

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Matej Škerjanc

**Povezovanje geografsko informacijskega sistema z bazo
tehničnih podatkov**

DIPLOMSKO DELO
VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE STOPNJE
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

Mentor: prof. dr. Miha Mraz

Ljubljana, 2013



Št. naloge: 00395/2013

Datum: 03.04.2013

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Kandidat: **MATEJ ŠKERJANC**

Naslov: **POVEZOVANJE GEOGRAFSKO INFORMACIJSKEGA SISTEMA Z
BAZO TEHNIČNIH PODATKOV
INTEGRATING ESRI GIS WITH ASSET DATABASE**

Vrsta naloge: Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija prve stopnje

Tematika naloge:

Kandidat naj v svojem delu predstavi izvedbo povezovanja geografsko informacijskega sistema in podatkovne baze tehničnih podatkov za potrebe slovenskih distributerjev električne energije. Pri tem naj predstavi razvojna orodja za izvedbo in opiše samo realizacijo rešitve povezovanja.

Mentor:

prof. dr. Miha Mraz

Dekan:

prof. dr. Nikolaj Zimic



IZJAVA O AVTORSTVU

diplomskega dela

Spodaj podpisani/-a Matej Škerjanc,

z vpisno številko 63000114

sem avtor diplomskega dela z naslovom:

Povezovanje geografsko informacijskega sistema z bazo tehničnih podatkov

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal/-a samostojno pod mentorstvom prof. dr. Mihe Mraza
- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.) ter ključne besede (slov., angl.) identični s tiskano obliko diplomskega dela
- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela v zbirki »Dela FRI«.

V Ljubljani, dne _____ Podpis avtorja/-ice: _____

Zahvala

Zahvalil bi se mentorju prof. dr. Mihi Mrazu in Primožu Koširju za njuno pomoč, potrpežljivost in vse nasvete, ki sem jih bil deležen ob izdelavi dela. Velika zahvala pa gre tudi moji družini za podporo, bodrenje k dokončanju te diplome, ter seveda potrpežljivost ob moji študijski poti.

Kazalo vsebine

1. UVOD	1
2. OPIS PROBLEMA.....	3
2.1 OPIS OBSTOJEČEGA STANJA	3
2.2 BAZA TEHNIČNIH PODATKOV	5
2.3 OPIS ZAHTEVANEGA STANJA.....	6
2.4 FUNKCIONALNE ZAHTEVE ZA INTEGRACIJO MED GIS IN BTP	7
2.5 SPLOŠNE ZAHTEVE.....	7
3. GEOGRAFSKO INFORMACIJSKI SISTEM	9
3.1 GIS.....	9
3.1.1 Kratka zgodovina.....	9
3.1.2 Kratka predstavitev GIS kart.....	10
3.2 ARCGIS.....	13
3.2.1 Arhitektura ESRI GIS - ArcGIS	13
3.2.2 ArcGIS Desktop	14
3.2.3 ArcMap.....	15
3.2.4 ArcCatalog	16
3.2.5 ArcSDE	17
3.2.6 Ključne lastnosti ArcSDE	18
3.2.7 Geopodatkovna baza	19
3.2.8 Verzioniranje	21
3.3 NAČRTOVANJE.....	26
3.4 SISTEMSKA ARHITEKTURA GIS-A	26
4. IZVEDBA POVEZOVANJA.....	28
4.1 GRADNIKI INTEGRACIJE	29
4.1.1 Microsoft Host Integration Server.....	30
4.1.2 SQL Server Service Broker	30
4.1.3 Prožilec SQL	30
4.1.4 Prožilec integracije.....	31
4.1.5 Nastavitvene tabele.....	31
4.1.6 Procedure SQL	35
4.1.7 Sistem upravljanja sprememb.....	35
4.1.8 Sistem obravnave napak	36
4.1.9 Zgodovina	36
4.2 POSTOPKI INTEGRACIJE.....	37
4.2.1 Kreiranje novega sredstva	37
4.2.2 Spreminjanje sredstva.....	38
4.2.3 Brisanje sredstva	39
4.2.4 Kreiranje nove relacije med sredstvi	40
4.2.5 Brisanje relacije med sredstvi	40
4.2.6 Vgradnja opreme v sredstvo	41
4.2.7 Prestavljanje opreme med sredstvi	42
4.2.8 Brisanje opreme.....	42
4.2.9 Spreminjanje opreme.....	43
SKLEPNE UGOTOVITVE	44

Seznam kratic in simbolov

- API (Application Programming Interface): vmesnik uporabniškega programa;
- BTP : Baza tehničnih podatkov;
- CRM (Customer Relationship Management): sistem za upravljanje odnosov s strankami;
- DBMS (Database Management System): sistem za upravljanje podatkovnih baz;
- DDL (Data Definition Language): jezik za definicijo podatkov;
- DEES : distribucijski elektro energetskega sistema;
- DML (Data Manipulation Language): jezik za urejanje podatkov;
- DMS (Distribution Management System): sistem za upravljanje distribucij;
- DSM (Digital Surface Model): digitalni model površine;
- DTM (Digital Terrain Model): digitalni model terena;
- eIS (executive Information System): informacijski sistemi za izvršilne funkcije;
- ELCE : Elektro Celje d.d.;
- ERP (Enterprise Resource Planning): sistem za upravljanje poslovanja;
- GIS (Geographic Information System): geografsko informacijski sistem;
- HIS (Host Integration Server): strežnik za integracijo gostiteljev;
- IIS (Integrated Information System): integrirani informacijski sistem;
- OGC (Open Geospatial Consortium): mednarodna organizacija za GIS standarde;
- SDE (Spatial Database Engine): pogon za prostorske podatke v podatkovnih bazah;
- SOA (Service Oriented Architecture): storitveno usmerjena arhitektura;
- SQL (Structured Query Language): strukturiran povpraševalni jezik za delo s podatkovnimi bazami;
- SQL/MM Spatial (Structured Query Language / Multimedia Spatial): standard za urejanje prostorskih podatkov v relacijskih podatkovnih bazah.

Povzetek

Elektro Celje d.d. je eden od petih slovenskih distributerjev električne energije. Evidenco o svojem elektro energetskega omrežju vodi v več različnih računalniških sistemih. Za poslovni sistem in evidenco osnovnih sredstev uporablja sistem "Baza tehničnih podatkov" (BTP), informacije o geografskih lokacijah sredstev elektroenergetskega omrežja pa v geografskem podatkovnem sistemu (GIS). Taka delitev podatkov brez medsebojne povezave pomeni za podjetje težave, saj prihaja do napak v podatkih, odvečnega dela in ostalih problemov, povezanih s heterogenim okoljem.

Iz tega razloga se je podjetje Elektro Celje d.d. odločilo, da uvede integracijo med obema sistemoma na tak način, da bo GIS sistem služil kot primarni sistem za vnos podatkov (grafičnih in atributnih), integracijski postopki pa bodo skrbeli za prenos in konsistenco podatkov v poslovni sistem BTP. V pričujočem diplomskem delu je na kratko povzet GIS, programska oprema enega glavnih ponudnikov GIS opreme ESRI in ključne komponente te opreme, ki zagotavljajo zmožnost uporabe sistema večim uporabnikom hkrati, za konec pa so opisani postopki integracije med obema sistemoma.

S sodelavci smo ustvarili sistem, ki je v celoti izpolnil zahteve podjetja Elektro Celje d.d. Ključni elementi sistema so orodja podjetja ESRI za delo z GIS in orodja podjetja Microsoft za delo s podatkovnimi bazami. Sistem povezovanja zdaj že uspešno povezuje GIS sistem in bazo tehničnih podatkov, obenem pa zagotavlja doslednost in robustnost.

Abstract

Elektro Celje d.d. is one of the five Slovenian distributors of electrical energy. They keep records of their electric distribution network in several different computer systems. For their business system and records of their fixed assets they use “Baza tehničnih podatkov” (BTP, angl. *database of technical data*). Information about the geographical location of the assets is stored in the geographic information system (GIS). Such data sharing without interconnection is causing problems to the company. Errors in the data occur, excess work is needed and other problems associated with heterogeneous environments.

For this reason, the company decided to introduce the integration between the two systems in such manner that the GIS system will serve as primary data (graphic and attribute data) input system and the integration processes will take care of the transfer and consistency of data in the business system BTP. In this thesis i briefly outline geographical information system, one of the major GIS software providers (ESRI) software and its key components which provide concurrent use of the system for many users and i finish with description of the integration procedure between the two systems.

With my colleagues we created a system that completely complies with the customer's requirements. Key elements of the system are ESRI tools for working with the GIS and Microsoft's tools for working with the databases. Integration system now successfully connects GIS system and database of technical data while ensuring the consistency and robustness.

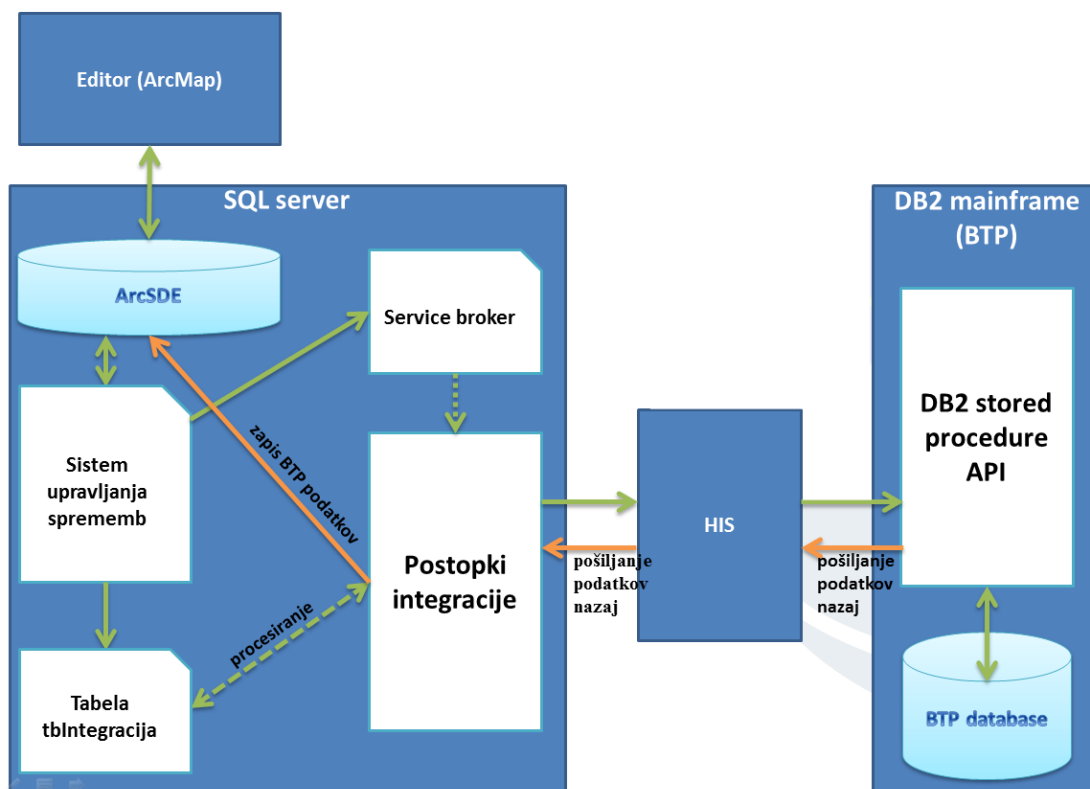
1 Uvod

Podjetje Elektro Celje d.d. je do sedaj izvajalo vodenje evidence o osnovnih sredstvih na dveh ločenih sistemih, kar je vodilo do nedoslednosti in s tem občasno do izgub podatkov ter posledično počasnejšega izvajanja poslovnih procesov. Če so zaposleni želeli vnesti novo sredstvo, spremeniti določene attribute, ali pa sredstvo zbrisati, so to morali opraviti v dveh korakih. In sicer prvič so morali to urejanje, dodajanje oz. brisanje opraviti na GIS strani, potem pa še na strani BTP. Posledično je bila ogrožena doslednost, pojavljale so se možnosti za izgubo podatkov in opraviti je bilo potrebno dvojno delo. Zato se je podjetje odločilo da poišče izvajalce, ki bi poskrbeli za nadgraditev njihovega obstoječega GIS sistema. Poglavitni cilj je bil, da sistem GIS postane primarna vhodna točka za vnos in ažuriranje podatkov omrežja. Postopki, ki zagotavljajo povezovanje z BTP sistemom, pa morajo upoštevati pravila ki veljajo v BTP sistemu. Eden od ciljev projekta pa je tudi bil odprtost novega sistema, ki mora omogočati kasnejše dograditve elementov, kot so povezovanja s sistemi SCADA, mobilni GIS, DMS, itd.

Z uspešno izvedbo projekta, bi si zagotovili enostavnejše in produktivnejše vodenje podatkov o omrežju. S povezovanjem GIS in BTP, bi si podjetje omogočilo enostavnejše urejanje podatkov o sredstvih in obenem izognilo nedoslednostim, kar bi privedlo do produktivnejšega vodenja podatkov o omrežju.

Pri projektu sem bil odgovoren za vzpostavitev sistema povezovanja in vseh potrebnih procedur, ki so ga sestavljale, ter logiko za njimi pod vodstvom projektnega vodje Primoža Koširja. Tekom projekta sem se moral podrobneje spoznati z delovanjem ArcSDE in relacijskih podatkovnih baz ter delom z osnovnimi orodji nabora namiznih orodij ESRI, kot sta ArcMap in ArcCatalog.

Slika 1 prikazuje končni sistem naročnika po vpeljavi rešitve. Podatki GIS sistema so shranjeni na strežniku SQL, podatki BTP pa v DB2 bazi. Med obema bazama je vzpostavljena povezava s pomočjo ene od funkcionalnosti HIS (poglavje Microsoft Host Integration Server). Ko uporabnik spremeni, doda ali izbriše objekt v GIS sistemu, se ta sprememba zabeleži v tabeli tbIntegracija. S pomočjo sistema za upravljanje sprememb sledi asinhron klic storitve Microsoft SQL strežnika za sporočanje in čakalne vrste (angl. *Service Broker*), ki v svoji niti izvede vse potrebne postopke integracije. Slednji se razlikujejo glede na tip spremenjenega objekta in akcijo, ki je bila izvršena nad njim. Glede na te parametre postopki integracije kličejo ustrezne procedure na oddaljenem strežniku DB2, katere poskrbijo za ažuriranje podatkov v BTP podatkovni bazi. Po uspešnem ažuriranju podatkov v BTP bazi, DB2 strežnik vrne povratne podatke s katerimi postopek integracije na koncu ažurira GIS podatkovno bazo.



Slika 1: Shema sistema.

2 Opis problema

Poglavitni cilj projekta katerega del je pričujoče diplomsko delo, je nadgraditev obstoječega GIS sistema z namenom zagotavljanja produktivnejšega evidentiranja omrežja in kvalitetnejše podpore poslovnim procesom [1], ki ga skuša izpeljati podjetje Elektro Celje d.d. (v nadaljevanju ELCE).

Kot osrednji sistem za tehnično dokumentiranje elektroenergetskega omrežja in telekomunikacijskega omrežja za opis prostorske umestitve, lastnosti in topologije, naj bi služil GIS.

Projekt je sestavljen iz več faz. Predmet prve faze je popolna integracija z obstoječo Bazo tehničnih podatkov (BTP), ki je del Integriranega informacijskega sistema (IIS). Sama integracija je predmet diplomskega dela. GIS je pomemben element v celovitem informacijskem sistemu podjetja, zato mora v smislu sodobnih informacijskih rešitev (SOA) v prihodnjih nadgradnjah omogočati povezovanje z ostalimi obstoječimi in predvidenimi informacijskimi sistemi v podjetju, kot so:

- obstoječi integrirani informacijski sistem (IIS/eIS),
- PSI SCADA (nadzor in kontrola nad izvajanjem energetskega sistema),
- sistemi za električno analizo in načrtovanje omrežij (DMS sistemi, GREDOS),
- EIMV SCALAR,
- sistemi daljinskega in avtomatskega merjenja porabe (AMR/AMM),
- dokumentni sistem,
- projektni strežnik (MS Project).

Nadgradnja mora biti izvedena nad obstoječo platformo ESRI ArcGIS in omogočati uporabo že obstoječih funkcionalnosti GIS-a, hkrati pa mora dodati funkcionalnosti, ki so specifične za področje distribucijskega elektroenergetskega omrežja.

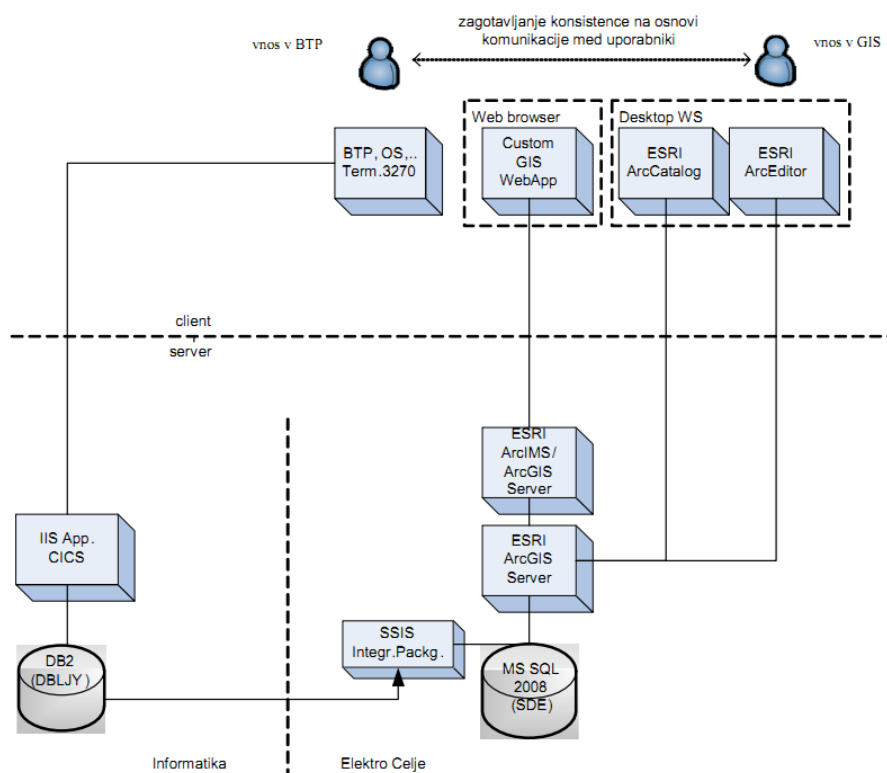
2.1 Opis obstoječega stanja

V podjetju Elektro Celje d.d. izvajajo tehnično dokumentiranje v dveh sistemih (glej sliko 2):

- atributne podatke vodijo v Bazi tehničnih podatkov (BTP), ki je v sklopu IIS locirana na centralnem DB2 podatkovnem strežniku v podjetju Informatika d.d.; BTP ima tudi funkcijo generatorja enoličnih identifikatorjev sredstev (BTP šifer) in je vir podatkov o napravah za vse aplikacije v okviru IIS; podatkovna struktura BTP in njena pravila so

zapisana v študijah BTP I, II, v.5, december 2003 (ref. št. 1616/I, II), kateri je za potrebe distribucijskih podjetij izdelal Elektro inštitut Milan Vidmar; vnos podatkov se vrši preko terminalnih aplikacij IBM3270, v katerih je vgrajena poslovna logika za konsistenten vnos;

- za vnos geografskih podatkov in geografske analize uporabljajo orodja ArcEditor 9.3.1, proizvajalca ESRI; podatke hranijo v geografski podatkovni bazi (angl. *geodatabase*), ki je nameščena na podatkovnem strežniku SQL 2008, do katerega se dostopa s pomočjo komponente ArcSDE 9.3, ki je del ArcGIS Server-ja; za zahtevnejše naloge in analize se uporablja namizna orodja ArcEditor, ArcCatalog in ArcView; za širšo uporabo podatkov so na internem spletnem portalu vsem zaposlenim v podjetju Elektro Celje d.d. na voljo spletne aplikacije, pripravljene v okolju ArcGIS Server, ki omogočajo pregled geografskega stanja, pregled atributnih podatkov o napravah, dostop do fotografij, dokumentov in enopolnih shem naprav, izvajanje poizvedb po napravah ter tiskanje kart na pripravljenih predlogah;
- povezava z atributnimi podatki iz BTP je urejena s pomočjo pogledov (angl. *views*), ki so bili na voljo potencialnemu izvajalcu v lokalni kopiji BTP na SQL podatkovnem strežniku, ki se osvežuje enkrat dnevno oz. po potrebi na zahtevo.



Slika 2: Shema obstoječega informacijskega sistema.

2.2 Baza tehničnih podatkov

Baza tehničnih podatkov (BTP) predstavlja osnovo za izvajanje poslovnih procesov informacijskih podsistemov Vzdrževanje in Vodenje DEES, pa tudi drugih podsistemov Integriranega informacijskega sistema (IIS) distribucije. Skupaj z IIS se tudi BTP neprestano razvija in dopolnjuje, ko oba sledita spreminjajočim se informacijskim potrebam uporabnikov.

Javna podjetja (JP) distribucije svoje informacijske sisteme gradijo v obliki skupnega Integriranega informacijskega sistema (IIS), ki je namenjen za informacijsko podporo in povezovanje operativnih funkcij vsakega posameznega podjetja. IIS je sestavljen iz desetih funkcionalno zaključenih informacijskih podsistemov, ki delujejo na skupni delovni bazi tehničnih in komercialnih podatkov. Del te skupne baze je tudi Baza tehničnih podatkov (BTP).

Baza tehničnih podatkov je namenjena za zbiranje, hranjenje, obdelavo, ažuriranje in prikazovanje tehničnih podatkov o elektroenergetskih napravah, strojih, objektih in opreми v okviru distribucijskega EES. Predstavlja osnovo za izvajanje poslovnih procesov informacijskih podsistemov Vzdrževanje in Vodenje DEES, kot tudi drugih tehničnih in komercialnih podsistemov IIS.

Osnove za zasnovu in izvedbo BTP je izdelala Delovna skupina za tehnološko pripravo BTP v obliki dokumenta Projekt osnov za pripravo BTP /BTP 91/. V tem dokumentu je za najbolj pomembna sredstva, opremo in materiale v okviru DEES izdelala klasifikate (to je hierarhične razvrstitve in sisteme označevanja s šiframi), določila standardne strukturne sestavnice teh sredstev, opreme in materialov, ter določila tiste lastnosti (atribute) teh sredstev, opreme in materialov, ki jih je v BTP treba spremljati.

BTP torej vsebuje vse objekte, sredstva in opremo podjetja ELCE. Pred implementacijo rešitve se je uporabljal kot osnovna podatkovna baza za spremljanje osnovnih sredstev, sredstev omrežja in opreme. Nahaja se na DB2 podatkovnem strežniku, do njega pa uporabniki dostopajo preko različnih aplikacij za vnos, pregledovanje in izdelovanje poročil. Posebej pomembno je omeniti, da je BTP baza modelirana na drugačen način kot GIS baza. Vrednosti vseh atributov v BTP bazi so na primer zapisani v enem stolpcu ene tabele, ESRI GIS SDE baza pa ima vrednosti atributov v posameznih atributnih tabelah glede na vrsto objekta. Iz tega razloga je izvedba integracije med obema bazama še bolj kompleksna, saj je razlika med obema normalnima stopnjama baze velika.

Normalizacija je proces strukturiranja relacijske sheme podatkov v podatkovni bazi [2]. Cilji normalizacije so:

- odprava odvečnih podatkov, npr. shranjevanje istih podatkov v večih tabelah ,
- zagotavljanje smiselnosti odvisnosti podatkov (shranjevanje podatkov, ki so v relacijah - povezani).

2.3 Opis zahtevanega stanja

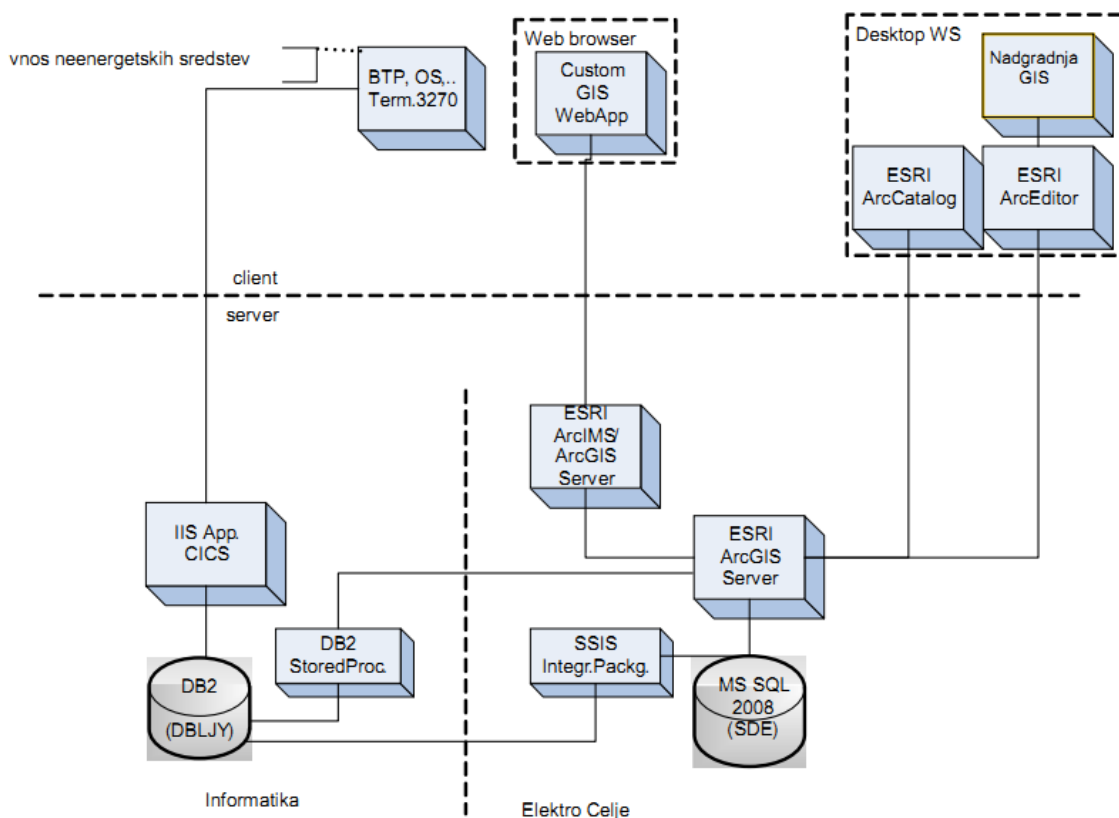
Z nadgradnjo GIS-a želijo v podjetju ELCE omogočiti poenostavljen in visoko produktiven vnos ter ažuriranje vseh podatkov o napravah in omrežju (geografskih in atributnih) preko enotnega grafičnega vmesnika v GIS aplikacijah. Z njim želijo nadomestiti obstoječe terminalske aplikacije. Ob vnosu novega sredstva ali urejanja atributnih podatkov v GIS-u se morata hkrati izvršiti tako vpis novih, kot tudi ažuriranje obstoječih podatkov v BTP, skladno s pravili vnosa in povezovanja, ki veljajo v BTP. Sinhronizacija podatkov mora biti dvosmerna. Sistem mora omogočiti spremljanje celotnega življenjskega cikla naprav in dokumentacije vezane na posamezno sredstvo. Rešitev mora biti modularna in mora brez pomembnejših posegov v aplikacijo ali podatkovni model omogočati kasnejše razširitve z moduli kot so:

- mobilni GIS,
- moduli za povezave z drugimi sistemi (SCADA PSI, AMM/AMR, aplikacijami DMS (PSI ali TELVENT), aplikacijami s področja CRM in ERP).

Zaradi izmenjave podatkov z obstoječimi in predvidenimi informacijskimi sistemi in aplikacijami v podjetju (SCADA, AMR/AMM, aplikacije za električno analizo in načrtovanje omrežja), je potrebno obstoječi GIS podatkovni model razširiti in ga čim bolj približati standardiziranim podatkovnim modelom, ki se uporabljajo za izmenjavo podatkov na tem področju (npr. ArcFM Energy International electric, IEC CIM 61970), hkrati pa je potrebno zagotoviti način, ki bo vzdrževal sinhronizacijo podatkov med GIS in obstoječo BTP.

Podpirati mora storitveno usmerjeno arhitekturo (SOA) za dostop do spletnih storitev zunanjih ponudnikov (GURS, MOP), kakor tudi možnost enostavne izdelave (brez programiranja) in ponujanja spletnih storitev drugim uporabnikom (vključevanje v aplikacije eIS, ponujanje podatkov zunanjim partnerjem). Rešitev mora vsebovati tudi modul za izvoz vodenih podatkov v obliki elaborata sprememb za potrebe Zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture (ZK GJI), ki ga vodi Geodetska uprava RS.

Rešitev mora ohraniti funkcionalnost obstoječe ESRI ArcGIS programske opreme in jo razširiti z dodatnimi funkcionalnostmi, specifičnimi za področje distribucijskega omrežja. Zahtevane funkcionalnosti so opisane v naslednjem poglavju. Rešitev mora vsebovati modul, ki bo omogočal izdelavo spletnih aplikacij brez dodatnega programiranja (tako kot npr. ArcGIS Server Manager). Slika 3 prikazuje shemo željenega sistema po vpeljavi sistema integracije.



Slika 3: Predvideno stanje po vpeljavi rešitve.

2.4 Funkcionalne zahteve za integracijo med GIS in BTP

V nadaljevanju so naštetе funkcionalne zahteve naročnika, ki direktno vplivajo na delo opravljeno v okviru diplomske naloge (implementacijo integracije).

2.5 Splošne zahteve

Splošne zahteve se nanašajo na strojno in programsko opremo ciljnega sistema in sicer so sledeče:

- vsi podatki se morajo hraniti v prostorski podatkovni bazi (ESRI geodatabase) na MS SQLServer 2005 ali MS SQLServer 2008,
- vse strežniške komponente morajo podpirati delovanje na operacijskem sistemu Microsoft Windows Server 2008,
- namizna aplikacija mora podpirati delovanje na operacijskem sistemu Microsoft Windows XP SP3.

2.5.1.1 Podatki elektro omrežja

V obstoječi podatkovni bazi (BTP) ima naročnik podatke o več vrstah objektov. Sledeče zahteve se nanašajo samo na objekte, ki so del elektro omrežja:

- shranjevanje atributnih podatkov se vrši v prostorski podatkovni bazi na 64-bitnem strežniku MS SQL 2005 ali MS SQL 2008,
- vsaka sprememba atributnih podatkov mora izvesti tudi ustrezno ažuriranje v BTP v skladu s pravili BTP,
- zagotovljena mora biti sledljivost vseh sprememb vsakega zapisa v podatkovni bazi; za vsako spremembo mora biti jasno razvidno kdo in kdaj jo je izvedel in predhodna vrednost atributa,
- za vse vektorske podatke, ki so del omrežja, mora biti omogočeno verzioniranje, z možnostjo potrjevanja oz. zavrnitve verzije in njenega vračanja uporabniku.

Verzioniranje nam omogoča komponenta SDE – Spatial Data Engine. Verzioniranje omogoča več uporabnikom urejanje istih podatkov istočasno brez zaklepanja ali podvojevanja podatkov [3]. Več o SDE in verzioniranju bo opisano, ko bomo predstavljali arhitekturo ArcGIS okolja.

2.5.1.2 Namizna aplikacija

V ciljnem sistemu mora uporabljena namizna aplikacija vsebovati sledeče funkcionalnosti:

- vsak vris novega elementa mora zahtevati vpis atributnih podatkov in nato izvesti ustrezen vnos podatkov v BTP (generiranje sredstva z ustreznimi povezavami med sredstvi, v skladu s pravili BTP),
- urejanje atributnih podatkov se vrši v skladu s pravili v BTP; za določitev akcij urejanja in povezave z BTP je potrebno upoštevati študiji EI MV števil. 1616/1 in 1616/2, v.5, december 2003.

3 Geografsko informacijski sistem

V tem poglavju bomo predstavili GIS na splošno, na kratko pa bodo predstavljene tudi komponente potrebne za vnos podatkov (čeprav niso predmet integracije, pa vseeno velja predstaviti kako se podatke, ki se integrirajo, vnaša in ureja). Glavni predmet obravnave v tem poglavju pa bo ArcGIS Server oz. njegov za integracijo najpomembnejši člen ArcSDE, ki med drugim skrbi za verzioniranje in služi kot vmesnik med odjemalci in podatkovno bazo. V našem primeru sta najpomembnejša odjemalca ArcMap in ArcCatalog, ki ju bomo tudi na kratko predstavili.

3.1 GIS

Kratka GIS (angl. *Geographic Information System*) oziroma geografski informacijski sistem v strogem smislu opisuje katerikoli informacijski sistem, ki integrira, shranjuje, ureja, analizira, deli in prikazuje geografske podatke.

V bolj splošnem smislu so GIS aplikacije orodja, ki omogočajo uporabnikom ustvarjanje interaktivnih poizvedb, analiziranje prostorskih podatkov, urejanje podatkov, kart in prikazovanje rezultatov vseh naštetih operacij [4].

GIS integrira strojno, programsko opremo in podatke za zajem, upravljanje, analizo in prikazovanje vseh oblik geografsko referenčnih podatkov. Omogoča nam razumevanje, poizvedbo, razlago in prikaz podatkov na mnogo načinov, ki razkrivajo relacije, vzorce in trende v obliki kart, globusov, poročil in grafov [5]. GIS je torej sistem, ki se uporablja za opis in karakterizacijo zemljinega površja z namenom vizualizacije in analize geografsko referenciranih informacij.

3.1.1 Kratka zgodovina

Računalniški sistemi so bili prvič uporabljeni za avtomatizacijo proizvodnje kart (kartografski zemljevid) v poznih 60-ih [6]. Pred tem pa so se geografske analize (metode za prikaz relacij mnogih slojev geografskih podatkov) zanašale na časovno bolj potratne procese. Tedajšnji postopki so za predstavitev podatkov uporabljali poliestersko ali plastično folijo imenovano Mylar. Za vsak podatkovni sloj je bil uporabljen en sloj folije. Taki postopki so bili dolgotrajni in tudi najbolj enostavne predstavitve so se izdelovale po več tednov.

Zgodnji računalniki so uspeli porabljeni čas zmanjšati s tednov na ure. Trenutni računalniki pa so te operacije sposobni opraviti v sekundah.

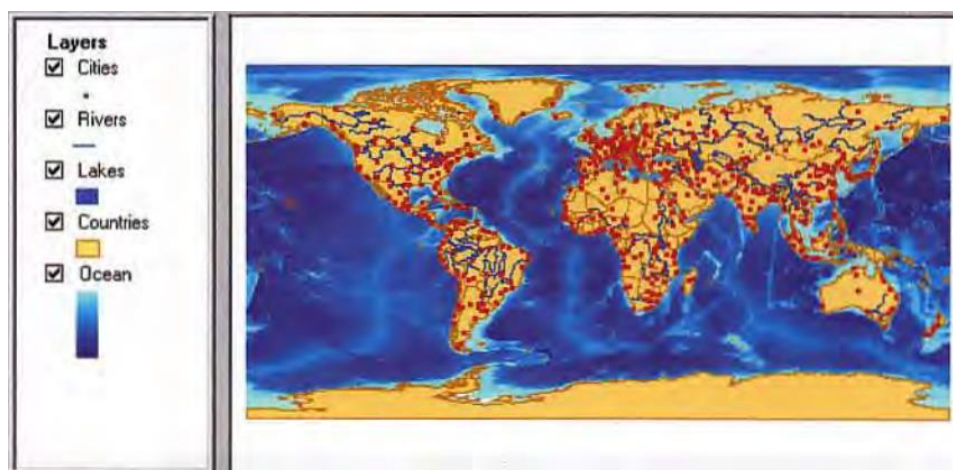
Izraz geografsko informacijski sistem je predstavil Roger Tomlinson, kasneje pa so ga uporabljali in spodbujali uporabo profesorji Harvardske univerze v 70-ih, kar je vzpodbudilo

številna geografska svetovalna podjetja, da so začela razvijati in razširjati GIS tehnologijo. Med njimi je bilo tudi podjetje ESRI.

V zgodnjih devetdesetih letih so podjetja in lokalne samouprave začela uporabljati večje GIS sisteme v svoji operativi in kmalu je bilo jasno, da je za uspeh takih porazdeljenih GIS operacij potrebno razumevanje GIS zmogljivosti in razširljivosti (v smislu skalabilnosti) v porazdeljenem računalniškem okolju. Razvidno je, da je evolucija GIS močno povezana z napredkom računalniških tehnologij.

3.1.2 Kratka predstavitev GIS kart

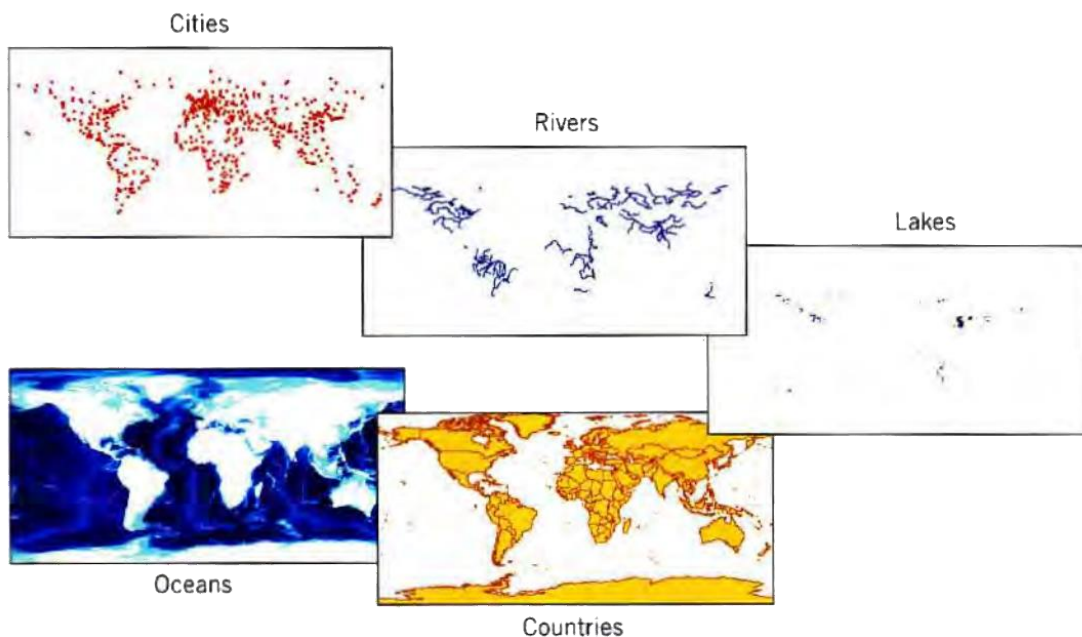
Za razliko od »fizičnih« kart lahko pri GIS kartah odstranimo ali dodamo sloj podatkov. Recimo lahko umaknemo vsa mesta s karte. GIS karta je sestavljena iz slojev oz. zbirke istovrstnih geografskih objektov – vsak sloj je določenega tipa in vsebuje objekte točno tega tipa (glej sliko 4).



Slika 4: Karta z legendo [6].

Sloj »Cities« vsebuje različna mesta, sloj »Rivers« različne reke itn. Vsak geografski objekt v sloju – vsako mesto, reka, jezero, država – se imenuje »feature« ali objekt.

Sloji niso nujno samo objektni sloji – niso kolekcija objektov, lahko so tudi prikazani kot t.i. površine. Na sliki 5 sloj »Oceans« ni zbirka objektov kot preostali sloji, ampak je površina, ki vsebuje informacijo o globini vode glede na različne lokacije (v bistvu raster na katerem ima vsaka točka namembni podatek).



Slika 5: Karta sestavljena iz petih slojev [6].

Geografski objekti imajo lahko različne oblike, vsi pa so lahko predstavljeni kot ena od treh geometrijskih oblik:

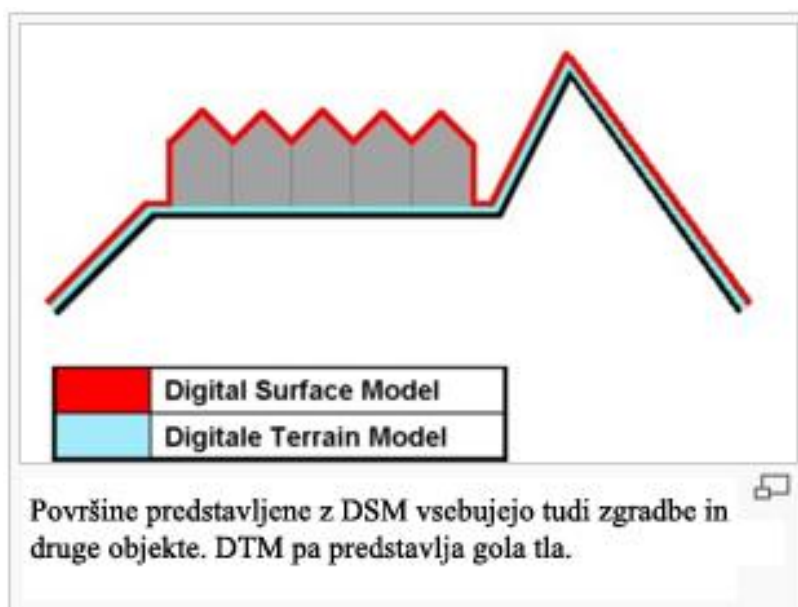
- poligon,
- linija,
- točka.

Poligoni predstavljajo velike površine, kot so naprimer države, jezera ali različne površine (parcele, ...) . Linije predstavljajo stvari, ki so premajhne ali preozke, da bi jih ponazorili s poligoni (v večini primerov tudi ni smiselno, ker poligon zasede veliko več pomnilnika, pa tudi kakršne koli funkcije nad njim so časovno bolj potratne) kot so npr. reke ali cevovodi. Točke pa se uporabljajo za stvari, ki so premajhne, da bi bile poligoni, kot so npr. hiše, mesta, šole ali hidranti.

Izbira tipa objekta je odvisno od namembnosti karte in pa predvsem oddaljenosti pogleda – za razliko od običajnih kart lahko GIS karte približujemo in oddaljujemo – ker so lahko isti objekti na različnih slojih predstavljeni različno. Mesto je lahko prikazano kot točka na enem sloju, ali pa kot poligon na drugem sloju.

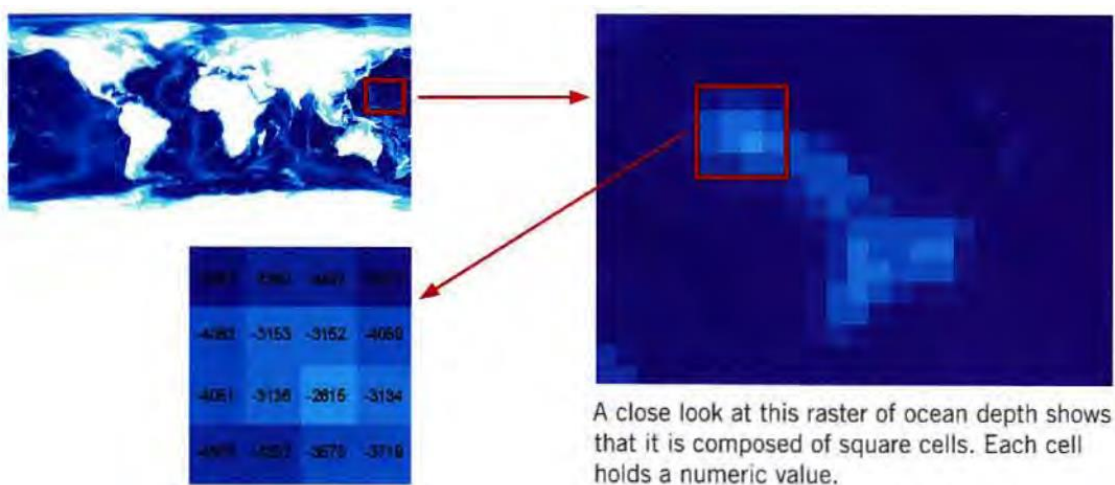
Primer: Predpostavimo, da prikazujemo Slovenijo na neki karti. Karta vsebuje tri sloje in sicer državna meja, mesta 1 in mesta 2. Državna meja je tipa poligon, mesta 1 je tipa točka in mesta 2 tipa poligon. V osnovnem pogledu, kjer vidimo celotno Slovenijo, je sloj mesta 2 skrit, ko približamo pogled, pa se skrije mesta 1 – torej točke in se prikažejo poligoni oz. meje mest na sloju mesta 2.

Površine nimajo oblik (jih ne moremo, jih ni smiselno oz. jih je lažje predstavljati z vektorskimi podatki) imajo pa numerične vrednosti. Najboljši primeri površin so DSM (angl. *Digital Surface Model*) oziroma digitalni model površine in pa DTM (angl. *Digital Terrain Model*) oziroma digitalni model terena (razlika med slednjima je prikazana na sliki 6), naklon terena, podatki o padavinah, hitrostih vetra, temperaturi, itd.



Slika 6: Razlika med DSM in DTM [7].

Taki podatki imajo izmerljive vrednosti za vsako lokacijo na zemeljski površini. Najbolj običajna vrsta površine je raster, matrica identično velikih kvadratnih celic. Vsaka celica predstavlja enoto področja površine, na primer 10 m^2 in vsebuje izmerjeno ali ocenjeno vrednost za tisto lokacijo (glej sliko 7).



Slika 7: Prikaz globine oceanov [6].

3.2 ArcGIS

ArcGIS je sistem za delo s kartami in geografskimi podatki. Uporablja se ga za sledeče namene [8]:

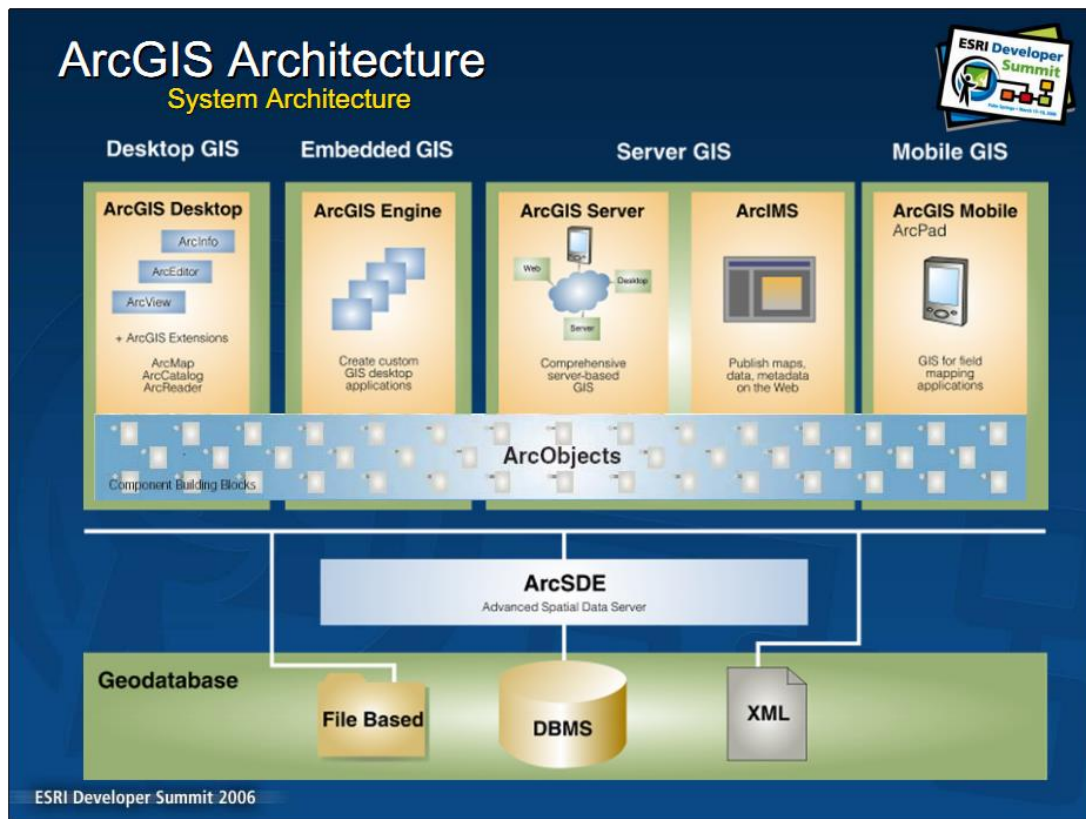
- ustvarjanje in uporabo kart,
- zbiranje in sestavljanje geografskih podatkov,
- analizo kartiranih podatkov,
- uporabo kart in geografskih informacij v različnih aplikacijah,
- upravljanje geografskih podatkov v podatkovnih bazah, itd.

Sistem zagotavlja infrastrukturo za izdelavo kart in geografskih informacij, ki so lahko dostopne celotnemu podjetju ali organizaciji, katerikoli skupnosti, ali so objavljene na spletu.

3.2.1 Arhitektura ESRI GIS - ArcGIS

ArcGIS je integrirana družina programske opreme za izgradnjo kompletnega GIS okolja. Temelji na skupni knjižnici deljenih GIS programskih komponent imenovanih ArcObjects. ArcGIS je sestavljen iz štirih ključnih komponent (glej sliko 8):

- ArcGIS Desktop – množica GIS aplikacij,
- ArcGIS Engine – vdelana (angl. *embeddable*) GIS knjižnica komponent za izgradnjo poljubnih aplikacij z uporabo različnih vmesnikov API,
- ArcGIS Server – platforma za izgradnjo GIS aplikacij na strani strežnika v enterprise in web programskih okoljih; uporabljajo se za ustvarjanje tako spletnih storitev, kot spletnih aplikacij,
- ArcIMS – GIS spletni strežnik za objavljanje kart, podatkov, metapodatkov čez odprte internetne protokole.



Slika 8: ArcGIS sistemska arhitektura [9].

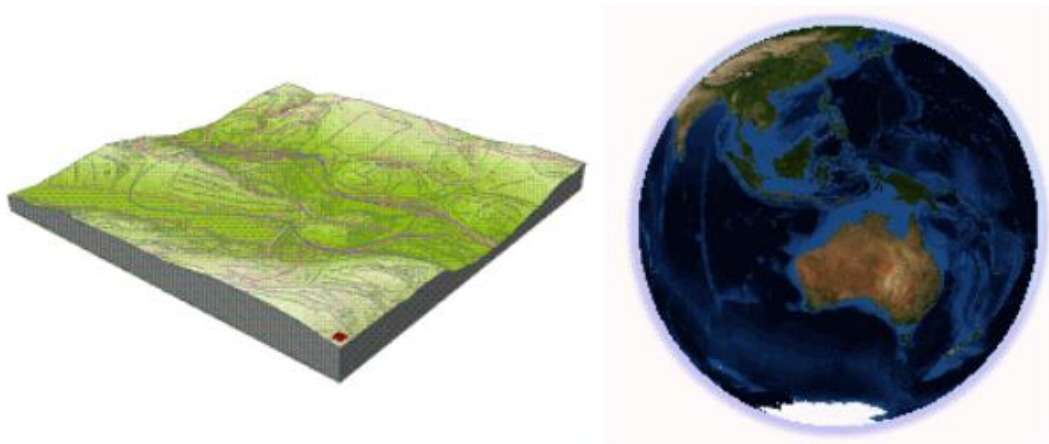
3.2.2 ArcGIS Desktop

ArcGIS Desktop je sklop programske opreme namenjen sestavljanju, analizi in urejanju geografskih podatkov.

Sklop je sestavljen iz sledečih aplikacij:

- ArcMap – glavna aplikacija za urejanje prostorskih podatkov,
- ArcCatalog – urejanje in organizacija vseh geografskih informacij shranjenih bodisi v preprostih tabelah, velikih podatkovnih nizih ali kompleksnih kartah,
- ArcGlobe – aplikacija, ki omogoča vizualizacijo podatkov v 3D; uporablja se za prikaz in urejanje večjih podatkovnih nizov; možna je uporaba samo enega tipa projekcije; podatki so predstavljeni na 3D zemeljski krogli (glej sliko 9),
- ArcScene – tudi ta aplikacija omogoča vizualizacijo geografskih podatkov v 3D; uporablja se za prikaz in urejanje manjših podatkovnih nizov oz. manjših področij; omogoča vse možne projekcije, večinoma pa se uporablja ravninsko (glej sliko 9) [10],
- ArcToolbox – vmesnik za organizacijo in zbirka geoprocenih orodij, modelov in skript,

- ModelBuilder – grafični vmesnik za generiranje skript, ki avtomatizirajo ArcToolbox orodja.



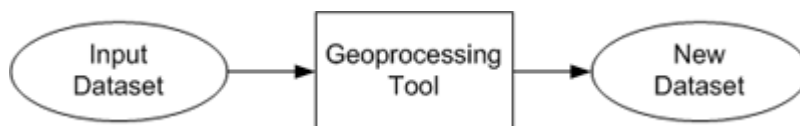
Slika 9: ArcScene (levo), ArcGlobe (desno) [10].

3.2.3 ArcMap

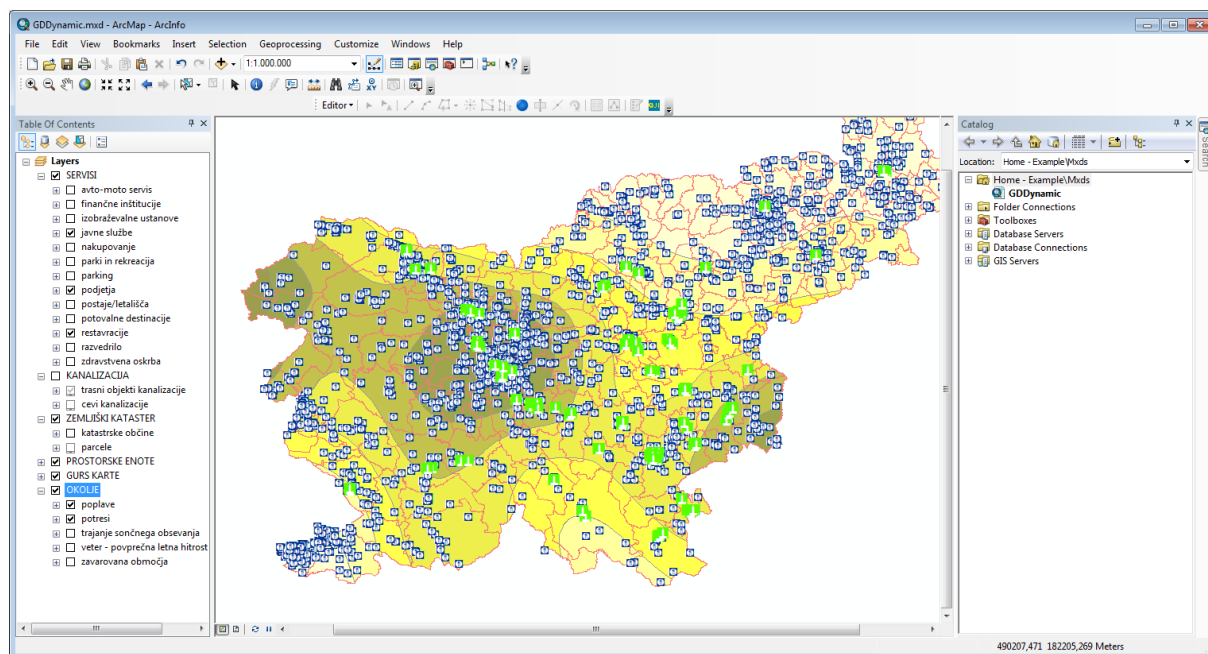
ArcMap je primarna aplikacija sklopa ArcGIS Desktop (glej sliko 11) in se uporablja za izvajanje širokega nabora splošnih GIS opravil in specializiranih, uporabnikom specifičnih opravil, kot so [11]:

- delo s kartami: branje ArcMap dokumentov (mxd) in raziskovanje podatkov, urejanje, vklapljanje izklapljanje slojev, poizvedbe nad objekti za dostop do vseh podatkov, ki jih le-ti nudijo in za vizualizacijo geografskih informacij,
- tisk kart: ustvarimo lahko od preprostih do zelo kompleksnih kart in jih kasneje natisnemo,
- sestavljanje in urejanje GIS podatkovnih setov,
- uporaba geoproceniranja za avtomatizacijo dela in izvedbe analiz: GIS je vizuelni in analitični; ArcMap omogoča izvajanje skript in prikaz in kasnejše urejanje rezultatov izvajanj; geoproceniranje se lahko uporabi za analize ali avtomatizacijo vsakdanjih opravil (npr. popravljanje okvarjenih podatkovnih povezav v zbirki podatkov) ali GIS obdelave podatkov.

Geoproceniranje je zasnovano na programskem ogrodju za transformacijo podatkov in je v veliki meri uporabljeno za operacije nad ArcGIS podatkovnimi nizi (npr. razredi objektov, rastro ali tabelami) [12]. Rezultat teh orodij so novi podatkovni nizi (glej sliko 10). Vsako geoprocenno orodje izvede majhno a pomembno operacijo nad geografskimi podatki (npr. sprememba projekcije, dodajanje lastnosti objektom, presek med različnimi objekti, ipd.).



Slika 10: Shema poteka geoproceniranja [12].

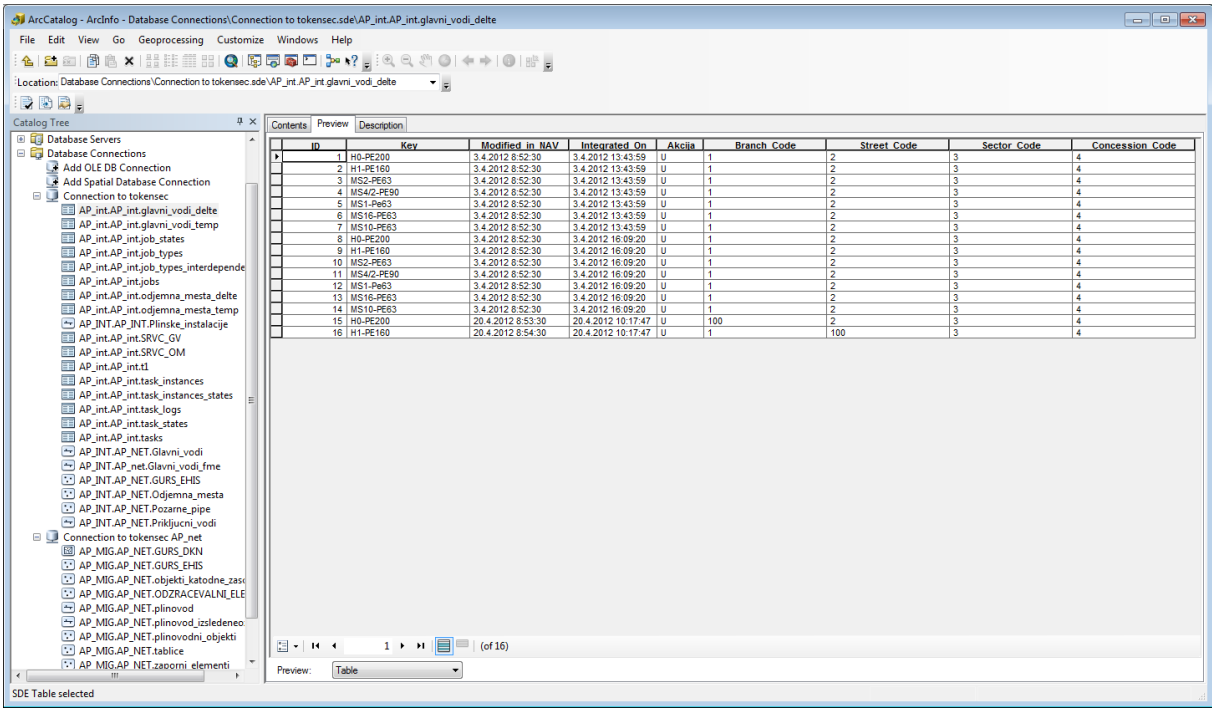


Slika 11: ArcMap s sloji s podatki o poplavah, javnih servisih, itd.

ArcMap omogoča enostavno urejanje podatkov in načina prikaza. Izbranim slojem lahko zamenjamo celotno simbologijo (angl. *symbolology*). Podatke lahko bere iz geopodatkovne baze (ki je lahko shranjena na datotečnem sistemu ali strežniku), iz baze z različnih strežnikov, ipd.

3.2.4 ArcCatalog

ArcCatalog je aplikacija namenjena upravljanju in organiziranju različnih vrst geografskih podatkov za ArcGIS Desktop [13]. Omogoča nam na primer uvoz Feature Class-a oziroma objektnega razreda iz enega strežnika na drugega, ali iz lokalne baze na strežnik ali kar direktno v mxd dokument. Omogoča pregled podatkov v tabelarni in grafični obliki. S tem orodjem organiziramo in uredimo podatke (npr. določimo kakšnega tipa je kateri od podatkov objekta), ki jih bomo kasneje za obdelavo uporabili v ArcMap-u (glej sliko 12).



ID	Key	Modified in NAV	Integrated On	Akcija	Branch Code	Street Code	Sector Code	Concession Code
1	H0-PE200	3.4.2012 8:52:30	3.4.2012 13:43:59	U	1	2	3	4
2	H1-PE160	3.4.2012 8:52:30	3.4.2012 13:43:59	U	1	2	3	4
3	MS2-PE63	3.4.2012 8:52:30	3.4.2012 13:43:59	U	1	2	3	4
4	MS4/2-PE90	3.4.2012 8:52:30	3.4.2012 13:43:59	U	1	2	3	4
5	MS1-PE63	3.4.2012 8:52:30	3.4.2012 13:43:59	U	1	2	3	4
6	MS16-PE63	3.4.2012 8:52:30	3.4.2012 13:43:59	U	1	2	3	4
7	MS10-PE63	3.4.2012 8:52:30	3.4.2012 13:43:59	U	1	2	3	4
8	H0-PE200	3.4.2012 8:52:30	3.4.2012 16:09:20	U	1	2	3	4
9	H1-PE160	3.4.2012 8:52:30	3.4.2012 16:09:20	U	1	2	3	4
10	MS2-PE63	3.4.2012 8:52:30	3.4.2012 16:09:20	U	1	2	3	4
11	MS4/2-PE90	3.4.2012 8:52:30	3.4.2012 16:09:20	U	1	2	3	4
12	MS1-PE63	3.4.2012 8:52:30	3.4.2012 16:09:20	U	1	2	3	4
13	MS16-PE63	3.4.2012 8:52:30	3.4.2012 16:09:20	U	1	2	3	4
14	MS10-PE63	3.4.2012 8:52:30	3.4.2012 16:09:20	U	1	2	3	4
15	H0-PE200	20.4.2012 8:53:30	20.4.2012 10:17:47	U	100	2	3	4
16	H1-PE160	20.4.2012 8:54:30	20.4.2012 10:17:47	U	1	100	3	4

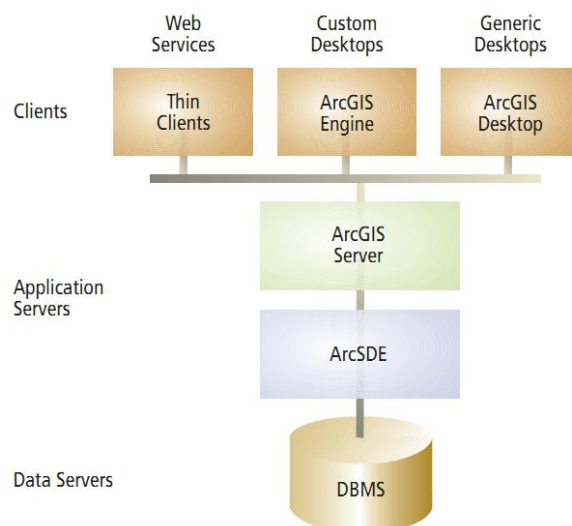
Slika 12: ArcCatalog s prikazom podatkov sloja v tabelarični obliki.

3.2.5 ArcSDE

ArcSDE je aplikacija, ki omogoča shranjevanje in upravljanje prostorskih podatkov (raster, vektor, itd.) v DBMS (angl. *Database Management System*) [14]. Podatke servira različnim ArcGIS aplikacijam (npr. ArcMap, ArcCatalog, ArcGIS Server). Deluje kot vmesnik med ArcGIS aplikacijo in različnimi komercialnimi podatkovnimi bazami (glej sliko 13):

- IBM DB2,
- Informix,
- Microsoft SQL Server,
- Oracle.

ArcSDE je ključna komponenta za vodenje večuporabniškega GIS. To funkcionalnost mu omogoča zmožnost verzioniranja.



Slika 13: Aplikativna shema ArcGIS okolja [14].

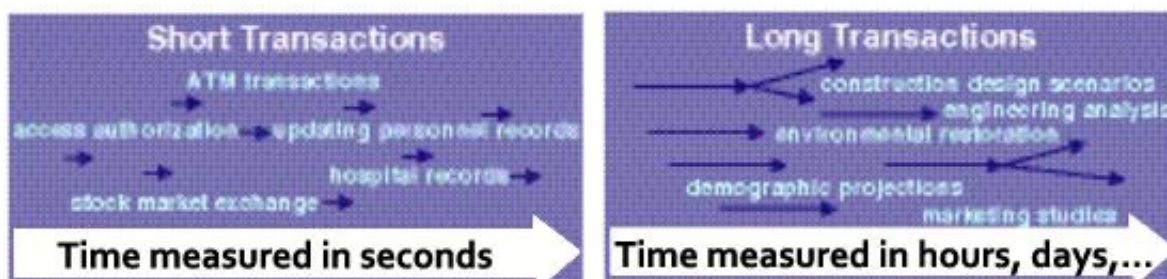
3.2.6 Ključne lastnosti ArcSDE

Ključne lastnosti ArcSDE so [14]:

1. **Prenosljivost podatkovnih baz:** Zagotavlja skupni podatkovni model za prostorske podatke. Z orodji, ki jih nudi, lahko izvažamo ali uvažamo podatke brez izgub informacij, kar je pomembno za heterogena podatkovna okolja.
2. **Prenosljivost aplikacij:** ArcSDE ima samo en logični model za prostorske podatke, ta pa je neodvisen od oblike zapisa v DBMS. To pa omogoča aplikacijam, ustvarjenim z različnimi programskimi vmesniki (ArcObjects, ArcSDE C, Java), da delujejo tudi ob spremembi DBMS prostorske sheme.
3. **ESRI podatkovni model:** ArcSDE omogoča preprosti relacijski model linij, točk in poligonov, kot tudi kompleksnejše modele, ki omogočajo še pravila in relacije v geopodatkovni bazi.
4. **Integriteta podatkov:** ArcSDE skrbi za integriteto objektov in »slabi« podatki ne morejo biti vstavljeni.
5. **Dolge transakcije in verzije:** Čeprav DBMS omogočajo večuporabniške bralne in pisalne dostope do podatkov v tabelah, pa urejanje GIS podatkov v večuporabniškem okolju zahteva sočasni dostop (angl. *concurrent access*) večim uporabnikom – dostop, ki lahko traja ure, dneve, tedne (glej sliko 14). ArcSDE omogoča dolge transakcije, omogoča pa tudi verzioniranje. Verzioniranje omogoča več uporabnikom urejanje istih podatkov

sočasno. Po koncu urejanja so urejeni objekti združeni v ciljno verzijo in konflikti se uskladijo.

6. GIS podatki in DBMS: ArcSDE uporablja privzete podatkovne tipe, če jih DBMS omogoča. Na primer bere in zapisuje lahko podatke v obliki Oracle Spatial.



Slika 14: Dolge in kratke transakcije [15].

Pomembno je omeniti, da ArcSDE nadzira pretok podatkov samo v svojem repozitoriju.

3.2.7 Geopodatkovna baza

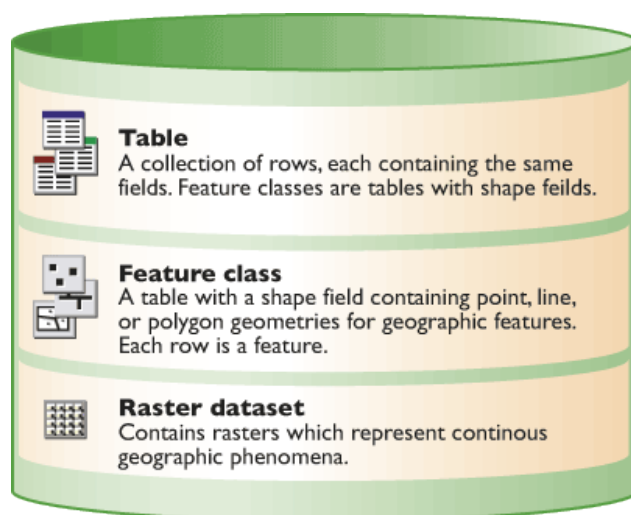
Geopodatkovna baza je privzeti podatkovni model za ArcGIS okolje. Gre za zbirko geografskih podatkovnih nizov različnih tipov [16]. Deluje na različnih strežnikih in podatkovnih sistemih, lahko je različnih velikosti in ima različno število uporabnikov.

Geopodatkovna baza je lahko:

- imenik na podatkovnem sistemu,
- Microsoft Access podatkovna baza,
- večuporabniška relacijska podatkovna baza z uporabo ArcSDE (Oracle, Microsoft SQL Server, IBM DB2).

Kot že omenjeno, so glavni sestavni elementi geopodatkovne baze podatkovni nizi. Ti so lahko sledeči (glej sliko 15):

- objektni razredi (angl. *Feature Classes*),
- rastrski podatkovni nizi (angl. *Raster Datasets*),
- tabele,
- ostalo (anotacije, geoprocesiranje, geometrična mreža, relacijske tabele, ...).



Slika 15: Geopodatkovna baza in ključni elementi [16].

Objektni razredi so shranjeni kot tabele, v katerih vsaka vrstica predstavlja en sam objekt. S slike 16 je razvidno, da gre za poligonski sloj. Kot že omenjeno je lahko polje »shape« privzetega tipa DBMS za geometrijo (npr. Oracle Spatial), ali pa tipa »ArcSDE compressed binary«.

Za vse te funkcionalnosti geopodatkovnih baz skrbi vmesnik SQL API, ki temelji na ISO SQL/MM Spatial (standard za urejanje prostorskih podatkov v relacijskih podatkovnih bazah) in OGC SQL specifikacijah za preproste objekte (angl. *OGC Simple Features for SQL*), ta pa razširja SQL z standardi za vektorske geometrijske tipe.

OBJECTID	SHAPE*	AREA	PERIMETER	NEWC_LU84_UTM_
1941	Polygon	1417540.1	11841.867	2
1942	Polygon	321332.03	3148.0269	3
1943	Polygon	18495728	109063.23	4
1944	Polygon	274196.16	3101.4026	5
1945	Polygon	381471.69	3409.4033	6
1946	Polygon	136670.41	1542.3058	7
1947	Polygon	86315.867	1170.6542	8
1948	Polygon	58569.234	1058.4961	9
1949	Polygon	126296.43	1630.2814	10
1950	Polygon	2177367.8	11357.415	11
1951	Polygon	126567.98	1486.1949	12
1952	Polygon	131079.53	1655.1431	13
1953	Polygon	29051224	116835.71	14
1954	Polygon	851969.69	4640.5933	15
1955	Polygon	189941.86	1732.4786	16
1956	Polygon	195032.53	1994.8439	17
1957	Polygon	50374.406	896.4881	18

Slika 16: Objektni razred v tabeli v geopodatkovni bazi na DBMS.

3.2.8 Verzioniranje

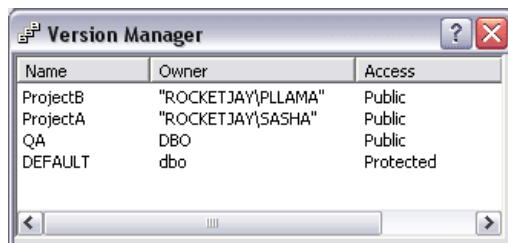
Verzioniranje omogoča več uporabnikom, da istočasno urejajo isti objekt v ArcSDE geopodatkovni bazi brez zaklepanja ali podvajanja podatkov - istočasno je možno v isti bazi imeti več različnih verzij istega objekta.

3.2.8.1 Kaj je verzija

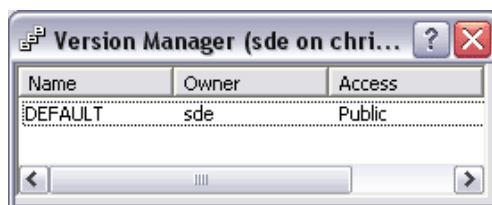
Verzija predstavlja posnetek (angl. *snapshot*) celotne geopodatkovne baze [3]. Vsebuje vse podatkovne nize v geopodatkovni bazi. Izolira delo uporabnikov med različnimi urejevalnimi sejami. Vsaka geopodatkovna baza ima lahko več verzij. Slika 17 prikazuje Version Manager, orodje za izbiro verzij in tri podrejene verzije. Uporablja se ga v ArcMap ali ArcCatalog.

3.2.8.2 Verzija DEFAULT – privzeta verzija

Vsaka ArcSDE geopodatkovna baza ima t.i. privzeto verzijo oz. verzijo DEFAULT (glej sliko 18), ki predstavlja izvirno verzijo vseh objektov. Nadaljne verzije so podrejene (angl. *child version*) verziji DEFAULT, ali ostalim podrejenim verzijam. Spreminjanje podatkov je možno v katerikoli verziji. Podatki oz. spremembe podatkov se v nadaljevanju lahko s funkcijama uskladitev/prenos (angl. *reconcile/post*) propagira vse do verzije DEFAULT ali katerekoli podrejene verzije verziji DEFAULT.



Slika 17: Version Manager, z osnovno verzijo DEFAULT in ostalimi tremi verzijami [3].

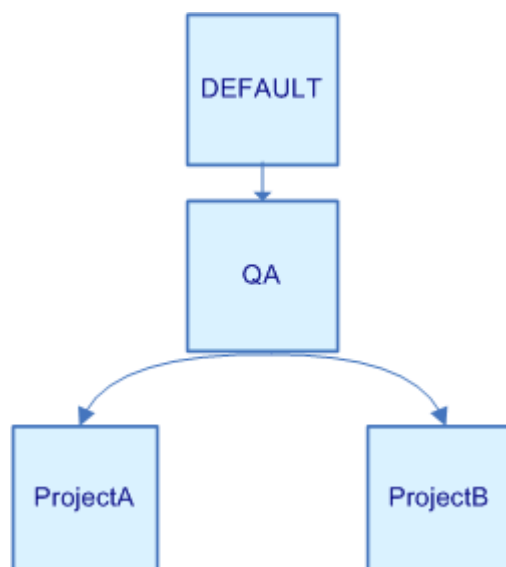


Slika 18: Verzija DEFAULT v orodju Version Manager [3].

3.2.8.3 Postopki verzioniranja

Verzijo se ustvari z ustvarjanjem podrejene verzije eni od obstoječih verzij. Nova verzija je posnetek nadrejene (angl. *parent*) verzije. Prvo verzijo se naredi iz verzije DEFAULT. Sčasoma se verzije vse bolj spreminjajo in s tem razlikujejo med seboj.

Slika 19 prikazuje verzijo QA, ki je podrejena verzija verziji DEFAULT, medtem ko sta verziji ProjectA in ProjectB podrejeni verziji verzije QA.



Slika 19: Razvejanje verzij [3].

Ustvaritev verzije daje navidezni občutek, kot da se je ustvarila kopija celotne geopodatkovne baze zaradi tega, ker ima vsaka verzija vse tabele in objektne razrede v geopodatkovni bazi. Med urejanjem objektnega razreda ali tabele v verziji, le-ta ni več enak kot objektni razred ali tabela v nadrejeni verziji, zato deluje kot da bi shranjevali objekte v vsako verzijo. Vendar pa ne glede na to, koliko verzij obstaja, je vsak objektni razred ali tabela shranjen le enkrat v bazi.

ArcSDE omogoča poljubno število verzij in omogoča tudi, da jih uporabniki sočasno urejajo. Več uporabnikov lahko ureja isto verzijo istočasno. V zgornjem primeru bi lahko več uporabnikov urejalo na primer verziji ProjectA in ProjectB.

3.2.8.4 Urejanje verzij

Lastnik verzije, lahko dodeljuje pravice za urejanje ali pregledovanje različnim uporabnikom.

Pravice so lahko sledečih tipov:

- private – samo lastnik lahko ureja in pregleduje verzije,
- protected – katerikoli uporabnik lahko pregleduje verzije, ureja pa jih lahko le lastnik,

- public – katerikoli uporabnik lahko ureja in pregleduje verzije.

Slika 17 prikazuje primer, kjer imajo vse razen verzije DEFAULT dostopnost tipa public.

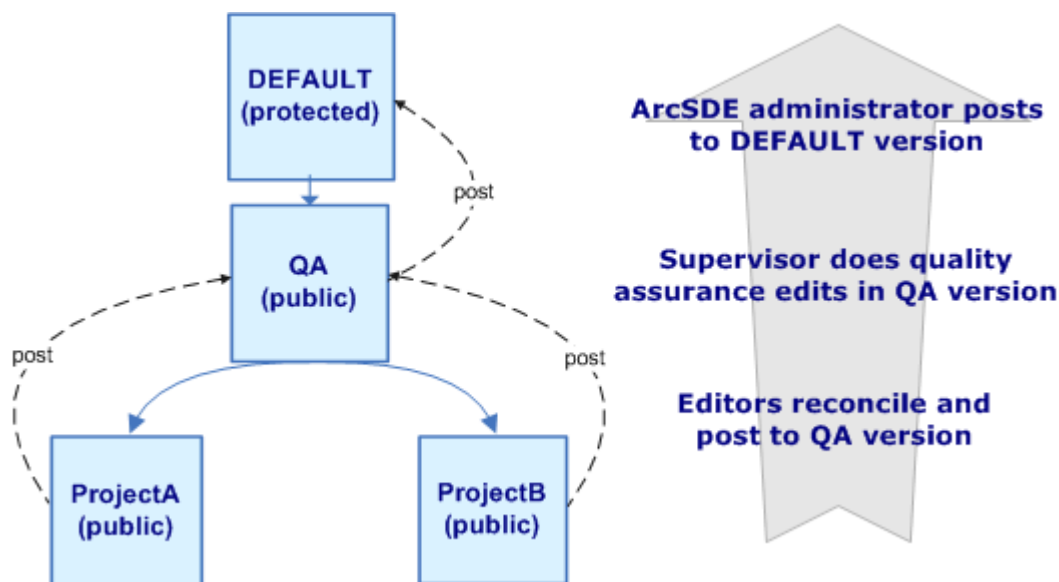
3.2.8.5 Usklajevanje in objavljanje sprememb

Po končanem urejanju verzije se lahko spremembe integrira v katerokoli verzijo, ki je prednik te urejene verzije (v nadrejeno ali v verzijo DEFAULT). Za integracijo sprememb je potrebno prvič izvesti usklajevalno operacijo (angl. *reconcile*) in prenos (angl. *post*).

Usklajevanje sprememb primerja spremembe v verziji, ki je bila urejena z verzijo, v katero želimo te spremembe integrirati.

Ob urejanju ne pride do zaklepanja podatkov (angl. *locks*). Pride pa lahko do konfliktov, če dva uporabnika urejata iste podatke v isti ali kaki drugi verziji. Do konfliktov pride, če se objekt v času usklajevanja razlikuje v tistih dveh verzijah, ki se ju primerja. Postopek usklajevanja pokaže razlike in ponudi možnosti izbire »pravega« podatka. V realnosti redko prihaja do konfliktov zaradi majhnega nabora podatkov, ki se urejajo v primerjavi z vsemi geografskimi podatki, ki so vključeni v take postopke. V pravilno postavljenih okoljih bodo stroški usklajevanja vedno minimalni v primerjavi s stroški zaradi zaklenjenih podatkov.

Po zaključku usklajevanja se podatki prenesejo – integrirajo v izbrano verzijo. Verzijo se lahko nato po potrebi izbriše ali nadalje ureja (glej sliko 20).



Slika 20: Potek usklajevanja in prenašanja med verzijami [3].

3.2.8.6 Delovanje verzij in urejanja

Pred samim urejanjem verzij je potrebno podatkovni niz/tabelo registrirati kot verzionirano. Ko se ustvari verzijo, se ustvari tako imenovan »view« na geopodatkovno bazo, ki omogoča urejanje verzioniranih podatkov in takojšen prikaz sprememb podatkov. Ostali uporabniki, ki uporabljajo to verzijo, vidijo spremembe ob uporabi osvežitve na odjemalcu (npr. ArcMap). Po končanem postopku predstavljenem na sliki 20, torej ko so se podatki prenesli na verzijo DEFAULT, so spremembe vidne ne glede na katero verzijo smo povezani, ker so vse verzije podedovane iz te osnovne verzije in posledično imajo tudi njene podatke.

3.2.8.7 Vidik DBMS

Ko se registrira nek podatkovni niz (tabelo, objektni razred, ...) kot verzioniran, se ustvarita dve delta tabeli oz. tabeli sprememb:

- A (adds) za vstavljanje novih podatkov in posodobitve ,
- D (deletes) za izbris podatkov.

Delta tabele so ključna komponenta pri verzioniranju. Odjemna aplikacija (angl. *client application*) ne loči med verzioniranimi in neverzioniranimi podatki [17]. Če v odjemni aplikaciji pregledujemo podatke neke verzije, vidimo, da ima neko število vrstic, medtem ko ima druga verzija drugačno število vrstic, kar daje vtis različnih kopij podatkov. Vendar pa geopodatkovna baza namesto ustvarjanja kopije ali spremembe podatkov objektnega razreda, shranjuje spremembe (ali nove vnose v objektni razred) v posebne tabele – sistemske tabele geopodatkovne baze. Tabele, ki shranjujejo spremembe verzij, imenujemo delta tabele.

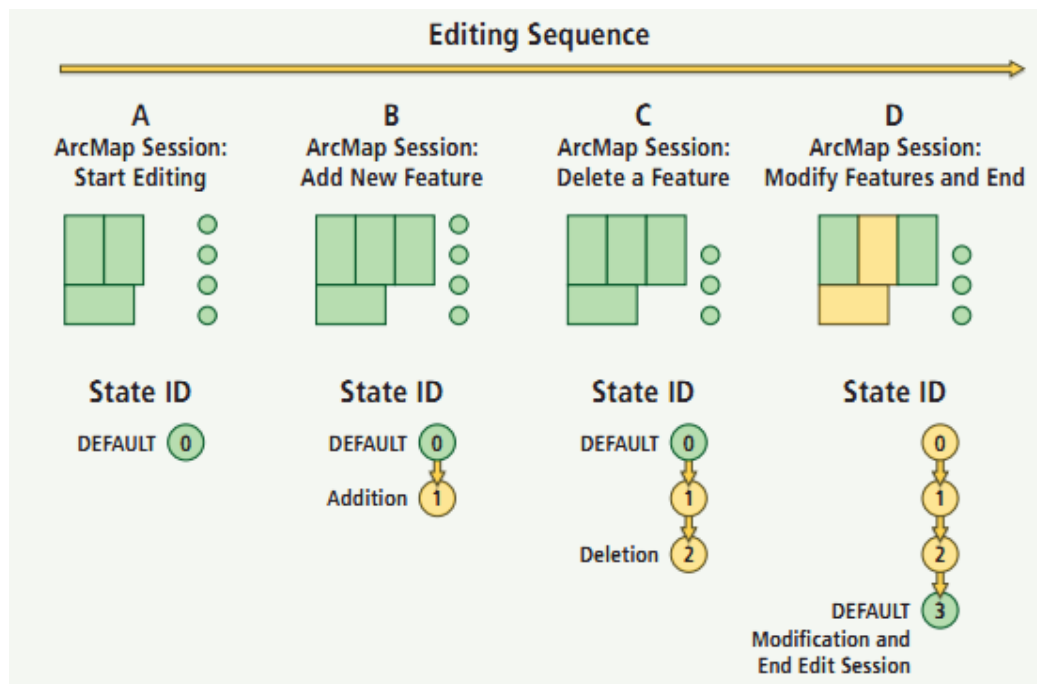
Vsakokrat, ko se podatke vstavlja, briše ali ureja, se dodajo vrstice v eno ali obe tabeli. Verzioniran podatkovni niz je torej sestavljen iz osnovne tabele (npr. tabela objektnega razreda) in vseh sprememb v A in D tabelah. Ko prikazujemo podatke iz verzioniranega podatkovnega niza ArcSDE sestavi pomembne vrstice iz originalne tabele in delta tabel in s tem »brezšivno« prikaže najnovejše podatke. A in D tabele so poimenovane s črko a ali d in registrsko številko, ki je bila dodeljena objektnemu razredu, ko je le-ta bil ustvarjen. Registrske številke so shranjene v tabeli SDE_table_registry (glej sliko 21).

registration_id	database_name	table_name	owner	rowid_column	description
726	ARCFMUT	OCL_CSS_PIPE	UTARC	OBJECTID	NULL
727	ARCFMUT	OCL_UT_A_ADDRESS	UTARC	OBJECTID	NULL
728	ARCFMUT	OCL_UT_A_COMPART	UTARC	OBJECTID	NULL
729	ARCFMUT	OCL_UT_A_COMMUNITY	UTARC	OBJECTID	NULL
730	ARCFMUT	OCL_UT_A_INFO_OBJECT	UTARC	OBJECTID	NULL

Slika 21: Tabela SDE_table_registry.

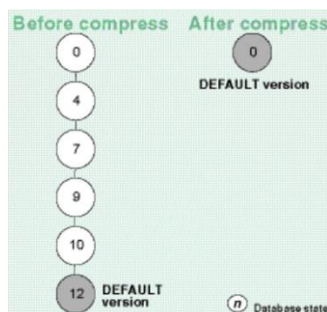
Vsa urejanja objektnega razreda ali tabele, ne glede na verzijo, v kateri so bila izvedena, se shranjujejo v iste delta tabele, kar pomeni da vse vrstice v osnovni, A in D tabelah

predstavljajo vse verzije objektnega razreda ali tabele. Torej vsaka verzija referencira samo en podniz teh vrstic iz ene od teh treh tabel. Da pa ArcGIS lažje sledi kateri verziji pripada določena vrstica, pa so v A in D tabelah vrstice označene z dodatnim identifikatorjem tipa »integer«, oziroma celoštevilskim tipom imenovanim State ID (identifikator stanja). Vsakokrat, ko se ureja verzijo, se ustvari nov identifikator stanja in doda se nova vrstica v eno ali obe delta tabeli. Stanja se lahko predstavi kot del drevesne strukture, kjer vsaka veja prikazuje razvoj verzije (glej sliko 22).



Slika 22: Zaporedje sprememb verzije [18].

Geopodatkovna baza skozi čas raste v velikosti in številu stanj in s tem tudi zahtevnost procesiranja. Za vzdrževanje performans mora ArcSDE administrator periodično izvajati operacijo ArcCatalog Compress, ki počisti neuporabljene podatke, kot prikazuje slika 23.



Slika 23: Stiskanje verzij [15].

3.3 Načrtovanje

V poslovnem svetu GIS operacije podpira veliko število infrastrukturnih komponent, pri katerih bo najšibkejši člen omejeval kapacitete sistema in uporabnikovo produktivnost [6].

Kritično vlogo, če hočemo zadovoljiti sistemske potrebe po zmogljivosti in razširljivosti, igrajo sledeči dejavniki:

- izbira prave programske opreme,
- ustvarjanje prave aplikacije,
- postavljanje učinkovite podatkovne baze in
- pridobitev prave strojne opreme.

Preden se podamo v investicije je pomembno poznavanje infrastrukturnih potreb. Neupoštevanje tega privede do znatnega povečanja stroškov in pa konec koncev tudi do neuspeha.

Hitrost in zanesljivost posameznih komponent sistema direktno vplivata na uporabnikovo produktivnost. Tehnologija se spreminja in če si ne vzamemo časa za razumevanje, se lahko hitro pojavijo zmogljivostni problemi.

3.4 Sistemska arhitektura GIS-a

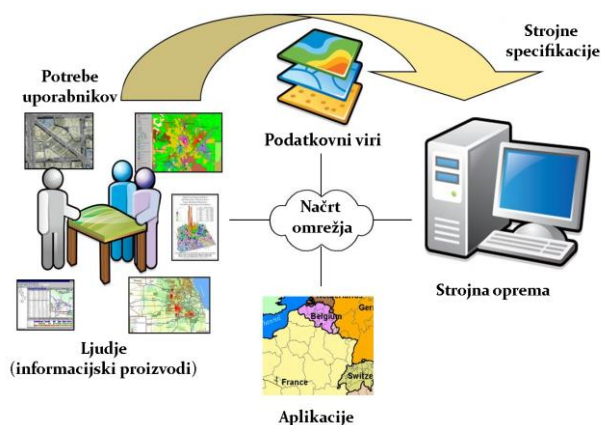
Kot že omenjeno v prejšnjih poglavjih, je očitno, da razvoj GIS-a sovpada z razvojem računalniških tehnologij. Kljub temu, da se je tehnologija zelo spremenila, trije poglavitni izgradni deli, potrebni za implementacijo vsakega projekta, ostajajo enaki:

- jasna definicija maksimalnih zahtev uporabnika za normalen potek dela – tok dela (angl. *workflow*),
- dobro razumevanje infrastrukturnih zahtev za podporo maksimalnih zahtev uporabnika za normalen tok dela,
- izvajalno strategijo, ki ponuja pravilno upravljanje sistemske integracije, od avtorizacije pogodbe do končnega sprejetja sistema (projektno upravljanje).

Metodologija načrtovanja sistemov določa, da so ljudje, aplikacijske tehnologije in izbrani podatkovni viri enako pomembni pri izbiranju optimalne strojne rešitve (prikazano na sliki 24):

- ljudje: razumevanje potreb uporabnikov – informacijski proizvodi in procedure za ustvarjanje le-teh (postavi utemeljitev s katero se oceni maksimalna bremena normalnega poteka dela),

- aplikacije: tehnologija programske opreme določa zahteve procesiranja (sistemska bremena), katere mora obdelati strojna rešitev,
- podatki: tip vira podatkov in postopki za dostop do njih (zahteve postopkov za dostop do podatkov) nam prikažejo, kako je procesno breme porazdeljeno čez celotno sistemsko arhitekturo.



Slika 24: Proces oblikovanja systemske arhitekture [6].

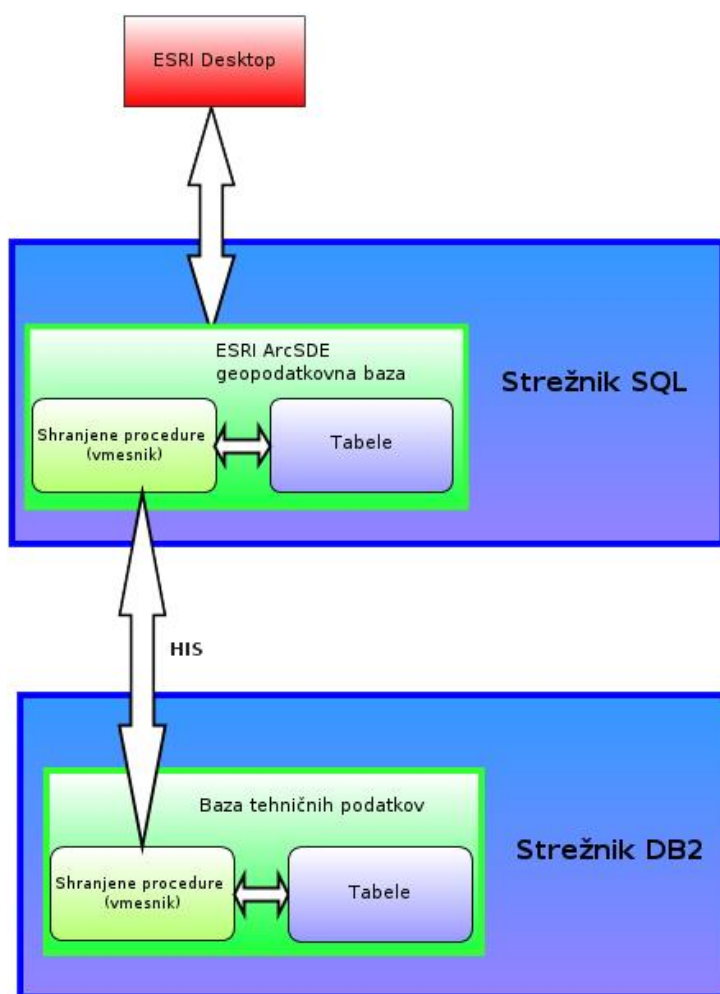
Računalniška strojna oprema in mrežna infrastruktura predstavljata velik odstotek celotnih stroškov postavljanja in vzdrževanja porazdeljenih GIS operacij. Za mnoge take projekte stroški nabave strojne opreme in IT administracije presegajo stroške GIS programske opreme. Standardna najboljša praksa potrjuje pomembnost postavitve uravnoteženega systemskega okolja. Najšibkejši člen bo omejil systemske performance. Uporabniško produktivnost se lahko izboljša z nadzorom systemskih performanc. S tem odkrivamo ozka grla. Investicije v strojno opremo in mrežne komponente osnovane na modelu uravnoteženega systemskega bremena omogoča najvišjo možno zmogljivost ob najmanjših celotnih stroških. Kot prikazuje slika 25 so vse komponente v arhitekturni verigi pomembne za uravnotežen sistem.



Slika 25: Uravnotežen sistem potrebuje zanesljive komponente [6].

4 Izvedba povezovanja

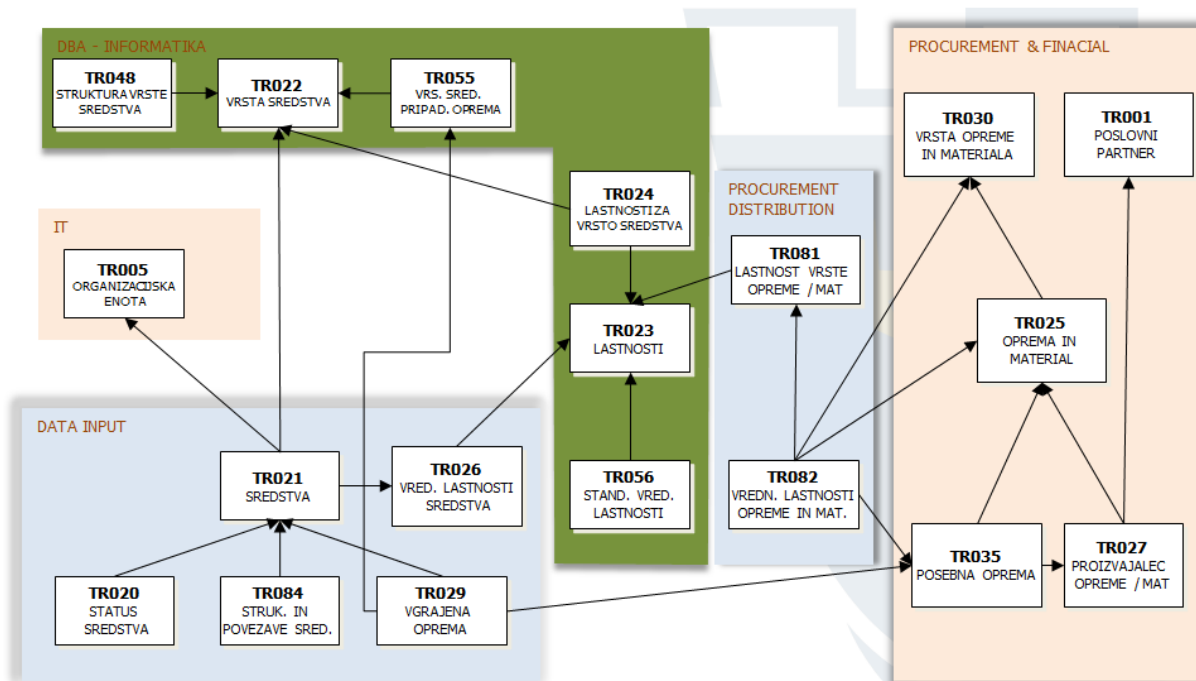
Integracija na nivoju strežnika SQL je najpomembnejši člen integracije geografsko informacijskega sistema z bazo tehničnih podatkov. Postopki integracije ki smo jih razvili, skrbijo za usklajenost in integriteto podatkov tako na GIS strani (na sliki 26 kot »Strežnik SQL«), kot na strani BTP (na sliki 26 kot »Strežnik DB2«). Vsak vnos ali sprememba podatka v GIS podatkovni bazi preko integracijskih postopkov sproži tudi vnos ali spremembo podatka v podatkovni bazi BTP.



Slika 26: Aplikativna shema končnega sistema.

BTP vsebuje določene postopke za manipulacijo s podatki. Skladno s temi postopki je bil pripravljen tudi DB2 API (na sliki 26 označen kot vmesnik), ki na BTP strani skrbi za pravilne vnose v ciljne tabele (glej sliko 27). Za DB2 API je poskrbelo podjetje Informatika d.d. in zaradi tega tudi ni obširno opisan v tem diplomskem delu.

Pri oblikovanju DB2 API-ja smo sodelovali s podjetjem Informatika d.d. in si s tem zagotovili več prožnosti pri oblikovanju našega sistema.



Slika 27: Shema tabel BTP.

Za izvedbo integracije smo ustvarili niz shranjenih procedur in tabel, za samo integriteto podatkov pa smo izdelali dva sistema:

- sistem obravnave napak (s pomočjo mehanizmov Host Integration Server),
- sistem upravljanja sprememb (s pomočjo mehanizmov SQL Server Service Broker).

V kasnejših poglavjih so opisani vsi postopki, ki smo jih razvili za zagotavljanje integritete podatkov in pravilnega delovanja integracije med GIS in BTP.

Ker se lahko struktura ciljne BTP podatkovne baze spreminja, integracija ni izvedena statično, pač pa je možno na postopke integracije vplivati s konfiguriranjem podatkov v nastavitvenih tabelah. Za namene organizacije nastavitvenih spremenljivk postopkov integracije smo izdelali nabor medseboj povezanih nastavitvenih tabel (glej poglavje Nastavitvene tabele), ki poskrbijo za potrebe dinamičnosti BTP okolja.

4.1 Gradniki integracije

V tem poglavju bodo predstavljene glavne komponente, ki sodelujejo v procesu integracije.

4.1.1 Microsoft Host Integration Server

Orodja Microsoft Host Integration Server (v nadaljevanju HIS) omogočajo integracijo obstoječih sistemov zasnovanih na tehnologijah IBM z novimi Microsoftovimi strežniškimi aplikacijami [19]. Ena od funkcionalnosti HIS-a omogoča povezavo s podatkovnim strežnikom, ki ne temelji na tehnologijah podjetja Microsoft, obenem pa omogoča tako imenovano dvofazno potrditev (angl. *two phase commit*). S pomočjo te funkcionalnosti smo zagotovili, da se spremembe na obeh strežnikih zavržejo, če pride do kakršne koli napake in s tem je poskrbljeno za integriteto in usklajenost podatkov na obeh strežnikih.

4.1.2 SQL Server Service Broker

SQL Server Service Broker (v nadaljevanju MSSB) omogoča podporo za sporočanje in postavljanje aplikacij v strežniku Microsoft SQL v čakalno vrsto. S tem zagotovi, da se ukazi zagotovo izvedejo. Namenjen je porazdeljevanju bremena med različne strežnike. Vsaka operacija se izvede asinhrono, kar posledično pomeni enostavnejšo izgradnjo porazdeljenih aplikacij. V našem projektu je pomembna komponenta zaradi asinhronega izvajanja ukazov. To pa je potrebno zaradi večuporabniškega okolja in porazdeljenih aplikacij (shranjene procedure na SQL strežniku in oddaljenem DB2 strežniku) [20] in zaradi performančnih razlogov – v primeru sinhronne integracije bi moral končni uporabnik pri shranjevanju sprememb čakati, da se integracijski postopek konča, kar lahko v odvisnosti od količine podatkov in hitrosti povezave med obema strežnikoma (GIS in BTP) pomeni več minut.

Za sprožitev integracije med geopodatkovno bazo in BTP skrbi prožilec SQL (angl. *trigger*), ki sproži izvajanje zaporedje procedur SQL (angl. *stored procedure*), ki skrbijo za povezavo in prenos podatkov med oddaljenima strežnikoma SQL in DB2.

4.1.3 Prožilci SQL

Prožilec je posebna vrsta procedure, ki se avtomatično izvede ob nekem dogodku v podatkovnem strežniku [21]. Obstaja več vrst prožilcev:

- DML prožilci, ki se prožijo ob spremembah podatkov (ob ukazih *insert*, *update*, *delete*),
- DDL prožilci, ki se prožijo ob postavljanju strukture podatkov (ob ukazih *create*, *alter*, *drop*),
- LOGON prožilci, ki se prožijo ob poskusu vzpostavitve seje med uporabnikom in strežnikom.

4.1.4 Prožilec integracije

V tabeli SDE_versions (glej sliko 28), standardni tabeli ArcSDE repozitorija, se nahajajo vse verzije, ki so trenutno aktivne v geopodatkovni bazi. Vsaka verzija predstavlja en zapis v tabeli. Ob spremembi verzije se spremeni identifikator stanja (polje state_id), kar smo izkoristili za proženje prožilca in s tem postopka integracije.

	name	owner	version_id	status	state_id	description	parent_name	parent_owner	parent_version_id	creation_time
1	DEFAULT	sde	1	1	7314	Instance default version.	NULL	NULL	NULL	2011-01-03 15:09:49.000
2	primoz_test	UTARC	444	1	7146		DEFAULT	SDE	1	2012-03-12 13:13:51.000
3	test	UTARC	445	1	7165		DEFAULT	SDE	1	2012-03-13 09:35:41.000
4	david	UTARC	446	1	7169		DEFAULT	SDE	1	2012-03-27 13:24:58.000

Slika 28: Tabela SDE_versions.

Prožilec SDE_VERSIONS_UPD se proži ob zaznani spremembi na tabeli SDE_versions. Prožilec preveri vse spremembe na določenih objektnih razredih - tabelah DEFAULT verzije. Imena teh objektnih razredov so zapisana v nastavitveni tabeli tbIntegracija_tabele (glej poglavje Tabela tbIntegracija_tabele). Ta tabela vsebuje poleg imen tudi registrsko številko (polje REG_ID) objektnega razreda (glej poglavje Vidik DBMS), ki proceduram kasneje v procesu integracije sporoča katere delta oz. osnovne tabele morajo brati.

Prožilec smo definirali tako, da zapiše tip spremembe, ime tabele, prejšnji in trenutni identifikator stanja (angl. *state id*, glej poglavje Vidik DBMS) v tabelo tbIntegracija. Nato pa preko MSSB postavi v čakalno vrsto izvedbo procedure tbIntegracija. Izvedba čaka v vrsti dokler niso zagotovljena sredstva za izvedbo. V okolju z malim številom uporabnikov in aplikacij je to opravljeno zelo hitro.

Da smo funkcionalnosti asinhronega sporočanja MSSB postavili v prožilec se je kasneje izkazalo za napako, saj je prožilec z MSSB sporočanjem zaklenil tabelo SDE_versions in s tem odstranil eno glavnih funkcionalnosti, ki so bile zahtevane – večuporabnost (več o tem v poglavju Sklepne ugotovitve).

4.1.5 Nastavitvene tabele

Nastavitvene tabele so tabele, v katerih so nastavitve delovanja, oz. pravila po katerih naj se izvajajo različne operacije med procesom integracije. Ustvarjene so z namenom lažje organizacije vseh nastavitvenih spremenljivk. Tabele smo ustvarili glede na njihovo funkcionalnost in namene. V njih smo ustvarili polja z enakim ali podobnimi imeni, kot so imena polj v DB2 sistemu in SDE repozitoriju na katera so se le-ta nanašala, s čimer smo olajšali organizacijo in kasnejše prepoznavanje spremenljivk.

4.1.5.1 Tabela *tblIntegracija*

Tabelo smo ustvarili z namenom shranjevanja podatkov, katere ulovi prožilec ob spremembi v tabeli SDE_versions. To je za proces integracije najpomembnejša tabela, ki pa sicer ni nastavitvena tabela, saj v njo zapisuje samo prožilec SQL oz. v izjemnih primerih za odpravljanje težav tudi administrator (glej sliko 29). Vsaka vrstica predstavlja eno spremembo, ki jo prožilec ulovi.

REL_TABLE	REL_TABLE_ID	REL_OBJECTID	REL_GIS_ID	REL_STATEID	REL_STATEID_OLD	AKCIJA	IS_IN_DEFAULT	IS_IN_HISTORY	INT_STATUS	DATE_CREATED	USER_CREATED	ID
arcfm.utarc.OCL_UT_E_OVERHEAD_LINE	5	17074	1210011050060520726933	22076	22027	I	1	0	3	2012-10-01 10:55:41.737	utarc	1
arcfm.utarc.OCL_UT_E_OVERHEAD_LINE	5	17075	1210011136328891145263	22079	22076	I	1	0	3	2012-10-01 11:36:48.997	utarc	2
arcfm.utarc.OCL_UT_E_OVERHEAD_LINE	5	17076	1210011136402833162190	22079	22076	I	1	0	3	2012-10-01 11:36:48.997	utarc	3
arcfm.utarc.OCL_UT_E_OVERHEAD_LINE	5	17074	1210011050060520726933	22080	22079	U	1	1	3	2012-10-01 13:05:59.170	utarc	4
arcfm.utarc.OCL_UT_OBJECT	1	739375	1210011050060520726933	22080	22079	U	1	1	1	2012-10-01 13:06:01.410	utarc	5

Slika 29: Tabela *tblIntegracija*.

Za integracijo so pomembni stolpci:

- REL_TABLE: ime objektnega razreda z shemo in bazo,
- REL_TABLE_ID: identifikacijska številka tabele, ki je določena glede na vrednost TABLE_ID v tabeli *tblIntegracija_tabele* za ta objekt,
- REL_OBJECTID identifikator objekta za katerega je bila izvedena akcija,
- REL_GIS_ID: vrednost polja, ki je glavni identifikator objekta v ESRI GIS okolju; v veliki večini je to OBJ_ID, sicer pa je ime tega polja določeno v tabeli *tblIntegracija_tabele* v polju GIS_ID_FIELD,
- REL_STATEID, REL_STATEID_OLD: predstavljata identifikatorje stanj, torej identifikator novega stanja in identifikator starega stanja (glej poglavje Vidik DBMS),
- AKCIJA: polje določa, kateri tip spremembe se je zgodil; torej vanj je vpisano kakšen tip spremembe je uporabnik povzročil (brisanje, vnašanje ali sprememba),
- IS_IN_HISTORY: poleg INT_STATUS-a edino polje v katerega ne piše samo prožilec; vanj piše tudi ena od procedur mehanizma za vodenje zgodovine; določa če se je sprememba zapisala v zgodovino,
- INT_STATUS: vanj prožilec vpiše 0 in tako določi, da naj procedura Integracija izvede integracijo za ta objekt; integracija potem na začetku nastavi na vrednost 2 (v izvajanju) in na koncu po uspešni integraciji objekta 1; če pride do napake je vrednost nastavljena na 9.

4.1.5.2 Tabela *tblIntegracija_tabele*

Tabela je ključnega pomena za celoten postopek integracije. Ustvarjena je bila z namenom shranjevanja podatkov o objektnih razredih, ki se bodo integrirali. Vsaka vrstica v tej tabeli predstavlja eno tabelo oz. objektni razred (glej sliko 30). Za integracijo pomembni stolpci so:

- TABLE_ID: identifikacijska številka določena s strani razvijalca,
- TABLE_NAME: ime objektnega razreda,
- REG_ID: identifikacijska številka (glej poglavje Vidik DBMS) objektnega razreda,

- INTEGRATION_ACTIVE: določa, če se objekt tega tipa integrira ali ne,
- HISTORY_ACTIVE: določa, če se za objekt tega tipa vodi dnevnik zgodovine ali ne,
- GIS_ID_FIELD: ime polja identifikatorja tega objektnega razreda (običajno je »OBJ_ID«),
- INSERT_ON, UPDATE_ON, DELETE_ON: omogočajo vklop/izklop sledenja sprememb po tipu spremembe podatka (*insert, update, delete*).

TABLE_ID	TABLE_NAME	REG_ID	INTEGRATION_ACTIVE	HISTORY_ACTIVE	GIS_ID_FIELD	INSERT_ON	UPDATE_ON	DELETE_ON
9	OCL_UT_E_STATION	820	1	1	OBJ_ID	1	1	1
1	OCL_UT_OBJECT	867	1	1	OBJ_ID	0	1	0
2	OCL_UT_E_CIRCUIT	780	1	1	OBJ_ID	1	1	1
3	OCL_UT_E_CABLE	773	1	1	OBJ_ID	1	1	1
4	OCL_UT_B_POLE	739	1	1	OBJ_ID	1	1	1
6	OCL_UT_B_BRANCH	734	1	1	OBJ_ID	1	1	1
7	OCL_UT_E_BRANCHPART	771	1	1	OBJ_ID	1	1	1
8	OCL_UT_E_TRANSFORMER	831	1	1	OBJ_ID	1	1	1
5	OCL_UT_E_OVERHEAD_LINE	808	1	1	OBJ_ID	1	1	1

Slika 30: Tabela tbIntegracija_tabele.

4.1.5.3 Tabela tbIntegracija_objekti

Tabela vsebuje podatke o tem ali je določena tabela (oz. objektni razred) v bazi BTP tipa oprema ali sredstvo. Vsebuje tudi mapiranje med objekti v GIS in sredstvi v BTP. Za integracijo sta pomembna dva stolpca (glej sliko 31):

- TABLE_ID: je referenca na TABLE_ID iz tabele tbIntegracija_tabele (glej sliko 30),
- TYPE: določa tip objekta, ali je sredstvo ali oprema.

TABLE_ID	CLASS_ID	A021VRS	TYPE	HAS_VRT
8	90060	0	O	0
9	90020	7	S	1
9	90024	11	S	1
5	90010	4	S	1
5	90013	4	S	1
24	90056	9	S	1
30	1	265	S	1
29	90100	83	S	0
8	90061	0	O	0
8	90062	0	O	0
8	90063	0	O	0
2	90000	1	S	1
3	90012	4	S	1
3	90015	4	S	1
4	990001	5	S	1
4	990003	5	S	1
6	90001	2	S	1

Slika 31: Tabela tbIntegracija_objekti.

4.1.5.4 Tabela *tbIntegracija_relacije*

V teji konfiguracijski tabeli (glej sliko 32) so podatki, ki integracijskim proceduram definirajo, kateri atributi v objektnih razredih predstavljajo relacije med sredstvi. Vsebuje podatke o šifri tabele iz integracija_tabele, atributu, ki predstavlja relacijo in šifro tabele nadrejenega objekta.

TABLE_ID	RELATION_FIELD_NAME	RELATION_TYPE	MASTER_TABLE_ID
2	TP_ID	P	9
3	LOCILNO_MESTO_ID	P	15
4	TP_ID	P	9
9	ODSEK_ID	E	3
9	ODSEK_ID	E	5
11	TP_ID	S	9
12	POLJE_CELICA_ID	S	11
12	TP_ID	S	9
13	IZVOD_ID	P	6

Slika 32: Tabela *tbIntegracija_relacije*.

4.1.5.5 Tabela *tbIntegracija_lastnosti*

Ta konfiguracijska tabela (glej sliko 33) vsebuje podatke o šifri tabele iz tabele *tbIntegracija_tabele*, atributu, ki predstavlja lastnost, ter šifro lastnosti iz BTP, s katero se ta atribut integrira (sistem BTP hrani attribute objektov kot »lastnosti«, definirane z unikatno identifikacijsko številko).

table_id	property_Field_name	BTP_A023KAR
9	PRIMARNA_OBRAT_NAPETOST	1
9	SEKUNDARNA_OBRAT_NAPETOST	2
9	PROJEKTIRANA_MOC_KVA	10
9	NAZIVNA_MOC	133
9	LETO_ZGRADITVE	185
9	LETO_ZADNJE_REKON	186
9	STEVILO_TRANSFORMATORJEV	243
9	STEVILO_SISTEMOV	262
9	TERCIARNA_OBRAT_NAPETOST	589
10	DOLZINA	37
10	SIRINA	38
10	VISINA	16
10	PREMER	757

Slika 33: Tabela *tbIntegracija_lastnosti*.

4.1.6 Procedure SQL

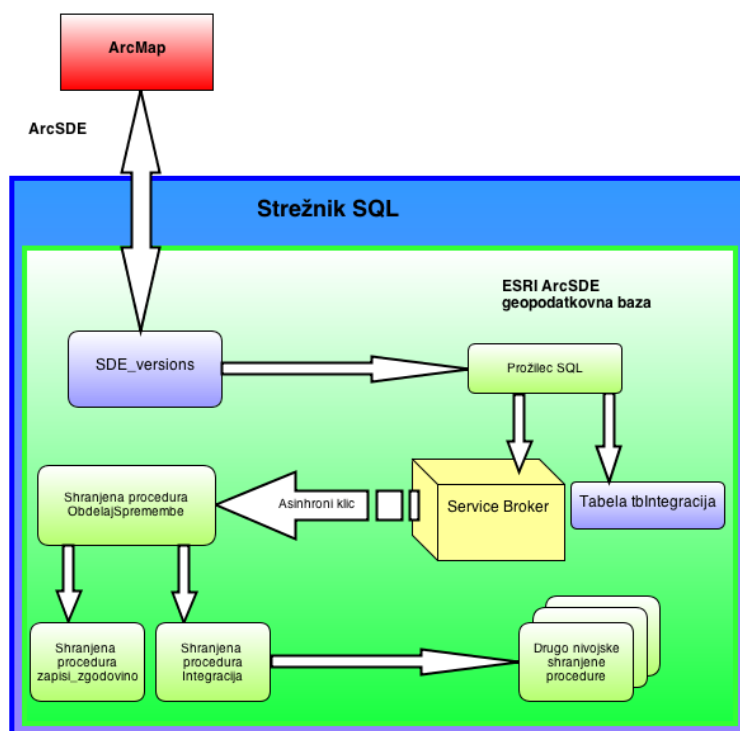
Procedure SQL so zbirka ukazov, ki se izvršijo ob njihovem klicu [22]. Procedure SQL v sistemu integracije predstavljajo vse postopke, potrebne za zagotavljanje integritete podatkov med podatkovnima bazama GIS in BTP in pomagajo pri doseganju konsistentne implementacije logike.

4.1.7 Sistem upravljanja sprememb

Vsako spremembo podatkov v geopodatkovni bazi je potrebno zabeležiti in obravnavati. Prvi del integracije predstavlja sistem upravljanja sprememb, ki je bil ustvarjen z namenom zagotavljanja beleženja vseh sprememb podatkov v dnevnik sprememb (tabela tbIntegracija). Glavni gradnik sistema je prožilec (opisan v poglavju Prožilec integracije). Ko so spremembebe zabeležene v dnevniku, se obdelava vsaka posebej glede na vrsto akcije (glej sliko 34).

Deluje kot kretnica in sekvenčno obdeluje vse zaznane spremembe glede na tip vnosa spremembe. Na podlagi tipa vnosa kliče drugonivojske procedure glede na parametre. Pričakuje pa pozitiven odgovor s strani BTP, drugače pride do preklica sprememb na obeh straneh (več o tem v poglavju 4.1.8).

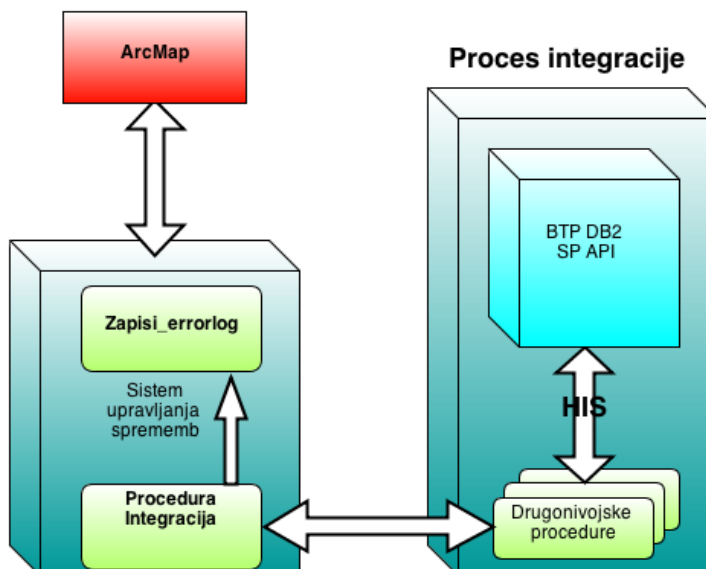
V poglavju Postopki integracije so opisane vse možne vrste obdelav podatkov.



Slika 34: Sistem upravljanja sprememb.

4.1.8 Sistem obravnave napak

S tem sistemom smo poskrbeli za vodenje dnevnika napak in ustrezno obravnavo le-teh. V primeru da pride do napake kjerkoli v izvajanju procesa integracije se stanje na obeh sistemih (BTP in GIS) povrne na staro stanje (glej sliko 35).



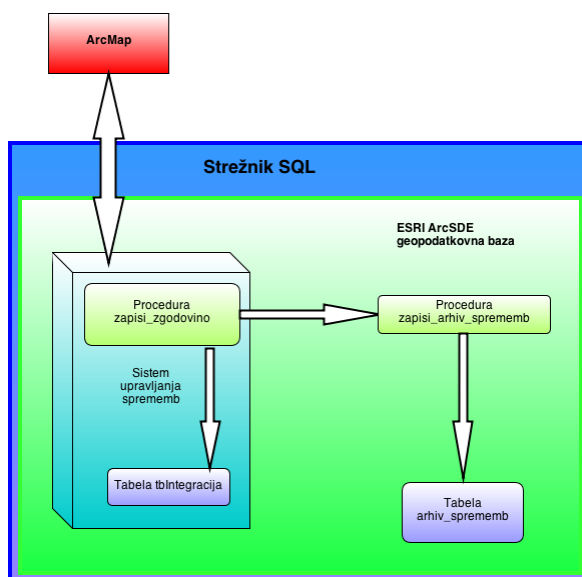
Slika 35: Sistem obravnave napak.

Postopki integracije morajo zagotavljati integriteto podatkov v obeh podatkovnih bazah, tako vsebinsko kot tehnično. Iz tega razloga je potrebno pri ažuriranju obeh baz uporabljati dvofazno potrditev (angl. *twophase commit*), kar pomeni, da se v primeru napake kjerkoli med postopkom integracije izvede preklic (angl. *rollback*) tako na strani SQL strežnika, kot tudi DB2 BTP. Tako funkcionalnost omogoča produkt MS Host Integration Server (v nadaljevanju HIS). Uporaba mehanizmov HIS-a je torej obvezna za zagotavljanje integritete podatkov in delovanja sistema vodenja napak (glej poglavje 4.1.1).

4.1.9 Zgodovina

Mehanizem »Zgodovina« obdeluje le spremembe atributov na objektih v GIS podatkovni bazi. Omogoča pregled vseh sprememb atributov – vrednosti pred in po spremembi, datumu ter uporabniku, ki je spremembo izvedel. Mehanizem dejansko ne zagotavlja same integracije med GIS in BTP, vendar je v postopek vključen zaradi funkcionalnih zahtev naročnika. Proceduro Zapisi_Zgodovino zažene sistem upravljanja sprememb. V proceduri se nato opravi dve akciji:

- klic procedure Zapisi_Arhiv_Sprememb (glej sliko 36), ki v tabelo arhiv_sprememb zapiše spremenjen atribut, staro in novo vrednost ter ostale podatke,
- zapis potrditve v tabelo tbIntegracija.



Slika 36: Mehanizem, ki skrbi za vodenje zgodovine.

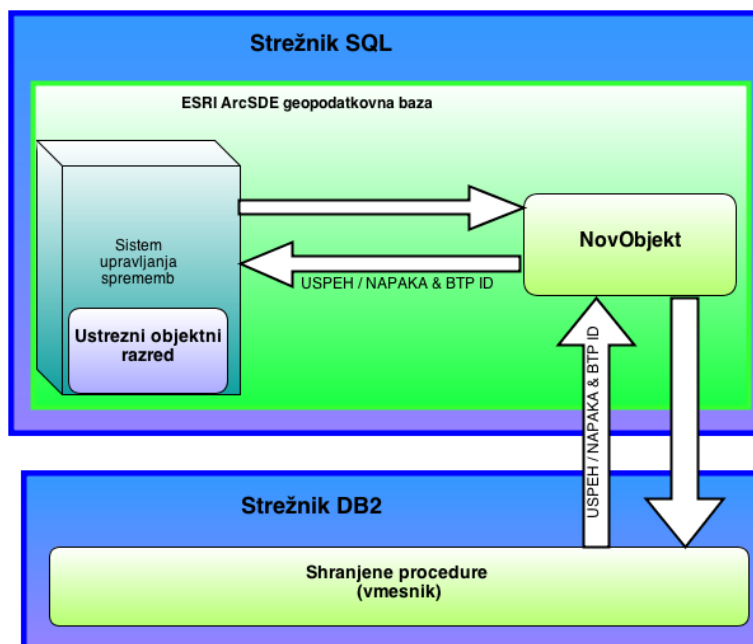
4.2 Postopki integracije

Ciljni sistem BTP vsebuje določene postopke za manipulacijo s podatki. Skladno s temi postopki je bil pripravljen tudi DB2 API. V nadaljevanju so opisani vsi postopki, ki zagotavljajo integriteto podatkov in pravilno delovanje integracije med GIS in BTP.

4.2.1 Kreiranje novega sredstva

Identifikacijske številke sredstev se v naročnikovem sistemu vodijo in kreirajo v sistemu BTP. Te številke predstavljajo unikatni ključ v GIS in sistemu BTP. Z njihovo pomočjo se izvajajo vsi postopki integracije. V BTP obstaja več različnih tipov objekta. Glede na te tipe procedura IntegracijaInsert kliče različne podprocedure. Preverjanje tipa smo omogočili preko nastavitvene tabela tbIntegracija_objekti, v kateri je določeno, če je objekt tipa oprema ali sredstvo.

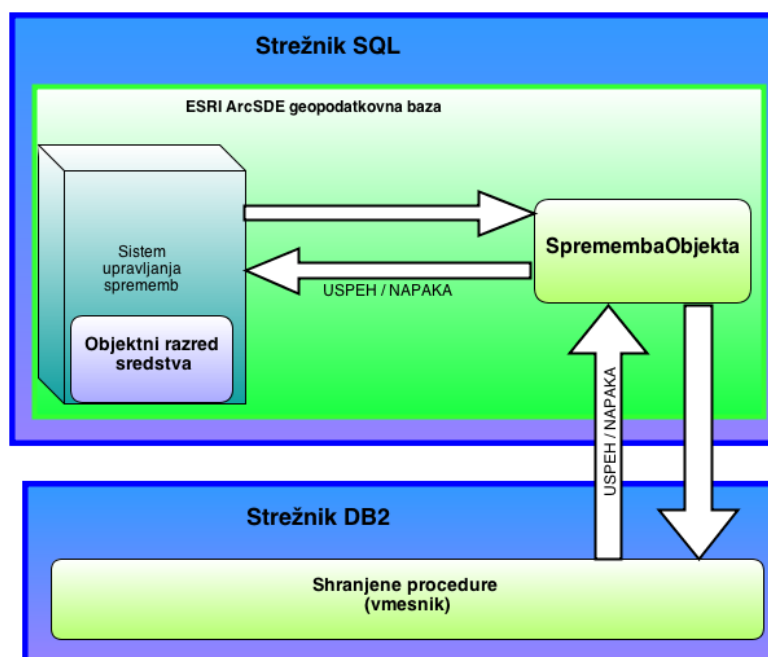
V primeru, da je tip vnosa *insert*, gre za novo sredstvo ali novo opremo. Vsako novo sredstvo kreirano v sistemu GIS (s pomočjo orodja ArcMap) mora to identifikacijsko številko dobiti s pomočjo integracije. Pri kreiranju novega sredstva procedure integracije po potrebi preoblikujejo podatke o sredstvu in jih prenesejo iz GIS v BTP, kjer se sredstvo ustvari. Nazaj BTP pošlje identifikacijsko številko, ki jo integracija zapiše v geopodatkovno bazo v ustrezno tabelo objekta (vsaka vrsta objekta ima svojo tabelo oz. objektni razred in pripadajoče delta tabele, opisano v poglavju Vidik DBMS) in nato procedura NovObjekt v tabeli tbIntegracija (na sliki 37 je del sistema upravljanja sprememb) nastavi vrednost stolpca »INT_STATUS« v ustrezni vrstici na vrednost 1, če je integracija uspela in 9, če je prišlo do napake.



Slika 37: Kreiranje novega sredstva.

4.2.2 Spreminjanje sredstva

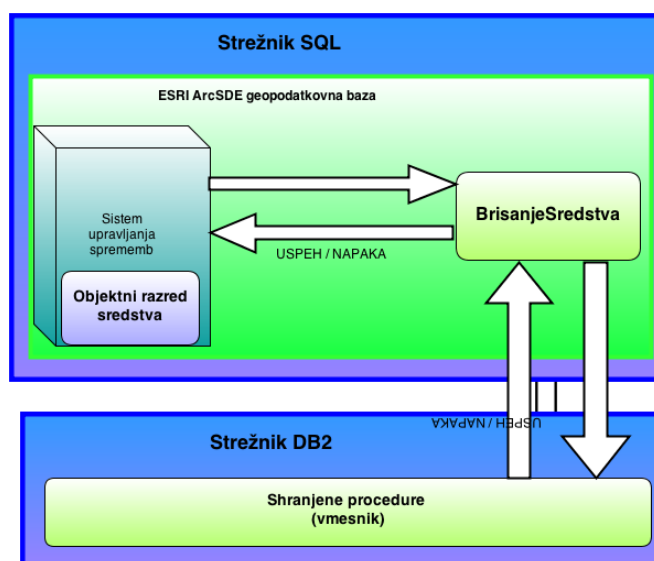
Uporabnik v ArcMap spremeni nekemu sredstvu določene attribute, SDE pa zapiše spremembe v ustrezen objektni razred. Sistem upravljanja sprememb zazna tip vnosa *update*. Če je tip objekta v vnosu »sredstvo« (glej poglavje 4.1.5.3 in 4.2.1), se kliče procedura *SpremembaObjekta*. Ta preveri, če polje nad katerimi je bila storjena sprememba, predstavlja relacijo (glej poglavje 4.1.5.4). V primeru, da gre za običajno polje, ki predstavlja atribut sredstva, procedura pošlje vse trenutne podatke o sredstvu BTP proceduri (podatki po spremembi), katera ažurira podatke v ustreznih tabelah na DB2 bazi (glej sliko 38).



Slika 38: Sprememba sredstva.

4.2.3 Brisanje sredstva

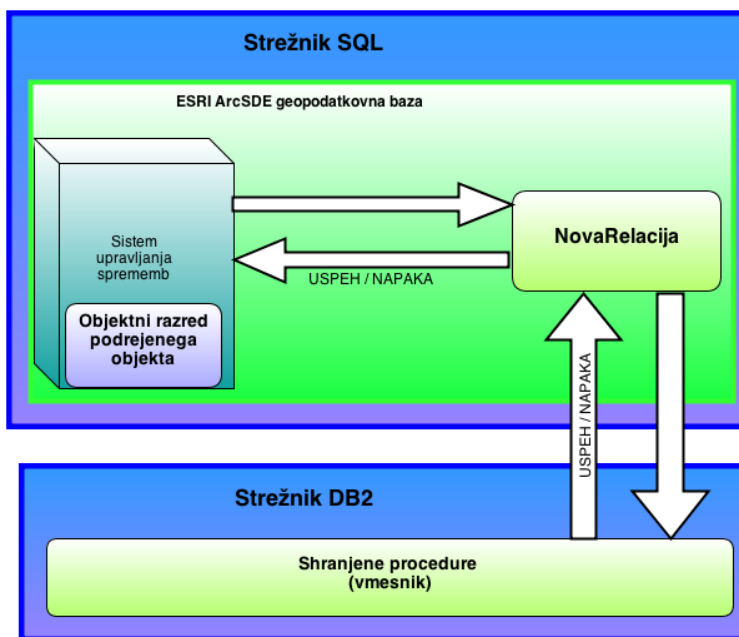
GIS sistem pri brisanju, torej če uporabnik zbrši kakršen koli objekt, dejansko ne briše podatkov, pač pa spremeni status tega objekta na »brisan«, vse ostale podatke pa ohrani. Zato gre pri brisanju sredstva na GIS strani za *update*. Integracija torej lovi spremembo statusa na brisan. Identifikator tega objekta se pošlje na določeno proceduro v BTP DB2 API, ta pa potem poskrbi za izbris tega sredstva v BTP (glej sliko 39).



Slika 39: Brisanje sredstva.

4.2.4 Kreiranje nove relacije med sredstvi

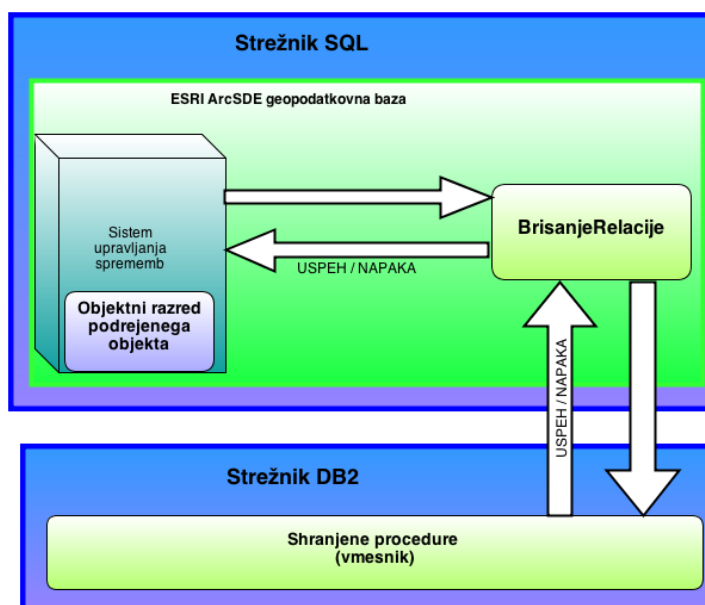
Oba sistema (GIS in BTP) podpirata aplikativno medsebojno povezovanje sredstev z relacijami. Tu ne gre za relacije v podatkovni bazi, pač pa za relacije na nivoju aplikacij. Torej tu ne gre za relacijo »primary key« - »foreign key«, pač pa ima BTP posebno tabelo, ki vsebuje pare ključev sredstev v relacijah (mi smo to strukturo zagotovili s tabelo tbIntegracija_relacije). Ob kreiranju nove relacije v GIS, integracija podatke o relacijah obeh sredstev in njuni kardinalnosti (katero sredstvo je podrejeno kateremu sredstvu) pošlje ustrezni proceduri na BTP (glej sliko 40).



Slika 40: Kreiranje nove relacije med sredstvi.

4.2.5 Brisanje relacije med sredstvi

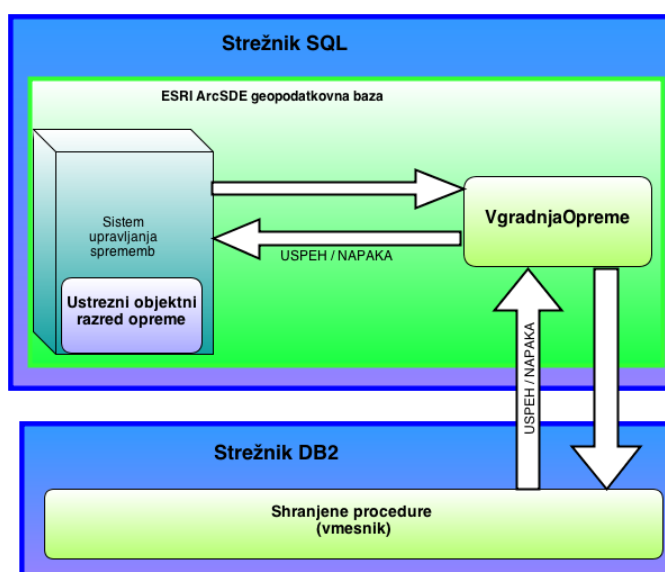
V primeru tipa vnosa *update* se kliče procedura IntegracijaUpdate, v kateri se preveri tip objekta iz tabele tbIntegracija_objekti. V primeru, da gre za tip objekta »sredstvo«, se v nadaljevanju izvajanja procedure preveri, če tip polja, ki je bil spremenjen, predstavlja relacijo. Relacije med sredstvi so shranjene v tabeli tbIntegracija_relacije. V primeru, da je tip objekta »sredstvo«, spremenjeno polje predstavlja relacijo in če je polje postavljeno na »null«, se sproži procedura BrisanjeRelacije, ki podatke obeh sredstev v relaciji in podatek o podrejenosti pošlje na ustrezno proceduro na BTP (podatek o relaciji je vedno shranjen v podrejenem sredstvu, glej sliko 41).



Slika 41: Brisanje relacije med sredstvi.

4.2.6 Vgradnja opreme v sredstvo

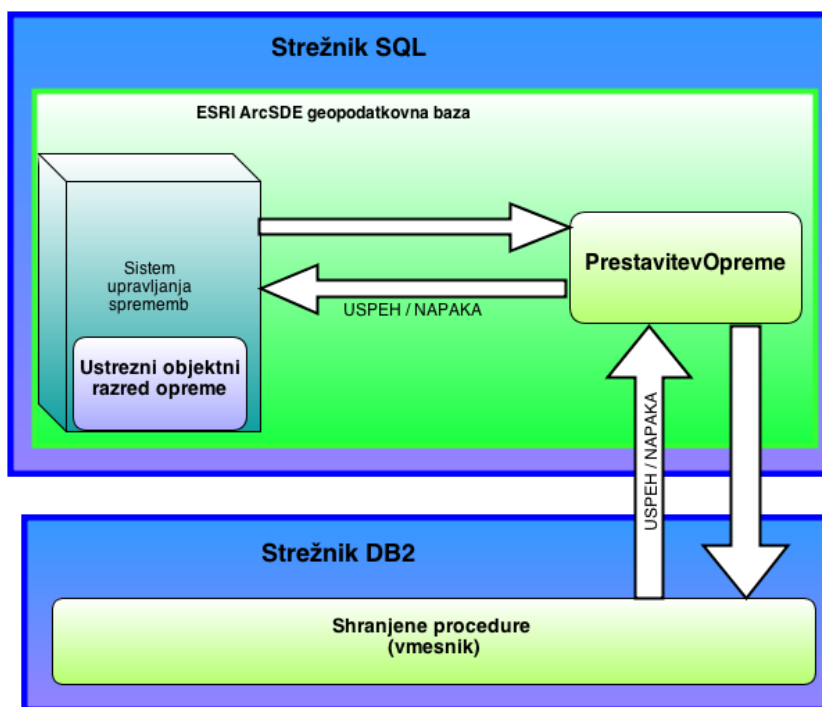
V primeru, da je tip vnosa *insert*, gre za novo sredstvo ali novo opremo. V primeru, da je to oprema (glej poglavje 4.1.5.3), se kliče procedura *VgradnjaOpreme*. Informacijo o sredstvu, v katerega je oprema vgrajena, procedura prebere iz polja za relacijo (definicija v tabeli *tbIntegracija_relacije*, tip = 'O'). To pomeni, da procedura *VgradnjaOpreme* na BTP pošlje informacijo o opremi in sredstvu, na katerega je oprema vgrajena. BTP stran potem poskrbi za nadaljno obdelavo (glej sliko 42).



Slika 42: Vgrajevanje opreme v sredstvo.

4.2.7 Prestavljanje opreme med sredstvi

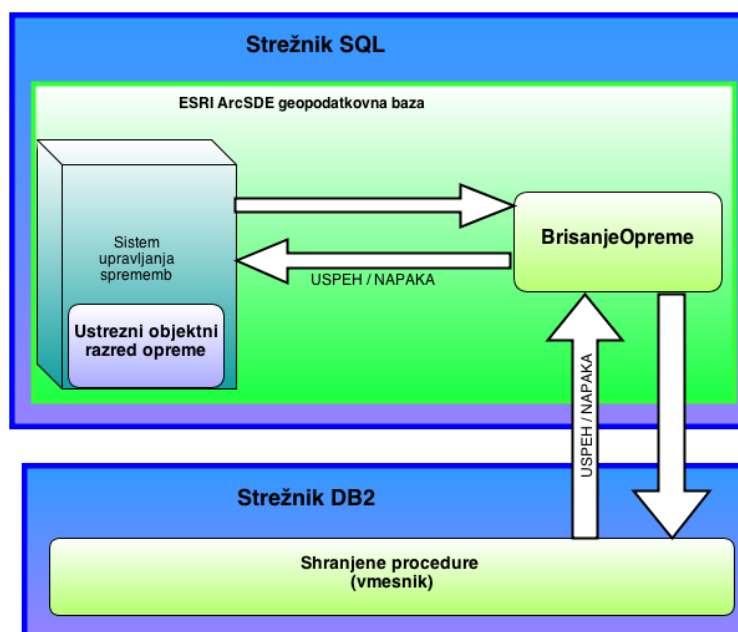
V primeru da gre za tip vnosa *update* na objektu tipa oprema, spremenjeno polje pa predstavlja relacijo med sredstvom in opremo, se kliče procedura *PrestavitevOpreme*, ki na BTP pošlje ID starega sredstva, ID novega sredstva ter ID opreme. BTP nato poskrbi za nadaljno obdelavo podatkov (prikazano na sliki 43).



Slika 43: Prestavitev opreme med sredstvi.

4.2.8 Brisanje opreme

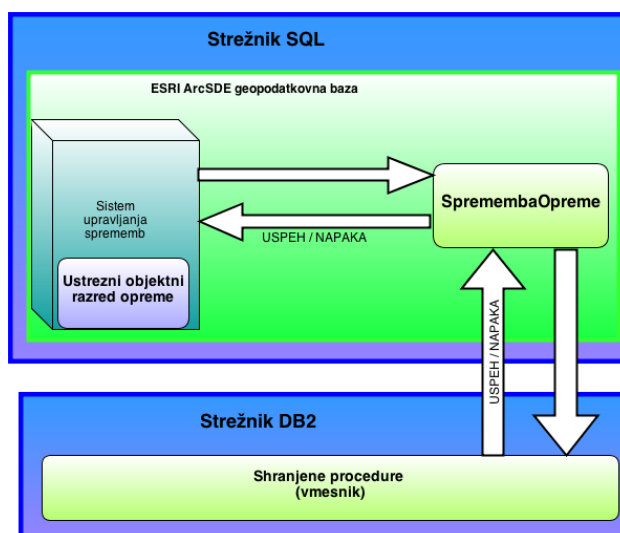
V primeru, da uporabnik ArcMap-a zbriše opremo iz nekega sredstva, SDE v ustreznem objektnem razredu nastavi polje, ki predstavlja relacijo med sredstvom in opremo na *null*.. Sistem upravljanja sprememb zazna tip vnosa *update* na objektu tipa oprema. Za tem se kliče procedura *BrisanjeOpreme*, ki v nadaljno obdelavo na BTP pošlje ID opreme in ID sredstva (prikazano na sliki 44).



Slika 44: Brisanje opreme sredstvu.

4.2.9 Spreminjanje opreme

V primeru, da gre za tip vnosa *update* na objektu tipa oprema, spremenjeno polje pa predstavlja atribut opreme, se kliče procedura *SpremembaOpreme*, ki na BTP pošlje ID opreme in vse attribute opreme. BTP nato poskrbi za nadaljno obdelavo podatkov (prikazano na sliki 45).



Slika 45: Spreminjanje opreme.

Sklepne ugotovitve

Predmet pričujočega diplomskega dela je izvedba povezovanja GIS sistema s sistemom BTP v podjetju Elektro Celje d.d. Kritične zahteve naročnika za povezovanje so temeljile na uporabi pravil BTP, odzivnosti za končnega uporabnika in integriteti podatkov. V skladu z zahtevami je bila ustvarjena procedura integracije, katere proces sem podrobneje opisal v diplomski nalogi. Z integracijo je naročnik pridobil celovit sistem, ki omogoča enoten vnos podatkov preko GIS sistema, zmanjšala se je možnost napake in povečala učinkovitost.

Zaradi razlik med obema sistemoma je delovanje integracije (poslovna logika) možno nadaljevati s pomočjo nastavitvenih tabel, kar omogoča hitro prilagajanje spremembam konfiguracije v obeh povezanih sistemih.

Integracija je bila zasnovana kot asinhron proces na podatkovnem strežniku. Eden od ciljev je bila ustrezna odzivnost sistema za končne uporabnike. Po implementaciji integracije v naročnikovo produkcijsko okolje je prišlo do težav pri odzivnosti. Ugotovili smo, da težave povzroča prožilec, ki je zaklepal tabelo SDE_versions (prožilci za čas izvajanja kode v prožilcu zaklenijo tabelo, za katero lovijo spremembe). Težavo smo odpravili s prestavitvijo programske kode iz prožilca v novo proceduro, katero kličemo asinhrono. S tem je tabela SDE_versions zaklenjena le za zelo kratek čas in zagotovljena je odzivnost. S tem smo dosegli zadani cilj, da proces integracije ne vpliva na tekoče delo končnih GIS uporabnikov.

Integracija je že v uporabi v produkcijskem okolju. V povprečju zazna in obdela 1500 sprememb na dan. Od tega se v enem tednu pojavi približno 10 napak. V glavnem gre za vsebinske napake na podatkih v ciljni podatkovni bazi BTP, ki so nastale v starem nepovezanem sistemu, ki je omogočal vnos napačnih podatkov. Naročnik z odpravo teh napak tudi čisti stare podatke in s tem izboljšuje njihovo kvaliteto.

Viri

- [1] Elektro Celje, d.d., *Razpisna dokumentacija*, R. Knežević, Ured., Celje: Elektro Celje, 2010.
- [2] M. Chapple, „Database Normalization Basics“, About.com, [Elektronski]. Dostopno na: <http://databases.about.com/cs/specificproducts/g/normalization.htm>. [Poskus dostopa 3. 20. 2013].
- [3] ESRI, „Understanding versioning“, ESRI, 25 3 2008. [Elektronski]. Dostopno na: <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Understanding%20versioning>. [Poskus dostopa 17. 11. 2011].
- [4] wiki.gis.com, „Geographic information system“, April 2011. [Elektronski]. Dostopno na: wiki.gis.com/wiki/index.php/GIS. [Poskus dostopa 10. 11. 2011].
- [5] ESRI, „What is GIS?“, [Elektronski]. Dostopno na: <http://www.gis.com/content/what-gis>. [Poskus dostopa 6. 4. 2012].
- [6] D. Peters, *Building a GIS*, Esri Press, 2008.
- [7] Wikipedia, „Digital elevation model“, [Elektronski]. Dostopno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_elevation_model. [Poskus dostopa 8. 6. 2012].
- [8] ESRI, „What is ArcGIS?“, 2011. [Elektronski]. Dostopno na: http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/What_is_ArcGIS/00v200000007000000/. [Poskus dostopa 14. 12. 2011].
- [9] Dave Wrazien, Michael Young, „ESRI Developer Summit 2006“, 2006. [Elektronski]. Dostopno na: http://proceedings.esri.com/library/userconf/devsummit06/papers/soa_solutions.pdf. [Poskus dostopa 3. 2. 2012].
- [10] ESRI, „Working with ArcGlobe and ArcScene“, 11 6 2012. [Elektronski]. Dostopno na: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/00q8000000sv000000>. [Poskus dostopa 25. 9. 2012].
- [11] ESRI, „What is ArcMap?“, ESRI, 2012. [Elektronski]. Dostopno na: http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/What_is_ArcMap/006600000001000000/. [Poskus dostopa 21. 5. 2012].
- [12] ESRI, „What is geoprocessing?“, ESRI, 2010. [Elektronski]. Dostopno na: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/002s00000001000000.htm>. [Poskus dostopa 11. 12. 2011].
- [13] ESRI, „What is ArcCatalog?“, ESRI, 2010. [Elektronski]. Dostopno na: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/006m00000069000000.htm>. [Poskus dostopa 2. 12. 2011].
- [14] ESRI, „ArcSDE - Advanced Spatial Data Server“, [Elektronski]. Dostopno na: <http://www.tecos.com.vn/img/file/ArcGIS/arcSDE-brochure.pdf>. [Poskus dostopa 15. 4. 2012].

- [15] ESRI, „Versioning,“ 2004. [Elektronski]. Dostopno na:
<http://support.esri.com/en/knowledgebase/whitepapers/download/fileid/1471>.
[Poskus dostopa 10. 11. 2011].
- [16] ESRI, „An overview of the Geodatabase,“ ESRI, 14. Januar 2008. [Elektronski].
Dostopno na:
http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/printBooks_topics.cfm?pid=2014.
[Poskus dostopa 1. 7. 2011].
- [17] ESRI, „Delta Tables,“ [Elektronski]. Dostopno na:
<http://edndoc.esri.com/arcscde/9.2/concepts/versioning/basicprinciples/deltatables.htm>.
[Poskus dostopa 16. 5. 2011].
- [18] D. Law, „Versioning 101,“ 2010. [Elektronski]. Dostopno na:
<http://www.esri.com/news/arcuser/0110/versioning101.html>.
[Poskus dostopa 10. 1. 2012].
- [19] Microsoft, „Microsoft Host Integration Server,“ [Elektronski]. Dostopno na:
<http://www.microsoft.com/biztalk/en/us/host-integration.aspx>.
[Poskus dostopa 10. 10. 2012].
- [20] Microsoft, „SQL Server Service Broker,“ [Elektronski]. Dostopno na:
<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb522893.aspx>. [Poskus dostopa 1. 3. 2012].
- [21] Microsoft, „Create Trigger,“ [Elektronski]. Dostopno na:
<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms189799.aspx>.
[Poskus dostopa 2012 10. 10.].
- [22] Microsoft, „SQL Stored Procedures,“ [Elektronski]. Dostopno na:
<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa174792%28v=sql.80%29.aspx>.
[Poskus dostopa 10. 10. 2012].