



Poglavje 4  
**Podatkovna  
skladišča**

# Podatkovna baza in podatkovno skladišče

---



- Podobno, vendar ne enako!
- Podatkovna baza (PB oz. DB):
  - OLTP sistem (on-line transaction processing)
  - opisuje trenutno stanje
- Podatkovno skladišče (PS oz. DW):
  - OLAP sistem (on-line analytical processing)
  - opisuje zgodovino vsebin OLTP sistema (pogosto več OLTP sistemov)
- Oba pristopa tečeta na SUPB, vendar z različnimi prioritetai izvajanja (OLTP - hitro izvajanje transakcij, OLAP - hitra analiza)

## Zakaj podatkovna skladišča?..

---



- Nosilci odločanja potrebujejo dostop do vseh podatkov v okviru poslovanja ne glede na platformo in fizično lokacijo
- Nosilci odločanja potrebujejo pregled ne le nad trenutnimi vrednostmi posameznih (zbirnih, sumariziranih) podatkov in kazalnikov, temveč pregled nad zgodovino vrednosti
- Nosilci odločanja potrebujejo tudi pregled nad trendi (rasti, padanja, stagnacija)

## Zakaj podatkovna skladišča?

---



- Podatkovna skladišča omogočajo realizacijo podpore odločanju glede na predhodno opredeljene potrebe nosilcev odločanja in nuditi podporo morebitnim novim potrebam
- Podatkovna skladišča:
  - Hranijo podatke iz več različnih podatkovnih virov
  - Hranijo zgodovinske podatke
  - Hranijo sumarizirane podatke

## Evolucija podatkovnih skladišč..

---



- V sedemdesetih so podjetja v svoje poslovanje začela uvajati aplikativne sisteme, ki so omogočali avtomatizacijo poslovnih in ostalih procesov na operativnem nivoju
- Posledica je bila akumulacija večjih in večjih količin podatkov v podatkovnih bazah transakcijskih sistemov
- Podjetja sedaj dajejo poudarek različnim načinom uporabe teh podatkov za podporo odločitvenim procesom z namenom pridobiti ali zadržati strateško prednost pred konkurenco

## Evolucija podatkovnih skladišč..

---



- Nekateri transakcijski aplikativni sistemi imajo elemente, ki omogočajo podporo odločitvenim sistemom na operativnem in taktičnem nivoju (poročila, sumarni pregledi, grafi, ...)
- Podjetja imajo velikokrat več transakcijskih aplikativnih sistemov, ki vsak na svoj način (včasih tudi kontradiktorno) obravnavajo iste podatke

## Evolucija podatkovnih skladišč

---



- IS podjetij potrebujejo podatkovno skladišče, ki predstavlja arhiv podatkov, ki predstavlja vir znanja in omogoča enoten in hkrati uporabniku prilagojen integriran in konsolidiran pogled na (sumarizirane, zgodovinske, ..) podatke
- Podatkovna skladišča predstavljajo vir podatkov za različna orodja (OLAP orodja, Data Mining orodja, ..) in na ta način omogočajo podporo odločitvenim procesom v podjetjih

## Kaj je podatkovno skladišče?

---



- Podatkovno skladišče je
  - entitetno usmerjena (subject-oriented),
  - integrirana (integrated),
  - časovno odvisna (time-variant) in
  - nespremenljiva (non-volatile)

zbirka podatkov za namene podpore odločitvenim procesom



## Entitetna usmerjenost

---



- Organizacija podatkovnega skladišča temelji na **glavnih entitetnih tipih** podjetja (npr. stranka, izdelek, regija, račun,...) in ne na funkcionalnih področjih oz. področjih, ki jih **pokrivajo posamezni transakcijski sistemi** (prodaja, nabava, ...)

# Integriranost

---



- Podatkovno skladišče integrira podatke iz več aplikativnih sistemov v okviru podjetja.
- Podatki iz različnih sistemov so večkrat med seboj nekonsistentni. Naloga podatkovnega skladišča je, da omogoči konsistenten in enoten pogled na podatke.

## Časovna odvisnost

---



- Za podatek v podatkovnem skladišču je oz. mora biti poznan čas (DD:MM:YYYY HH:MIN) ali časovni interval njegove veljavnosti oz. čas, ko je bil prenesen v podatkovno skladišče
- Časovna odvisnost je večkrat prikazana v razširjenem časovnem formatu (poleg leta še npr. mesec, četrletje, polletje), kar olajša grupiranje in povzemanje (sumarizacijo) podatkov (spomnite se na GROUP BY)
- Časovna odvisnost implicira kontinuiran zajem trenutnih stanj podatkov, kar omogoča opazovanje skozi čas (trendi, časovne vrste, modeliranje, ...)

## Nespremenljivost

---



- Podatki v podatkovnem skladišču niso podvrženi spremembam v realnem času s strani aplikacij, temveč se osvežujejo (iz transakcijskih sistemov in ostalih virov) z neko (smiselno) frekvenco
- Podatki se ob osveževanju **le dodajajo** v podatkovno skladišče (novi podatki)
- Izjemo predstavljajo strogi kontrolirani popravki, naknadne transformacije podatkov, kjer pa zagotovimo, da do ažurirnih anomalij sploh **ne more priti**

## DW (OLAP) in DB (OLTP)

---



- **Podatkovno skladišče:**
  - DW – Data Warehouse
  - Optimizirano za analitično delo, pogosto spreminjanje poizvedb (ad-hoc, nepredvidljivo), agregacijo in sumarizacijo statičnih podatkov
  - OLAP – On Line Analytical Processing
- **Običajna (transakcijska) podatkovna baza**
  - DB – Data Base
  - Optimizirana za hitro, predvidljivo delovanje, pogosto spreminjanje podatkov
  - OLTP – On Line Transaction Processing
- **Praviloma imamo za DW in OLTP različne podatkovne strežnike ali vsaj instance (odvisno od količine podatkov in obsega uporabe)**

## DW in OLTP..

OLTP systems	Data warehousing systems
Holds current data	Holds historical data
Stores detailed data	Stores detailed, lightly, and highly summarized data
Data is dynamic	Data is largely static
Repetitive processing	<i>Ad hoc</i> , unstructured, and heuristic processing
High level of transaction throughput	Medium to low level of transaction throughput
Predictable pattern of usage	Unpredictable pattern of usage
Transaction-driven	Analysis driven
Application-oriented	Subject-oriented
Supports day-to-day decisions	Supports strategic decisions
Serves large number of clerical/operational users	Serves relatively low number of managerial users

---

## DW in OLTP..

---



- DW omogoča od enostavnih do zelo kompleksnih poizvedb ob uporabi različnih orodij in tehnologij
  
- Orodja, tehnologije, sistemi:
  - Reporting, poizvedovanje, razvojna orodja
  - Direktorski IS (EIS - Executive information systems)
  - OLAP orodja in aplikacije
  - Orodja za Odkrivanje zakonitosti v podatkih (Data mining tools)

## DW in OLTP

---



- **Kompleksne agregatne poizvedbe**
  - **What was the total revenue for Scotland in the third quarter of 2004?**
  - What was the total revenue for property sales for each type of property in Great Britain in 2003?
  - What are the three most popular areas in each city for the renting of property in 2004 and how does this compare with the figures for the previous two years?
- **Kompleksne analitične poizvedbe**
  - **What is the monthly revenue for property sales at each branch office, compared with rolling 12-monthly prior figures?**
  - Which type of property sells for prices above the average selling price for properties in the main cities of Great Britain and how does this correlate to demographic data?
  - What is the relationship between the total annual revenue generated by each branch office and the total number of sales staff assigned to each branch office?
- **Analitza hipotetičnih scenarijev (*if-then* analiza)**
  - **What would be the effect on property sales in the different regions of Britain if legal costs went up by 3.5% and Government taxes went down by 1.5% for properties over £100,000?**



## Problemi podatkovnih skladišč..

---



- Izgradnja in vzpostavitev DW je praviloma zapleten, drag in dolgotrajen projekt
- Podcenjevanje potrebnega časa in resursov za polnjenje podatkovnih skladišč
  - Poleg polnjenja tudi primarno pridobivanje in čiščenje podatkov v večini primerov zahtevata veliko časa
- Skriti problemi transakcijskih in drugih sistemov, ki predstavljajo podatkovni vir (izvorni sistemi)
- V izvornih sistemih se nekateri pomembni podatki niso zajemali
- Končni uporabniki
  - večja zahtevnost s strani končnih uporabnikov (v primerjavi z izvornimi sistemi)
  - nerealne zahteve in pričakovanja

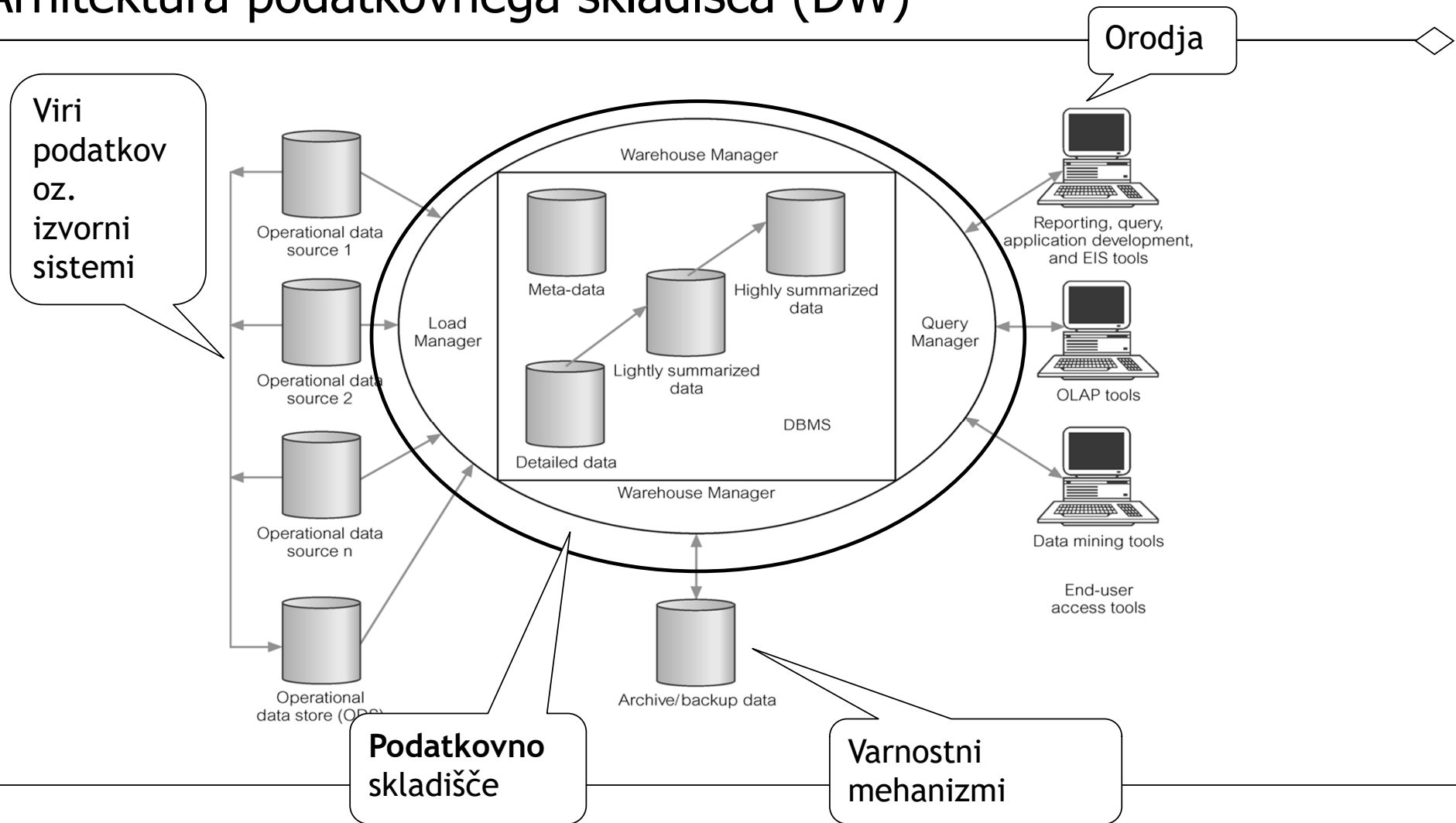
## Problemi podatkovnih skladišč

---

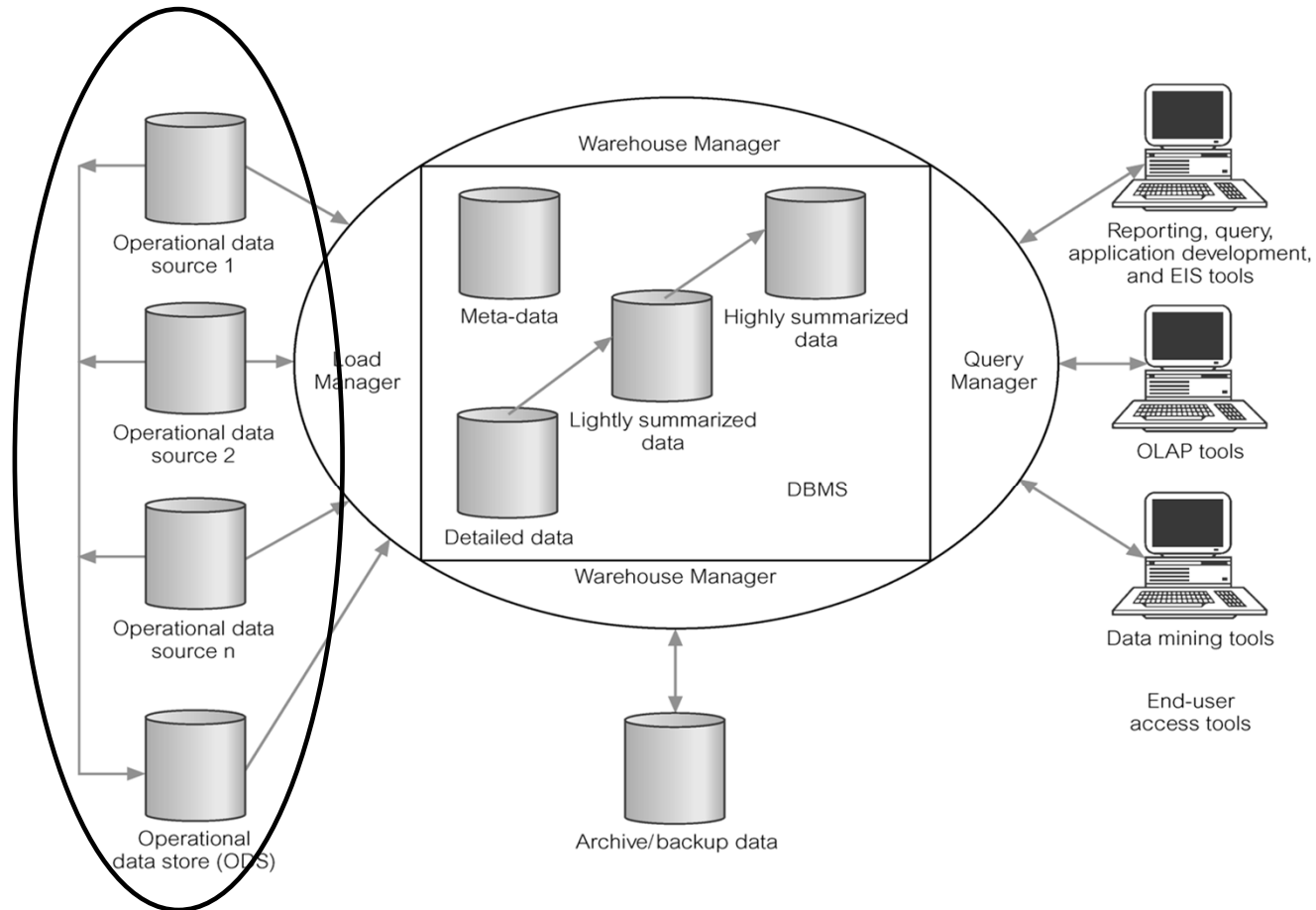


- Homogenizacija podatkov in problemi pri integraciji
  - Načrtovalec DW ima včasih probleme pri združevanju podatkov iz različnih izvornih sistemov in pri tem lahko prihaja do napak
  - Skriti problemi z viri podatkov
  - Neobstoječi potrebni podatki
- Ogromna poraba diskovnega prostora
- Lastništvo podatkov
- Zahtevno vzdrževanje in zahteve uporabnikov

# Arhitektura podatkovnega skladišča (DW)



# Arhitektura DW (izvorni sistemi in repozitorij)



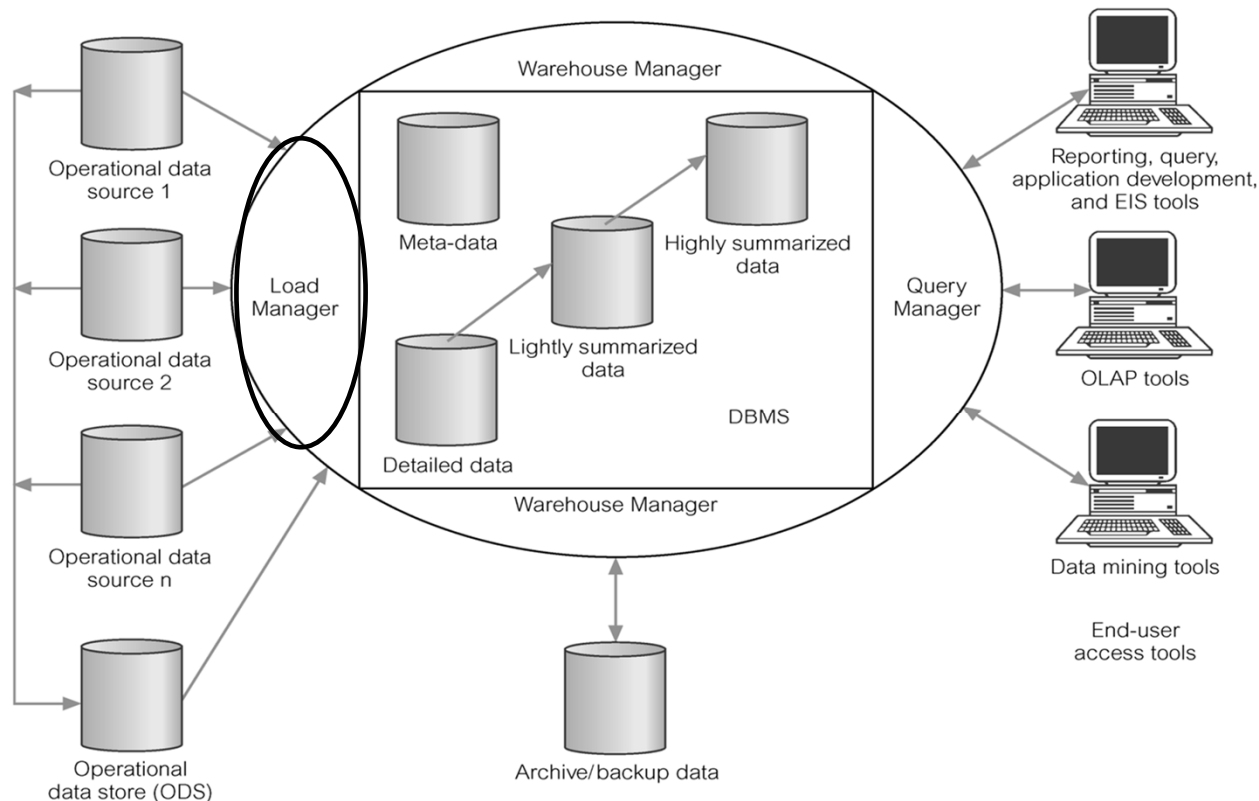
# Arhitektura DW..

---



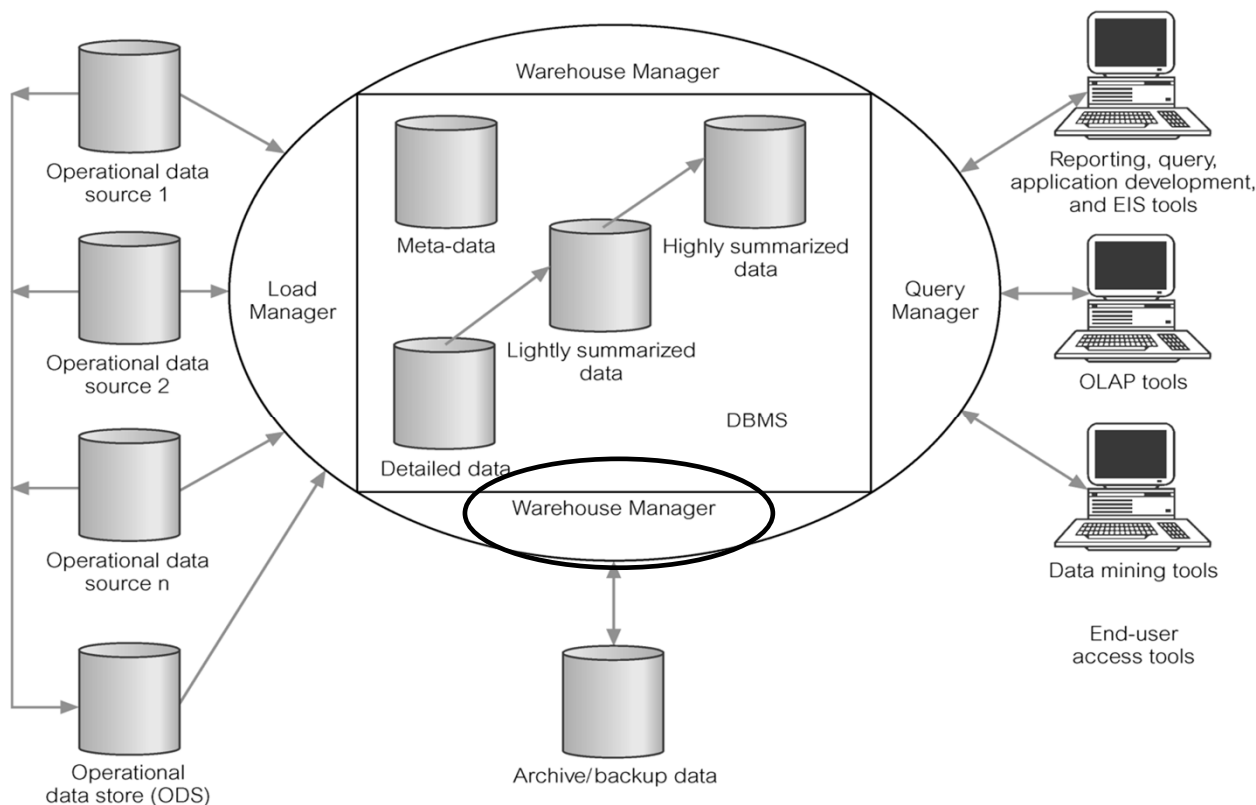
- **Izvorni sistemi (Operational Data Sources):**
  - Podatkovne baze transakcijskih aplikativnih sistemov
  - Nerelacijske podatkovne baze (starejše ali moderne)
  - Internetni viri
  - Ostali viri
- **Repozitorij (Operational Data Store):**
  - Repoziatorij podatkov podatkovnega skladišča
  - Večkrat ima vlogo vmesnega člana pri prenosu podatkov v DW
  - Vzpostavljen predvsem v primerih, ko so med izvornimi sistemi stari sistemi, do katerih DW ne more direktno dostopati
  - Uporabnikom nudi poznano okolje relacijskega sistema tudi na ne-relacijskih podatkih!

# Arhitektura DW (upravljalec prenosa podatkov - Load Manager)



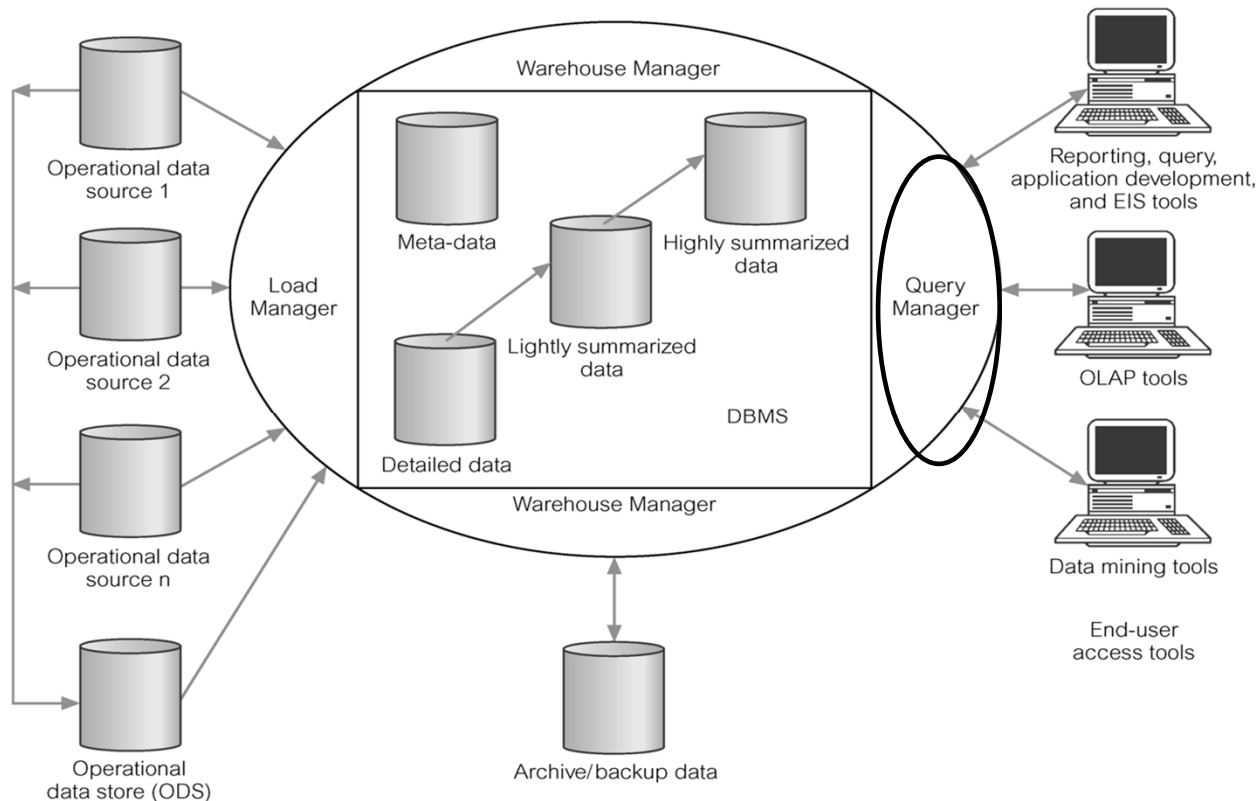
- Izvaja vse operacije vezane ekstrakcijo podatkov in prenos podatkov v DW: transformacije in čiščenje podatkov
  - **Process ETL: Extraction, Transformation, Loading**
  - Podatke prenaša bodisi direktno iz izvornih sistemov, bodisi preko repozitorija

# Arhitektura DW (upravljalec DW - Warehouse Manager)



- Upravlja s podatki v DW in izvaja operacije nad podatki:
  - Analizira podatke za zagotavljanje konsistentnosti
  - Transformira podatke iz izvornih sistemov in jih združuje (integrira)
  - Kreira indekse in poglede nad tabelami (avtomatsko in ročno)
  - Generira (odkriva in kreira) denormalizacije (če je potrebno)
  - Generira agregacije (če je potrebno)
  - Izvaja arhiviranje podatkov in izdelovanje varnostnih kopij
  - Skrbi za in upošteva uporabniške profile poizvedovanja

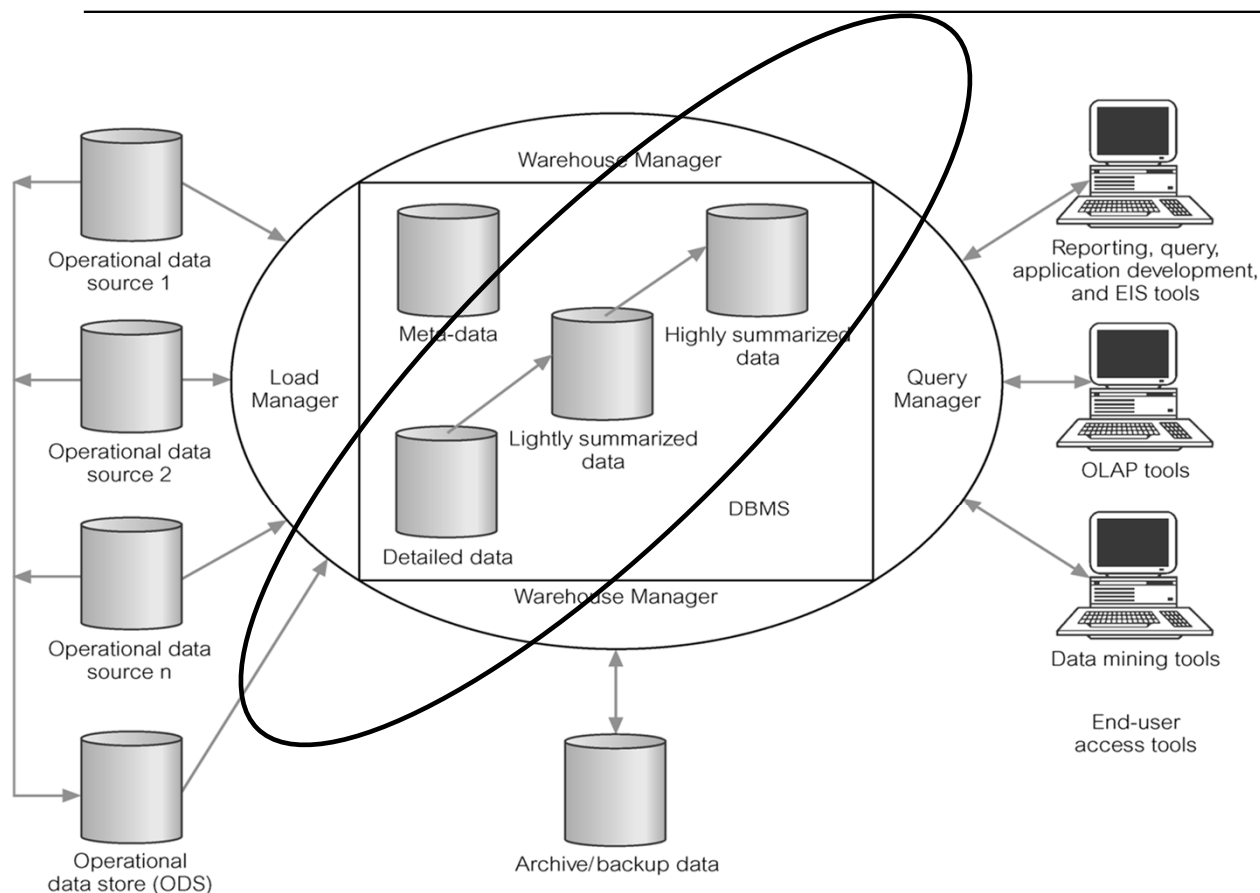
# Arhitektura DW (upravljalec poizvedb - Query Manager)



- Izvaja vse **operacije vezane na poizvedbe** uporabnikov
- Izdeluje **plane** izvajanja poizvedb in **urnike** za izvajanje poizvedb
- Izdeluje **profile poizvedb**, kar omogoča Upravljalcu DW, da določi, katere **indekse** in **agregacije** potrebuje

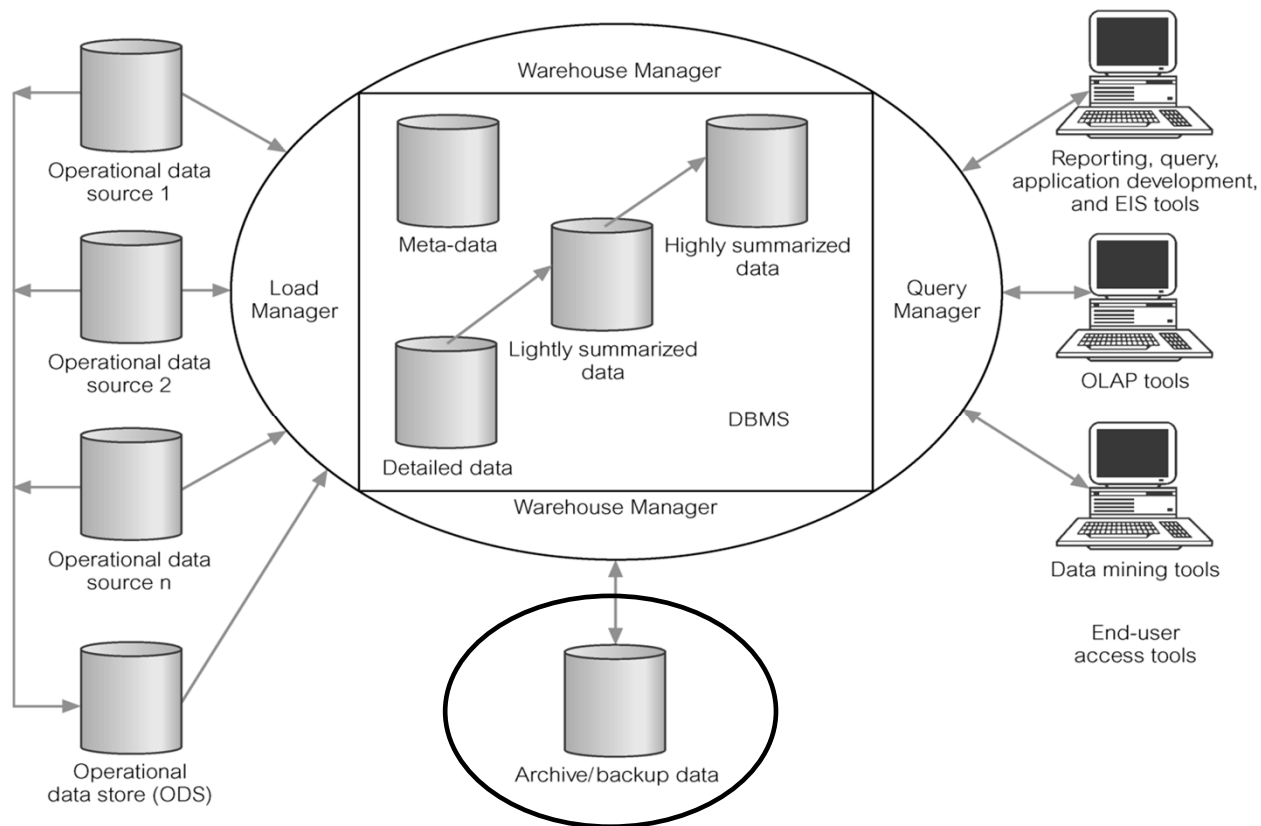


# Arhitektura DW (trije nivoji agregiranosti podatkov)



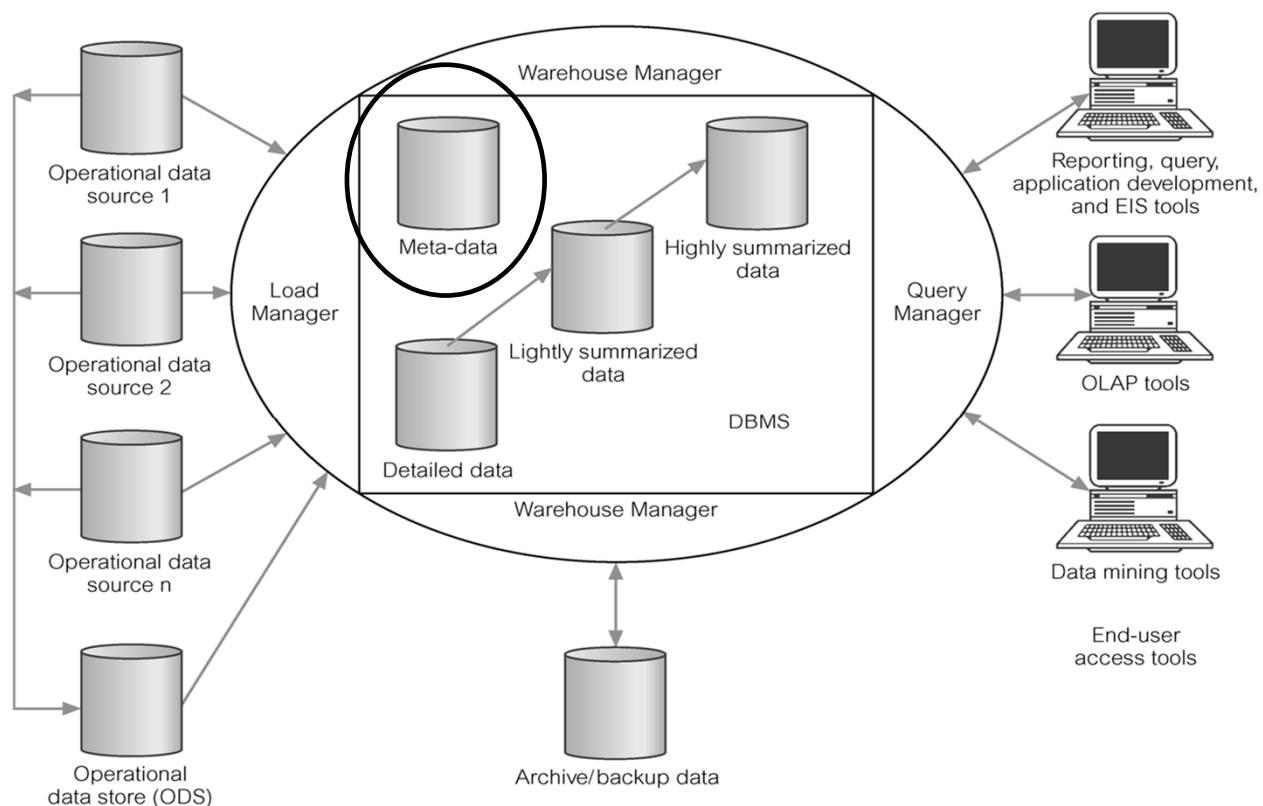
- **Podrobni** oz. transakcijski podatki (Detailed Data), ki predstavljajo vir za višja dva nivoja. Običajno ti podatki niso neposredno dostopni, ampak so vidni le skozi agregirane podatke.
- **Delno in visoko** agregirani podatki (Lightly and Highly Summarized Data), ki jih generira Upravljalec DW.
  - Cilj agregiranih podatkov je pospešitev izvajanja poizvedb.
  - Ta del DW se spreminja glede na spremembe profilov poizvedb.

# Arhitektura DW (arhivski podatki, varnostne kopije)



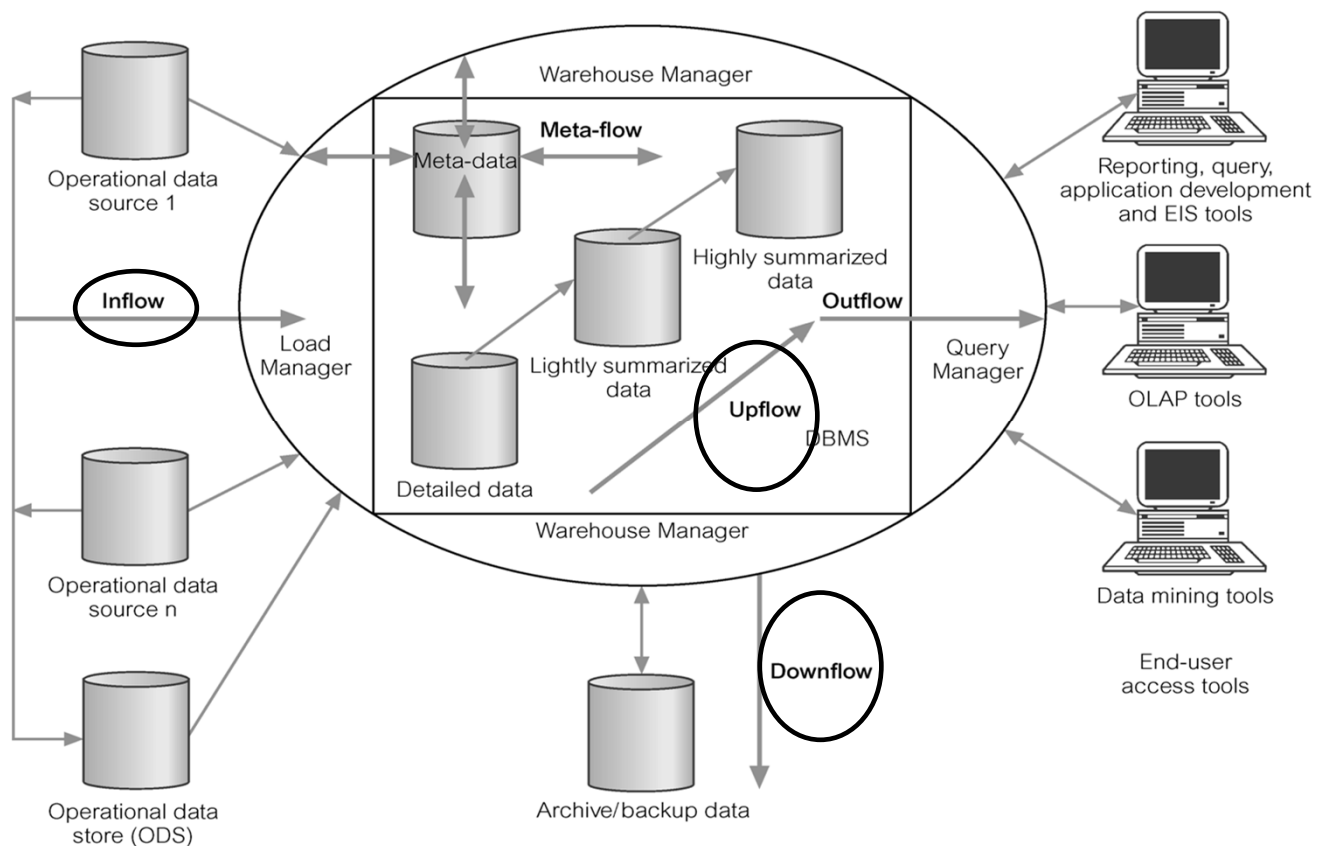
- Za arhiviranje/hranjenje podrobnih in agregiranih podatkov
- Pomembno je izdelati tudi varnostno kopijo agregiranih podatkov

# Arhitektura DW (meta-podatki, podatki o podatkih)



- Definicije podatkov v DW
- Podatki o agregacijskih tabelah
- Podatki o najprimernejših podatkovnih virih (usmerjanje poizvedb)
- Uporaba:
  - Pri ekstrakciji in polnjenju DW (polnjenje DW)
  - Pri izdelavi agregiranih tabel (upravljanje DW)
  - Pri poizvedbah, na podlagi meta podatkov se določijo najprimernejši podatkovni viri in indeksi (delovanje DW)

# Podatkovni tokovi pri podatkovnih skladiščih: polnjenje, agregacija, arhiviranje

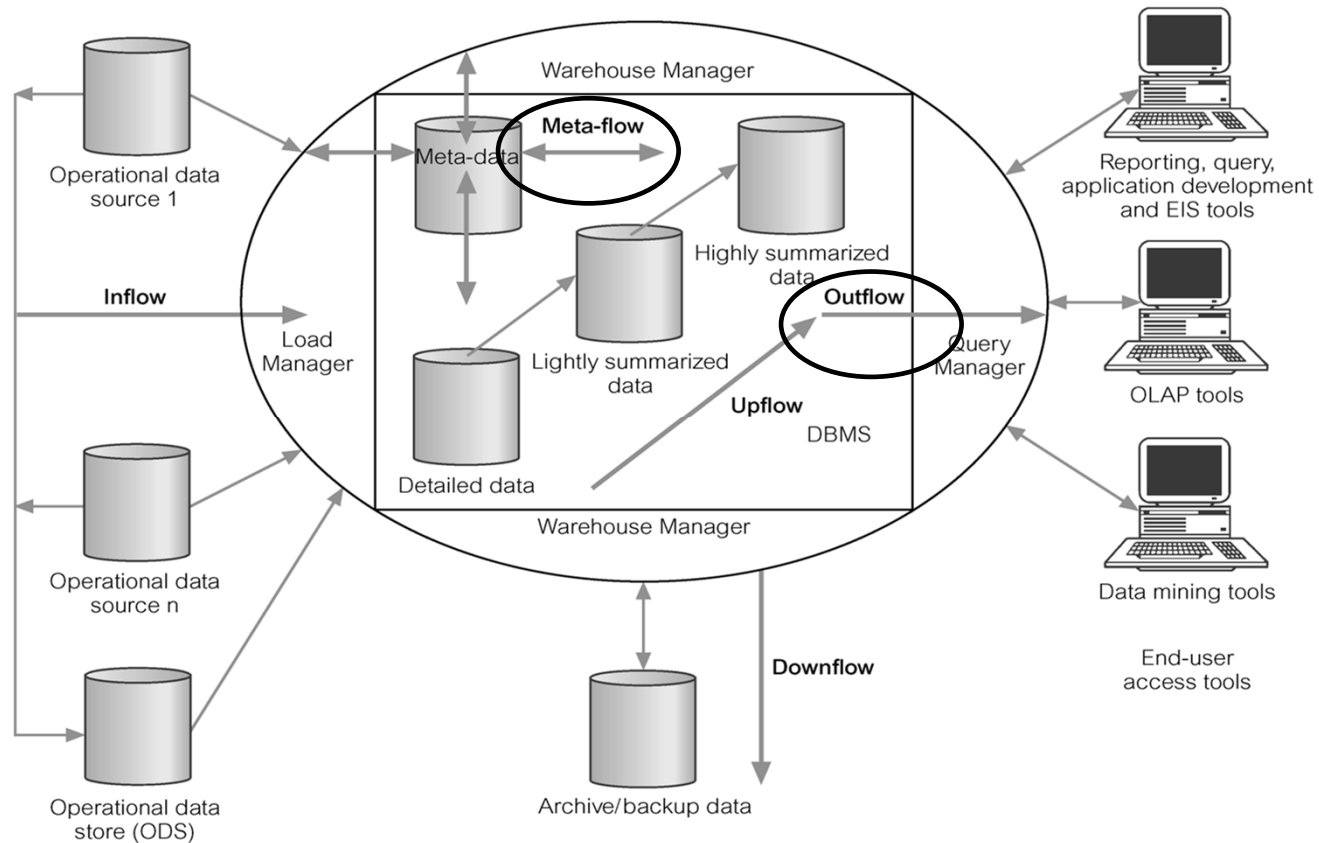


## Podatkovni tokovi pri podatkovnih skladiščih..

---

- Polnjenje (Inflow): procesi, ki so povezani z ekstrakcijo, čiščenjem in prestrukturiranjem podatkov, preverjanjem njihove konsistentnosti in s samim polnjenjem DW
- Agregacija (Upflow): procesi, povezani z agregacijo podatkov in s tem dodajanjem vrednosti podatkom v DW:
  - povzemanje, preoblikovanje povzetih podatkov,
  - dostava podatkov skupinam uporabnikov.
  - problem: performanse
- Arhiviranje in izdelovanje varnostnih kopij (Downflow):  
particioniranje tabel po času

# Podatkovni tokovi pri podatkovnih skladiščih: uporaba podatkov, meta podatki



## Podatkovni tokovi pri podatkovnih skladiščih

---



- Uporaba (Outflow): procesi, ki so povezani s pripravo in dostavo podatkov v obliko, ki je primerna za uporabnike in orodja, ki jih uporabljajo: omogočanje učinkovitega dostopa in dostava novih poslovnih objektov do končnih uporabnikov
- Upravljanje meta podatkov (Metaflow): procesi, ki so povezani z upravljanjem in uporabo meta podatkov

## Orodja in tipi aplikacij, ki uporabljajo DW

---

- Generatorji poročil, orodja za kreiranje poizvedb (QBE – Query by Example)
- Razvojna orodja
- Transakcijski sistemi
- Direktorski aplikativni sistemi (EIS – Executive (Everybody) Information Systems)
- OLAP orodja in OLAP aplikacije
- Orodja za odkrivanje zakonitosti v podatkih (Data Mining)



## Orodja in tehnologije področja DW

---



- Pri izgradnji in vpeljavi DW se večkrat uporabi orodja različnih proizvajalcev, kar predstavlja dodaten element v kompleksnosti procesa razvoja in vpeljave DW
  - Strogo namenski sistemi (npr. Teradata) so zelo dragi
  - Uporaba obstoječe/znane tehnologije predstavlja prednost
- Doseči "sodelovanje" orodij iz različnih virov je običajno velik izziv

## DBMS za DW..

---

- Standardni DBMS imajo posebne dodatne funkcionalnosti oz. karakteristike, ki omogočajo učinkovite instance PB, v katerih lahko vzpostavimo DW
- Instanca PB: kompletno (navidezno) izvajalno okolje za vse operacije PB.
  - Vsaka instanca ima svoj nabor nastavitev, prilagojen njeni uporabi.
  - Isti SUPB lahko nadzoruje več instanc.
  - V nadaljevanju so predstavljena področja, ki so še posebej pomembna za DBMS za DW oz. predstavljajo zahteve, ki jih mora izpolnjevati instanca DBMS, da je primerna za DW

## DBMS za DW..

---



- **Karakteristike polnjenja**
  - Visoke zahteve za polnjenje, zahteva po sposobnosti polnjenja več sto milijonov vrstic na uro
  - Brez omejitev navzgor glede velikosti tabel
- **Procesiranje pri polnjenju**
  - Konverzije tipov, transformiranje, filtriranje, preverjanje konsistentnosti (lokalne in globalne)
  - Indeksiranje
  - Ažuriranje meta podatkov
  - Procesiranje mora potekati kot celota

## DBMS za DW..

---



- **Zagotavljanje kvalitete podatkov**
  - lokalna in globalna konsistentnost
  - upoštevanje referenčnih in integritetnih omejitev ne glede na kvaliteto virov
- **Odzivnost poizvedb:**
  - rezultati v primernem času
  - neodvisno od velikosti baze
- **Skalabilnost:**
  - za upravljanje z enormnimi količinami podatkov (tera- in petabytne PB z vsemi funkcionalnimi mehanizmi)
  - možnost sočasne uporabe s strani veliko (??) uporabnikov
- **DW kot distribuirana PB (ni težav z ažuriranjem)**

## DBMS za DW

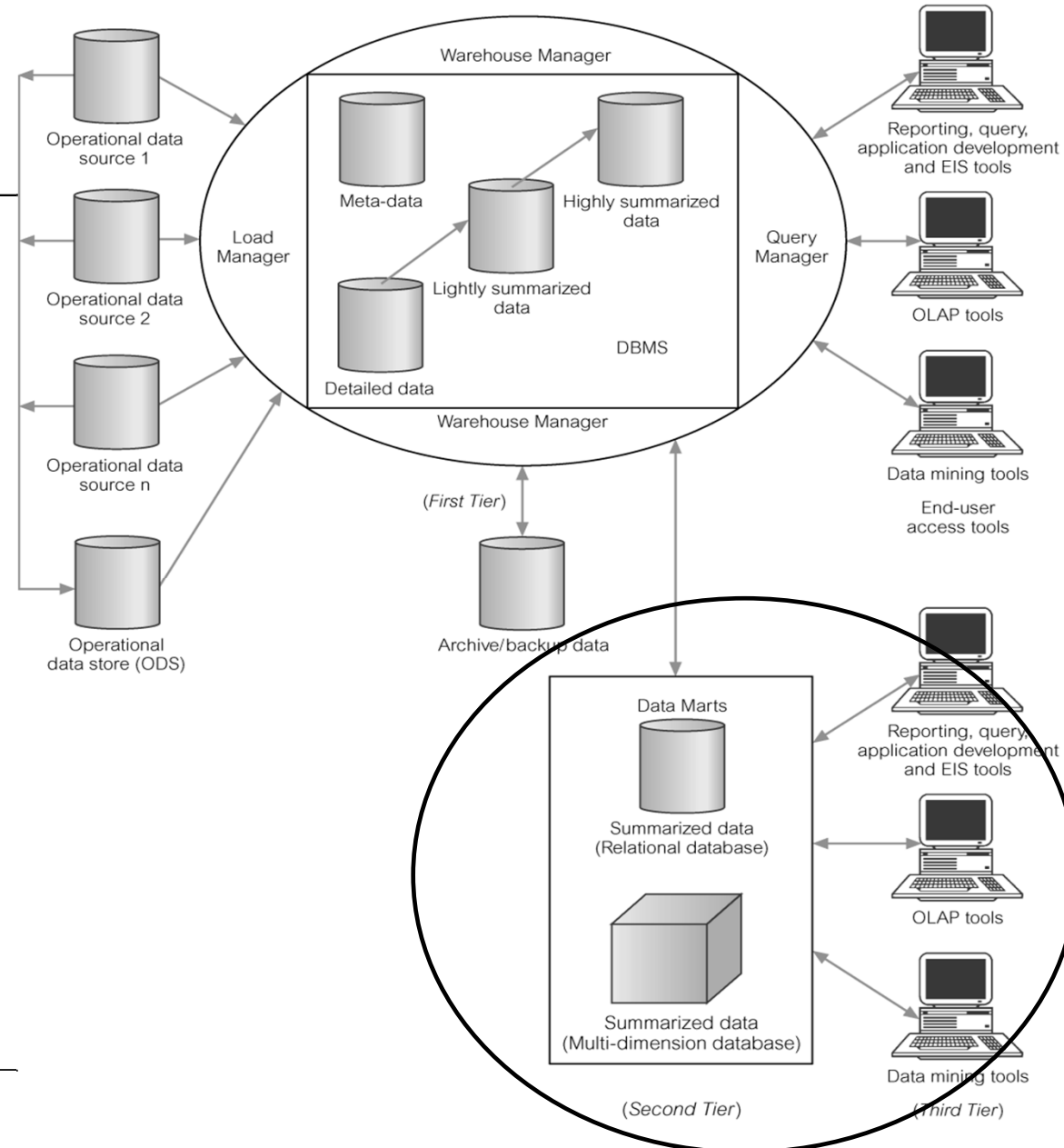
---



- Podpora za administracijo DW
  - beleženje storitev
  - določanje prioritete poizvedb
  - Uглаševanje/optimizacija
- Podpora več-dimenzionalnim podatkovnim strukturam (za potrebe OLAP orodij)
  - vnaprejšnja sumarizacija in agregacija podatkov
  - napredni analitični operatorji
- Razširjen nabor funkcionalnosti pri poizvedbah
- Pogosta implementacija v porazdeljenih sistemih

# Področno podatkovno skladišče - Data Mart

- Del (podmnožica) DW, ki pokriva zahteve določenega oddelka ali funkcionalnega področja
- Značilnosti področnih podatkovnih skladišč:
  - Fokusiran je na zahteve določenega oddelka ali funkcionalnega področja (pogosto en OLTP sistem – en data mart)
  - Enostavnejše polnjenje
  - Praviloma ne vsebuje podrobnih transakcijskih podatkov, temveč le sumirane oz. agregirane podatke (tiste ki zadevajo ustrezno področje)



# Data Mart

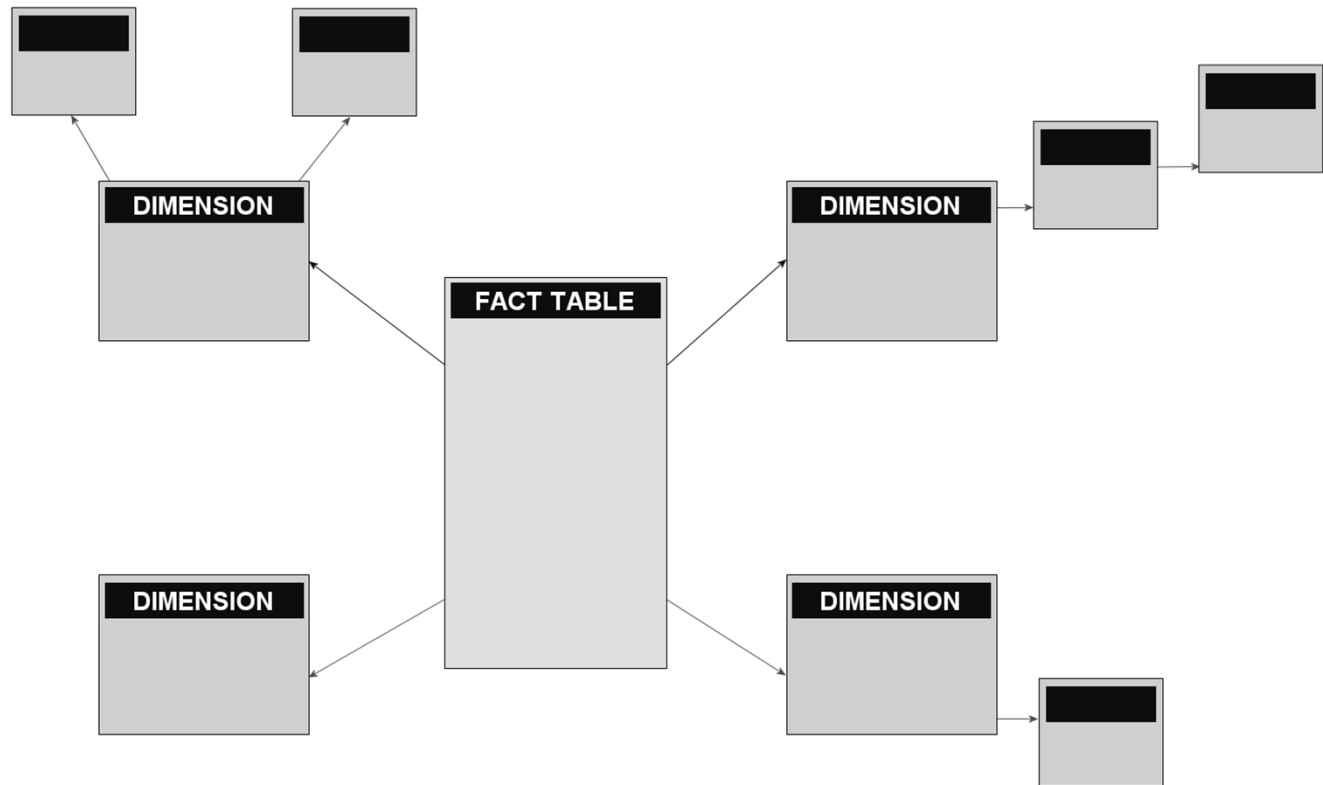
---



- Razlogi za kreiranje Data mart:
  - Dati uporabnikom na voljo le podatke, ki jih najpogosteje analizirajo
  - Omogočiti posameznikom ali skupinam, da opazujejo podatke (oddelka ali funkcionalnega področja) formatirane na način, na katerega so navajeni
  - Izboljšati odzivne čase uporabnikov zaradi manjše količine podatkov
- Analiza podatkov v Data martu:
  - OLAP
  - data mining

# Načrtovanje podatkovnega skladišča

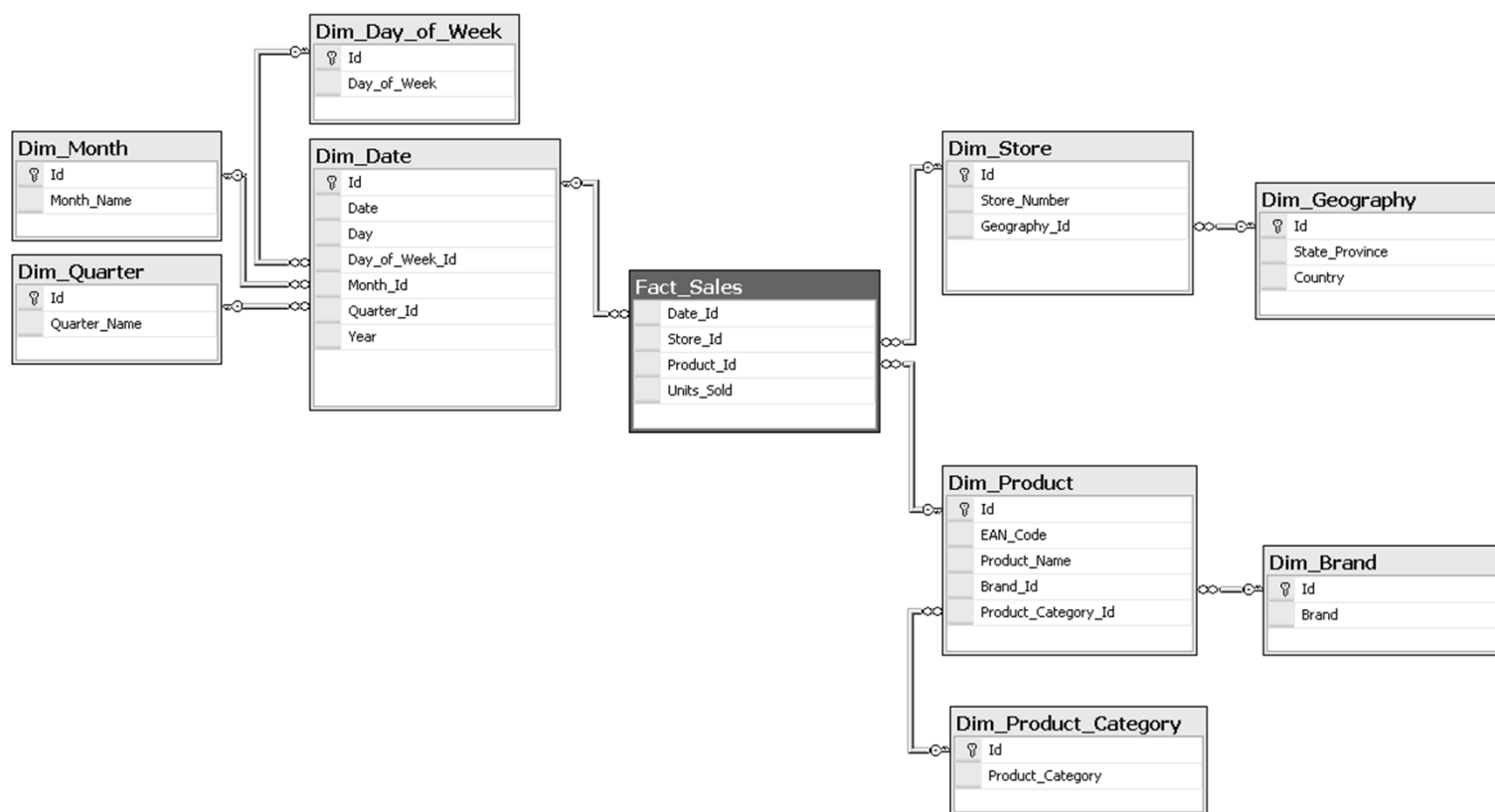
- **Schema snežinke:**
  - tabele dejstev in dimenzij
  - Ni problemov z ažurirnimi anomalijami (denormalizacija)
- **Tabela dejstev:**
  - Zapisi o dogodkih v času (npr. nakup)
  - Identifikator, čas in podatki
  - Povezuje dimenzije
- **Dimenzija (dimension):**
  - Opisujejo attribute dejstev
  - Razgradnja dimenzij za lažje analitično poizvedovanje





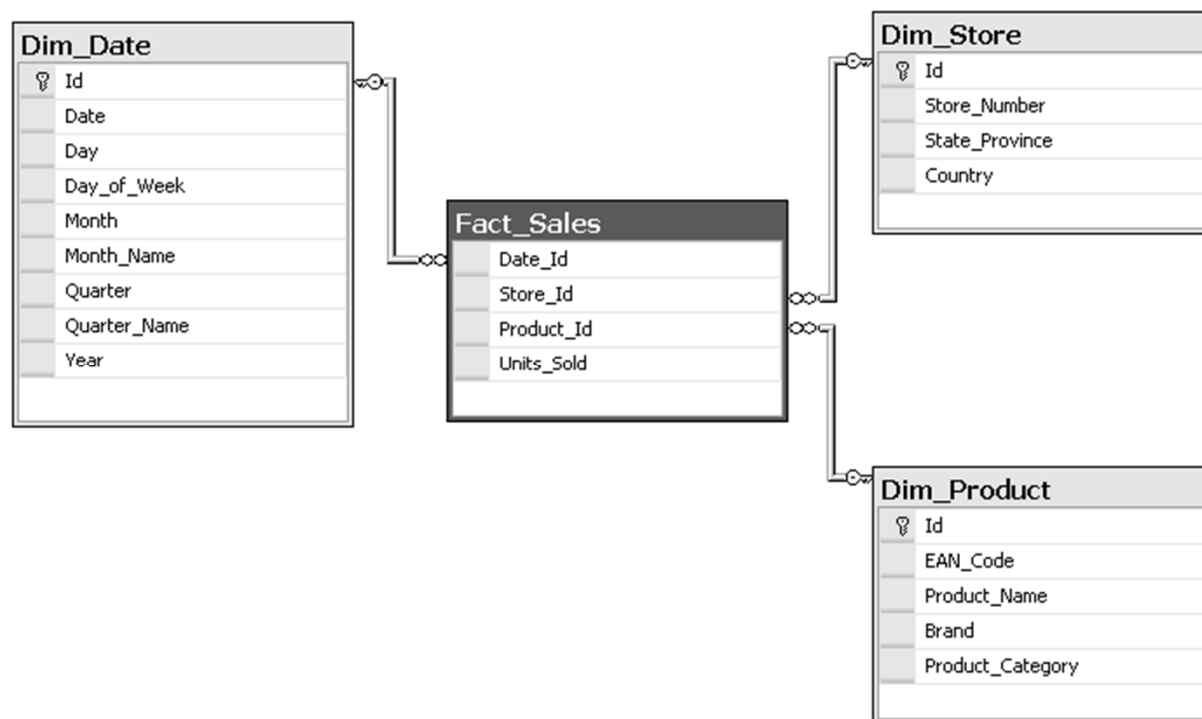
# Načrtovanje podatkovnega skladišča

- Shema snežinke:



## Načrtovanje podatkovnega skladišča

- Delček sheme snežinke: zvezdna shema
- Ali je normalizirana? V kateri normalni obliki je?



# Podatkovna jezera

---

- Podatkovno skladišče: ETL, relacijski SUPB
  - Extraction, Transformation, Loading
  - Schema-on-write
  - Tehnični problemi: skalabilnost, togost, omejena uporabnost porazdeljene analize
- Moderne podatkovne potrebe
  - Integracija raznolikih podatkov
  - Odkrivanje relevantnih podatkov
  - Naravni jezik
  - Pričakovani tudi napačni podatki
  - Verzije podatkov skozi čas
- Podatkovno jezero: ELT, nerelacijski SUPB (pogosto objektni)
  - Extraction, Loading, Transformation
  - Schema-on-read
  - Semantični problemi: podatkovno močvirje
- Primeri orodij
  - Azure Data Lake Storage
  - AWS Lake Formation
  - Databricks
  - **MinIO** (tudi za osebno rabo)

# Podatki v modernem svetu

