



UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA



GEOPROSTORNE BAZE PODATAKA

SUBP – Sistemi za upravljanje bazama podataka

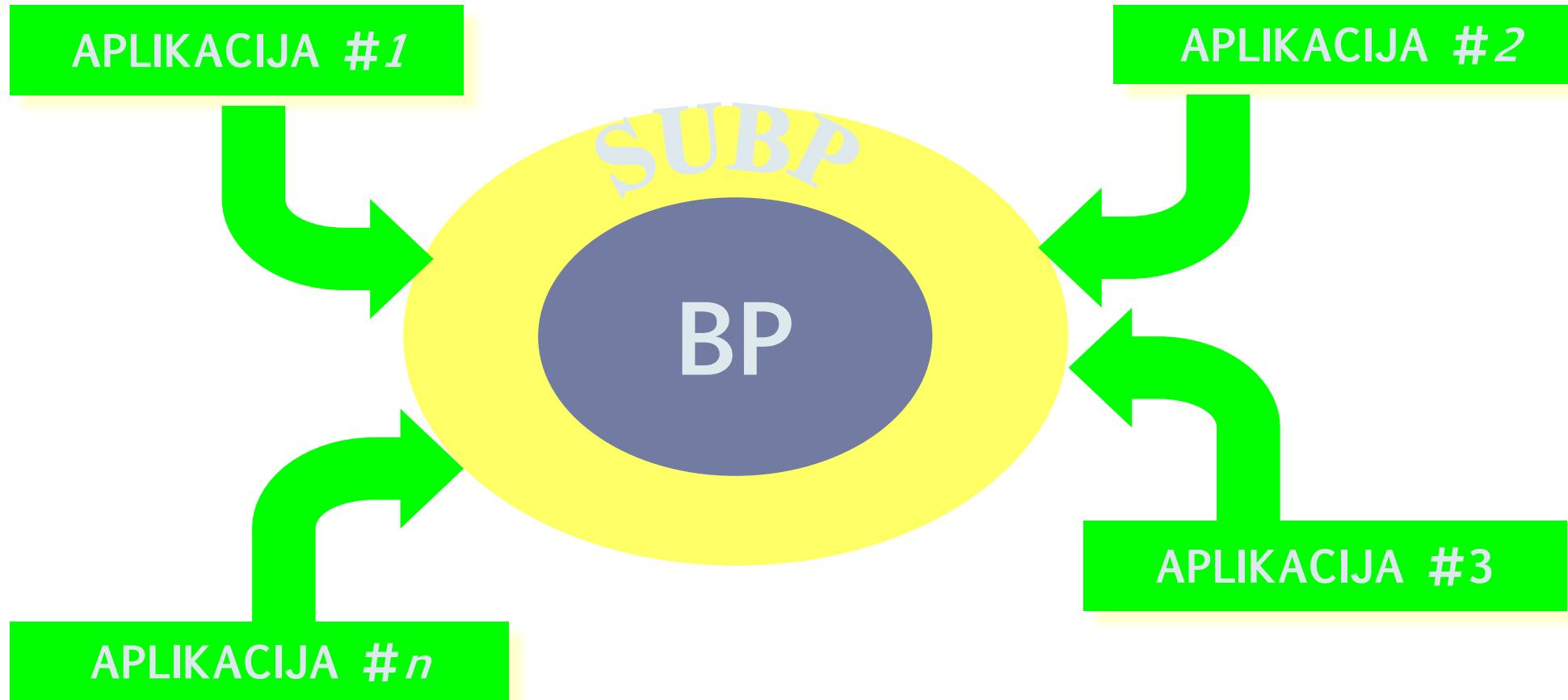
Laboratorija za geoinformatiku

Namena SUBP / DBMS



- SUBP
 - Sistem za upravljanje bazama podataka
- DBMS
 - Database Management System
- Programski proizvod koji omogućava efikasno i pouzdano:
 - formiranje,
 - korišćenje i
 - menjanje BP

Namena SUBP / DBMS



Koncepcija SUBP



■ Karakteristike SUBP

- mora biti zasnovan na nekom modelu podataka
 - idealno, treba da podrži sve koncepte i sve karakteristike, tj. prednosti izabranog modela podataka
- mora da poseduje jezik (ili jezike) za obezbeđenje upravljanja BP, tj. komunikacije
 - programer - SUBP
 - administrator BP - SUBP
 - krajnji korisnik - SUBP

Koncepcija SUBP



■ Karakteristike SUBP

- funkcionalnost
 - treba da je u mogućnosti da podrži sve predviđene funkcije, za koje je namenjen
- adaptivnost
 - mogućnost lakih izmena definisanih (implementiranih) koncepata BP
 - mogućnost lakog prilagođavanja SUBP konkretnim uslovima
- performantnost
 - mogućnost podešavanja performansi upotrebe BP

Koncepcija SUBP



■ Karakteristike SUBP

- pouzdanost
 - visoka verovatnoća bezotkaznog rada u realnom vremenu
- pogodnost za korišćenje
 - lakoća korišćenja SUBP, za realizaciju predviđenih zadataka
 - automatizacija postupaka realizacije zadataka
- pogodnost za održavanje
 - lakoća održavanja proizvoda u funkciji
 - sledljivost verzija SUBP u vremenu

Koncepcija SUBP



■ Karakteristike SUBP

- postojanje rečnika (kataloga) BP
 - rečnik (katalog) BP - baza podataka samog SUBP
 - SUBP treba da radi nad sopstvenom BP - rečnikom, na isti način kako opslužuje i korisničku BP
- dugovečnost
 - zadržavanje svih poželjnih karakteristika za duži niz godina

Koncepcija SUBP



■ Zasnovanost na modelu podataka (MP)

- implementacioni MP - modeli podataka na kojima su SUBP zasnovani
 - hijerarhijski (II 1/2 60-ih - I 1/2 80-ih)
 - mrežni (II 1/2 60-ih - I 1/2 80-ih)
 - relacioni (I 1/2 80-ih - II 1/2 90-ih)
 - objektno-orientisani (II 1/2 90-ih - danas)
 - objektno-relacioni (II 1/2 90-ih - danas)

Koncepcija SUBP



■ Zasnovanost na modelu podataka (MP)

- poželjne karakteristike implementacionih MP
 - logička i fizička nezavisnost podataka
 - strukturalna jednostavnost koncepata MP
 - visoka deklarativnost jezika za definiciju i manipulisanje podacima
 - zasnovanost na teoretski "dobrim" modelima

Koncepcija SUBP



■ Zasnovanost na modelu podataka (MP)

- nisu svi implementacioni MP pokazivali iste osobine po pitanju poželjnih osobina
- danas, pretežno u komercijalnoj upotrebi:
 - relacioni SUBP (RSUBP) i
 - objektno-relacioni SUBP (ORSUBP)
 - kombinuju dobre osobine relacionih i objektno-orientisanih SUBP
 - jezik za komunikaciju sa RSUBP i ORSUBP

SQL - Structured Query Language

Koncepcija SUBP



■ SQL

- jezik za komunikaciju sa RSUBP i ORSUBP
- dominantno deklarativan
- visoko standardizovan
 - ANSI SQL 92 (SQL/2), ANSI SQL 99 (SQL/3)
 - proizvođači SUBP ne podržavaju ove standarde uvek u celosti, ali podržavaju njihov veći deo
 - SQL jezik većine komercijalnih SUBP je, u određenim delovima,
 - širi od standarda ili
 - uži od standarda



Struktura SUBP

- Poseduje komponente i mehanizme za
 - implementaciju šeme BP u izabranom modelu podataka
 - implementacione šeme BP i pravila poslovanja
 - interne šeme BP (fizičke strukture BP)
 - distribucione šeme BP
 - replikacione šeme BP
 - formiranje, korišćenje i ažuriranje BP
 - upravljanje podacima

Struktura SUBP



- Poseduje komponente i mehanizme za
 - upravljanje transakcijama
 - upravljanje višekorisničkim režimom rada
 - zaštitu BP od neovlašćenog pristupa
 - zaštitu BP od uništenja / oštećenja
 - upravljanje distribuiranim BP
 - upravljanje replikacijom u BP
 - obezbeđenje performantnog korišćenja BP

Struktura SUBP



- Poseduje komponente i mehanizme za
 - implementaciju šeme BP u izabranom modelu podataka
 - implementacione šeme BP i pravila poslovanja
 - interne šeme BP (fizičke strukture BP)
 - distribucione šeme BP
 - replikacione šeme BP
 - formiranje, korišćenje i ažuriranje BP
 - upravljanje podacima

Implementacija šeme BP u RSUBP / ORSUBP



■ Implementacija skupa šema relacija

- kreiranje, modifikovanje i brisanje složenog tipa podatka
 - CREATE TYPE
- kreiranje, modifikovanje i brisanje tabele (šeme relacije)
 - CREATE TABLE, ALTER TABLE, DROP TABLE
- dodavanje, modifikovanje i brisanje kolone tabele (atributa šeme relacije)
 - ALTER TABLE / ADD, MODIFY, DELETE

Implementacija šeme BP u RSBP / ORSBP



■ Implementacija ograničenja šeme BP

- zadaju se parametri ograničenja
 - definiše se ograničenje, datog tipa
 - definišu se operacije (događaji) nad BP koje mogu dovesti do narušavanja ograničenja
 - za svaku operaciju, definiše se aktivnost (akcija) očuvanja konzistentnosti BP, u slučaju pokušaja narušavanja ograničenja
- SUBP obezbeđuje automatsku proveru važenja ograničenja, saglasno definisanim parametrima

Implementacija šeme BP u RSUBP / ORSUBP



■ Parametri ograničenja

- svako ograničenje je vezano za određena obeležja i određene šeme relacija šeme BP
- operacije (događaji) koji, načelno, mogu dovesti do narušavanja ograničenja
 - upis nove torke u relaciju,
 - brisanje postojeće torke iz relacije i
 - modifikacija vrednosti postojeće torke u relaciji, nad čijom šemom relacije je ograničenje definisano

Implementacija šeme BP u RSBP / ORSBP



■ Parametri ograničenja

- akcije očuvanja konzistentnosti BP u slučaju pokušaja narušavanja ograničenja
 - vezuju se za svaku operaciju koja može narušiti ograničenje
 - dele se na
 - pasivne
 - aktivne
 - kombinovane
 - pod određenim uslovima aktivne, a pod drugim uslovima pasivne

Implementacija šeme BP u RSBP / ORSBP



■ Parametri ograničenja

- Pasivne akcije
 - sprečavanje operacije koja bi narušila ograničenje (NO ACTION)
- Aktivne akcije
 - obezbeđuju automatsko sprovođenje daljih operacija ažuriranja nad BP, koje će obezbiti očuvanje konzistentnosti BP, očuvanjem propisanih odnosa između podataka

Implementacija šeme BP u RSUBP / ORSUBP



■ Parametri ograničenja

- Aktivne akcije - tipovi
 - kaskadna propagacija operacije (CASCADE)
 - svođenje na nula vrednosti (SET NULL)
 - svođenje na predefinisane vrednosti (SET DEFAULT)
 - korisnički definisane akcije (posebno isprojektovane i isprogramirane akcije)

Implementacija šeme BP u RSBP / ORSBP



■ Kontrola ograničenja, implementiranih na nivou SUBP je centralna

- ne može je zaobići ni jedan program ili korisnik
- korisnici nisu svesni postojanja ograničenja, dok ne dođe do pokušaja njegovog narušavanja
- u slučaju pokušaja narušavanja ograničenja nekom operacijom ažuriranja
 - SUBP prosleđuje programu poruku o grešci, a
 - program obrađuje tu poruku i prosleđuje je korisniku

Implementacija šeme BP u RSBP / ORSBP



■ Implementacija ograničenja šeme BP

- ograničenja se implementiraju pomoću mehanizma SUBP
- mehanizmu se, direktno ili posredno, pridružuju svi parametri ograničenja
 - definicija
 - kritične operacije - koje mogu narušiti ograničenje
 - za svaku kritičnu operaciju, akcija očuvanja konzistentnosti BP

Implementacija šeme BP u RSBP / ORSBP



■ Kontrola ograničenja šeme BP

- SUBP pokreće mehanizam kontrole važenja ograničenja
 - automatski
 - nakon izvođenja kritične operacije za ograničenje

Implementacija šeme BP u RSUBP / ORSUBP



■ Implementacija ograničenja šeme BP

- deklarativni mehanizmi
 - aktivnosti provere važenja ograničenja i očuvanja konzistentnosti se, većim delom, podrazumevaju
 - SQL klauzula CONSTRAINT
 - CREATE DOMAIN, CREATE ASSERTION
- proceduralni mehanizmi
 - aktivnosti provere važenja ograničenja i očuvanja konzistentnosti se, većim delom, programiraju
 - CREATE PROCEDURE, CREATE FUNCTION
 - CREATE TRIGGER

Implementacija šeme BP u RSUBP / ORSUBP



■ Implementacija ograničenja šeme BP

- deklarativni mehanizmi - najčešće za realizaciju sledećih tipova ograničenja
 - ograničenje domena
 - CREATE DOMAIN, klauzula CONSTRAINT CHECK
 - ograničenje vrednosti obeležja
 - pridruživanje domena obeležju (domen, tip podatka, klauzula CONSTRAINT CHECK) i
 - specifikacija dozvole/zabrane nula vrednosti obeležja (klauzula CONSTRAINT NULL)

Implementacija šeme BP u RSUBP / ORSUBP



■ Implementacija ograničenja šeme BP

- deklarativni mehanizmi - najčešće za realizaciju sledećih tipova ograničenja
 - ograničenje torke
 - klauzula CONSTRAINT CHECK
 - ograničenje ključa
 - klauzula CONSTRAINT PRIMARY KEY, ili UNIQUE
 - ograničenje jedinstvenosti vrednosti obeležja
 - klauzula CONSTRAINT UNIQUE
 - ograničenje referencijalnog integriteta
 - klauzula CONSTRAINT FOREIGN KEY REFERENCES

Implementacija šeme BP u RSBP / ORSBP



■ Implementacija ograničenja šeme BP i pravila poslovanja

- proceduralni mehanizmi
 - implementacija ograničenja koja se ne mogu u potpunosti opisati putem deklarativnih mehanizama
 - implementacija pravila poslovanja

Implementacija šeme BP u RSBP / ORSBP



■ Implementacija ograničenja šeme BP

- implementacija ograničenja koja se ne mogu opisati putem deklarativnih mehanizama
 - ograničenje domena
 - ograničenje torke
 - ograničenje referencijalnog integriteta
 - drugi tipovi međurelacionih ograničenja
 - ograničenje inverznog referencijalnog integriteta
 - ostali tipovi zavisnosti sadržavanja
 - prošireni integritet torke
 - ostale vrste ograničenja na moguće vrednosti obeležja u BP

Implementacija šeme BP u RSUBP / ORSUBP



■ Implementacija ograničenja šeme BP i pravila poslovanja

- implementacija pravila poslovanja
 - koja ne rezultuju u ograničenju šeme BP
 - odnose se, obično, na
 - unapred definisani redosled, obaveze i uslovjenosti izvođenja operacija nad BP, ili
 - obavezu izvođenja nekih operacija nad BP, pod određenim uslovima, definisanim putem odnosa vrednosti obeležja u BP

Implementacija šeme BP u RSUBP / ORSUBP



■ Proceduralni mehanizmi za realizaciju ograničenja i pravila poslovanja

- okidači (trigeri)
 - CREATE TRIGGER
- procedure i funkcije baze podataka
 - CREATE PROCEDURE
 - CREATE FUNCTION

Implementacija šeme BP u RSBP / ORSBP



■ Definicija trigera

- oblast aktiviranja
 - tabela nad kojom se definiše
- specifikacija operacija koje ga pokreću
- uslovi pod kojima se triger aktivira
- vreme aktiviranja
 - neposredno pre ili posle same operacije

Implementacija šeme BP u RSBP / ORSBP



■ Definicija trigera

- frekvencija aktiviranja
 - jednom za celu operaciju, ili
 - za svaku torku, koja je predmet operacije, pojedinačno
- aktivnost (procedura) koju triger treba da realizuje

Implementacija šeme BP u RSBP / ORSBP



■ Aktiviranje trigera

- automatski
- prilikom izvođenja operacije koja može da pokrene triger
- ako su ostvareni specificirani uslovi za aktiviranje trigera
- izvodi se specificirana aktivnost trigera
- aktiviranje trigera se ne može izbeći voljom korisnika

Implementacija šeme BP u RSUBP / ORSUBP



■ Procedure i funkcije

- proceduralno specificirani programi
- definisani na nivou SUBP
- pozivaju se po potrebi
- ne aktiviraju se automatski
- čuvaju se u izvornom i kompajliranom, optimizovanom obliku
- pozivaju se iz tragera, ili direktno iz korisničkih programa

Struktura SUBP



- Poseduje komponente i mehanizme za
 - implementaciju šeme BP u izabranom modelu podataka
 - implementacione šeme BP i pravila poslovanja
 - interne šeme BP (fizičke strukture BP)
 - distribucione šeme BP
 - replikacione šeme BP
 - formiranje, korišćenje i ažuriranje BP
 - upravljanje podacima

Implementacija šeme BP u RSBP / ORSUBP



■ Realizacija interne šeme BP - fizičke strukture BP

- podrška različitih načina fizičke organizacije podataka i metoda pristupa
 - serijska organizacija podataka (PILE)
 - indeksna organizacija podataka (B+ ili B stabla)
 - rasuta organizacija podataka (HASH)
 - indeks-sekvencijalna organizacija podataka
 - klasterska organizacija podataka
(CREATE CLUSTER)

Implementacija šeme BP u RSBP / ORSBP



■ Realizacija interne šeme BP - fizičke strukture BP

- zadavanje parametara fizičke organizacije datoteka operativnog sistema (OS), nad kojima SUBP funkcioniše
- raspodela delova baze podataka po datotekama operativnog sistema
- zadavanje parametara upravljanja fizičkim prostorom, dodeljenom bazi podataka

Struktura SUBP



- Poseduje komponente i mehanizme za
 - implementaciju šeme BP u izabranom modelu podataka
 - implementacione šeme BP i pravila poslovanja
 - interne šeme BP (fizičke strukture BP)
 - distribucione šeme BP
 - replikacione šeme BP
 - formiranje, korišćenje i ažuriranje BP
 - upravljanje podacima

Implementacija šeme BP u RSBP / ORSBP



■ Realizacija distribucione šeme BP

- potreba da logički jedinstvena BP bude distribuirana ("fragmentirana") na više računara - servera BP
- svaki server BP poseduje instaliran SUBP, istog ili različitog tipa i proizvođača
- serveri BP su povezani u jedinstven računarsko-komunikacioni sistem
- program može, u opštem slučaju, pristupiti podacima na bilo kojem serveru BP u sistemu

Implementacija šeme BP u RSUBP / ORSUBP



■ Realizacija distribucione šeme BP

- mehanizmi za
 - obezbeđenje globalnog označavanja (imenovanja) servera BP i objekata distribucione šeme BP
 - implementaciju disjunktnih fragmenata distribucione šeme BP
 - CREATE TABLE
 - obezbeđenje lokacijske nezavisnosti distribucione šeme BP od programa
 - CREATE DATABASE LINK, CREATE SYNONYM, CREATE VIEW

Implementacija šeme BP u RSUBP / ORSUBP



■ Realizacija distribucione šeme BP

- mehanizmi za
 - obezbeđenje nezavisnosti distribucione šeme BP i programa od tipa i proizvođača SUBP
 - protokoli: JDBC, ODBC

Struktura SUBP



- Poseduje komponente i mehanizme za
 - implementaciju šeme BP u izabranom modelu podataka
 - implementacione šeme BP i pravila poslovanja
 - interne šeme BP (fizičke strukture BP)
 - distribucione šeme BP
 - replikacione šeme BP
 - formiranje, korišćenje i ažuriranje BP
 - upravljanje podacima

Implementacija šeme BP u RSUBP / ORSUBP



■ Realizacija replikacione šeme BP

- potreba da se u BP uvede kontrolisana redundansa podataka
- u cilju
 - obezbeđenja performantnog rada distribuirane BP, odnosno povećanja stepena dostupnosti podataka korisniku na datoј lokaciji
 - izgradnje *datawarehouse* sistema
 - obezbeđenja performantnog izveštavanja korisnika, odnosno korišćenja podataka iz BP

Implementacija šeme BP u RSUBP / ORSUBP



■ Realizacija replikacione šeme BP

- mehanizmi za
 - definisanje materijalizovanih pogleda - tabela s repliciranim (redundantnim) podacima
 - CREATE MATERIALIZED VIEW
 - definisanje načina, postupaka i intervala ažuriranja, tj. "osvežavanja" sadržaja materijalizovanih pogleda
 - definisanje grupa tabela sa međusobno identičnim sadržajem
 - definisanje grupa materijalizovanih pogleda sa identičnim parametrima osvežavanja



Struktura SUBP

- Poseduje komponente i mehanizme za
 - implementaciju šeme BP u izabranom modelu podataka
 - implementacione šeme BP i pravila poslovanja
 - interne šeme BP (fizičke strukture BP)
 - distribucione šeme BP
 - replikacione šeme BP
 - formiranje, korišćenje i ažuriranje BP
 - upravljanje podacima

Formiranje, korišćenje i ažuriranje BP



■ Formiranje BP

- kreiranje datoteka i fizičkog prostora BP
 - CREATE DATABASE
- inicijalno punjenje ili preuzimanje podataka iz drugih BP ili datoteka
 - Programi tipa *Import*, ili *Loader*

Formiranje, korišćenje i ažuriranje BP



■ Korišćenje BP

- izvršavanje upita nad BP
 - QL naredbe: SELECT, CREATE VIEW
- predaja podataka iz BP u okruženje
 - Programi tipa *Export*

■ Ažuriranje BP

- upis, modifikacija i brisanje podataka iz BP
 - DML naredbe: INSERT, UPDATE, DELETE



Struktura SUBP

- Poseduje komponente i mehanizme za
 - implementaciju šeme BP u izabranom modelu podataka
 - implementacione šeme BP
 - interne šeme BP (fizičke strukture BP)
 - distribucione šeme BP
 - replikacione šeme BP
 - formiranje, korišćenje i ažuriranje BP
 - upravljanje podacima

Upravljanje podacima



- Podrška različitim metoda pristupa podacima
 - saglasno deklarisanoj fizičkoj organizaciji podataka
- Podrška metoda uređivanja (sortiranja) podataka
- Podrška fizičke nezavisnosti BP
 - nezavisnosti BP od njene fizičke organizacije

Upravljanje podacima



■ Podrška različitih načina adresiranja podataka

- relativno adresiranje
 - relativna adresa bloka ili torke u prostoru BP
 - identifikaciona oznaka objekta (*oid*) u ORSUBP i OOSUBP
- simboličko (asocijativno) adresiranje
 - vrednost ključa kao simbolička adresa torke u RSUBP

Upravljanje podacima



■ Upravljanje blokovima baze podataka

- zauzimanje i oslobođanje blokova BP
- punjenje i pražnjenje blokova BP
- traženje blokova u BP
- modifikacija sadržaja bloka BP

■ Upravljanje baferima baze podataka

- zauzimanje i oslobođanje bafera BP
- povezivanje blokova i bafera BP
- učitavanje i ispisivanje sadržaja bafera BP

Upravljanje podacima



■ Upravljanje datotekama OS, dodeljenih bazi podataka

- otvaranje i zatvaranje datoteka
- pristup datotekama
- čitanje i ažuriranje sadržaja blokova datoteka
- održavanje veze između blokova datoteka na nivou OS i blokova BP
- saradnja sa U/I podsistom OS-a
 - u cilju realizacije fizičkog transfera blokova podataka kroz U/I podistem računara

Struktura SUBP



- Poseduje komponente i mehanizme za
 - upravljanje transakcijama
 - upravljanje višekorisničkim režimom rada
 - zaštitu BP od neovlašćenog pristupa
 - zaštitu BP od uništenja / oštećenja
 - upravljanje distribuiranim BP
 - upravljanje replikacijom u BP
 - obezbeđenje performantnog korišćenja BP

Upravljanje transakcijama



- Obrada podataka u BP se odvija isključivo putem transakcija
- Transakcija
 - najmanja jedinica obrade podataka,
 - koja prevodi BP iz jednog u drugo, ne nužno različito, konzistentno stanje

Upravljanje transakcijama



■ Transakcija

- jedno izvršenje nekog transakcionog programa nad BP
 - sačinjenog od operacija upita i/ili ažuriranja BP
- koje u celosti uspeva, ili
- čiji se efekti u celosti poništavaju (odbacuju)

Upravljanje transakcijama



■ Transakcija

- ima svoj početak
 - eksplisitno označen
 - BEGIN TRANSACTION
 - implicitno podrazumevan, nailaskom prve operacije ažuriranja
 - nakon prethodno završene transakcije, ili
 - nakon prijavljivanja korisnika za rad sa BP

Upravljanje transakcijama



■ Transakcija

- ima svoj kraj
 - označen zahtevom za potvrđivanje transakcije
 - COMMIT
 - označen zahtevom za poništavanje transakcije
 - ROLLBACK
 - implicitno podrazumevan, dolaskom do greške u obradi podataka koja izaziva automatsko poništavanje transakcije
 - implicitni ROLLBACK

Upravljanje transakcijama



■ Transakcija

- poseduje mogućnost delimičnog poništavanja, isključivo u toku izvršavanja
 - označen zahtevom za delimično poništavanje do označene tačke u vremenskom napredovanju transakcije
 - SAVEPOINT
 - ROLLBACK TO savepoint

Upravljanje transakcijama



■ Transakcija

- biće uspešno izvršena - potvrđena, ako je
 - to u transakcionom programu eksplicitno zahtevano (zahtevom tipa COMMIT) i
 - ako SUBP tu potvrdu može uspešno da realizuje
- BP, u tom slučaju, prelazi u novo konzistentno stanje, koje
 - se u opštem slučaju, razlikuje od stanja na početku izvođenja transakcije, a
 - je moguće i da bude identično prethodnom stanju

Upravljanje transakcijama

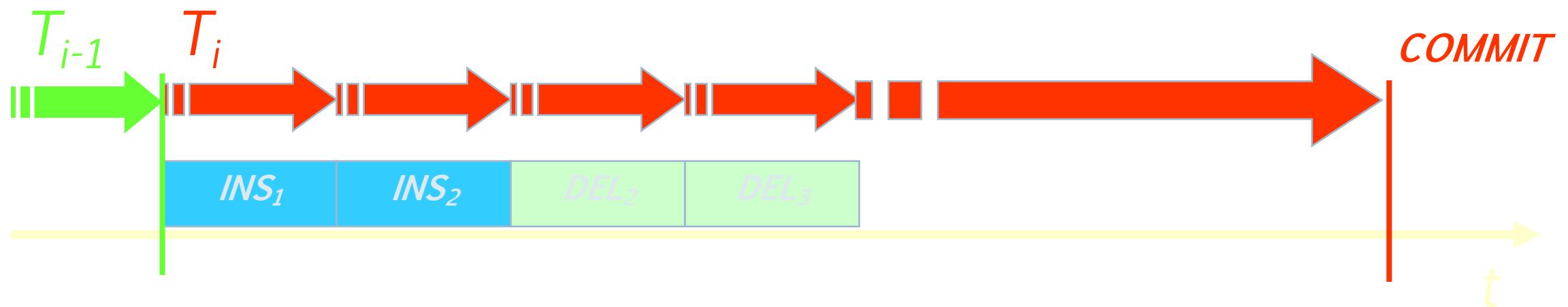
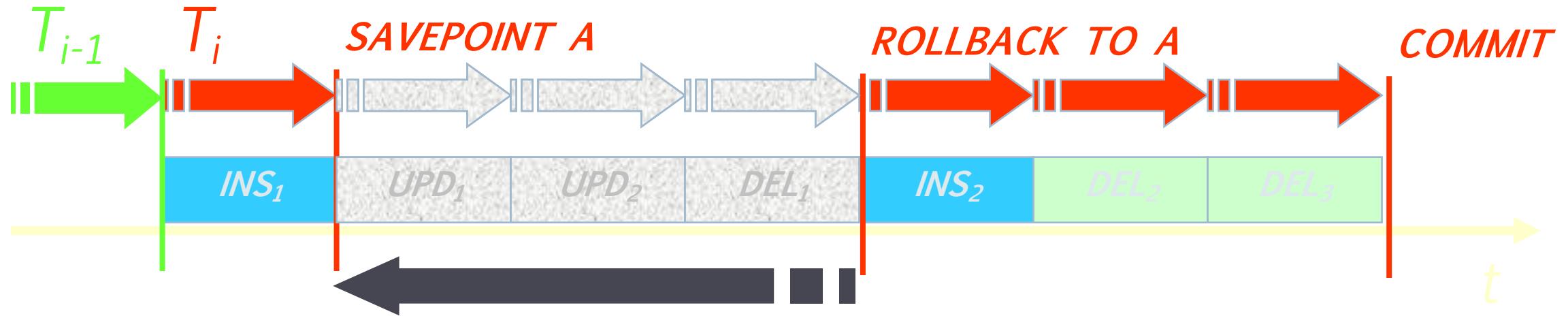


■ Transakcija

- biće u celosti poništena u svim ostalim slučajevima
 - kada SUBP ne može da je potvrdi, iako je potvrda zahtevana
 - kada je eksplicitno zahtevano poništenje (zahtevom tipa ROLLBACK)
 - kada se pojavi greška koja izaziva automatsko poništenje transakcije
 - BP, u tom slučaju, ostaje u stanju koje je važilo na početku transakcije



Upravljanje transakcijama



Upravljanje transakcijama

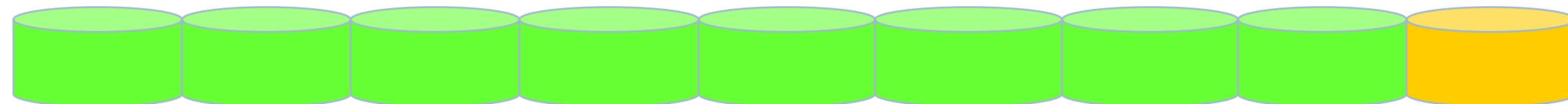
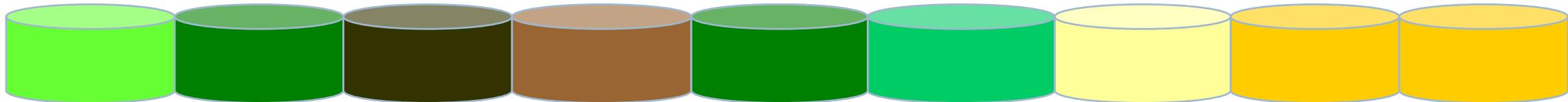
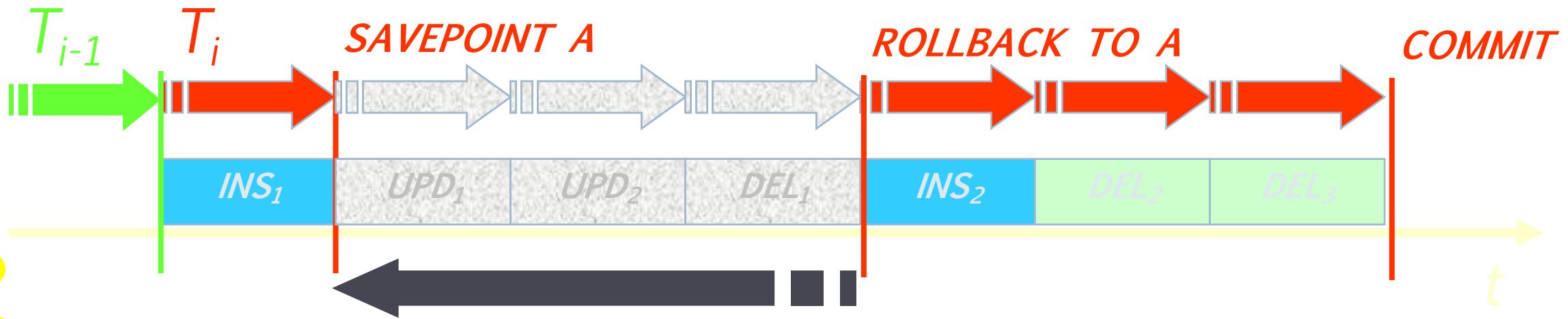


■ Vidljivost efekata izvođenja transakcije

- za korisnika koji je pokrenuo transakciju
 - vidljiva je svaka promena podataka
 - od trenutka njenog nastajanja
 - u toku samog izvođenja transakcije
- za ostale korisnike sistema
 - vidljivo je stanje BP koje je važilo neposredno pre početka izvođenja transakcije
 - u toku izvođenja transakcije,
 - trajno, u slučaju njenog poništenja
 - vidljivo je novo stanje BP
 - neposredno nakon obavljenog potvrđivanja transakcije



Upravljanje transakcijama





Struktura SUBP

- Poseduje komponente i mehanizme za
 - upravljanje transakcijama
 - upravljanje višekorisničkim režimom rada
 - zaštitu BP od neovlašćenog pristupa
 - zaštitu BP od uništenja / oštećenja
 - upravljanje distribuiranim BP
 - upravljanje replikacijom u BP
 - obezbeđenje performantnog korišćenja BP

Višekorisnički režim rada



- BP predstavlja deljeni resurs u vremenu
 - BP konkurentno koristi više programa za selekciju ili menjanje dela sadržaja BP
- Svaki program pravi svoje "privatne" kopije podataka, nad kojima operativno radi
- Konkurentno pravljenje više od jedne kopije istih podataka iz BP dovodi do problema

**narušavanja konzistentnosti BP, kao
deljenog resursa, u realnom vremenu**

Višekorisnički režim rada



■ Problemi narušavanja konzistentnosti u višekorisničkom režimu rada

- gubitak ažuriranja
 - oštećenje dela sadržaja BP, usled višestrukog kopiranja i ažuriranja istih podataka
- privremenost ažuriranja
 - potreba poništavanja prethodno već potvrđenih transakcija, usled poništavanja tekuće transakcije
- narušavanje serijabilnosti redosleda transakcija
 - narušavanje hronologije operacija ažuriranja BP, koja bi postojala u jednokorisničkom režimu rada



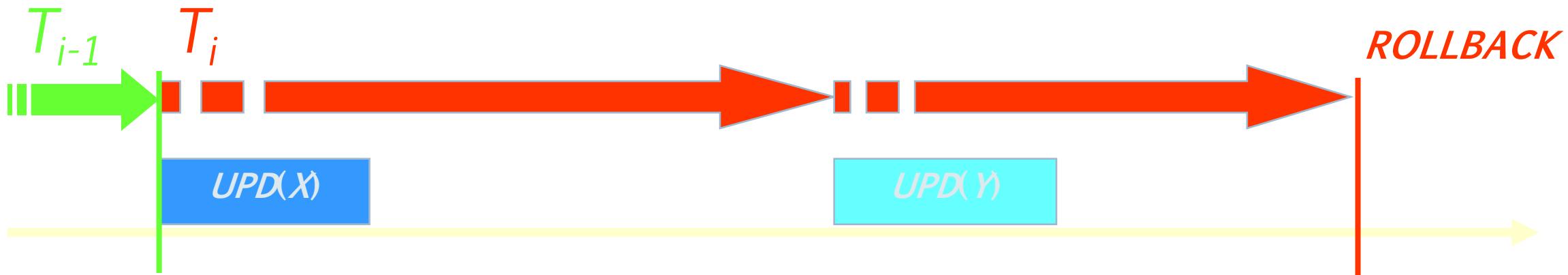
Gubitak ažuriranja

A u BP	2	2	1	1
A u radnoj zoni T_1	2	1	1	1
A u radnoj zoni T_2		2	1	1
T_1	$Read(A)$	$A \leftarrow A-1$	$Write(A)$	
T_2		$Read(A)$	$A \leftarrow A-1$	$Write(A)$

La

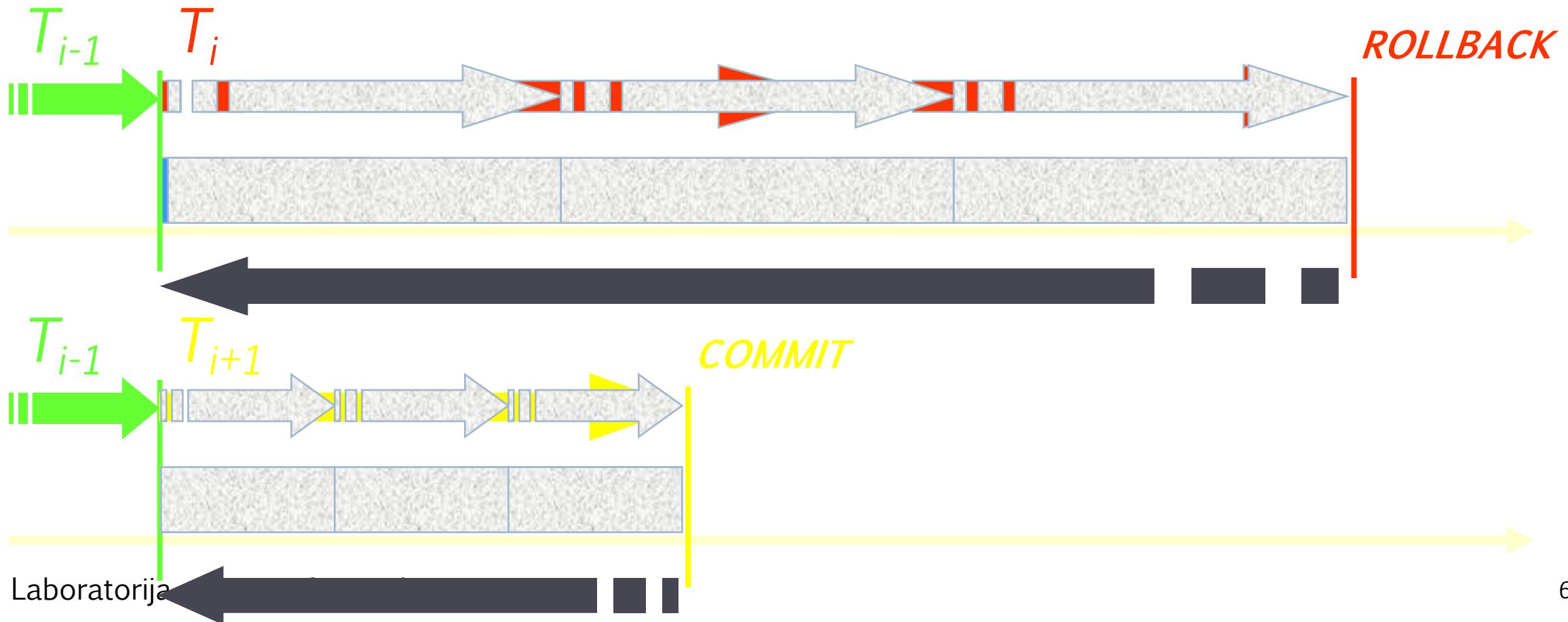


Privremenost ažuriranja



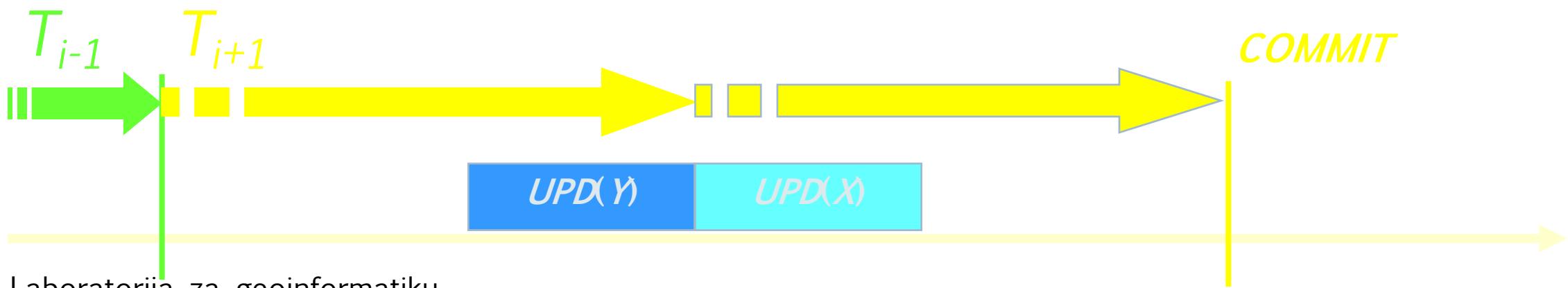
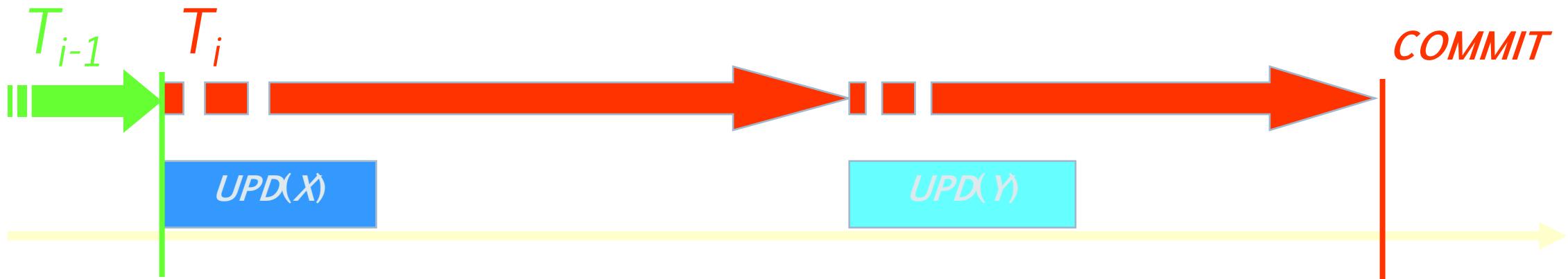


Privremenost ažuriranja



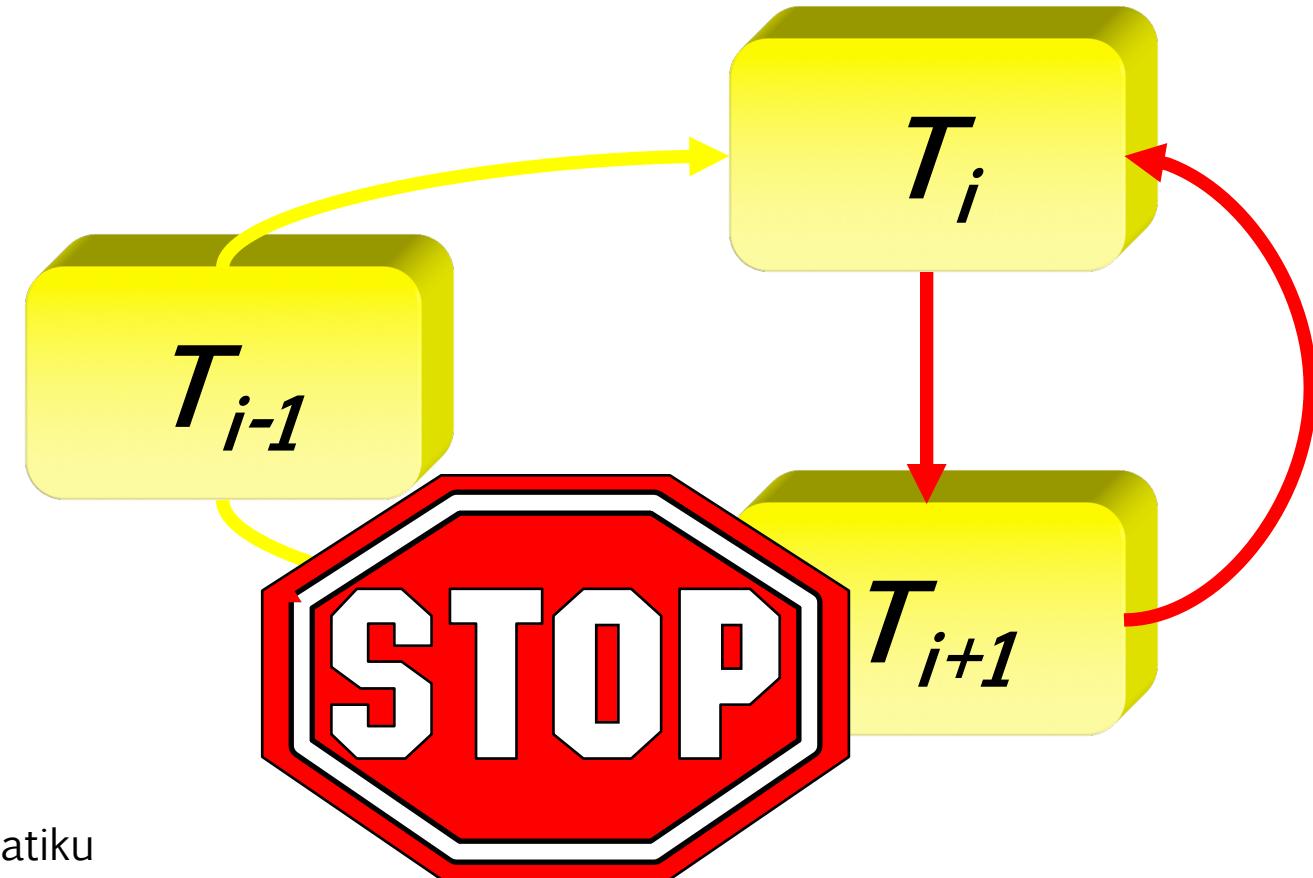


Narušavanje serijabilnosti



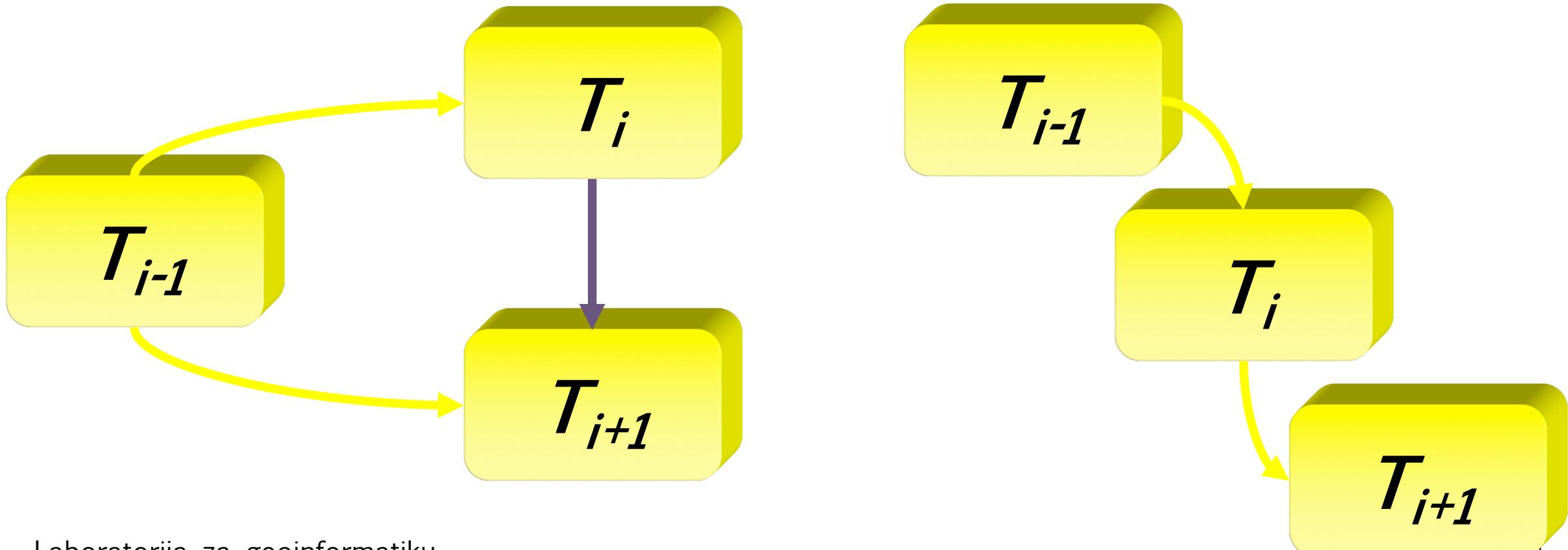


Narušavanje serijabilnosti





Primeri očuvane serijabilnosti



Višekorisnički režim rada



■ Jedno od rešenja

- zaključavanje resursa - podataka
- dvofazni protokol zaključavanja resursa

■ Zaključavanje resursa

- zabrana (blokada) pristupa resursu - podatku
- sprovodi se u toku izvođenja transakcije
 - automatski, od strane SUBP, ili
 - eksplicitno, od strane transakcionog programa
- snižava stepen mogućeg paralelizma u izvođenju transakcija

Višekorisnički režim rada



■ Vrste zaključavanja po nivou restriktivnosti

- deljeno (shared) - zaključavanje "čitalaca"
 - zabranjuje ažuriranje resursa svim transakcijama
 - u cilju obezbeđenja konzistentnosti pri čitanju (korišćenju) podataka iz BP
- ekskluzivno (exclusive) - zaključavanje "pisca"
 - zabranjuje ažuriranje resursa od strane druge transakcije
 - može da zabrani i čitanje resursa
 - u cilju obezbeđenja konzistentnosti pri ažuriranju podataka u BP

Višekorisnički režim rada



■ Granularnost zaključavanja

- nivo ("opštost") resursa zaključavanja
 - nivo pojedinačnog podatka - vrednosti obeležja
 - nivo torke
 - nivo bloka BP
 - nivo tabele (relacije)
 - nivo baze podataka

Višekorisnički režim rada



■ Dvofazni protokol zaključavanja resursa

- I faza - "širenje transakcije"
 - sprovodi se tokom izvođenja transakcije
 - pre izvođenja "kritičnih" operacija, vrši se zaključavanje traženih resursa
 - ako resurs nije dostupan, transakcija se:
 - stavlja u red čekanja zahteva za zaključavanje datog resursa, ili se
 - poništava i ponovo pokreće nakon izvesnog vremena

Višekorisnički režim rada



■ Dvofazni protokol zaključavanja resursa

- I faza - "širenje transakcije"
 - deljeno zaključani resurs može da se ekskluzivno zaključa - "nadogradnja" zaključavanja
 - ekskluzivno zaključavanje resursa ne može da se "degradira" u deljeno zaključavanje istog resursa
 - zabranjeno je otključavanje resursa

Višekorisnički režim rada



■ Dvofazni protokol zaključavanja resursa

- II faza - "sakupljanje transakcije"
 - sprovodi se u postupku završetka transakcije
 - bilo da je reč o proceduri potvrđivanja, ili poništavanja transakcije
 - automatski, bez uticaja korisnika, tj. transakcionog programa
 - zabranjeno je novo zaključavanje resursa
 - vrši se otključavanje svih prethodno zaključanih resursa
 - po završetku transakcije, resursi se oslobađaju za dalju upotrebu



Zaključavanje - očuvanje konzistentnosti BP

<i>A u BP</i>	2	2	1	1
<i>A u radnoj zoni</i> T_1	2	1	1	1
<i>A u radnoj zoni</i> T_2				
T_1	<i>Lock (A)</i> <i>Read(A)</i>	$A \leftarrow A-1$	<i>Write(A)</i>	<i>Commit</i> <i>Unlock (A)</i>
T_2		<i>Lock (A)</i>		



Zaključavanje - očuvanje konzistentnosti BP

A u BP	1	1	0	0
A u radnoj zoni T_1				
A u radnoj zoni T_2	1	0	0	0
T_1				
T_2	$Read(A)$	$A \leftarrow A-1$	$Write(A)$	$Commit$ $Unlock(A)$

Višekorisnički režim rada



■ Savremeni SUBP

- obezbeđuju automatsko sprovođenje dvofaznog protokola zaključavanja
 - čime se otklanjaju problemi gubitka i privremenosti ažuriranja, kao i narušavanja serijabilnosti
- obezbeđuju minimalno restriktivan stepen zaključavanja
 - koji garantuje očuvanje konzistentnosti BP u višekorisničkom režimu rada

Višekorisnički režim rada



- Korisnik SUBP može sprovoditi eksplicitno zaključavanje resursa i pri tome
 - samo može pooštiti restriktivnost zaključavanja, koju nameće SUBP
 - LOCK TABLE
 - ne može ublažiti restriktivnost zaključavanja koju nameće SUBP
 - time bi nastao rizik mogućnosti narušavanja konzistentnosti BP u višekorisničkom režimu upotrebe BP

Višekorisnički režim rada



■ Problemi koncepta zaključavanja

- izgladnjavanje transakcije ("starving")
 - transakcija nedozvoljeno dugo čeka da dobije pravo zaključavanja resursa
 - ne može da dođe na red, usled stalnog postojanja transakcija višeg prioriteta
- rešenje problema izgladnjavanja
 - transakcije se opslužuju po redosledu zahtevanja zaključavanja resursa (FIFO princip)

Višekorisnički režim rada

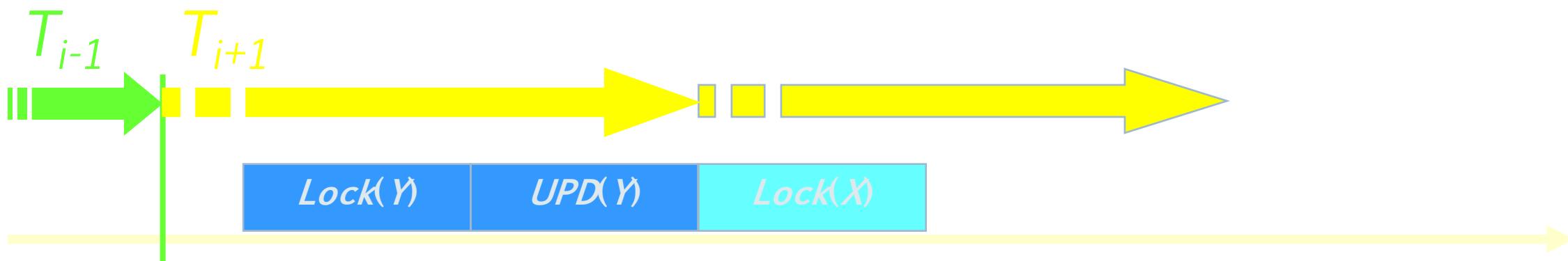
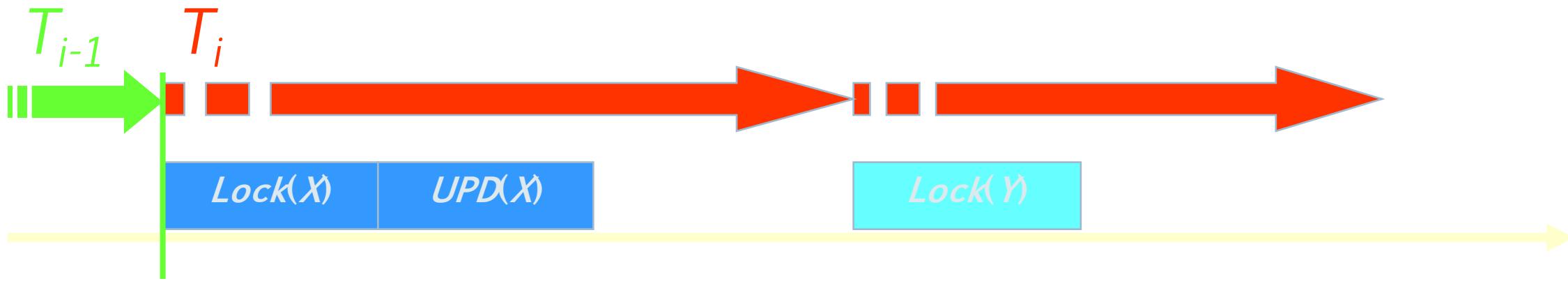


■ Problemi koncepta zaključavanja

- međusobna blokada transakcija
 - uzajamno zaključavanje podataka u barem dve transakcije
 - transakcije čekaju na događaj otključavanja traženog resursa, koji se nikada sam od sebe neće dogoditi
- moguća rešenja problema blokade transakcija
 - preventivna - sprečavaju pojavu blokade
 - korektivna - otkrivaju i razrešavaju blokadu

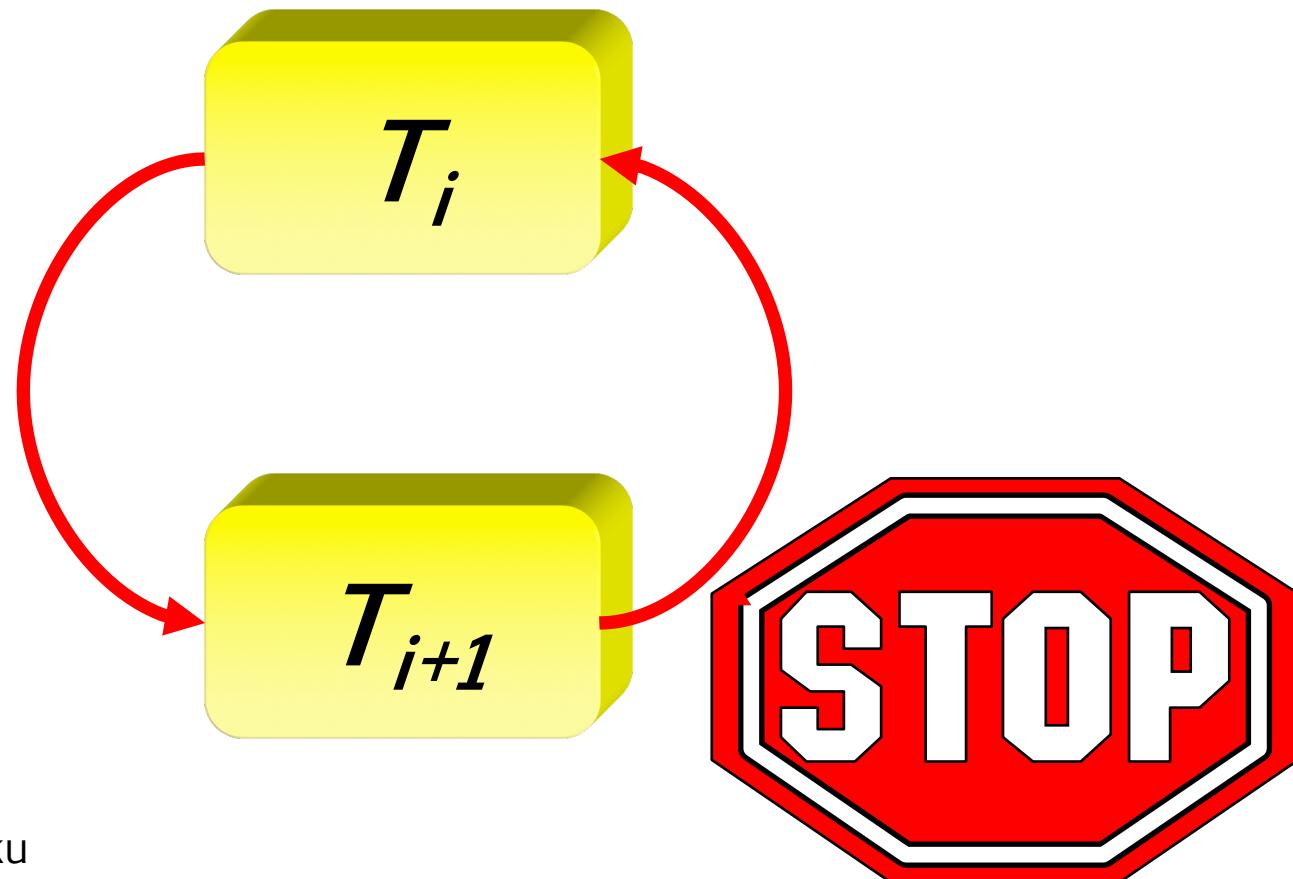


Međusobna blokada transakcija





Međusobna blokada transakcija



Višekorisnički režim rada



■ Preventivna rešenja

- zahtev da se svi kritični resursi zaključaju odjednom
- zahtev da se kritični resursi uvek zaključavaju po unapred definisanom redosledu
 - bez obzira na redosled pristupanja resursu u toku transakcije
 - svi mogući resursi zaključavanja dobijaju poziciju (redni broj) u redosledu zaključavanja

Višekorisnički režim rada



■ Korektivna rešenja

- SUBP, u određenim vremenskim intervalima, proverava da li je došlo do međusobne blokade
 - dinamičkim formiranjem grafa zavisnosti transakcija po zaključavanju i podacima
 - proverom da li u takvom grafu postoji ciklusi
- ako se međusobna blokada detektuje, jedna od transakcija u ciklusu blokiranih transakcija se automatski poništava

Struktura SUBP



- **Poseduje komponente i mehanizme za**

- upravljanje transakcijama
- upravljanje višekorisničkim režimom rada
- zaštitu BP od neovlašćenog pristupa
- zaštitu BP od uništenja / oštećenja
- upravljanje distribuiranim BP
- upravljanje replikacijom u BP
- obezbeđenje performantnog korišćenja BP

Zaštita od neovlašćenog pristupa



■ Mehanizmi zaštite

- preventivni
 - sprečavaju neovlašćene načine upotrebe BP
- korektivni
 - omogućavaju evidentiranje i ispitivanje načina upotrebe BP od strane ovlašćenih i neovlašćenih lica

Zaštita od neovlašćenog pristupa



■ Preventivni mehanizmi zaštite

- fizičko-tehnička zaštita
 - sprečavanje fizičkog kontakta neovlašćenih lica sa informacionim sistemom
- zaštita na nivou OS
 - OS Username/Password
 - sprečavanje neovlašćenih lica da softverski pristupe računarsko-komunikacionoj infrastrukturi

Zaštita od neovlašćenog pristupa



■ Preventivni mehanizmi zaštite

- zaštita na nivou SUBP
 - SUBP Username/Password
 - sprečavanje neovlašćenih lica da pristupe bazi podataka
 - privilegije korisnika SQL / GRANT, REVOKE
 - sprečavanje neovlašćenog korišćenja tabela u BP, bilo direktno ili posredno, putem poziva procedura BP
 - sprečavanje neovlašćenih načina korišćenja tabela u BP (operacija nad tabelama u BP)
 - sprečavanje neovlašćenog korišćenja sistemskih resursa, kojima SUBP upravlja
 - sprečavanje neovlašćene primene SQL naredbi nad BP

Zaštita od neovlašćenog pristupa



■ Preventivni mehanizmi zaštite

- zaštita na nivou SUBP
 - obezbeđenje selektivnog pristupa podacima u BP
 - SQL / CREATE VIEW, CREATE TRIGGER, CREATE PROCEDURE
 - sprečavanje neovlašćenog korišćenja konkretnih podataka u BP, bilo direktno ili posredno, putem poziva procedura BP
 - sprečavanje neovlašćenih načina korišćenja konkretnih podataka u BP (operacija nad delovima BP)

Zaštita od neovlašćenog pristupa



■ Preventivni mehanizmi zaštite

- zaštita na nivou aplikativnog softvera
 - obezbeđenje selektivnog pristupa transakcionim programima
 - uvode se prava korisnika da pokrenu pojedinačne transakcione programe nad BP

Zaštita od neovlašćenog pristupa



■ Korektivni mehanizmi zaštite (Auditing)

- zaštita na nivou SUBP
 - mogućnost evidentiranja načina upotrebe BP od strane ovlašćenih i neovlašćenih lica
 - evidentiranje sprovedenih operacija nad podacima u BP - ko je i kada je sproveo datu operaciju
 - evidentiranje pokušaja sprovođenja operacija nad podacima u BP - ko je i kada je napravio pokušaj
 - AUDIT TABLE
 - CREATE TRIGGER, CREATE PROCEDURE
 - izgradnja tzv. *Journal* tabele

Struktura SUBP



- **Poseduje komponente i mehanizme za**

- upravljanje transakcijama
- upravljanje višekorisničkim režimom rada
- zaštitu BP od neovlašćenog pristupa
- zaštitu BP od uništenja / oštećenja
- upravljanje distribuiranim BP
- upravljanje replikacijom u BP
- obezbeđenje performantnog korišćenja BP

Zaštita od uništenja i oštećenja



■ Mehanizmi zaštite

- preventivni
 - sprečavaju pokušaje uništenja ili oštećenja BP
 - obezbeđuju zadovoljavajući stepen pouzdanosti i gotovosti (raspoloživosti) sistema za upotrebu
- korektivni
 - omogućavaju efikasno vraćanje oštećene ili uništene BP u stanje gotovosti za upotrebu (operativno stanje)

Zaštita od uništenja i oštećenja



■ Preventivni mehanizmi zaštite

- fizičko-tehnička zaštita
 - sprečavanje fizičkog kontakta neovlašćenih lica sa informacionim sistemom
- zaštita na nivou hardversko-komunikacione infrastrukture
 - sprečavanje fizičkog ili softverskog kontakta neovlašćenih lica sa informacionim sistemom
 - obezbeđenje osnova za formiranje arhitekture sistema povišenog stepena pouzdanosti

Zaštita od uništenja i oštećenja



■ Preventivni mehanizmi zaštite

- zaštita na nivou OS
 - OS Username/Password
 - sprečavanje neovlašćenih lica da softverski pristupe računarsko-komunikacionoj infrastrukturi
 - arhiviranje podataka (backup) na nivou OS
 - stvaranje mogućnosti za kompletnu ili delimičnu restauraciju sadržaja diskova, pa i BP, na nivou OS

Zaštita od uništenja i oštećenja



■ Preventivni mehanizmi zaštite

- zaštita na nivou SUBP
 - SUBP Username/Password
 - arhiviranje BP putem mehanizama SUBP
 - arhiviranje celokupne BP, ili delova BP
 - BACKUP DATABASE / DATAFILE / LOGFILE
 - "hladno" arhiviranje (*offline backup*)
arhiviranje u odloženom (otkaznom) režimu rada SUBP
 - "vruće" arhiviranje (*online backup*)
arhiviranje u režimu operativnog rada SUBP
 - stvaranje mogućnosti za kompletну ili delimičnu restauraciju sadržaja BP, kada je to potrebno

Zaštita od uništenja i oštećenja



■ Preventivni mehanizmi zaštite

- zaštita na nivou SUBP
 - konfigurisanje arhitekture sistema povišenog stepena pouzdanosti
 - raspoređivanje datoteka kojima upravlja SUBP na više fizički posebnih disk jedinica
 - udvajanje ("kloniranje") servera BP
 - formiranje klasterske konfiguracije servera BP
 - stvaranje mogućnosti za praktično obezbeđenje bezotkaznog načina rada sistema u celini

Zaštita od uništenja i oštećenja



■ Preventivni mehanizmi zaštite

- zaštita na nivou SUBP
 - vođenje transakcionog dnevnika
 - *Transaction Log (Journal)* datoteka
 - sekvencijalno organizovana datoteka
 - dnevnik (istorija) svih promena BP u vremenu, iniciranih operacijama ažuriranja BP
 - čuva zapise o prethodnim i o novim (izmenjenim) podacima
 - *before image* - slika "starog" (prethodnog) stanja - stanja pre izvedene operacije nad BP
 - *after image* - slika "novog" (izmenjenog) stanja - stanja nakon izvedene operacije nad BP

Zaštita od uništenja i oštećenja



■ Preventivni mehanizmi zaštite

- zaštita na nivou SUBP
 - vođenje transakcionog dnevnika
 - osnova za sprovođenje postupka oporavka BP, u slučaju pojave sistemskih grešaka ili oštećenja delova BP
 - mehanizam za obračun vremena pri "napredovanju" BP
 - osnova za osiguranje konzistentnosti BP na fizičkom nivou, do što bliže tačke u vremenu, pri "napredovanju" BP u vremenu

Zaštita od uništenja i oštećenja



■ Preventivni mehanizmi zaštite

- zaštita na nivou SUBP
 - obezbeđenje postupka poništenja transakcije (ROLLBACK)
 - mehanizam za povratak BP u konzistentno stanje, koje je važilo na početku transakcije
 - mogućnost "bezbolnog" otklanjanja grešaka, povratkom na "staro" stanje, ali samo u još uvek nezavršenoj transakciji

Zaštita od uništenja i oštećenja



■ Korektivni mehanizmi zaštite

- zaštita na nivou SUBP
 - restauracija stanja BP
 - mogućnost restauracije celokupnog sadržaja, ili dela sadržaja BP
 - sprovodi se na osnovu postojeće arhivske kopije
 - RESTORE DATABASE / DATAFILE / LOGFILE
 - moguća restauracija BP do tačke u vremenu koja odgovara trenutku formiranja arhivske kopije

Zaštita od uništenja i oštećenja



■ Korektivni mehanizmi zaštite

- zaštita na nivou SUBP
 - oporavak BP do zadate tačke u vremenu
 - RECOVERY DATABASE (FORWARD RECOVERY)
 - mogućnost oporavka sadržaja BP do zadate tačke u vremenu
 - najkasnije do poslednje tačke u vremenu, zabeležene u transakcionom dnevniku
 - primenjuje se kada je potrebno
 - "vratiti" BP u poslednje moguće konzistentno stanje, kao čin oporavka od sistemske greške
 - "vratiti" BP u željeno istorijsko stanje, kao čin oporavka od korisničke greške

Zaštita od uništenja i oštećenja



■ Korektivni mehanizmi zaštite

- zaštita na nivou SUBP
 - oporavak BP do zadate tačke u vremenu
 - sprovodi se na osnovu postojeće arhivske kopije i
 - RESTORE DATABASE / DATAFILE / LOGFILE
 - transakcionog dnevnika, koji mora da uključi
 - tačku u vremenu, jednaku ili stariju od trenutka nastajanja arhivske kopije i
 - tačku u vremenu, jednaku ili noviju od tražene vremenske tačke oporavka BP

Zaštita od uništenja i oštećenja



■ Korektivni mehanizmi zaštite

- zaštita na nivou SUBP
 - oporavak BP do zadate tačke u vremenu
 - na restaurirano stanje BP primenjuju se sve promene nad BP
 - u hronološkom redosledu nastanka, saglasno redosledu zapisa u transakcionom dnevniku
 - sve završene i potvrđene transakcije se, ponovo, potvrđuju
 - sve nezavršene ili poništene transakcije se automatski poništavaju

Struktura SUBP



- Poseduje komponente i mehanizme za
 - upravljanje transakcijama
 - upravljanje višekorisničkim režimom rada
 - zaštitu BP od neovlašćenog pristupa
 - zaštitu BP od uništenja / oštećenja
 - upravljanje distribuiranim BP
 - upravljanje replikacijom u BP
 - obezbeđenje performantnog korišćenja BP

Upravljanje distribuiranim BP



- SUBP poseduje potrebne mehanizme za izgradnju i upravljanje distribuiranim BP
 - globalno upravljanje nazivima objekata i obezbeđenje lokacijske transparentnosti
 - obezbeđenje komunikacije (prosleđivanje poruka) između servera BP
 - upravljanje distribucijom rečnika SUBP-a

Upravljanje distribuiranim BP



- SUBP poseduje potrebne mehanizme za izgradnju i upravljanje distribuiranim BP
 - zaštita podataka od oštećenja ili uništenja u distribuiranom okruženju
 - arhiviranje BP
 - restauracija BP
 - oporavak BP
 - zaštita podataka od neovlašćenog pristupa u distribuiranom okruženju

Upravljanje distribuiranim BP



- SUBP poseduje potrebne mehanizme za izgradnju i upravljanje distribuiranim BP
 - obezbeđenje komunikacije program - SUBP koji je nezavisan od proizvođača i tipa SUBP (ODBC, JDBC)
 - očuvanje konzistentnosti BP u distribuiranom okruženju
 - upravljanje transakcijama u distribuiranom okruženju

Upravljanje distribuiranim BP



■ Upravljanje transakcijama u distribuiranom okruženju

- sa stanovišta krajnjeg korisnika
 - jednaka funkcionalnost kao u nedistribuiranom okruženju
- sa stanovišta SUBP
 - potreba postojanja posebnih mehanizama za sinhronizaciju postupka završetka transakcije na više servera BP odjednom

Upravljanje distribuiranim BP

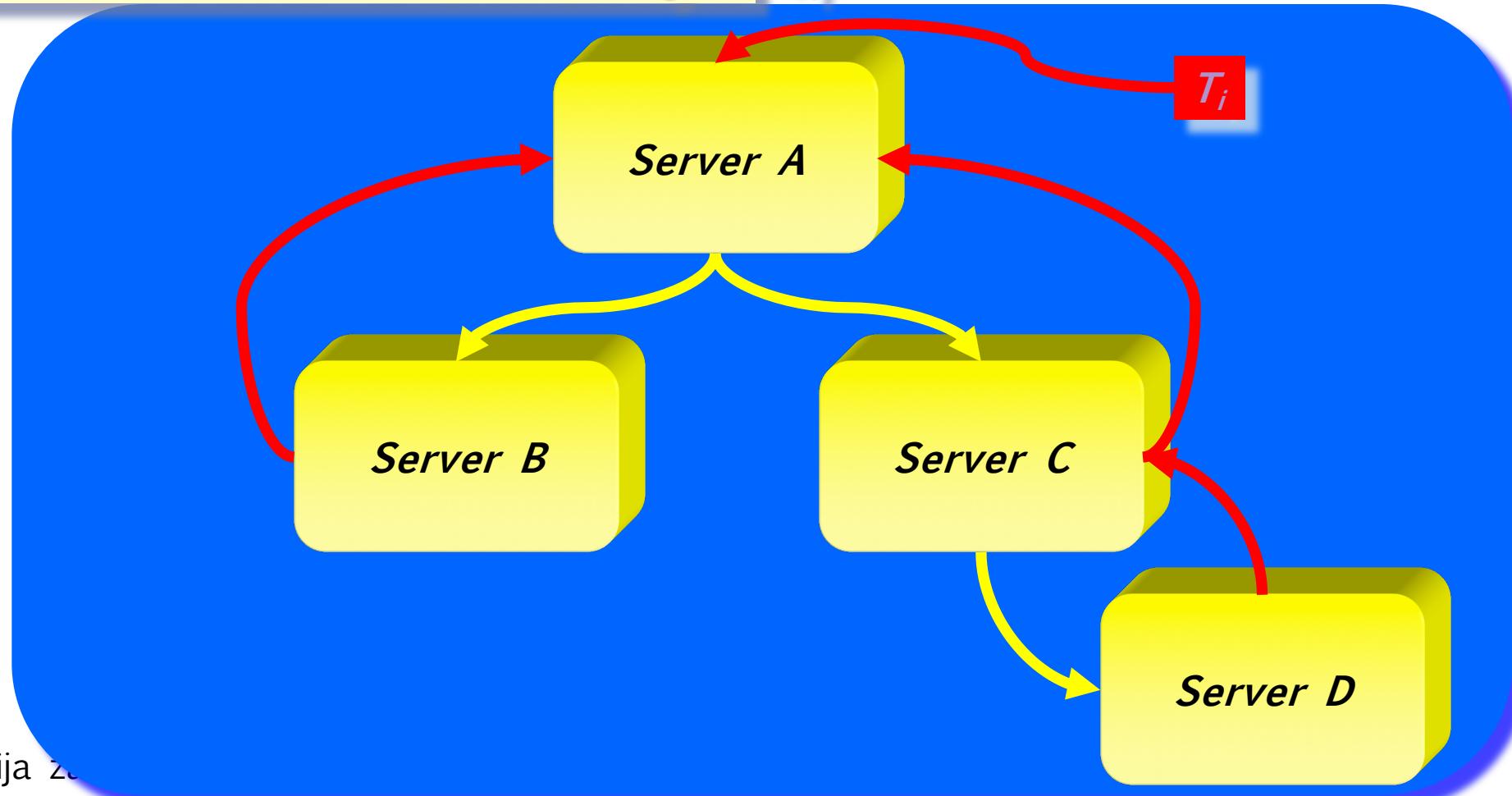


■ Vođenje transakcije u distribuiranom okruženju

- na isti način kao u nedistribuiranom okruženju
 - COMMIT, ROLLBACK, ROLLBACK TO *savepoint*, dvofazni protokol zaključavanja - uobičajeno, na svakom serveru BP
- transakcija se, u opštem slučaju, sprovodi na više servera BP odjednom, koji međusobno komuniciraju



Stablo servera transakcije T_i



Upravljanje distribuiranim BP



■ Vođenje transakcije u distribuiranom okruženju

- uloge servera BP u transakciji
 - server inicijalizacije transakcije
 - server na kojem transackija započinje - koren stabla transakcije
 - server globalne potvrde transakcije
 - server, na kojem se obavlja najveći deo transakcije
 - server koji vrši koordinaciju postupka završetka transakcije

Upravljanje distribuiranim BP



■ Završetak transakcije u distribuiranom okruženju

- zahteva sinhronizaciju servera BP u stablu transakcije
- dvofazni protokol potvrđivanja transakcije u distribuiranom okruženju
 - faza pripreme završetka transakcije
 - faza realizacije završetka transakcije

Upravljanje distribuiranim BP



■ Završetak transakcije u distribuiranom okruženju

- faza pripreme završetka transakcije
 - ako transakcija na serveru globalne potvrde transakcije može biti potvrđena
 - šalje svim ostalim serverima poruku tipa *Pripremi se za potvrdu* - *PREPARE*
 - očekuje odgovore ostalih servera
 - ako transakcija mora biti poništена
 - šalje svim ostalim serverima poruku tipa *ROLLBACK*
 - poništava transakciju u celini

Upravljanje distribuiranim BP



■ Završetak transakcije u distribuiranom okruženju

- faza pripreme završetka transakcije
 - ako server BP dobije poruku tipa *PREPARE*
 - utvrđuje da li se dati deo transakcije može potvrditi ili se mora poništiti
 - šalje odgovor tipa *PREPARED* ili *ROLLBACK* servreu globalne potvrde transakcije
 - ako server BP dobije poruku tipa *ROLLBACK*
 - poništava transakciju
 - šalje poruku potvrde da je tražena operacija obavljena

Upravljanje distribuiranim BP



■ Završetak transakcije u distribuiranom okruženju

- faza realizacije završetka transakcije
 - ako server globalne potvrde dobije pozitivan odgovor od svih servera BP transakcije
 - šalje svim ostalim serverima poruku tipa *COMMIT*
 - očekuje odgovore ostalih servera
 - ako dobije sve pozitivne odgovore, potvrđuje transakciju u celini



Upravljanje distribuiranim BP

■ Završetak transakcije u distribuiranom okruženju

- faza realizacije završetka transakcije
 - ako server globalne potvrde transakcije dobije negativan odgovor od makar jednog servera BP
 - šalje svim ostalim serverima poruku tipa *ROLLBACK*
 - poništava transakciju u celini

Upravljanje distribuiranim BP



■ Završetak transakcije u distribuiranom okruženju

- postoji mogućnost pojave greške u toku vođenja ili završetka transakcije
 - trajno ili privremeno "gubljenje" poruke / odgovora na poruku - izaziva zastoj u radu
- SUBP poseduje mehanizme za
 - unilateralni ("nasilni", separatni) završetak dela transakcije na jednom od servera BP
 - dovođenje BP u konzistentno stanje, nakon unilateralnog završetka dela transakcije

Struktura SUBP



- Poseduje komponente i mehanizme za
 - upravljanje transakcijama
 - upravljanje višekorisničkim režimom rada
 - zaštitu BP od neovlašćenog pristupa
 - zaštitu BP od uništenja / oštećenja
 - upravljanje distribuiranim BP
 - upravljanje replikacijom u BP
 - obezbeđenje performantnog korišćenja BP

Upravljanje replikacijom BP



- SUBP poseduje potrebne mehanizme za izgradnju i upravljanje repliciranim delovima BP
- Podržane vrste replikacije
 - sa stavnovišta vremena osvežavanja
 - sinhrona
 - u trenutku nastajanja promene u BP (u toku trajanja transakcije koja sprovodi promenu u BP)
 - asinhrona
 - u odloženom režimu, u zadatom vremenskom trenutku, tj. intervalu vremena

Upravljanje replikacijom BP



■ Podržane vrste replikacije

- sa stavnovišta načina osvežavanja
 - replikacija s brzim osvežavanjem
 - prosleđuju se samo promene ili promenjeni podaci do repliciranog dela BP
 - replikacija s kompletnim osvežavanjem
 - prosleđuju se, ponovo, svi podaci koji čine replicirani deo BP

Upravljanje replikacijom BP



■ Podržane vrste replikacije

- sa stavnovišta mogućnosti ažuriranja BP
 - jednosmerna
 - dozvoljeno je samo ažuriranje putem transakcija matičnih tabela u BP
 - replicirani delovi BP se ažuriraju isključivo tehnikom osvežavanja
 - simetrična
 - dozvoljeno je ažuriranje putem transakcija i matičnih tabela u BP i repliciranih delova BP, istovremeno
 - dodatno, replicirani delovi BP se mogu ažurirati i tehnikom osvežavanja

Upravljanje replikacijom BP



■ Mehanizmi SUBP

- podržavaju navedene vrste replikacije
- obezbeđuju očuvanje konzistentnosti BP do na zadate intervale vremena osvežavanja repliciranih delova BP
 - provera važenja implementiranih ograničenja u repliciranim delovima BP
 - podrška postupaka za razrešavanje konflikata ažuriranja
 - nastaju, kada se isti podaci simetrično ažuriraju u toku jednog intervala osvežavanja repliciranih delova BP



Struktura SUBP

- **Poseduje komponente i mehanizme za**

- upravljanje transakcijama
- upravljanje višekorisničkim režimom rada
- zaštitu BP od neovlašćenog pristupa
- zaštitu BP od uništenja / oštećenja
- upravljanje distribuiranim BP
- upravljanje replikacijom u BP
- obezbeđenje performantnog korišćenja BP

Obezbeđenje performansi



■ Obezbeđenje performantnog rada SUBP

- obezbeđenje zadovoljavajućeg vremena odziva sistema na unapred predviđene funkcionalne zahteve
- uslovljeno je
 - karakteristikama instalirane računarsko-komunikacione infrastrukture
 - karakteristikama i performansama instaliranih operativnih sistema
 - karakteristikama (mogućnostima) samog SUBP

Obezbeđenje performansi



■ Parametri performantnog rada SUBP

- efektivnost korišćenja memorijskog prostora, dodeljenog BP
- prilagođenost fizičke strukture BP potrebama transakcionih programa
- prilagođenost distribucije i replikacije BP potrebama transakcionih programa
- složenost logičke strukture BP i samih transakcionih programa

Obezbeđenje performansi



■ Parametri performantnog rada SUBP

- efikasnost realizacije upita nad BP
- efikasnost ažuriranja BP
- stepen zahtevane pouzdanosti rada SUBP i raspoloživosti za upotrebu BP
- stepen zahtevane zaštite BP od neovlačćenog pristupa i uništenja ili oštećenja



Obezbeđenje performansi

■ Mehanizmi obezbeđenja performantnog rada SUBP

- efektivnost korišćenja memorijskog prostora, dodeljenog BP
 - mogućnost praćenja i podešavanja parametara fizičke organizacije datoteka, dodeljenih BP
 - mogućnost praćenja i podešavanja parametara zauzeća prostora BP na jedinicma diskova
 - mogućnost praćenja i podešavanja parametara zauzeća prostora u OM, dodeljenog SUBP



Obezbeđenje performansi

■ Mehanizmi obezbeđenja performantnog rada SUBP

- prilagođenost fizičke strukture BP potrebama transakcionih programa
 - mogućnost izbora različitih načina fizičke organizacije podataka i metoda pristupa
 - mogućnost praćenja i podešavanja parametara
 - zauzeća prostora unutar blokova BP
 - rezervacije i oslobođanja blokova unutar prostora dodeljenog delovima BP (tabelama)



Obezbeđenje performansi

■ Mehanizmi obezbeđenja performantnog rada SUBP

- prilagođenost distribucije i replikacije BP potrebama transakcionih programa
 - mogućnost izbora različitih načina distribucije fragmenata BP po serverima BP
 - mogućnost izbora različitih tehnika za replikaciju podataka u BP
 - mogućnost praćenja i podešavanja parametara koji definišu vreme, način i tehnike osvežavanja (ažuriranja) repliciranih delova BP

Obezbeđenje performansi



■ Mehanizmi obezbeđenja performantnog rada SUBP

- složenost logičke strukture BP i samih transakcionih programa
 - mogućnost izbora različitih načina i tehnika za realizaciju
 - ograničenja šeme BP
 - ostalih pravila poslovanja, koja se ugrađuju u BP
 - procedura obrade podataka u BP
 - zaključavanja podataka u toku transakcija

Obezbeđenje performansi



■ Mehanizmi obezbeđenja performantnog rada SUBP

- efikasnost realizacije upita nad BP
 - mogućnost izbora različitih načina i tehnika za realizaciju upita nad BP
 - mogućnost izbora različitih načina fizičke organizacije podataka i metoda pristupa
 - mogućnost distribuiranja BP na više servera BP
 - mogućnost uvođenja replikacije (materijalizovanih pogleda) u šemu BP

Obezbeđenje performansi



■ Mehanizmi obezbeđenja performantnog rada SUBP

- efikasnost realizacije upita nad BP
 - mogućnost praćenja i podešavanja parametara koji utiču na efikasnost mehanizma za pripremu i sintaksnu analizu upita
 - obavezna upotreba optimizatora upita

Obezbeđenje performansi



■ Optimizacija upita

- postupak pronalaženja puta (tj. formiranja procedure) za što efikasniju realizaciju upita

■ Optimizator upita

- mehanizam SUBP za analizu upita i sprovođenje optimizacije upita
 - potpuno automatski - bez "saradnje" s programerom
 - automatizovano - u "saradnji" s programerom

Obezbeđenje performansi



■ Optimizator upita

- mora ga posedovati svaki RSUBP/ORSUBP
- njegova egzistencija je posledica neproceduralnosti jezika SQL, tj. naredbe SELECT
 - programer definiše samo “šta” treba selektovati
 - optimizator određuje kako da se upit izvrši

Obezbeđenje performansi



■ Ulazne specifikacije za optimizator upita

- tekst sintaksno korektne SELECT narebe kojom se iskazuje upit
- opis fizičke strukture potrebnog dela BP
 - posebno, specifikacija potencijalno korisnih indeksa (struktura tipa B+ stabla)
- brojevi torki u relevantnim tabelama i indeksima za upit

Obezbeđenje performansi



■ Ulazne specifikacije za optimizator upita

- histogrami raspodele aktuelnih vrednosti ključa ili sekundarnog ključa u definisanom domenu
 - ANALYZE TABLE
- programerska direktiva
 - opcionalna
 - programersko uputstvo ("pomoć") optimizatoru upita

Obezbeđenje performansi



■ Opšti postupak optimizacije upita

- generisanje svih mogućih planova (procedura) izvršenja upita
- ocena svakog plana, sa stanovišta efikasnosti
- izbor plana s najboljom ocenom efikasnosti

■ Alternativni postupak optimizacije

- semantičko prerađivanje upita
 - dolazak do potpuno nove, ali ekvivalentne forme SELECT naredbe upita
 - koja omogućava efikasnije izvršavanje upita

Obezbeđenje performansi



■ Vrste optimizatora upita (saglasno opštem postupku optimizacije)

- sa stanovišta kriterijuma za ocenu efikasnosti
 - sintaksni
 - zasnovani na ceni
 - statistički

Obezbeđenje performansi



■ Sintaksni optimizator

- *syntax based / rule based optimizer*
- koristi sledeće ulazne specifikacije
 - tekst sintaksno korektne SELECT narebe
 - specifikaciju indeksa nad relevantnim tabelama
 - opcionalno, programersku direktivu
- koristi statička (unapred definisana i nepromenljiva) pravila optimizacije

Obezbeđenje performansi



■ Sintaksni optimizator

- rezultat optimizacije je, u visokoj meri, opredeljen načinom konstruisanja SELECT naredbe
- u određenoj meri zahteva da programer vodi računa o fizičkoj organizaciji podataka
 - posledica: smanjenje stepena fizičke nezavisnosti programa od podataka

Obezbeđenje performansi



■ Optimizator zasnovan na ceni

- *cost based optimizer*
- nasleđuje pravila rezonovanja sintaksnog optimizatora
- koristi, dodatno, podatke o
 - brojevima torki u relevantnim tabelama i indeksima za upit

Obezbeđenje performansi



■ Optimizator zasnovan na ceni

- koristi dinamička pravila optimizacije, zasnovana na proceni cene izvođenja pojedinačnih operacija
 - izračunava se cena primene svakog operatora sadržanog u upitu, saglasno broju torki u tabeli koje operator koristi
 - pravilo: restriktivniji operator ima manju cenu
 - analiziraju se operatori
 - spoja, selekcije, projekcije, dekartovog proizvoda, itd.
 - poređenja (<, >, ≤, ≥, ≠, =, LIKE, BETWEEN AND).

Obezbeđenje performansi



■ Statistički optimizator

- nasleđuje pravila rezonovanja optimizatora zasnovanog na ceni
- dodatno koristi
 - histograme raspodele aktuelnih vrednosti ključa ili sekundarnog ključa u definisanom domenu
 - prethodno pripremljene u postupku analiziranja sadržaja tabela i indeksa

Obezbeđenje performansi



■ Statistički optimizator

- koristi dinamička pravila optimizacije zasnovana na proceni cene izvođenja pojedinačnih operacija
 - izračunava se cena primene svakog operatora sadržanog u upitu, saglasno
 - procenjenoj restriktivnosti vrednosti ključa / sekundarnog ključa i
 - pravilima koja koriste i optimizatori zasnovani na ceni

Obezbeđenje performansi



■ Mehanizmi obezbeđenja performantnog rada SUBP

- efikasnost ažuriranja BP
 - mogućnost izbora različitih načina i tehnika za realizaciju operacija ažuriranja nad BP
 - mogućnost izbora različitih načina fizičke organizacije podataka i metoda pristupa
 - mogućnost distribuiranja BP na više servera BP
 - mogućnost uvođenja simetrične replikacije
(*updatable* materijalizovanih pogleda) u šemu BP

Obezbeđenje performansi



■ Mehanizmi obezbeđenja performantnog rada SUBP

- efikasnost ažuriranja BP
 - mogućnost izbora različitih mehanizama za realizaciju
 - ograničenja i pravila poslovanja, ugrađenih u BP
 - zaključavanja na nivou transakcionog programa
 - mogućnost praćenja i podešavanja parametara koji utiču na efikasnost mehanizma za pripremu i sintaksnu analizu naredbi za ažuriranje BP

Obezbeđenje performansi



■ Mehanizmi obezbeđenja performantnog rada SUBP

- efikasnost ažuriranja BP
 - način realizacije fizičkog ažuriranja datoteka, dodeljenih BP
 - moguće tehnike
 - direktno ažuriranje, tj. ažuriranje unapred (*forward update*)
 - odloženo ažuriranje, tj. ažuriranje unazad (*backward update*)

Obezbeđenje performansi



■ Tehnike fizičkog ažuriranja datoteke BP

- direktno ažuriranje
 - datoteke s podacima se u toku transakcije direktno ažuriraju
 - stari podaci (*before image*) se posebno memorišu
 - favorizacija operacije *COMMIT*
- odloženo ažuriranje
 - datoteke s podacima se ažuriraju nakon uspešnog potvrđivanja transakcije
 - novi podaci (*after image*) se posebno memorišu
 - favorizacija operacije *ROLLBACK*

Obezbeđenje performansi



■ Mehanizmi obezbeđenja performantnog rada SUBP

- stepen zahtevane pouzdanosti rada SUBP i raspoloživosti za upotrebu BP
 - raspoređivanje datoteka kojima upravlja SUBP na više fizički posebnih disk jedinica
 - udvajanje servera BP
 - formiranje klasterske arhitekture SUBP
 - udvajanje datoteka transakcionog dnevnika
 - opredeljenje za izostavljanje evidentiranja operacija u transakpcionom dnevniku

Obezbeđenje performansi



■ Mehanizmi obezbeđenja performantnog rada SUBP

- stepen zahtevane pouzdanosti rada SUBP i raspoloživosti za upotrebu BP
 - povišenje stepena pouzdanosti rada SUBP može dovesti do degradacije performansi
 - efekat višestrukog obavljanja istih operacija
 - povišenje stepena pouzdanosti rada SUBP može dovesti do poboljšanja performansi
 - efekat rasterećenja H/S resursa, uvođenjem u upotrebu novih H/S resursa

Obezbeđenje performansi



■ Mehanizmi obezbeđenja performantnog rada SUBP

- stepen zahtevane zaštite BP od neovlačćenog pristupa i uništenja ili oštećenja
 - korektivne mere zaštite BP od neovlašćenog pristupa, po pravilu, degradiraju performanse rada SUBP
 - većina preventivnih i korektivnih mera zaštite BP od uništenja ili oštećenja degradira performanse rada SUBP

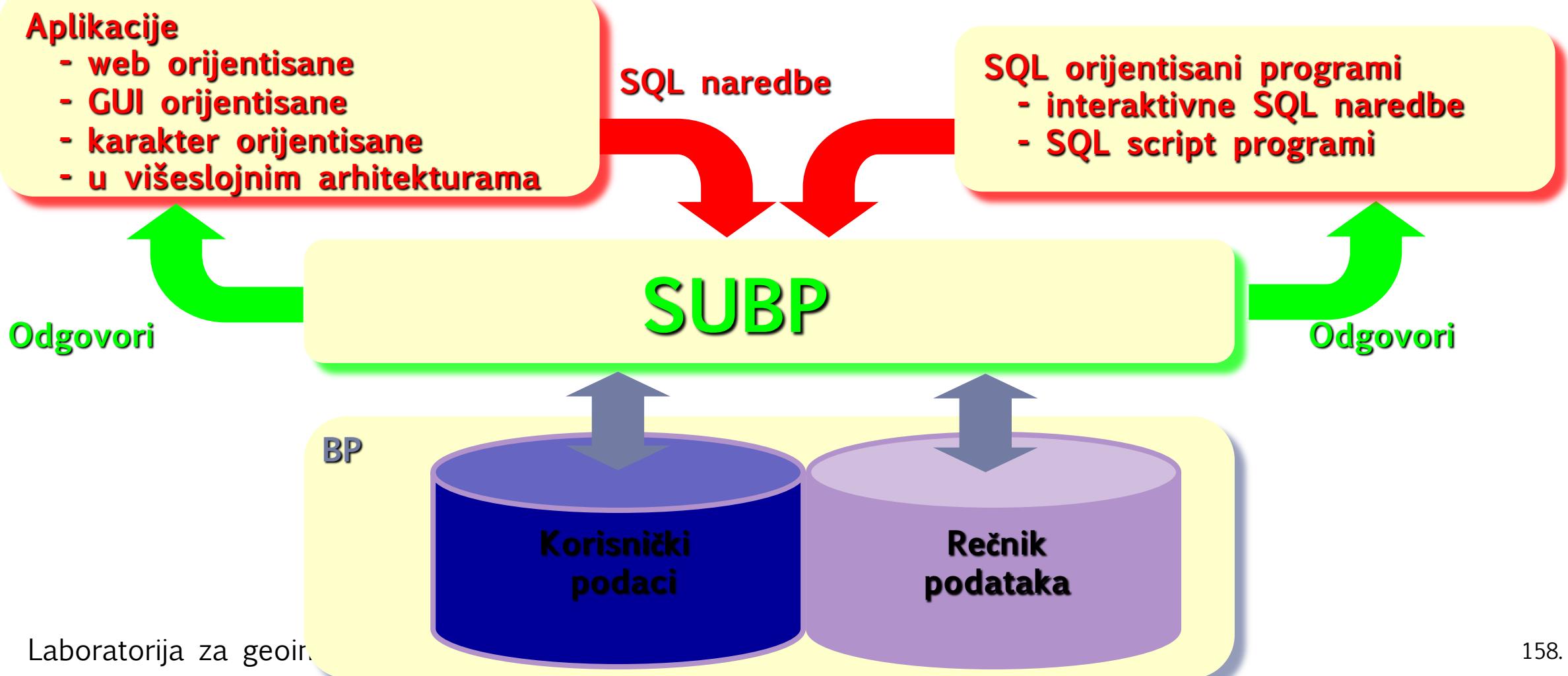
Obezbeđenje performansi



■ Mehanizmi obezbeđenja performantnog rada SUBP

- stepen zahtevane zaštite BP od neovlačćenog pristupa i uništenja ili oštećenja
 - povišenje stepena zahtevane zaštite BP, po pravilu, utiče na degradaciju performansi rada SUBP

Arhitektura RSUBP / ORSUBP





Arhitektura RSUBP / ORSUBP

Aplikacije

SUBP

Upravljač višekorisničkim režimom rada

Upravljač arhiviranjem i oporavkom

Upravljač distribucijom i replikacijom

Upravljač imenima i distribucijom

Upravljač replikacijom

SQL procesor

Generator plana izvršenja upita

SQL optimizator

SQL parser

Izvršilac SQL operatora

Upravljač BP

Upravljač prostorom BP i metode pristupa podacima

Upravljač baferima u OM

Upravljač datotekama i prostorom na disku

Karakteristike RSUBP/ORSUBP



- Rečnik podataka (katalog) BP
- Nezavisnost programa od podataka
- Fleksibilnost

Rečnik podataka



- **Baza podataka samog SUBP-a**
 - sadrži tzv. metapodatke
- **Služi za memorisanje podataka o**
 - šemi BP
 - implementacionoj, internoj, distribucionoj i replikacionoj
 - fizičkoj strukturi alociranog prostora na memorijskim uređajima, vezanim za BP
 - načinu organizacije transakcionog dnevnika

Rečnik podataka



■ Služi za memorisanje podataka o

- izvršenim arhiviranjima i restauriranjima BP
- obavljenim transakcijama i transakcijama koje su toku
- korisnicima i pravima pristupa
- ostvarenim konekcijama korisnika na BP
- statistikama, neophodnim za optimizaciju upita i upravljanje fizičkim prostorom BP
- vezama između raznih objekata u BP

Rečnik podataka



■ Tipovi rečnika podataka

- pasivni
 - služe za evidentiranje podataka o objektima baze podataka, bez mogućnosti evidentiranja veza između tih objekata
- aktivni
 - sadrže i podatke o vezama između objekata
 - mogu se koristiti za analizu uticaja ("šta se sve menja, ako se jedan objekat promeni")

Rečnik podataka



■ Tipovi rečnika podataka

- dinamički
 - sadrže i definicije objekata (programa) u izvornom kodu
 - ako se menja definicija programa, automatski se prekompiliraju drugi povezani programi
- distribuirani
 - sadrže i podatke o lokacijskoj distribuciji objekta po serverima BP koji čine distribuiranu BP

Rečnik podataka



■ Bitne karakteristike

- omogućavanje "kasnog povezivanja" definicije strukture podataka s programskim kodom
 - tek u momentu izvršavanja SQL izraza
- ostvarenje veze (ili objedinjenje) s rečnicima podataka odgovarajućih
 - CASE proizvoda i
 - okruženja IV generacije

Karakteristike RSUBP/ORSUBP



- Rečnik podataka (katalog) BP
- Nezavisnost programa od podataka
- Fleksibilnost



Nezavisnost

- **Veliki doprinos RSUBP / ORSUBP je u obezbeđenju određenog nivoa nezavisnosti programa od podataka**
 - to je, primarno, posledica teoretske separacije fizičkih od logičkih aspekata izgradnje BP
 - tri aspekta nezavisnosti programa od podataka
 - logička nezavisnost
 - fizička nezavisnost
 - lokacijska nezavisnost

Nezavisnost



■ Logička nezavisnost

- nezavisnost programa od izmena u šemi BP
- uvođenje koncepta SQL pogleda
 - CREATE VIEW
 - imenovani tekst SELECT naredbe, sačuvan u rečniku BP
 - virtuelna tabela

Nezavisnost



■ Logička nezavisnost

- mogućnost različitih izmena šeme BP koje
 - se mogu vršiti dinamički, u toku korišćenja BP
 - ne utiču na realizovane transakcione programe
 - saglasno konceptu kasnog povezivanja programa i podataka, ne traže njihovo ponovno prevođenje
 - ako je ponovno prevođenje, usled nastalih izmena neophodno, ono se automatski sprovodi, na nivou SUBP

Nezavisnost



■ Logička nezavisnost

- tipovi izmena logičke šeme BP, koje podržavaju nezavisnost od programa
 - dodavanje nove tabele
 - dodavanje nove kolone u postojeću tabelu
 - izmena definicije kolone ili ukidanje kolone tabele
 - dodavanje novog ograničenja u BP
 - izmena definicije ili ukidanje ograničenja u BP
 - ukidanje tabele

Nezavisnost



■ Logička nezavisnost

- tipovi izmena logičke šeme BP, koje podržavaju nezavisnost od programa
 - transformacija tabele BP u pogled, ili pogleda u tabelu ili materijalizovani pogled
 - dodavanje nove procedure ili trigera u BP
 - izmena definicije ili ukidanje procedure ili trigera BP

Nezavisnost



■ Fizička nezavisnost

- nezavisnost izmena fizičke organizacije BP od njene logičke šeme i programa
- tipovi izmena fizičke organizacije BP, koje podržavaju fizičku nezavisnost
 - dodavanje, reorganizacija ili ukidanje indeksa (B^+ stabla) nad tabelom
 - reorganizacija fizičkih struktura podataka u BP
 - reorganizacija fizičkog prostora BP, dodeljenog BP
 - dodavanje, izmena parametara ili ukidanje datoteka BP, kojima SUBP upravlja



Nezavisnost

■ Lokacijska nezavisnost

- nezavisnost logičke šeme BP od distribucione šeme BP
- nezavisnost logičke šeme BP od replikacione šeme BP
- tipovi izmena koji podržavaju lokacijsku nezavisnost
 - dodavanje novog ili ukidanje postojećeg servera BP
 - prebacivanje delova BP s jednog na drugi server BP
 - dodavanje novih, te izmena ili ukidanje postojećih materijalizovanih pogleda

Nezavisnost



■ Lokacijska nezavisnost

- tipovi izmena koji podržavaju lokacijsku nezavisnost
 - izmena parametara organizacije materijalizovanih pogleda
 - izmena načina organizacije i parametara replikacije delova BP

Karakteristike RSUBP/ORSUBP



- Rečnik podataka (katalog) BP
- Nezavisnost programa od podataka
- Fleksibilnost

Fleksibilnost



■ Fleksibilnost

- prilagodljivost različitim okruženjima, u kojima SUBP treba da budu upotrebljeni
 - sistemi visokog stepena pouzdanosti
 - sistemi visokog stepena zaštite od neovlašćenog pristupa i oštećenja
 - *real time* sistemi - sistemi tipa 24×7
 - ekstremno veliki sistemi - sistemi s velikim BP (reda terabajta) i heterogenim podacima
- pogodnost za upotrebu i održavanje



Fleksibilnost

■ Pogodnost za upotrebu i održavanje

- za krajnjeg korisnika
 - alati za upotrebu BP
- za programera
 - alati za upotrebu BP, razvoj softvera i šeme BP
- za administratora BP (DBA)
 - alati za održavanje BP i SUBP
 - organizacija BP i memorijskog prostora
 - obezbeđenje performansi
 - obezbeđenje procedura za zaštitu BP

Fleksibilnost



■ Mehanizmi fleksibilnosti upotrebe

- dovode do povećanja produktivnosti rada
- primer za programera
 - deklarativni i proceduralni mehanizmi za realizaciju ograničenja šeme BP i pravila poslovanja
 - definišu se i testiraju centralno - ugrađuju se u BP, a ne u programe
 - ograničenja se kontrolišu centralno
 - eliminiše se višekratno pisanje istih delova programske koda i pojava grešaka
 - obezbeđenje nezavisnosti programa od podataka

Fleksibilnost



■ Mehanizmi fleksibilnosti upotrebe

- primer za programera
 - centralna kontrola ograničenja i obezbeđenje nezavisnosti programa od podataka dovode do:
 - povećanja produktivnosti programera najmanje za 30%
 - neuporedivo bolje kontrole BP, nego kada se ti mehanizmi ugrađuju u programe repetitivnim pisanjem istog programskog koda
 - smanjenja broja linija programskog koda