SOFTVERSKO INŽENJERSTVO ZA SISTEME BAZA PODATAKA

ODGOVORI NA PITANJA ZA USMENI DEO ISPITA

JANUAR 2023

Git: https://github.com/NikolaVetnic/seds

01 *DW* sistemi - motivacija nastanka, koncepcija.

Motivacija nastanka *DW* sistema: ulogu igraju motivacioni faktori poslovanja, kao i uloga inf. sistema u podršci motivacionih faktora (kvalitetne informacije o poslovanju, podrška upravljanju). Podrška poslovanju se pruža upravljačkim informacionim sistemima - *MIS*, i kasnije sistemima za podršku odlučivanju - *DSS*.

Management Information Systems (*MIS*) uvedeni sa ciljem obezbeđivanja operativnih podatka o (svakodnevnom) poslovanju, pružaju mogućnost kreiranja izveštaja na zahtev ali su skromnih mogućnosti u smislu podrške analizi.

On-Line Transaction Processing (*OLTP*) sistemi pripadaju *MIS* sistemima - projektovani su da obezbede performanse pri transakcijama, rukuju kompleksno struktuiranim podacima, ali sa nedovoljno dobro iskazanom semantikom i visokom disperzijom istih, te su nepogodni za realizaciju zahtevnih upita. Što se karakteristika tiče, **1)** tipične su operacije ažuriranja, **2)** transakcije rukuju sa malo podataka, **3)** osnovna jedinica je slog, **4)** strukture su statičke. Mogućnosti analize *MIS* sistema se svode na analizu operativnih podataka, ili korišćenja izveštaja koji se generišu nad njima - reč je o primitivnom rešenju, odnosno obradi posebno izdvojenih podataka (izvodi i "eksplozija" izvoda, nedostatak opšte vremenske odrednice, neusaglašenost, i slično).

Decision Support Systems (*DSS*) su savremeno i bolje rešenje budući da obezbeđuju softversku podršku analizi podataka. Kao ulaz podržava istorijske operativne podatke (drastično različitih formata) kao ulaz, podržava matematičke modele analize poslovanja, a proizvodi informacije bitne za proces odlučivanja. Opšta struktura *DSS*-a podrazumeva **1)** komponente za upravljanje podacima (skladištenje, ekstrahovanje i filtriranje, alati za upite), **2)** za upravljanje modelima, i **3)** za prezentaciju podataka.

Koncepcija *DW* sistema: *DW* je posledica potrebe za skladištenjem i obradom velike količine podataka, i kao takav predstavlja osnovni element nove generacije *DSS*-ova. "*DW* je na temu orijentisana, integrisana, od vremena zavisna i nepromenljiva kolekcija podataka u službi podrške procesu donošenja odluka." (*Bill Inmon*)

DW sistemi su dakle orijentisani na teme (npr. prodaja, marketing, proizvodnja) - podaci se ne kategorišu po funkcionalnim celinama kao u *OLTP* sistemima, pri čemu jedna tema može biti zanimljiva višestrukim funkcijama, a takođe različite teme mogu deliti podatke.

DW podaci su integrisani, odnosno svi podaci o entitetu su standardizovani i čuvaju se na jednom mestu, pa tako *DW* predstavlja centralizovanu bazu.

DW podaci su vremenski zavisni, odnosno *DW* sadrži vreme, a ponekad i prostornu dimenziju, u "granuliranom" vidu. Podaci se mogu ticati kako prošlosti i sadašnjosti, tako i budućnosti (predikcije). Samo *DW* se periodično ažurira.

DW podaci su nepromenljivi, odnosno unosi se retko brišu ili modifikuju.

02 *DW* sistemi - tematske karakteristike, poređenje *DW* i OLTP.

Tematske karakteristike *DW* sistema: tematske karakteristike obuhvataju dimenzionost, granularnost i diskretizaciju vremena.

Dimenzionost podrazumeva iskazivanje podataka uskladištenih u *DW* spram različitih konteksta (dimenzija) koji ih opisuju, dok se sami podaci dele na **1)** činjenične (vrednosti parametara promenljive u vremenu) i **2)** dimenzione (konstantne dimenzione karakteristike).

Granularnost podrazumeva različite nivoe na kojima se vrši agregacija podataka pri ažuriranju *DW*-a (npr. da li se ukupna zarada sabira na nivou dana ili nedelje). Ključna odluka u ovom slučaju je nivo granularnosti koji mora odgovarati potrebama poslovanja.

Diskretizacija vremena podrazumeva podelu vremenske komponente poslovanja na diskretne jedinice sa kojima se povezuju relevantni unosi *DW* baze podataka. Za razliku od *OLTP* sistema podaci u *DW* bazama imaju daleko duži životni vek, nikad ne postaju relevantni te se zato i ne brišu.

	OLTP	DW
tipične operacije	operacije ažuriranje	operacije upita
kritične operacije	transakcije ažuriranja	transakcije upita
ažuriranje baze podataka	veliki broj DML operacija	punjenje i periodično osvežavanje
frekvencija upita	niska/srednja	visoka
kompleksnost upita	niska	visoka
količina podataka po transakciji	mala/srednja	velika
očekivano vreme odgovora	do sekunde	nekoliko sekundi do više sati

Poređenje *DW* i *OLTP* sistema - transakcione karakteristike.

	OLTP	DW
vremenska diskretizacija	dan - sekunda	dan - godina
aktuelnost podataka	do godine	više godina
obim baze podataka	MB - GB	GB - TB
povećanje obima baze podataka	linearno	polinomno / eksponencijalno
granularnost podataka	elementarni podaci	agregirani podaci
nivo agregacije	nizak	visok
šema baze podataka	normalizovana, kompleksna	denormalizovana, prostija

Poređenje *DW* i *OLTP* sistema - karakteristike podataka.

	OLTP	DW
izvori podataka	operativno poslovanje	OLTP, interni i eksterni izvori
organizacija podataka	prema funkcijama	prema temama
podrška poslovnih procesa	operativno poslovanje	analiza i odlučivanje
forme za prikaz podataka	statičke, retko promenljive	kontekstno zavisne, promenljive
intenzitet korišćenja BP u vremenu	uniforman	neuniforman, mogući udarni termini

Poređenje *DW* i *OLTP* sistema - karakteristike poslovanja.

03 *DW* sistemi - arhitektura, vrste.

Arhitektura *DW* sistema: višeslojna je i obuhvata: **1)** servere, **2)** međupodručja *DW* sistema (mesto operativne pripreme za upis u *DW* sistem), **3)** *DW* aplikativne servere (upiti, analiza, prezentacija), **4)** *DW* klijente (UI za pristup *DW*-u), **5)** repozitorijum metapodataka.

Vrste *DW* sistema - prema opsegu pokrivenosti tema: razlikujemo *Enterprise Data Warehouse* (*EDW*) koji pokriva celo poslovanje, i *Data Mart* (*DM*) koji pokriva obično samo jednu temu.

EDW predstavlja korporativni *DW* i pokriva celokupno poslovanje. Razvija se inkrementalno, predstavlja jedan izvor podataka za celokupni menadžment, sinhronizuje se sa svih izvora i može biti osnova za pojedinačne *DM* sisteme.

DM predstavlja tematski *DW* i pokriva jednu temu poslovanja. Može se predstaviti kao pilot ozbiljnijeg *DW* sistema, a realizuje se kao (od drugih sistema) nezavisni ili zavisni *DM*.

Virtuelna *DW* arhitektura: ne postoji posebna *DW* baza; obezbeđen je direktan pristup OLTP sistemu uz korišćenje klijentskih alata za upite i analizu podataka; privremeno i kratkotrajno rešenje. Prednosti: malo ulaganje u IT opremu i ljudstvo, jednostavnost uvođenja i korišćenja. Mane: ne postoje istorijski ni agregirani podaci, kao ni centralizovani meta podaci niti procedure za čišćenje i integraciju.

Upakovana *DW* arhitektura: "upakovani" softverski proizvod koji obezbeđuje **1)** izgradnju DW iz različitih izvora, **2)** pristup DW jednostavnim alatima za upite i analizu, **3)** izgradnju lokalnog MDR - *Managed Detection & Response*. Prednosti: eliminiše direktnu komunikaciju sa OLTP bazom. Mane: eksplozija nezavisnih i neintegrisanih *DM*-ova, odsustvo zajedničke osnove meta podataka na nivou organizacije i tema poslovanja, prljavi podaci iz različitih izvora.

Arhitektura izvedenog *DW*: upakovana *DW* arhitektura sa jendim ECTL soft. paketom i DSA međupodručjem koje omogućava **1)** ekstrakciju, pročišćavanje, transformaciju i punjenje, **2)** agregiranje i sumiranje, **3)** kreiranje i održavanje centralnog *MDR*, **4)** administratorske f-je *DW* sistema, **5)** interfejs prema alatu za modelovanje *DW* baze. Prednosti: jedinstveni ECTL softver, centralizovan *MDR*. Mane: slaba integrisanost *CMDR* i lokalnih *MDR*, nezavisni i neintegrisani *DM*, podrška organizacionih potreba na invou jedne teme ili tipa radnog mesta.

Arhitektura povezanog *DW*: izvedeni *DM* sa softverom za razmenu meta podataka - usaglašenost *CMDR* i lokalnih *MDR*, *CMDR* je centralno mesto znanja u *DW* sistemu.

Arhitektura sa centralnim *DW*: jedinstven i integrisan *DW* sistem; čuva analitičke podatke, predstavlja izvor usaglašenih podataka cele organizacije; koriste se za upite i izveštaje nad analitičkim (atomičnim) podacima; odvojen je od OLTP baze i predstavlja osnovu za formiranje i osvežavanje baza povezanih *DM*-ova.

Arhitektura korporativnih *DW*: više izvora, *"off-the-shell"* ECTL paket, *CMDR*, *meta data exchange*, *central data warehouse*, povezani *DM*-ovi, centralno upravljanje, alati za upite i analizu.

04

DW sistemi - razvoj (strategija, razvoj inkrementa, pilot projekat).

Razvoj *DW* sistema: pri razvoju *DW* sistema primenjuje se opšti model razvoja softvera zasnovan na životnom ciklusu kojeg čine dve grupe faza: **1)** strategija, analize i projektovanja, i **2)** programiranje, uvođenje u upotrebu, korišćenje i održavanje. Prepoznaju se takođe dva metoda: **1)** iterativni (spiralni), koji karakteriše *top-down* pristup od opštog ka detaljno kroz nekoliko iteracija, i **2)** inkrementalni *bottom-up* pristup, gde se softver razvija *DM* po *DM* i postupno integriše i testira - često je u praksi reč o kombinaciji dva metoda.

Strategija: pri razvoju *DW* sistema strategija obezbeđuje *top-down* analizu organizacije i zahteva za *DW*, poštovanje potreba i zahteva korisnika, koncepciju dugoročnog razvoja korporativnog *DW*-a (u smislu da *EDW* neće degradirati u virtualni, upakovani ili *stovepipe DW*). Postavljeni zadaci uključuju **1)** identifikaciju i analizu ciljeva, faktora uspeha, indikatora ostvarenja, ograničenja i problema u poslovanju, **2)** identifikaciju i analizu ciljeva, korisničkih zahteva i oblasti pokrivenosti poslovanja *DW* sistemom, **3)** projektovanje koncepcije

arhitekture i dugoročnog razvoja *DW* sistema, **4)** identifikaciju i analizu izvora podataka, **5)** analizu neusaglašenosti zahteva i mogućnosti izvora podataka, **6)** strateško opredeljenje metoda i tehnoloških osnova, **7)** definisanje strategije unapređenja znanja, **8)** izradu plana razvoja *DW* sistema, **9)** procenu cene i isplativosti.

Razvoj inkrementa: razvoj pojedinačnog *DM*-a nudi **1)** fazni *bottom-up* razvoj koji se uklapa u strategiju razvoja ukupnog *EDW*-a, **2)** id-aciju ciljeva i potreba korisnika jedne teme, **3)** id-aciju (ne)funkcionalnih zahteva *DM*-a, **4)** id-aciju izvora podataka za *DM*, **5)** izbor ili razvoj *DM* sa lokalnim *MDR* i *MDE* softverom, **6)** izbor i uspostavljanje arhitekture *DM*, **7)** pristup podacima putem *web* tehnologija.

Pilot projekat: obezbeđuje **1)** razvoj "karakterističnog" prvoizabranog *DM* sistema (dovoljno složenog, bliskog korisnicima po f-jama i koncepciji, pogodnog za brz razvoj sa niskim rizikom, sa ograničenim trajanjem), **2)** testiranje strategije i koncepcije razvoja *EDW* na pilot rešenju, **3)** korekciju inicijalne strategije, **4)** dodatnu motivaciju za uključivanje novih korisnika.

05 Projektovanje *DW* sistema, analiza i specifikacija korisničkih zahteva.

Analiza i specifikacija korisničkih zahteva: na početku je važno shvatiti probleme u poslovanju i pitanja na koje klijent želi da odgovori - iz tog razloga, prvi korak je upoznavanje sa načinom poslovanja klijenta (id-acija poslovnih procesa), nakon čega sledi upoznavanje sa postojećim inf. sistemom.

Identifikacija poslovnih procesa najčešće se izvodi putem ankete i intervjuisanja klijenta, čime se analizira hijerarhijska organizacija, kao i planiranje trajanja procesa prikupljanja korisničkih zahteva. Nakon svakog intervjua izvodi se sumiranje i definicija kriterijuma uspeha pri realizaciji poslovnih zahteva intervjuisane osobe. Intervjui se grupišu u srodne celine koje odgovaraju poslovnim procesima kompanije.

Specifikacija poslovnog modela podrazumeva **1)** identifikaciju i specifiranje (ciljeva i kritičnih faktora uspeha, procesa poslovanja i tema, nadležnosti, pravila i ograničenja, metrike, i drugih), **2)** ulazne specifikacije i izvore informacija (intervjui, dokumentacija, znanja, literatura), **3)** rezultate bitne za projektovanje logičkog modela baze, **4)** specifikaciju zahtevanih dimenzija i mera.

06 Pogledi, materijalizovani pogledi, agregacija podataka.

Pogledi u *DW* sistemima: SQL pogled predstavlja virtuelnu tabelu čiji se sadržaj generiše upitom, a može se koristiti u drugim upitima kao i za definisanje novih pogleda. Pogledi se koriste u *DSS*-ovima kako bi se omogućilo skoncentrisanje samo na potrebne podatke, dok sa druge strane sami upiti u *DSS*-ovima često zahtevaju agregirane podatke izvedene iz tabela činjenica.

Materijalizovani pogledi: reč je o tabeli ili skupu tabela sa agregiranim podacima čiji se sadržaj generiše na osnovu sadržaja baznih tabela *DW* baze; čak se i sama *DW* baza može posmatrati kao materijalizovan pogled, i to nad *OLTP* sistemima i spoljnim izvorima podataka. Pri kreiranju ovakvih pogleda uzima se u obzir koliko vrsta upita može biti

pokriveno pogledom, frekvencija pokretanja pokrivenih upita, očekivano poboljšanje performansi, prostorna zahtevnost, usložnjavanje osvežavanje *DW* baze, i drugo.

SQL materijalizovani pogled predstavlja vrstu bazne tabele koja se formira i ažurira (što se dešava posredno - osvežavanjem) preuzimanjem (agregiranjem) podataka iz jedne ili više drugih tabela. Ovakav pogled može biti indeksiran, dok osvežavanje sadržaja može biti trenutno (pri izvođenju transakcija nad originalnim podacima) ili odloženo, i inkrementalno ("brzo") ili kompletno (reinicijalizacija čitavog sadržaja materijalizovanog pogleda).

Agregacija podataka: podrazumevaju sumarne podatke po zadatim dimenzijama; ovakvi podaci su redundantni ali neophodni za efikasnu podršku različitih upita i analiza. Čuvaju se u *DW* bazi, a generišu se (izračunavaju) u ECTL procesima na osnovu formiranih činjeničnih podataka, i često uz primenu skupovnih f-ja (`SUM`, `COUNT`, `MIN`, `MAX`, `AVG`, `STDDEV`). Nivoi agregacije uključuju bilo koju kombinaciju dimenzija i bilo koji nivo u hijerarhijskoj strukturi dimenzije.

Projektovanje *DW* šeme baze podataka sa agregiranim podacima podrazumeva specifikaciju **1)** atributa agregiranih podataka, **2)** nivoa agregacije, **3)** algoritma za agregiranje podataka, **4)** načina izračunavanja i memorisanja agregiranih vrednosti, **5)** implementaciju agregacije u *DW* šemu i *ECTL* procese, **6)** optimizaciju upita sa agregiranim podacima i **7)** praćenje upotrebe agregiranih podataka.

07 Vrste materijalizacije pogleda.

Vrste materijalizacije pogleda: Moguće vrste materijalizacije pogleda obuhvataju **1)** kroz program, **2)** izvedeni pogled, **3)** kroz podatke, **4)** kroz indeks, **5)** kombinaciju podataka i indeksa, i **6)** agregirani pogled.

Materijalizacija kroz program (*pure program*) - SQL definicija pogleda u samom programu, upit se izvršava svaki put na zahtev korisnika.

Izvedeni pogled (*derived data view*) - izvedeni podaci se generišu upitom i kreiranjem materijalizovanog pogleda koji se koristi u daljim upitima i trenutno osvežava. Omogućena je optimizacija upita, dok očuvanje konzistencije podataka materijalizovanog pogleda zahteva posebno procesorsko vreme.

Materijalizacija kroz podatke (*pure data view*) - putem materijalizovanog pogleda bez uključenog osvežavanja (presek stanja - *snapshot*), ili sa periodičnim obnavljanjem. Očuvanje konzistencije podataka zahteva posebno procesorsko vreme.

Materijalizacija kroz indeks (*pure index*) - indeks i sam predstava vrstu materijalizovanog pogleda (sadrži replicirane vrednosti atributa sa adresama torki iz baznih tabela, osvežava se trenutno prilikom ažuriranja); koristi se za poboljšanje performansi upita sa uslovom selekcije koja obuhvata indeksirane atribute, upita sa operacijom spajanja, kao i kompletne realizacije određenih upita nad indeksom.

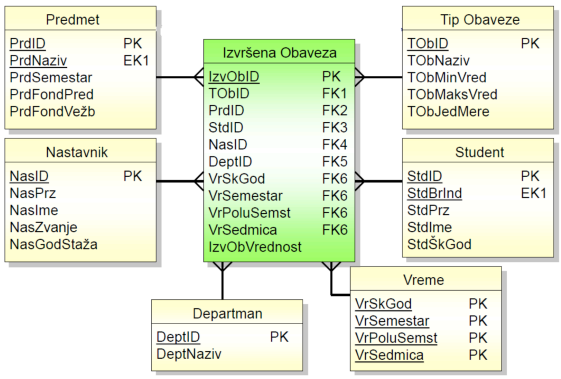
Kombinacija podataka i indeksa (*hybrid data and index*) - kombinacija "izvedenog pogleda" i "kroz indeks"; budući da se često materijalizuju zahtevane vrednosti atributa, očekuje se postizanje boljih performansi upita nad tako pripremljenim atributima (projektovani sadržaj tabele zauzima manje prostora).

Agregirani pogled (*aggregate view*) - reč je o najširem shvatanju agregacije podataka, obuhvata sledeće slučajeve: celu *DW* bazu nad zvezdastom šemom (ili nekim drugim oblikom šeme), oblik materijalizacije "izvedeni pogled" i oblik "kroz podatke". Klasifikacija: **1)** *join aggregate view*, **2)** *single table aggregate view* i **3)** *join only aggregate view*.

Sam izbor pogleda za materijalizaciju je često kompleksan problem budući da postoji širok spektar upita i pogleda koji bi se mogli koristiti u vezi sa tim upitima. S druge strane, uvođenje materijalizovanih pogleda ima uticaj na povećanje memorijskog prostora i produženje vremena za održavanje *DW* baze podataka. Cilj je izabrati mali ali pogodan skup pogleda koji će podržati najveći broj upita označenih kao značajni.

01 Strukture činjeničnih i dimenzionih podataka, hijerarhije dimenzija. Zvezdasta šema, šema tipa pahuljice i sazvežđa, šema sa agregiranim podacima.

Zvezdasta šema: naziva se i *star* šema, a sastoji se od struktura činjeničnih podataka (tipovi entiteta / šeme relacija činjenica, sa primarnim ključem, atributima i domenima mera) i dimenzionih podataka (tipovi entiteta / šeme relacija dimenzija, sa skupovima ključeva i primarnim ključevima, atributima i hijerarhijama dimenzija). Karakterišu je **1)** lako razumljiva struktura, **2)** mogućnost sprovođenja multidimenzionalnih analiza, **3)** podrška od strane velikog broja alata za izveštavanje i analizu. Uslovi normalizacije: **1)** očekivano zadovoljava uslov 1NF, **2)** šeme relacija činjenica najčešće zadovoljavaju BCNF, **3)** šeme relacija dimenzija mogu ali često ne zadovoljavaju uslove za NF već od 1NF.



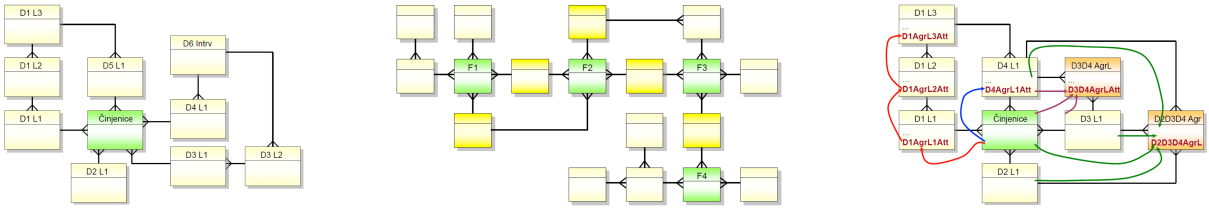
Slika 1: Zvezdasta šema.

Strukture činjeničnih podataka: šema relacije tabela činjenica naziva se i tabela detaljnih podataka; nalazi se uvek u centru *star* šeme i referencira tabele dimenzija putem stranih ključeva koji predstavljaju primarne ključeve dimenzija. Sadrži atribute mera koji predstavljaju numeričke podatke, a često je reč o agregiranim (sumarnim) podacima. Relacija može sadržati velik broj torki, količina podataka brzo raste i tipično je aditivna. Uobičajno sadrži jedan - primarni ključ, gde je reč o veštačkom ključu (nova vrednost se generiše inkrementacijom prethodne). Razlikuju se dva tipa: **1)** *regular fact table* - sa uključenim merama (figuriraju atributi koji reprezentuju mere - vrednosti činjenica), i **2)** *factless fact table* - bez uključenih mera (služi praćenju događaja - ukoliko torka postoji događaj se desio, inače nije, pri čemu upiti najčešće koriste `COUNT` f-ju). Vrste mera činjenica (prema mogućnosti sumiranja po dimenzijama): aditivne, semiaditivne i neaditivne mere. Vrste mera činjenica (prema izvoru generisanja vrednosti): osnovne, izvedene mere činjenica.

Strukture dimenzionih podataka: reprezentuju kontekst činjenica i povezane su sa šemama relacija istih; sadrže atribute koji opisuju samu dimenziju ili reprezentuju agregirane numeričke podatke po dimenziji. Relacija dimenzije može biti različitog obima. Može sadržati više ekvivalentnih ključeva, ali se samo jedan bira za primarni koji po strukturi može biti veštački (preferabilno) ili prirodni. Na izbor ključa utiču između ostalog i **1)** granularnost (savetuje se izbor za nivo finije granularnosti od potreba), **2)** nejednaka jedinična dimenzija u

različitim izvorima podataka (nemogućnost lakog "poravnavanja" granularnosti dimenzije na željeni nivo), **3)** različiti sistemi označavanja (problem pojave istih entiteta pod različitim vrednostima ključa), **4)** mogućnost modifikacije podataka dimenzije (podela, spajanje, modifikacija - savetuje se ublažavanje problema finijom granulacijom).

Hijerarhija dimenzije: višenivovska, hijerarhijska struktura dimenzionih podataka - odnos između tipova entiteta organizovan po nivoima hijerarhije 1:N, definisan nizom funkcionalnih zavisnosti među atributima dimenzije (npr. država-region-grad). Načini modelovanja obuhvataju **1)** normalizovane strukture (jedan nivo - jedna šema relacije), **2)** delimično normalizovane strukture (više nivoa - jedna šema relacije), **3)** potpuno denormalizovane strukture (svi nivoi - jedna šema relacije). Hijerarhija dimenzija se koristi za analizu činjenica na različitim nivoima agregacije (*drill down* / *up*), po različitim hijerarhijama i za obezbeđenje optimizacije upita.



Slika 2: Šema pahuljice, sazvežđa i sa agregiranim podacima.

Šema tipa pahuljice: *snowflake* šema je varijanta zvezdaste šeme gde se javljaju hijerarhije dimenzija putem normalizovane strukture. Prednosti: izbegavanje logičkih problema usled denormalizovanih tabela, struktura eksplicitno iskazuje hijerarhije i moguće nivoe agregacije. Mane: problem performansi upita.

Šema tipa sazvežđa: reč je o kombinaciji više zvezdastih šema koje dele zajedničke dimenzije.

Šema sa agregiranim podacima: obuhvata sumarne podatke po zadatim dimenzijama - redundantni su ali neophodni za efikasnu podršku različitih upita i analiza, izračunavaju se u ECTL procesima. Agregacija je moguća po bilo kojoj kombinaciji dimenzija i u bilo kom nivou hijerarhijske strukture dimenzije.

02

ECTL procesi - ekstrakcija i transformacija podataka.

E(C)TL proces: **1)** *extraction* (selektovanje podataka iz različitih izvora), **2)** *cleaning* & *transformation* (validacija, pročišćavanje, integracija, vremensko označavanje), **3)** *loading* (punjenje). Postoje različita rešenja za podršku *ECTL* procesa, među kojima su upotreba gotovih softverskih paketa, ili sopstvenih softverskih rešenja. Tehnološke osnove za ETL uključuju direktnu upotrebu 3GL programskih jezika (C, C++, Java, itd.), različitih *utility* softverskih alata (sa funkcionalnostima *Export*, *Import*, *Load*), naprednih mogućnosti SQL jezika (upiti tipa `CREATE TABLE ... AS SELECT ...`), i konačno posrednika (*Gateway* interfejsi).

Ekstrakcija podataka: obuhvata selekciju i preuzimanje izvornih podataka iz različitih izvora u koje spadaju produkcioni podaci (*OLTP* sistemi), arhivski podaci, interni izvori podataka (*XML*, *DOCX* i slični fajlovi) i eksterni izvori podataka. Sama ekstrakcija može biti potpuna ili

inkrementalna (samo podaci koji su novi u odnosu na poslednji unos), odnosno u radnom režimu (*online*) ili van njega (*offline*).

Transformacija podataka: podrazumeva validaciju, pročišćavanje, integraciju i vremensko označavanje podataka - često najzahtevniji i najkompleksniji deo *ECTL* procesa. Realizuje se u okviru *Data Staging Area* (*DSA*) i ima ključni uticaj na obezbeđenje kvaliteta podataka u *DW* sistemu. Samo *DSA* područje može biti pozicionirano zajedno sa *OLTP* serverom (*on-site staging*), na posebnom serveru (*standalone remote staging*) i zajedno sa *DW* serverom (*remote staging*). Pozicioniranje postupka transformacije može biti paralelno sa ekstrakcijom, posle nje ali pre punjenja *DW*-a, paralelno sa punjenjem i kombinacijom navedenog.

Greške na koje se nailazi u ovoj fazi najčešće se tiču: **1)** ograničenja ključa, **2)** drugih ograničenja, **3)** pojave atributa sinonima ili homonima, **4)** ograničenja domena istih atributa, **5)** istih vrednosti atributa, **6)** ograničenja ključa za istu klasu realnih objekata, **7)** izostavljenih podataka. Pristupi u rešavanju problema: **1)** tolerisati greške (preuzimanje "prljavih" podataka), **2)** ignorisati greške ("prljavi" podaci se ne ubacuju u *DW*), **3)** suštinsko rešavanje grešaka i neusaglašenosti (najteže, ali vodi ka kvalitetnom *DW*-u).

Nakon prečišćavanja podaci se transformišu, što obično uključuje **1)** opremanje podataka vremenskom dimenzijom i svođenje na istu vremensku osu, **2)** spajanje različito identifikovanih torki u jednu (kao posledica grublje granularnosti npr.), **3)** razdvajanje jedne torke na više različitih (kao posledica finije granularnosti npr.), **4)** integracija podataka (spajanje isto identifikovanih torki u jednu).

Alati za prečišćavanje i transformaciju podataka su zasnovani na navedenim tehnološkim osnovanam *ETL* procesa i mogu predsatvljati ugrađenje funkcionalnosti u druge alate za *ETL* proces: **1)** *data migration tools* - primena jednostavnih pravila za transformaciju podataka, **2)** *data scrubbing tools* - sofisticiraniji alati koji implementiraju i primenjuju različita pravila iz domena primene, i **3)** *data auditing tools* - primenjuju tehnike rudarenja podataka u pronalaženju netipičnih uzoraka podataka.

03

ECTL procesi - punjenje i održavanje podataka.

Punjenje podataka: *DW* baza se nakon inicijalnog punjenja regularno osvežava.

Inicijalno punjenje predstavlja jednokratnu proceduru preuzimanja istorijskih podataka i početnog formiranja *DW* baze (i dimenzija i činjenica); obuhvata veliku količinu podataka i zahteva potpunu ekstrakciju i posebne procedure prečišćavanja podataka, kao i kompleksnu obradu u pret- ili postprocesiranju, te zato može dugo da traje.

04

Osnovne karakteristike *OLAP* sistema.

?: tekst

05

OLAP upiti - grupisanje, agregacije, detaljizacije (objasniti na primeru ili slici).

?: tekst

06

OLAP upiti - agregacione f-je, rangiranje, unakrsno tabeliranje (primer ili slika).

?: tekst

07

Tehnike indeksiranja - bitmap indeksi (vrste i primene).

?: tekst