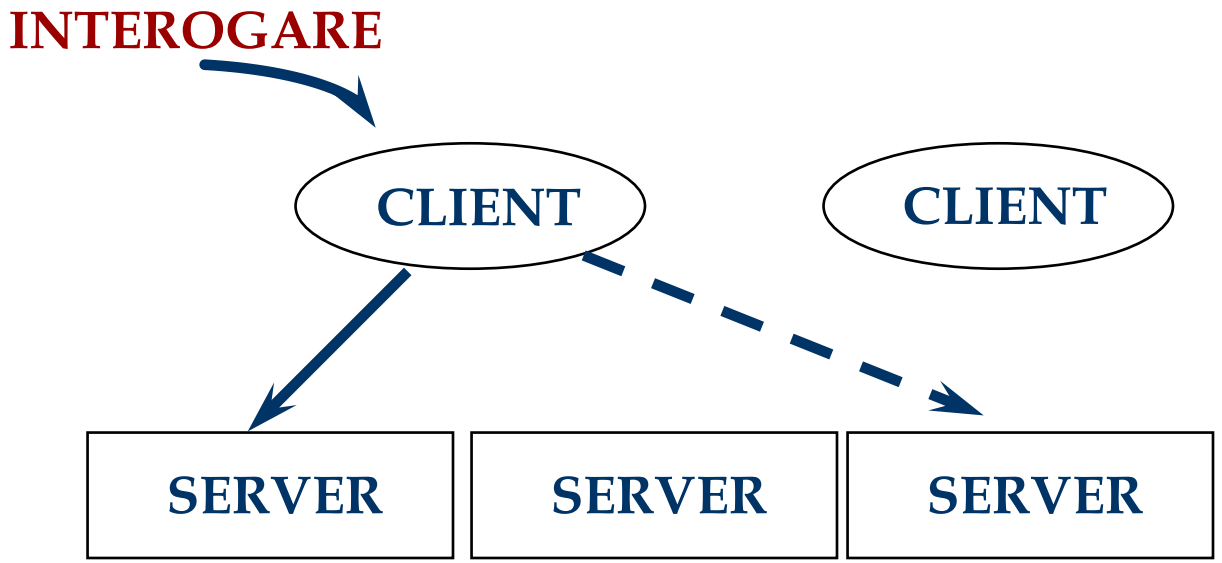


Arhitecturi de SGBD distribuite

- *Client-Server*

  Clientul transmite interogările către un singur *site*. Toate interogările sunt procesate pe *server*.

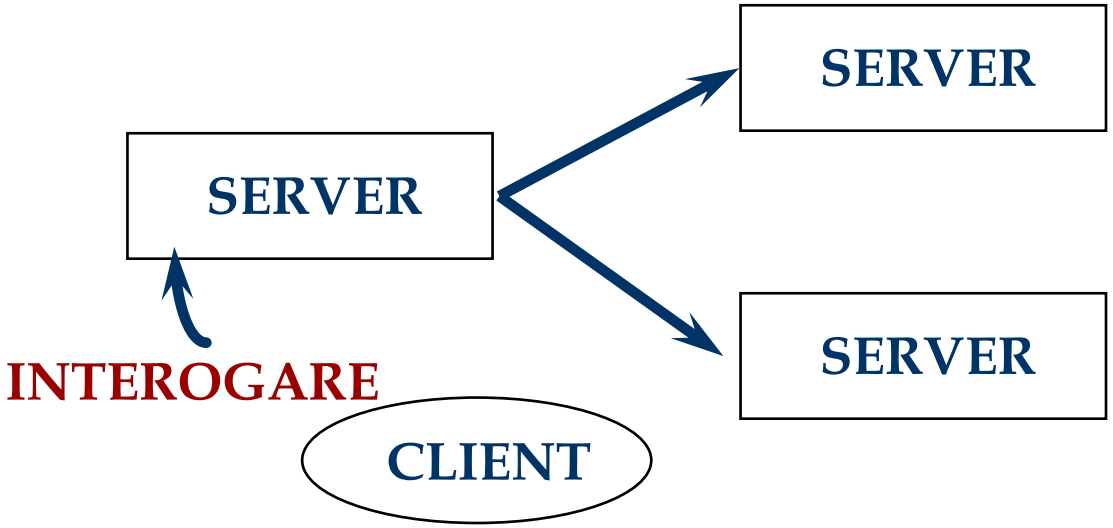
  - Clienți *thin* şi *fat*.
  - Comunicarea orientată pe mulțimi de date



Arhitecturi de SGBD distribuite

- Server colaborativ

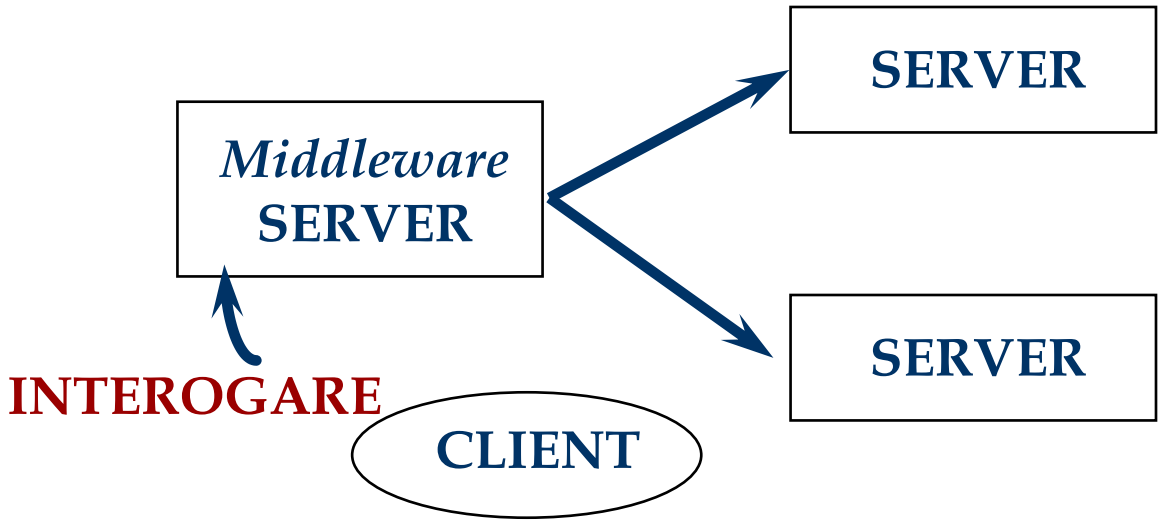
  Interogările “acoperă”
  mai multe *site*-uri



Arhitecturi de SGBD distribuite

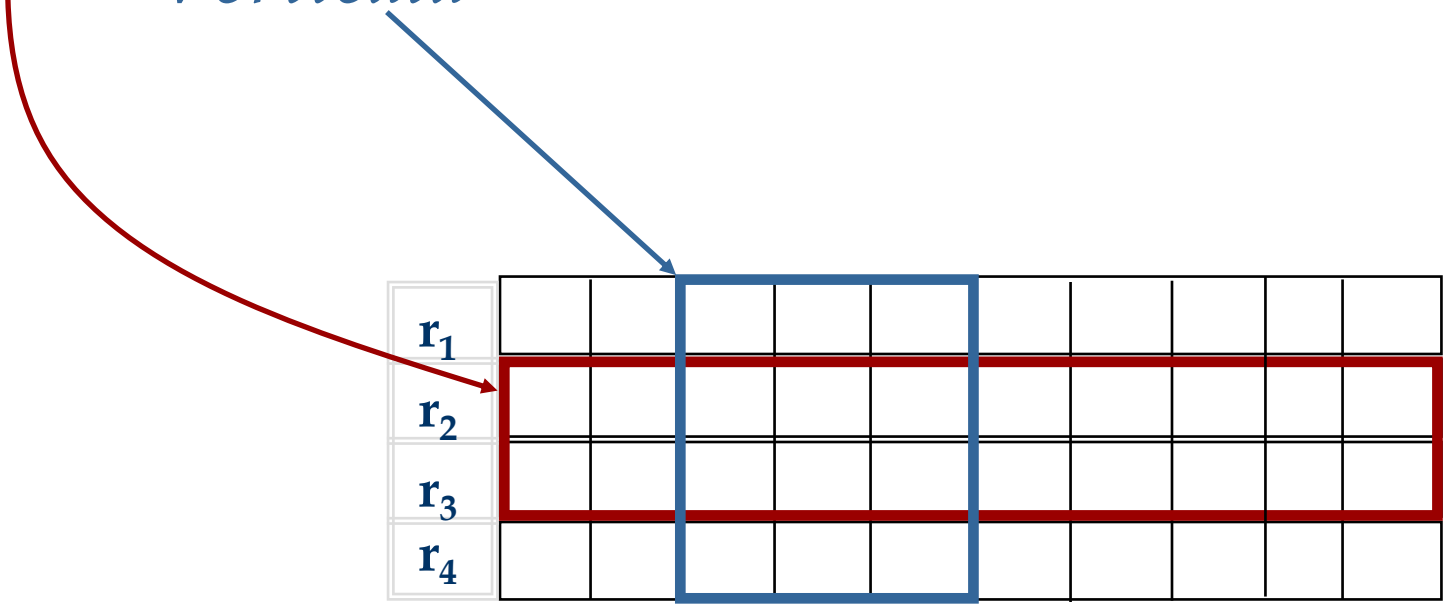
- *Middleware System*

Un server gestionează interogările şi tranzacțiile executate pe servere multiple



Stocarea datelor - Fragmentare

- *Orizontală*
  - **Primară**
  - **Derivată**
- *Verticală*



Stocarea datelor - Fragmentare

- Proprietățile ale fragmentării

$$R \Rightarrow \mathbf{F} = \{F_1, F_2, \ldots, F_n\}$$

Completitudine

$\forall x \in R, \exists F_i \in \mathbf{F}$ astfel încât $x \in F_i$

Disjunctivitate

$\forall x \in F_i, \neg\exists F_j$ astfel încât $x \in F_j, i \neq j$

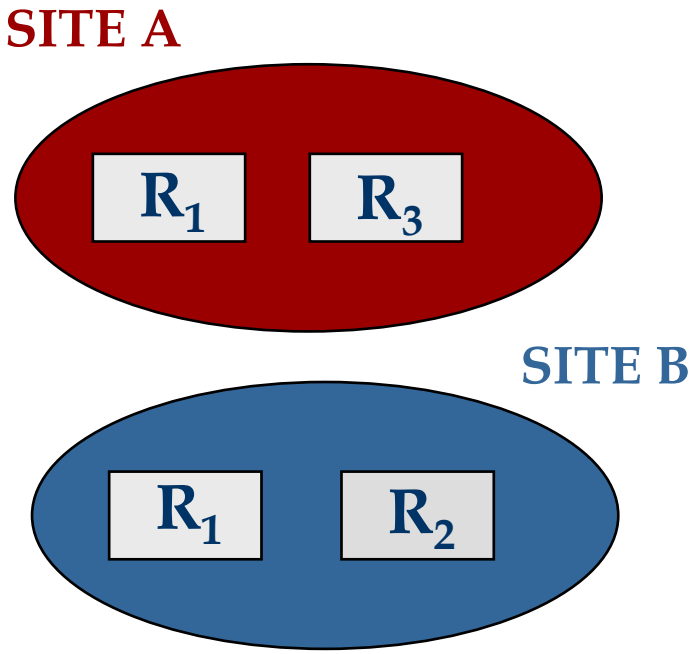
Reconstrucție

Există o funcție g astfel încât

$$R = g(F_1, F_2, \ldots, F_n)$$

Stocarea datelor - Replicare

R e fragmentat în R_1, R_2, R_3
R_1 e replicat pe ambele site-uri



- Avantaje:
  - Creşte disponibilitatea datelor.
  - Evaluarea rapidă a interogărilor

- Probleme:
  - Propagarea modificărilor
    - Sincron vs. Asincron

Catalog distribuit

- Catalog: Descrie toate obiectele (fragmente, replici) aflate pe un *site* + ține evidența tuturor replicilor tabelelor create pe acel *site*
  - Pentru găsirea unei tabele se va consulta catalogul *site*-ului unde această tabelă a fost creată

- Replica fiecărui fragment are un nume global unic:
  - <nume-local, site-origine, id_replica>

Catalog distribuit

Catalog global centralizat

- conține informația corespunzătoare tuturor relațiilor, fragmentelor, cópiilor și este memorat pe un singur site
- un asemenea catalog ar aglomera serverul respectiv și este vulnerabil la o cădere a serverului pe care se găsește

Catalog distribuit

Catalog global replicat la fiecare site

- fiecare copie a catalogului conține informația corespunzătoare întregii baze de date distribuite
- nu este vulnerabil la căderea serverului (deoarece informația necesară se poate prelua de la o altă locație)
- orice actualizare a catalogului la o locație trebuie propagată pe toate celelalte locații (se compromite autonomia locală)

Catalog distribuit

Catalog local distribuit

- fiecare site menține un catalog local care descrie toate copiile datelor stocate pe acel *site*
- autonomie locală + nu este vulnerabil la eșecul unui *site*
- catalogul de la *site*-ul de origine al unei relații ține evidența fragmentelor / replicilor relației
- la crearea unei noi replici sau la mutarea unei replici la o altă locație, trebuie actualizată informația de la *site*-ul unde a fost creată relația (de origine)

Actualizarea datelor distribuite

Replicare sincronă:

- Toate copiile unei tabele modificate de o tranzacție trebuie să fie actualizate înainte ca tranzacția să se comită.

- Distribuirea datelor e transparentă utilizatorilor.

Actualizarea datelor distribuite

Replicare asincronă:

- Copiile tabelelor sunt actualizate doar periodic
- Utilizatorii sunt conştienți de faptul că datele sunt distribuite
- Multe dintre produsele curente urmează această abordare

Tehnici de replicare sincronă

A. Citeşte-orice / Modifică-tot (ROWA)

- Modificările sunt mai lente şi citirile sunt mai rapide în comparație cu tehnica votării.
  - Cea mai utilizată metodă de sincronizare a replicărilor.

- Alegerea tehnicii determină *ce* blocări sunt utilizate

Tehnici de replicare sincronă

B. Votare (conses al cvorumului)

- Tranzacția trebuie să modifice o majoritate de cópii ale unui obiect; de asemenea trebuie citite suficiente copii pentru a se asigura accesul la una dintre copiile recente.
  - Ex. 10 cópii; 7 actualizate la modificări; 4 cópii la citiri.
  - Fiecare copie are un număr de versiune.
  - Citirile fiind activități comune ⇒ nu e o abordare des utilizată.

Costul replicării sincrone

- Înainte ca o tranzacție ce face o modificare să fie comisă, aceasta va trebui să blocheze toate copiile tabelei/fragmentului modificat.
  - Se transmit cereri de blocare către diverse site-uri, iar până la primirea răspunsului se mențin alte blocări!
  - Dacă rețeaua/site-urile eşuează, tranzacția nu se poate comite până ce acestea nu-şi revin.
  - Chiar şi în absența eşuărilor, ***protocolul de comitere*** poate fi costisitor, cu multe mesaje
- Alternativa *replicării asincrone* este, de aceea, mai utilizată.

Replicare asincronă

- Permite ca tranzacțiile să fie comise înainte ca toate copiile sa fie actualizate (şi citirile se fac folosind o singură copie).
  - Utilizatorii trebuie sa fie conştienți ce copie citesc şi de faptul că, pentru o scurtă perioadă de timp, copiile pot să fie desincronizate.
- Două abordări: Site Principal şi Peer-to-Peer
  - Diferența constă în numărul de copii ``actualizabile'' sau ``master''.

Replicare *Peer-to-Peer*

- Mai multe copii ale unui obiect pot fi *master* în această abordare.
- Modificările unei copii *master* trebuie să fie propagate către celelalte copii.
- Trebuie rezolvat conflicte ce apar atunci când două copii *master* sunt modificate (conflict: Site 1: vârsta lui Joe se modifică la 35; Site 2: la 36)
- E cea mai bună abordare în cazurile când nu pot apărea conflicte:
  - Ex: fiecare site *master* deține un fragment disjunct.
  - Ex: Drepturile de actualizare sunt deținute de un singur *master* la un moment dat

Replicare cu *site* principal

- Doar o copie a unei tabele este considerată copie primară sau *master*. Replicile facute pe alte site-ri nu pot să fie modificate direct.
  - Copia primară este publicată.
  - Celelalte *site*-uri subscriu la această copie; ele se numesc copii secundare.
- Cum se propagă modificările dinspre copia primară către copiile secundare?
  - În două etape: mai întâi se capturează modificările făcute de tranzacțiile comise apoi se aplică aceste modificări

Implementarea etapei Capture

Pe bază de log

- logul (menținut pentru recuperare) se utilizează la generarea structurii *Change Data Table* (CDT)
- modificările tranzacțiilor care se anulează trebuie înlăturate din CDT
- în final, CDT conține doar înregistrările log de tip update ale tranzacțiilor comise

Procedural

- captarea este realizată de o procedură invocată automat (e.g., un *trigger*); aceasta realizează un *snapshot* al copiei primare

Implementarea etapei Capture

Captarea *pe bază de log* este mai bună
(mai puțin costisitoare, mai rapidă),
dar se bazează pe unele particularități ale logului specifice sistemului

Implementarea etapei Apply

Etapa *Apply* aplică schimbările captate în faza anterioară (în CDT sau *snapshot*) cópiilor secundare

- *site-ul* primar poate trimite continuu CDT

sau

- site-ul secundar poate solicita periodic (ultima porțiune din) CDT sau un *snapshot* de la site-ul primar; intervalul dintre solicitări poate fi controlat de un *timer* sau din aplicație
- pe fiecare *site* secundar rulează o copie a procesului Apply